



**Mission
Medizin**

— ÖSTERREICH · DEUTSCHLAND · SCHWEIZ

LÖSUNGSBAND · BASISKENNTNISTEST

Die ausführlichen Lösungen

Zu jeder der 1.237 Fragen aus dem Übungsheft: warum die richtige Antwort richtig ist und woran jede der anderen vier scheitert · Stand August 2026

Dieser Band gehört neben das Übungsheft.

Die Nummern stimmen überein: Was im Übungsheft **B142** heißt, steht hier ebenfalls unter B142 — in derselben Reihenfolge, nach derselben amtlichen Stichwortliste. Auch die Antwortbuchstaben beziehen sich auf die gemischte Reihenfolge des Übungshefts, nicht auf das Originalprotokoll.

1.237

begründete Lösungen

4

Distraktoren je Frage
einzeln widerlegt

1.237

Merksätze zum Behalten

47

verlinkte Kursthemen

Jede Lösung führt in ihr Kapitel.

Unter jeder Begründung steht das Kursthema, in dem der Stoff im Zusammenhang erklärt wird — anklickbar, wenn du das PDF am Bildschirm liest.



ZUM KURS

mission-medizin.de

Zwei Hefte, eine Nummer

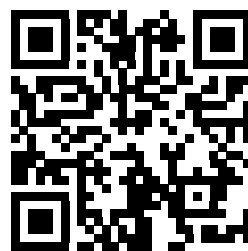
Dieser Band ist das Gegenstück zum Übungsheft. Er enthält keine Fragen, sondern zu jeder Nummer die vollständige Begründung — gedacht zum Danebenlegen, nicht zum Durchlesen am Stück.

- 01 Erst lösen, dann aufschlagen.** Nimm dir im Übungsheft ein ganzes Stichwort vor, schreib deine Buchstaben auf und schlag erst danach hier nach. Wer nach jeder einzelnen Frage kontrolliert, merkt sich am Ende die Reihenfolge der Lösungen statt des Stoffs.
- 02 Lies auch die Erklärungen zu den Fragen, die du richtig hattest.** In jeder Begründung steht nicht nur, warum die richtige Antwort stimmt, sondern auch, woran jede der vier anderen Optionen scheitert — das ist der eigentliche Stoff, und er kommt im nächsten Jahrgang in anderer Verpackung wieder.
- 03 Der Merksatz ist der Teil zum Mitnehmen.** Am Ende jeder Erklärung steht ein Satz, der das Thema dauerhaft sichert. Wenn du dir aus einer Lernrunde nur eine Zeile herausschreibst, dann diese.
- 04 Die Buchstaben beziehen sich auf das Übungsheft.** Dort sind die Antwortoptionen bewusst verwürfelt, weil in den Protokollen die richtige Antwort fast immer an erster Stelle steht. Der Buchstabe hier passt also zum Heft, nicht zum Originalprotokoll.

VON DER LÖSUNG DIREKT INS KAPITEL

Unter jeder Begründung steht das Kursthema, zu dem die Frage gehört — insgesamt sind es die 47 Themen des Basiskonntnistests. Am Bildschirm ist die Zeile anklickbar und führt dich in den Lehrtext mit Abbildungen, Merksätzen und typischen Fallen.

Wenn dir bei einem Stichwort mehrere Lösungen hintereinander danebengehen, ist das dein nächstes Kapitel. Die Auswertung im Kurs führt darüber ohnehin Buch.



ABBILDUNGEN

An derselben Frage im Kurs

Alle Stichworte auf einen Blick

Reihenfolge und Nummern sind mit dem Übungsheft identisch. Wer dort bei B075 steht, findet die Begründung hier unter derselben Nummer.

STICHWORT	NUMMERN	LÖSUNGEN
Teil I · Biologie — 537 Lösungen (B001–B537)		
Die menschliche Zelle	B001–B074	74
Der menschliche Körper	B075–B334	260
Grundlagen der Frühentwicklung des Menschen	B335–B382	48
Genetik	B383–B439	57
Molekulare Genetik	B440–B475	36
Humangenetik	B476–B489	14
Evolution	B490–B513	24
Ökologie	B514–B524	11
Immunbiologie	B525–B537	13
Teil II · Chemie — 311 Lösungen (C001–C311)		
Atombau	C001–C025	25
Mikrokosmos	C026–C028	3
Gasgesetze	C029–C042	14
Aggregatzustände	C043–C061	19
Periodensystem	C062–C089	28
Chemische Bindung	C090–C111	22
Chemische Reaktionen	C112–C128	17
Chemisches Gleichgewicht	C129–C160	32
Elemente und deren Verbindungen	C161–C188	28
Säure-Base-Reaktionen	C189–C226	38
Redox-Reaktionen	C227–C258	32
Organische Chemie	C259–C282	24
Naturstoffe	C283–C311	29
Teil III · Physik — 234 Lösungen (P001–P234)		
Größen und Einheiten	P001–P026	26
Mechanik	P027–P063	37
Schwingungen und Wellen	P064–P098	35

STICHWORT	NUMMERN	LÖSUNGEN
Wärmelehre	P099–P125	27
Elektrizitätslehre	P126–P169	44
Optik	P170–P207	38
Atomphysik	P208–P234	27
Teil IV · Mathematik — 155 Lösungen (M001–M155)		
Zehnerpotenzen	M001–M026	26
Algebra	M027–M053	27
Geometrie	M054–M080	27
Einheiten	M081–M105	25
Funktionen	M106–M143	38
Vektorrechnung	M144–M155	12

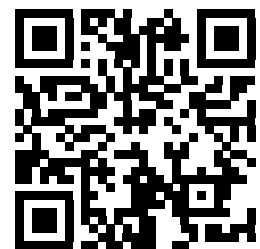
Biologie

537

begründete Lösungen · Nummern B001 bis B537

STICHWORT	NUMMERN	LÖSUNGEN
Die menschliche Zelle	B001–B074	74
Der menschliche Körper	B075–B334	260
Grundlagen der Frühentwicklung des Menschen	B335–B382	48
Genetik	B383–B439	57
Molekulare Genetik	B440–B475	36
Humangenetik	B476–B489	14
Evolution	B490–B513	24
Ökologie	B514–B524	11
Immunbiologie	B525–B537	13

Die Nummern sind mit dem Übungsheft identisch. Jede Lösung nennt zuerst die richtige Antwort, widerlegt dann jeden der vier Distraktoren einzeln und schließt mit einem Merksatz.



BIOLOGIE IM KURS
Biologie im Lehrtext

Die menschliche Zelle

ALLGEMEINE CHARAKTERISTIKA



LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B001 A Prokaryonten besitzen keinen echten, membranumhüllten Zellkern

Was unterscheidet eine prokaryontische von einer eukaryontischen Zelle?

Richtig ist die Antwort „Prokaryonten besitzen keinen echten, membranumhüllten Zellkern“. Der eine Unterschied, an dem die gesamte Einteilung hängt, ist der Zellkern: Prokaryonten besitzen keinen echten, von einer Membran umschlossenen Kern, sondern tragen ihre ringförmige DNA frei im Zytoplasma. Alles andere, was man als Unterschied kennt, folgt aus diesem Grundprinzip der fehlenden inneren Membranräume. Ribosomen haben übrigens beide Zelltypen, denn ohne sie könnte keine Zelle Proteine herstellen; sie unterscheiden sich nur in der Größe, nämlich 70S bei Prokaryonten und 80S bei Eukaryonten.

Die Antwort „Prokaryonten besitzen Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien sind membranumhüllte Organellen und kommen deshalb bei Prokaryonten gerade nicht vor. Bakterien betreiben ihre Atmungskette stattdessen an der Zellmembran selbst.

Die Antwort „Eukaryonten besitzen keine Ribosomen“ ist falsch: Auch Eukaryonten besitzen selbstverständlich Ribosomen, und zwar sowohl frei im Zytosol als auch am rauen endoplasmatischen Retikulum. Ribosomen sind der einzige Bestandteil der Proteinbiosynthese, den wirklich jede Zelle braucht.

Die Antwort „Prokaryonten sind stets größer als Eukaryonten“ ist falsch: Der Größenvergleich läuft genau andersherum. Prokaryonten messen typischerweise ein bis fünf Mikrometer, eukaryontische Zellen liegen mit zehn bis hundert Mikrometern deutlich darüber.

Die Antwort „Eukaryonten besitzen keine Zellmembran“ ist falsch: Eine Zellmembran hat jede Zelle, denn ohne sie gäbe es keine Abgrenzung nach außen und keinen

Konzentrationsunterschied, den die Zelle nutzen könnte.

Zum Weiterdenken: Antibiotika wie Erythromycin greifen gezielt das 70S-Ribosom an. Warum schädigt das den Menschen kaum, obwohl auch seine Zellen Ribosomen besitzen?

MERKE

Prokaryonten haben keinen Kern und keine membranumhüllten Organellen — Ribosomen haben sie sehr wohl.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Den entscheidenden Unterschied zwischen Prokaryont und Eukaryont benennen

B002 D Fehlender echter Zellkern

Welches Merkmal gehört nicht zu eukaryontischen Zellen?

Richtig ist die Antwort „Fehlender echter Zellkern“. Die Frage ist eine Negativfrage, du suchst also das Merkmal, das gerade nicht zu einer eukaryontischen Zelle passt. Genau das ist der fehlende echte Zellkern, denn er ist das definierende Kennzeichen der Prokaryonten: Bei ihnen liegt die Erbinformation frei im Zytoplasma in einem Bereich, den man Nukleoid nennt, während sie bei Eukaryonten von einer doppelten Kernhülle umschlossen wird. Der Name sagt es bereits, denn „eu-“ bedeutet echt und „karyon“ Kern.

Die Antwort „Membranumhüllte Organellen“ ist falsch: Membranumhüllte Organellen wie Mitochondrien, endoplasmatisches Retikulum, Golgi-Apparat und Lysosomen sind ein klassisches Merkmal der Eukaryonten. Erst durch diese Kompartimentierung kann die Zelle unterschiedliche Reaktionsräume mit eigenen Bedingungen unterhalten.

Die Antwort „Linear organisierte Chromosomen“ ist falsch: Eukaryontische Chromosomen sind linear organisiert und liegen an Histone gebunden vor. Prokaryonten tragen dagegen ein einziges, ringförmig geschlossenes DNA-Molekül, oft ergänzt um kleine Plasmide.

Die Antwort „Ausgeprägtes Zytoskelett“ ist falsch: Ein ausgeprägtes Zytoskelett aus Mikrotubuli, Aktin- und Intermediärfilamenten gehört fest zur eukaryontischen Zelle. Es gibt ihr Form, ermöglicht Transportvorgänge und zieht in der Mitose die Chromatiden auseinander.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch: Das endoplasmatische Retikulum ist ein eukaryontisches Organell und geht direkt aus der Kernhülle hervor. Es stellt in seiner rauen Form Proteine und in seiner glatten Form Lipide her.

Zum Weiterdenken: Mitochondrien besitzen eine eigene ringförmige DNA und eigene Ribosomen. Welche Vermutung über ihre Herkunft legt dieser Befund nahe?

MERKE

Eukaryont heißt wörtlich „echter Kern“ — fehlt der Kern, sprichst du von einem Prokaryonten.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Kennzeichen eukaryontischer Zellen vom prokaryontischen Bauplan abgrenzen

B003 D Bakterium

Was ist kein Euzyt?

Richtig ist die Antwort „Bakterium“. Euzyt ist ein anderes Wort für die eukaryontische Zelle, also für eine Zelle mit echtem Zellkern. Gesucht ist damit der Organismus in der Liste, der keinen Kern besitzt, und das ist allein das Bakterium, denn Bakterien sind Prokaryonten beziehungsweise Protocyten. Alle übrigen genannten Lebewesen sind Einzeller mit echtem Zellkern und zählen damit zu den Eukaryonten.

Die Antwort „Amöbe“ ist falsch: Die Amöbe ist ein einzelliger Eukaryont aus der Gruppe der Protisten. Sie bewegt sich mit Scheinfüßchen fort, die durch Umbau ihres Aktin-Zytoskeletts entstehen — ein Vorgang, den es ohne eukaryontische Ausstattung gar nicht gäbe.

Die Antwort „Pantoffeltierchen“ ist falsch: Das Pantoffeltierchen ist ein Wimperntierchen und damit ebenfalls ein Eukaryont. Es besitzt sogar die Besonderheit von zwei Kernen, einem großen Makronukleus für den Stoffwechsel und einem kleinen Mikronukleus für die Fortpflanzung.

Die Antwort „Hefezelle“ ist falsch: Die Hefezelle ist ein einzelliger Pilz, und Pilze gehören sämtlich zu den Eukaryonten. Gerade die Bäckerhefe ist einer der wichtigsten Modellorganismen der Zellbiologie.

Die Antwort „Grünalge“ ist falsch: Grünalgen sind Eukaryonten mit echtem Zellkern und zusätzlich mit Chloroplasten ausgestattet. Sie zählen damit ebenso zu den Euzyten wie Amöbe, Pantoffeltierchen und Hefe.

Zum Weiterdenken: Zwei Antworten, die dasselbe meinen, können nie beide richtig sein. Wie kannst du diesen Gedanken im Test nutzen, wenn du eine Aufgabe inhaltlich nicht sicher lösen kannst?

MERKE

Euzyt gleich echter Kern — von den klassischen Testorganismen ist nur das Bakterium ein Prokaryont.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Euzyten und Protocyten an konkreten Organismen erkennen

B004 A Protocyten (Prokaryonten) besitzen Ribosomen, aber keinen echten Zellkern, während Eucyten (Eukaryonten) einen echten Zellkern besitzen

Welche Aussage zu Eucyten und Protocyten trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Protocyten (Prokaryonten) besitzen Ribosomen, aber keinen echten Zellkern, während Eucyten (Eukaryonten) einen echten Zellkern besitzen“. Die Aussage fasst beide entscheidenden Punkte korrekt zusammen: Protocyten, also Prokaryonten, besitzen zwar Ribosomen, aber keinen echten Zellkern, während Eucyten, also Eukaryonten, über einen von einer Doppelmembran umschlossenen Kern verfügen. Diese Kombination ist deshalb prüfungsrelevant, weil viele beim Stichwort Prokaryont pauschal annehmen, es fehle dort so gut wie alles. Tatsächlich fehlen nur die Membranstrukturen im Inneren — die Grundausrüstung für die Proteinbiosynthese ist vorhanden.

Die Antwort „Protocyten besitzen einen echten Zellkern“ ist falsch: Ein echter Zellkern ist genau das, was Protocyten nicht haben. Ihre DNA liegt als ringförmiges Molekül im Nukleoid, das nicht von einer Membran begrenzt wird.

Die Antwort „Eucyten besitzen keine Ribosomen“ ist falsch: Eucyten besitzen Ribosomen in großer Zahl, teils frei im Zytosol, teils an das raue endoplasmatische Retikulum gebunden. Ohne sie könnte keine Zelle Proteine herstellen.

Die Antwort „Protocyten und Eucyten unterscheiden sich nicht im Zellkernbesitz“ ist falsch: Der Kernbesitz ist gerade das Unterscheidungsmerkmal schlechthin und begründet die Namen beider Gruppen.

Die Antwort „Nur Eucyten besitzen Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen kommen bei beiden Zelltypen vor. Sie unterscheiden sich lediglich in ihrer Größe, die man über den Sedimentationskoeffizienten angibt, nämlich 70S bei Prokaryonten und 80S bei Eukaryonten.

Zum Weiterdenken: Die Ribosomen der Mitochondrien sind vom 70S-Typ. Passt dieser Befund besser zu einer Eigenentwicklung der Zelle oder zu einer aufgenommenen

Bakterienzelle?

MERKE

Ribosomen haben alle Zellen, einen echten Kern nur die Eukaryonten.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Eucyten und Procyten hinsichtlich Kern und Ribosomen gegenüberstellen

B005 C Anabolismus

Wie wird der energieverbrauchende Anteil des Stoffwechsels genannt?

Richtig ist die Antwort „Anabolismus“. Der Anabolismus ist der aufbauende Teil des Stoffwechsels, in dem aus kleinen Bausteinen größere Moleküle entstehen — etwa Proteine aus Aminosäuren oder Glykogen aus Glucose. Weil man dabei chemische Bindungen knüpft, muss Energie hineingesteckt werden, in der Regel in Form von ATP. Die Vorsilbe hilft beim Merken, denn „ana-“ bedeutet hinauf.

Die Antwort „Katabolismus“ ist falsch: Der Katabolismus ist das Gegenstück und beschreibt den Abbau größerer Moleküle zu kleineren. Dabei wird Energie frei, die die Zelle als ATP festhält, etwa beim Abbau von Glucose in der Glykolyse und der Atmungskette.

Die Antwort „Metabolismus“ ist falsch: Der Metabolismus ist der Oberbegriff und umfasst Anabolismus und Katabolismus gemeinsam. Er ist damit die richtige Bezeichnung für den gesamten Stoffwechsel, aber nicht speziell für den energieverbrauchenden Anteil.

Die Antwort „Kachexie“ ist falsch: Kachexie bezeichnet keinen Teil des Stoffwechsels, sondern einen krankhaften Zustand starker Abmagerung mit Verlust von Muskel- und Fettgewebe, wie er bei fortgeschrittenen Tumorerkrankungen auftritt.

Die Antwort „Homöostase“ ist falsch: Homöostase meint die Aufrechterhaltung eines stabilen inneren Milieus, also etwa konstanter Temperatur, konstanten pH-Werts und konstanter Ionenkonzentrationen. Sie ist ein Regelprinzip, keine Stoffwechselrichtung.

Zum Weiterdenken: Muskelaufbau nach dem Training ist ein anaboler Vorgang. Warum steigt der Energiebedarf eines Menschen also auch noch Stunden nach der Belastung?

MERKE

Ana hinauf und Energie hinein, kata hinab und Energie heraus — der Metabolismus ist beides zusammen.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Anabolismus, Katabolismus und Metabolismus voneinander trennen

B006 B Zelle

Was ist die kleinste teilungsfähige Einheit eines Organismus?

Richtig ist die Antwort „Zelle“. Die Zelle ist die kleinste Einheit eines Organismus, die alle Kennzeichen des Lebendigen erfüllt und sich insbesondere selbst teilen kann. Sie besitzt dafür alles Nötige beisammen: eine Abgrenzung nach außen, einen eigenen Stoffwechsel, die vollständige Erbinformation und den Apparat, um diese zu verdoppeln und auf zwei Tochterzellen zu verteilen. Alles, was kleiner ist, kann sich nur innerhalb einer Zelle und mit deren Hilfe vermehren.

Die Antwort „DNA“ ist falsch: Die DNA wird zwar verdoppelt, doch das geschieht nicht aus eigener Kraft. Sie ist ein Molekül und braucht dafür Enzyme wie die DNA-Polymerase, Bausteine und Energie, die ihr die Zelle bereitstellt.

Die Antwort „Organ“ ist falsch: Ein Organ ist deutlich größer als eine Zelle und steht in der biologischen Ordnung mehrere Ebenen darüber, nämlich über Gewebe und Zellverbänden.

Die Antwort „Zellkern“ ist falsch: Der Zellkern teilt sich in der Mitose zwar mit, ist aber nur ein Bestandteil der Zelle. Ohne umgebendes Zytoplasma mit Ribosomen und Mitochondrien wäre er nicht überlebensfähig.

Die Antwort „Gewebe“ ist falsch: Ein Gewebe ist ein Verband gleichartiger Zellen und damit ebenfalls größer als eine einzelne Zelle.

Zum Weiterdenken: Viren tragen Erbinformation, können sich aber nicht selbst teilen. Welche Konsequenz hat das für die Frage, ob man sie zu den Lebewesen zählt?

MERKE

Die Zelle ist die kleinste Einheit, die sich selbst teilen kann — alles Kleinere braucht sie dafür.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Zelle als kleinste lebens- und teilungsfähige Einheit einordnen

B007 D Zunahme des Volumens ohne Zunahme der Zellzahl

Was versteht man unter Hypertrophie von Zellen?

Richtig ist die Antwort „Zunahme des Volumens ohne Zunahme der Zellzahl“. Bei der Hypertrophie nimmt das Volumen der einzelnen Zellen zu, ihre Anzahl bleibt jedoch gleich. Das Gewebe wird also größer, weil jede Zelle wächst, und nicht, weil neue hinzukommen. Das klassische Beispiel ist der Skelettmuskel unter Krafttraining, denn Muskelfasern sind kaum teilungsfähig und reagieren stattdessen mit dem Einbau zusätzlicher Myofibrillen. Auch der Herzmuskel wächst bei dauerhaft erhöhtem Druck auf diese Weise.

Die Antwort „Zunahme des Volumens mit Zunahme der Zellanzahl“ ist falsch: Eine gleichzeitige Zunahme von Volumen und Zellzahl beschreibt eine Kombination beider Vorgänge, wie sie zwar vorkommt, aber nicht die Definition der Hypertrophie ist. Der Begriff meint ausdrücklich nur die Größenzunahme der einzelnen Zelle.

Die Antwort „Abnahme des Volumens bei Abnahme der Zellanzahl“ ist falsch: Eine Abnahme von Volumen und Zellzahl ist genau das Gegenteil und heißt Atrophie, etwa im ruhiggestellten Bein nach wochenlangem Gipsverband.

Die Antwort „Abnahme des Volumens bei konstanter Zellanzahl“ ist falsch: Auch eine Volumenabnahme bei gleichbleibender Zellzahl gehört zur Atrophie und nicht zur Hypertrophie. Die Vorsilbe „hyper-“ zeigt dir bereits an, dass etwas zunimmt.

Die Antwort „Zunahme der Zellzahl ohne Volumenzunahme (Hyperplasie)“ ist falsch: Diese Option beschreibt die Hyperplasie und benennt sie sogar selbst. Sie ist die Zunahme der Zellzahl durch Teilung und tritt in Geweben auf, die teilungsfähig geblieben sind, etwa in Drüsen oder in der Gebärmutter Schleimhaut.

Zum Weiterdenken: Der Herzmuskel kann auf Dauerbelastung nur hypertrophieren, die Leber dagegen auch hyperplasieren. Was sagt das über die Teilungsfähigkeit beider Gewebe aus?

MERKE

Hypertrophie macht die Zellen größer, Hyperplasie macht sie mehr.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Hypertrophie und Hyperplasie sauber auseinanderhalten

ZELLMEMBRANEN**B008 E Phospholipiden und Proteinen**

Die Zellmembran besteht aus:

Richtig ist die Antwort „Phospholipiden und Proteinen“. Die Zellmembran besteht im Wesentlichen aus Phospholipiden und Proteinen. Die Phospholipide bilden eine Doppelschicht, in der die wasserabweisenden Schwänze nach innen und die wasserfreundlichen Köpfe nach außen zeigen; darin schwimmen Proteine, die als Kanäle, Transporter, Rezeptoren oder Verankerungen dienen. Weil die Bestandteile beweglich sind, spricht man vom Flüssig-Mosaik-Modell. Dazu kommen Cholesterin als Regler der Beweglichkeit und außen Zuckerketten als Glykokalyx.

Die Antwort „Proteinen“ ist falsch: Proteine allein bilden keine Membran, denn ohne Lipiddoppelschicht gäbe es keine Abgrenzung.

Die Antwort „Filamenten“ ist falsch: Filamente gehören zum Zytoskelett.

Die Antwort „Lipide und Phosphor“ ist falsch: Phosphor ist zwar in den Phospholipiden enthalten, kommt aber nicht als eigener Bestandteil vor — die Formulierung verwechselt ein Element mit einem Molekül.

Die Antwort „Kohlenhydraten allein“ ist falsch: Kohlenhydrate sitzen nur außen als Zuckerketten und bilden keine Membran.

Zum Weiterdenken: Die Membran ist flüssig und dennoch stabil. Wie lässt sich dieser scheinbare Widerspruch mit dem Bild einer Ansammlung von Schwimmern in einem See auflösen?

MERKE

Doppelschicht aus Phospholipiden, darin schwimmende Proteine — dazu Cholesterin und außen Zucker.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Bestandteile der Zellmembran benennen

B009 A Glykoproteine

Welche Struktur findet man häufig auf der Außenseite, jedoch selten auf der zum Zytoplasma gerichteten Innenseite der Zellmembran?

Richtig ist die Antwort „Glykoproteine“. Glykoproteine finden sich nahezu ausschließlich auf der Außenseite der Zellmembran. Ihre Zuckerketten werden im endoplasmatischen Retikulum und im Golgi-Apparat angehängt, und zwar stets auf der Seite, die nach dem Einbau in die Zellmembran nach außen zeigt. Zusammen mit den Glykolipiden bilden sie die Glykokalyx, die der Zelle ihre Erkennungsmerkmale gibt — Blutgruppenantigene sind ein Beispiel dafür.

Die Antwort „Transmembranproteine“ ist falsch: Transmembranproteine durchqueren die gesamte Membran und sind damit auf beiden Seiten vertreten.

Die Antwort „hydrophobe Phospholipide“ ist falsch: Die wasserabweisenden Anteile der Phospholipide liegen im Inneren der Doppelschicht und nicht an einer Oberfläche.

Die Antwort „hydrophile Phospholipide“ ist falsch: Die wasserfreundlichen Köpfe zeigen zu beiden Seiten hin nach außen, sowohl zum Zellinneren als auch zum Außenraum.

Die Antwort „Membranassoziierte Proteine“ ist falsch: Membranassoziierte Proteine kommen auf beiden Seiten vor; auf der Innenseite verankern sie unter anderem das Zytoskelett.

Zum Weiterdenken: Zuckerketten sitzen ausschließlich außen. Warum ist das die Voraussetzung dafür, dass das Immunsystem eigene von fremden Zellen unterscheiden kann?

MERKE

Zucker immer außen — die Glykokalyx ist der Ausweis der Zelle.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Asymmetrie der Zellmembran erkennen

B010 A innere Mitochondrienmembran

Wo kommt Cholesterin nicht bzw. nur in geringen Mengen vor?

Richtig ist die Antwort „innere Mitochondrienmembran“.

In der inneren Mitochondrienmembran kommt Cholesterin so gut wie nicht vor. Diese Membran ist stattdessen ungewöhnlich eiweißreich und enthält ein besonderes Lipid namens Cardiolipin. Beides passt zu ihrer Aufgabe: Sie muss dicht genug sein, um den Protonengradienten zu halten, und zugleich Platz für die zahlreichen Komplexe der Atmungskette bieten. Der geringe Cholesteringehalt gilt zudem als weiteres Argument der Endosymbiontentheorie, denn auch Bakterienmembranen enthalten kein Cholesterin.

Die Antwort „äußere Kernmembran“ ist falsch: Die äußere Kernmembran geht in das endoplasmatische Retikulum über und enthält Cholesterin.

Die Antwort „Membran des Golgi-Apparats“ ist falsch: Der Golgi-Apparat enthält Cholesterin, dessen Anteil auf dem Weg zur Zellmembran sogar zunimmt.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomenmembranen enthalten Cholesterin.

Die Antwort „Granula“ ist falsch: Auch Speicherbläschen sind gewöhnliche cholesterinhaltige Membranen.

Zum Weiterdenken: Bakterienmembranen enthalten kein Cholesterin, die innere Mitochondrienmembran ebenfalls nicht. Welche Vermutung stützt dieser Befund?

MERKE

Innere Mitochondrienmembran: viel Eiweiß, Cardiolipin, kein Cholesterin — wie bei Bakterien.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Cholesterinverteilung in den Membranen einordnen

B011 C hydrophob

Transmembranproteine durchqueren die Zellmembran. Welche Eigenschaft hat der Teil des Proteins, der die Kohlenwasserstoffschwänze der Membranlipide berührt?

Richtig ist die Antwort „hydrophob“. Der Abschnitt eines Transmembranproteins, der im Inneren der Doppelschicht liegt, ist hydrophob. Er besteht überwiegend aus Aminosäuren mit wasserabweisenden Resten und passt damit chemisch zu den Kohlenwasserstoffschwänzen der Lipide. Nur so kann sich das Protein überhaupt stabil in der Membran halten. Die Abschnitte, die nach außen und innen herausragen, sind umgekehrt wasserfreundlich.

Die Antwort „chemophob/carbophil“ ist falsch:

Chemophob und carbophil sind keine gebräuchlichen Fachbegriffe.

Die Antwort „homophob“ ist falsch: Homophob ist kein Begriff der Zellbiologie.

Die Antwort „heterophil“ ist falsch: Heterophil bezeichnet in anderen Zusammenhängen bestimmte Antikörper und passt hier nicht.

Die Antwort „lipophob“ ist falsch: Lipophob wäre das Gegenteil des Gesuchten. Hydrophob und lipophil bedeuten praktisch dasselbe, denn was Wasser meidet, verträgt sich mit Fett.

Zum Weiterdenken: Hydrophob und lipophil beschreiben dieselbe Eigenschaft von zwei Seiten. Warum gibt es für ein und dieselbe Eigenschaft zwei Begriffe?

MERKE

Innen in der Membran ist alles hydrophob, an beiden Oberflächen hydrophil.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Eigenschaften der Membranabschnitte bestimmen

B012 D hydrophil

Welche Eigenschaft hat der Kopfteil der Phospholipide in der Zellmembran?

Richtig ist die Antwort „hydrophil“. Der Kopfteil eines Phospholipids ist hydrophil, also wasserfreundlich. Er enthält eine geladene Phosphatgruppe und wendet sich deshalb dem Wasser zu — nach außen zum Außenraum und nach innen zum Zytosol. Die beiden Schwänze aus Kohlenwasserstoffketten sind dagegen hydrophob und kehren sich voneinander abgewandten Wasser ab, indem sie im Inneren der Doppelschicht zusammenfinden. Genau diese Doppelstruktur lässt die Membran sich von selbst bilden.

Die Antwort „lipophil“ ist falsch: Fettfreundlich sind die Schwänze.

Die Antwort „hydrophob“ ist falsch: Wasserabweisend sind ebenfalls die Schwänze.

Die Antwort „amphiphil“ ist falsch: Amphiphil ist das gesamte Molekül, weil es beide Eigenschaften vereint. Gefragt ist jedoch allein nach dem Kopfteil — eine typische Falle, weil die Aussage für das Ganze zutrifft, aber nicht für den Teil.

Die Antwort „unpolar“ ist falsch: Unpolar sind die Schwänze.

Zum Weiterdenken: Phospholipide ordnen sich in Wasser von selbst zu einer Doppelschicht. Warum braucht es dafür keine Energiezufuhr und keine Bauanleitung?

MERKE

Kopf hydrophil zum Wasser, Schwänze hydrophob nach innen — das Molekül als Ganzes ist amphiphil.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Kopf- und Schwanzteil der Phospholipide unterscheiden

B013 A An Transmembranproteine (Glykoproteine) und Glykolipide

Woran ist die Glykokalyx in der Zellmembran gebunden?

Richtig ist die Antwort „An Transmembranproteine (Glykoproteine) und Glykolipide“. Die Glykokalyx besteht aus Zuckerketten, die an Membranproteine und an Membranlipide gebunden sind; man spricht dann von Glykoproteinen und Glykolipiden. Sie überzieht die Außenseite jeder tierischen Zelle wie ein Flaum und erfüllt mehrere Aufgaben zugleich: Sie schützt vor mechanischer und chemischer Beanspruchung, bindet Wasser, vermittelt die Erkennung zwischen Zellen und trägt die Merkmale, an denen das Immunsystem Eigenes von Fremdem unterscheidet.

Die Antwort „An Cholesterol“ ist falsch: Cholesterin liegt zwischen den Phospholipiden und trägt keine Zuckerketten.

Die Antwort „An Phospholipide“ ist falsch: An gewöhnliche Phospholipide sind keine Zucker gebunden; erst dann heißen sie Glykolipide.

Die Antwort „An die extrazelluläre Matrix“ ist falsch: Die Zwischenzellsubstanz liegt außerhalb der Zelle und ist nicht der Anker der Glykokalyx.

Die Antwort „An die Zellkernmembran“ ist falsch: Die Kernmembran liegt im Zellinneren und trägt keine Glykokalyx.

Zum Weiterdenken: Die Blutgruppenmerkmale des ABO-Systems sind Zuckerketten der Glykokalyx. Wie erklärt das, dass eine Übertragung mit falscher Blutgruppe so heftige Reaktionen auslöst?

MERKE

Glykokalyx heißt Zucker an Proteinen und Lipiden — immer auf der Außenseite.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Verankerung der Glykokalyx beschreiben

B014 E Plasmamembran

Welche Membran ist asymmetrisch aufgebaut, sodass eine Schicht auf einer Seite stärker ausgeprägt ist als auf der anderen?

Richtig ist die Antwort „Plasmamembran“. Die Plasmamembran ist deutlich asymmetrisch aufgebaut. Innen- und Außenschicht unterscheiden sich in ihren Lipiden, und die Zuckerketten der Glykokalyx sitzen ausschließlich außen, während die Verankerungen des Zytoskeletts nur innen liegen. Diese Asymmetrie wird aktiv aufrechterhalten, denn besondere Enzyme befördern

Lipide gezielt von einer Schicht in die andere. Sie ist keine Nebensächlichkeit: Erst dadurch kann die Zelle außen erkennen und innen verankern.

Die Antwort „Innere Mitochondrienmembran“ ist falsch: Die innere Mitochondrienmembran ist zwar besonders eiweißreich, wird aber nicht in erster Linie über ihre Asymmetrie beschrieben.

Die Antwort „Äußere Mitochondrienmembran“ ist falsch: Die äußere Mitochondrienmembran ist durchlässig und wenig spezialisiert.

Die Antwort „Membran des Golgi-Apparats“ ist falsch: Der Golgi-Apparat zeigt zwar Unterschiede zwischen seinen Seiten, doch die Frage zielt auf die beiden Schichten einer Membran.

Die Antwort „Überall gleich stark ausgeprägt“ ist falsch: Eine überall gleiche Ausprägung gibt es nicht.

Zum Weiterdenken: Verliert eine Zelle ihre Membranasymmetrie und erscheint ein bestimmtes Lipid plötzlich außen, erkennen Fresszellen sie als sterbend. Warum ist Asymmetrie damit auch ein Signalsystem?

MERKE

Innen und außen sind verschieden — und die Zelle hält diesen Unterschied aktiv aufrecht.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Asymmetrie der Plasmamembran erkennen

ORGANELLEN

B015 A Zellkern und Mitochondrien

Wo befindet sich die DNA beim Menschen?

Richtig ist die Antwort „Zellkern und Mitochondrien“. Beim Menschen liegt DNA im Zellkern und in den Mitochondrien. Im Kern befinden sich die 46 Chromosomen mit dem weitaus größten Teil der Erbinformation, in den Mitochondrien ein kleines ringförmiges Molekül mit 37 Genen, das rein mütterlich vererbt wird. Diese zweite Erbinformation ist zwar winzig, aber unentbehrlich, denn sie kodiert Bestandteile der Atmungskette.

Die Antwort „Ausschließlich im Zellkern“ ist falsch: Ausschließlich im Zellkern liegt die DNA gerade nicht; die mitochondriale wird dabei übersehen.

Die Antwort „Zellkern und Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat enthält keine DNA.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch: Auch das endoplasmatische Retikulum enthält keine.

Die Antwort „Zellkern und Zytoplasma allgemein“ ist falsch: Frei im Zytoplasma liegt DNA nur bei Prokaryonten.

Zum Weiterdenken: Die mitochondriale DNA wird ausschließlich mütterlich vererbt. Wie lässt sich mit dieser Eigenschaft die Abstammung ganzer Bevölkerungen über

sehr lange Zeiträume verfolgen?

MERKE

Kern-DNA von beiden Eltern, mitochondriale DNA nur von der Mutter.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Die beiden DNA-Orte erneut benennen

B016 E Zellkern & Mitochondrien

Welche Zellorganellen besitzen zwei Membranen?

Richtig ist die Antwort „Zellkern & Mitochondrien“. Beim Menschen besitzen genau zwei Organellen eine Doppelmembran: der Zellkern und das Mitochondrium. Beim Zellkern sind es die beiden Blätter der Kernhülle mit ihren Poren, beim Mitochondrium eine glatte äußere und eine stark gefaltete innere Membran. In Pflanzenzellen kommt der Chloroplast als drittes hinzu.

Die Antwort „endoplasmatisches Retikulum & Golgi“ ist falsch: Endoplasmatisches Retikulum und Golgi-Apparat sind jeweils von einer einfachen Membran umgeben.

Die Antwort „Zellkern & ER“ ist falsch: Der Zellkern trifft zu, das endoplasmatische Retikulum nicht.

Die Antwort „Lysosomen & Peroxisomen“ ist falsch: Lysosomen und Peroxisomen sind einfach umschlossen.

Die Antwort „Golgi-Apparat & Ribosomen“ ist falsch: Der Golgi-Apparat ist einfach umschlossen, Ribosomen besitzen gar keine Membran.

Zum Weiterdenken: Mitochondrien und Chloroplasten haben beide eine Doppelmembran, eigene ringförmige DNA und eigene Ribosomen. Welche gemeinsame Erklärung drängt sich für diese Übereinstimmung auf?

MERKE

Zwei Membranen beim Menschen: Kern und Mitochondrium — bei Pflanzen zusätzlich der Chloroplast.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Beide doppelmembranhüllten Organellen gemeinsam benennen

endoplasmatisches Retikulum

B017 B Endoplasmatisches Retikulum

Welches Zellorganell kann als Erweiterung der äußeren Kernmembran verstanden werden?

Richtig ist die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“. Das endoplasmatische Retikulum geht unmittelbar aus der äußeren Kernmembran hervor; beide bilden ein zusammenhängendes Membransystem, sodass der Raum innerhalb des Retikulums mit dem Raum zwischen den beiden Kernmembranen in Verbindung steht. Diese

Nachbarschaft ist sinnvoll, denn die Boten-RNA verlässt den Kern durch die Poren und trifft unmittelbar davor auf die Ribosomen des rauen Retikulums.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat liegt dem Retikulum nach, ist aber nicht mit ihm verbunden. Der Transport dorthin geschieht über abgeschnürte Vesikel.

Die Antwort „Mitochondrium“ ist falsch: Mitochondrien sind eigenständige Organellen mit eigener Doppelmembran und eigener DNA.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomen entstehen am Golgi-Apparat.

Die Antwort „Vesikel“ ist falsch: Vesikel sind abgeschnürte Transportbläschen und keine Erweiterung der Kernhülle.

Zum Weiterdenken: Kernhülle, rauen und glattes Retikulum, Golgi-Apparat und Vesikel bilden gemeinsam ein Transportsystem. Wie verändert sich dein Verständnis der Zelle, wenn du sie nicht als Sammlung getrennter Bausteine, sondern als zusammenhängendes System denkst?

MERKE

Die äußere Kernmembran setzt sich unmittelbar ins endoplasmatische Retikulum fort.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das endoplasmatische Retikulum als Fortsetzung der Kernhülle erkennen

B018 A Endoplasmatisches Retikulum

Welches Zellorganell kann als Erweiterung der äußeren Kernmembran verstanden werden?

Richtig ist die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“. Das endoplasmatische Retikulum ist die unmittelbare Fortsetzung der äußeren Kernmembran. Beide bilden ein durchgehendes Membransystem, sodass der Innenraum des Retikulums mit dem Spalt zwischen den beiden Kernmembranen verbunden ist. Am rauen Abschnitt sitzen Ribosomen, die Proteine unmittelbar in diesen Innenraum hinein herstellen; der glatte Abschnitt baut Lipide, speichert Calcium und entgiftet Fremdstoffe.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat schließt sich funktionell an, ist aber baulich getrennt; der Verkehr zwischen beiden läuft über Vesikel.

Die Antwort „Mitochondrium“ ist falsch: Mitochondrien sind eigenständig und haben eine eigene Doppelmembran.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomen entstehen am Golgi-Apparat.

Die Antwort „Vesikel“ ist falsch: Vesikel sind Transportbläschen.

Zum Weiterdenken: Ein an den Ribosomen des rauen Retikulums hergestelltes Protein befindet sich sofort im Innenraum des Membransystems. Welchen Weg nimmt es von dort aus bis zur Zelloberfläche?

MERKE

Kernhülle, ER, Golgi, Vesikel, Zellmembran — eine durchgehende Kette mit einem Umstieg.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das endoplasmatische Retikulum erneuert der Kernhülle zuordnen

Golgi-Apparat**B019 C Lysosomen**

Was stellt der Golgi-Apparat her?

Richtig ist die Antwort „Lysosomen“. Der Golgi-Apparat bildet unter anderem die Lysosomen. Er nimmt Proteine aus dem endoplasmatischen Retikulum auf, verändert sie, versieht sie mit Erkennungsmarken und schnürt sie in Vesikeln ab. Vesikel, die abbauende Enzyme enthalten und mit einer Protonenpumpe ausgestattet sind, werden zu Lysosomen. Der Golgi-Apparat ist damit die Sortier- und Versandstation der Zelle.

Die Antwort „Peroxisomen“ ist falsch: Peroxisomen entstehen überwiegend durch Teilung bereits vorhandener Peroxisomen und durch Import aus dem Zytosol.

Die Antwort „Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien vermehren sich stets durch Teilung ihresgleichen.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen werden im Nukleolus zusammengesetzt.

Die Antwort „Zentriolen“ ist falsch: Zentriolen verdoppeln sich vor der Zellteilung selbst.

Zum Weiterdenken: Der Golgi-Apparat versieht Proteine mit Marken, die über ihr Ziel entscheiden. Warum wäre eine Zelle ohne ein solches Adresssystem nicht funktionsfähig?

MERKE

Der Golgi-Apparat verpackt und verschickt — Lysosomen sind seine Erzeugnisse.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den Golgi-Apparat als Bildungsort der Lysosomen erkennen

B020 C Golgi-Apparat

Von welchem Zellorganell sind Dictyosomen eine Erweiterung?

Richtig ist die Antwort „Golgi-Apparat“. Dictyosomen sind die einzelnen Stapel aus flachen Membransäckchen, aus denen sich der Golgi-Apparat zusammensetzt. Eine Zelle besitzt je nach Aktivität mehrere solcher Stapel; besonders zahlreich sind sie in Zellen, die viel absondern, etwa in Drüsenzellen. Jeder Stapel hat eine dem endoplasmatischen Retikulum zugewandte Aufnahmeseite und eine abgewandte Abgabeseite, sodass die Proteine ihn schrittweise durchlaufen und dabei nach und nach verändert werden.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch:

Das endoplasmatische Retikulum liefert das Material, besteht aber aus Röhren und Zisternen, nicht aus Dictyosomen.

Die Antwort „Zellkern“ ist falsch: Der Zellkern ist von der Kernhülle umgeben.

Die Antwort „Mitochondrium“ ist falsch: Das Mitochondrium hat als kennzeichnende Struktur die Cristae seiner Innenmembran.

Die Antwort „Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen sind Erzeugnisse des Golgi-Apparats, nicht seine Bauteile.

Zum Weiterdenken: Ein Protein durchläuft den Golgi-Stapel von der Aufnahme- zur Abgabeseite und wird dabei schrittweise verändert. Warum ähnelt dieses Prinzip einer Fertigungsstraße?

MERKE

Dictyosom ist ein Golgi-Stapel — Aufnahmeseite zum ER, Abgabeseite zur Zellmembran.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Dictyosomen dem Golgi-Apparat zuordnen

Lysosomen, Endosomen, Peroxisomen**B021 E Lysosomen**

In welchem Zellorganell findet der Abbau von Makromolekülen und alten Zellbestandteilen statt?

Richtig ist die Antwort „Lysosomen“. Lysosomen bauen aufgenommene Stoffe und verbrauchte Zellbestandteile ab. Sie sind von einer Membran umschlossen und enthalten mehr als fünfzig verschiedene abbauende Enzyme, die bei einem sauren pH-Wert von etwa fünf arbeiten. Eine Pumpe in der Membran hält diesen sauren Innenraum aufrecht. Diese Bauweise ist zugleich eine Sicherung, denn selbst wenn Enzyme austreten, sind sie im neutralen Zytosol kaum wirksam.

Die Antwort „Peroxisomen“ ist falsch: Peroxisomen bauen langkettige Fettsäuren ab und entgiften Wasserstoffperoxid.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen stellen Proteine her.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat sortiert und verpackt; er bildet allerdings die Lysosomen.

Die Antwort „Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien gewinnen Energie.

Zum Weiterdenken: Die Enzyme des Lysosoms arbeiten nur im Säuren, das Zytosol ist neutral. Warum ist dieser Unterschied ein wirksamer Schutz für die Zelle?

MERKE

Lysosom heißt saurer Verdauungsraum hinter einer Membran.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Das Lysosom als Verdauungsorganell benennen

B022 B Lysosom

Welches Zellorganell entsteht aus dem Golgi-Apparat und spielt eine wichtige Rolle bei Abbauprozessen innerhalb der Zelle?

Richtig ist die Antwort „Lysosom“. Das Lysosom entsteht am Golgi-Apparat und ist der membranumschlossene Abbauort der Zelle. In seinem sauren Inneren zerlegen zahlreiche Enzyme aufgenommenes Material sowie verbrauchte Organellen in ihre Bausteine, die anschließend wiederverwendet werden.

Die Antwort „Mitochondrium“ ist falsch: Mitochondrien gewinnen Energie.

Die Antwort „Lysozym“ ist falsch: Lysozym ist kein Organell, sondern ein einzelnes Enzym, das in Tränenflüssigkeit, Speichel und Nasensekret vorkommt und die Zellwand von Bakterien angreift. Die Namensähnlichkeit zum Lysosom ist die eigentliche Falle dieser Aufgabe.

Die Antwort „Peroxisom“ ist falsch: Peroxisomen bauen langkettige Fettsäuren ab und entgiften Wasserstoffperoxid; sie entstehen nicht am Golgi-Apparat.

Die Antwort „Proteasom“ ist falsch: Das Proteasom ist ein tonnenförmiger Eiweißkomplex im Zytosol ohne Membran und baut gezielt markierte Proteine ab.

Zum Weiterdenken: Lysosom, Lysozym und Proteasom klingen ähnlich und meinen Verschiedenes. Wie zerlegst du solche Begriffe in ihre Bausteine, um sie auseinanderzuhalten?

MERKE

Lysosom ist ein Organell, Lysozym ein Enzym, Proteasom ein Eiweißkomplex ohne Membran.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Das Lysosom von ähnlich klingenden Begriffen abgrenzen

B023 B Lysosomen

Wo werden Makromoleküle abgebaut?

Richtig ist die Antwort „Lysosomen“. Makromoleküle werden in den Lysosomen abgebaut. Dort landen Stoffe, die die Zelle von außen aufgenommen hat, ebenso wie eigene, nicht mehr gebrauchte Bestandteile; letzteres nennt man Autophagie, also Selbstverdauung im geordneten Sinn. Die entstehenden Bausteine gelangen zurück ins Zytosol und werden wiederverwendet.

Die Antwort „Peroxisomen“ ist falsch: Peroxisomen sind auf langkettige Fettsäuren und die Entgiftung von Wasserstoffperoxid spezialisiert.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat verändert und verpackt Proteine, baut sie aber nicht ab.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen stellen Proteine her.

Die Antwort „Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien gewinnen Energie.

Zum Weiterdenken: Die Zelle baut auch eigene, funktionsfähige Bestandteile planmäßig ab und ersetzt sie. Welchen Vorteil hat dieser ständige Umbau gegenüber dem bloßen Erhalten?

MERKE

Lysosomen verdauen alles Große – von außen Aufgenommenes ebenso wie eigene Altteile.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Abbauort der Makromoleküle erneut bestimmen

B024 A Wasserstoffperoxid-Stoffwechsel-Struktur (Peroxisom)

Welche Struktur ist innerhalb einer intakten Zelle direkt von einer eigenen Membran umgeben?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoffperoxid-Stoffwechsel-Struktur (Peroxisom)“. Das Peroxisom ist von einer eigenen Membran umschlossen. In seinem Inneren baut es langkettige Fettsäuren ab und entgiftet Wasserstoffperoxid mithilfe des Enzyms Katalase – ein Vorgang, der abgeschirmt ablaufen muss, weil Wasserstoffperoxid Zellbestandteile schädigen würde. Genau darin liegt der Sinn der Membran.

Die Antwort „Apoptose-Körperchen (Apoptotic Body)“ ist falsch: Apoptose-Körperchen entstehen erst, wenn eine Zelle sich planmäßig auflöst und in membranumhüllte Pakete zerfällt. In einer intakten Zelle gibt es sie definitionsgemäß nicht – die Aufgabe grenzt das mit dem Wort intakt bewusst ab.

Die Antwort „Histon-DNA-Komplex (Nukleosom)“ ist falsch: Das Nukleosom ist der Komplex aus DNA und Histonen und besitzt keine eigene Membran. Es liegt seinerseits im Zellkern.

Die Antwort „Protein-rRNA-Komplex (Ribosom)“ ist falsch: Ribosomen bestehen aus RNA und Proteinen und sind membranlos.

Die Antwort „Mikrotubuli-Organisationszentrum (MTOC)“ ist falsch: Das Mikrotubuli-Organisationszentrum ist ein Bereich in Kernnähe, von dem die Mikrotubuli ausgehen. Auch er ist nicht von einer Membran umgeben.

Zum Weiterdenken: Membranen schaffen abgeschlossene Reaktionsräume. Warum ist gerade dort eine Membran nötig, wo mit reaktiven Stoffen wie Wasserstoffperoxid gearbeitet wird?

MERKE

Peroxisom, Lysosom, Mitochondrium und Kern haben Membranen — Ribosom, Nukleosom und Proteasom nicht.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Membranhüllte Strukturen von membranlosen Komplexen trennen

B025 A Lysosom

Was produziert der Golgi-Apparat, das Makromoleküle abbaut?

Richtig ist die Antwort „Lysosom“. Der Golgi-Apparat bildet die Lysosomen, also jene membranumschlossenen Bläschen, in denen Makromoleküle abgebaut werden. Er versieht die abbauenden Enzyme mit einer besonderen Zuckermarkierung, die als Adressaufkleber wirkt, und schnürt sie in Vesikeln ab, die anschließend zu Lysosomen reifen.

Die Antwort „Peroxisom“ ist falsch: Peroxisomen entstehen überwiegend durch Teilung vorhandener Peroxisomen; ihre Enzyme werden unmittelbar aus dem Zytosol importiert.

Die Antwort „Proteasom“ ist falsch: Das Proteasom ist ein membranloser Eiweißkomplex im Zytosol und baut gezielt markierte Proteine ab. Es hat mit dem Golgi-Apparat nichts zu tun.

Die Antwort „Endosom“ ist falsch: Endosomen entstehen durch Einstülpung der Zellmembran bei der Aufnahme von Material und verschmelzen später mit Lysosomen.

Die Antwort „Ribosom“ ist falsch: Ribosomen werden im Nukleolus zusammengesetzt.

Zum Weiterdenken: Der Golgi-Apparat versieht die Lysosomenenzyme mit einer eigenen Markierung. Was geschieht, wenn diese Markierung durch einen Erbfehler ausbleibt?

MERKE

Golgi verpackt, Lysosom verdaut — Proteasom und Peroxisom entstehen auf anderen Wegen.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Das Lysosom als Erzeugnis des Golgi-Apparats erkennen

B026 E Peroxisome

Welches Zellorganell, das sich vom Golgi-Apparat (bzw. ER) abschnürt, baut langkettige Fettsäuren und H₂O₂ ab?

Richtig ist die Antwort „Peroxisome“. Peroxisomen bauen langkettige Fettsäuren ab und entgiften Wasserstoffperoxid. Ihr Name leitet sich unmittelbar davon ab: Beim Abbau entsteht Wasserstoffperoxid, das anschließend vom Enzym Katalase in Wasser und

Sauerstoff zerlegt wird. Katalase ist eines der schnellsten bekannten Enzyme überhaupt — daher das Aufschäumen, wenn man Wasserstoffperoxid auf eine Wunde gibt.

Die Antwort „Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen bauen ebenfalls ab, allerdings in saurem Milieu und mit anderen Enzymen, vor allem aufgenommenes Material und verbrauchte Organellen.

Die Antwort „Endosomen“ ist falsch: Endosomen entstehen bei der Aufnahme von Material durch die Zellmembran.

Die Antwort „Lysozyme“ ist falsch: Lysozym ist ein einzelnes Enzym in Tränenflüssigkeit und Speichel und kein Organell — die Namensähnlichkeit ist die Falle.

Die Antwort „Proteasomen“ ist falsch: Das Proteasom baut markierte Proteine im Zytosol ab und besitzt keine Membran.

Zum Weiterdenken: Beim Abbau in Peroxisomen entsteht ein Stoff, der die Zelle schädigen würde, und wird sofort im selben Raum unschädlich gemacht. Warum ist diese Kopplung von Entstehung und Entgiftung im selben Organell so wirkungsvoll?

MERKE

Peroxisom macht Wasserstoffperoxid und beseitigt es gleich wieder — mit Katalase.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Das Peroxisom an seinen Aufgaben erkennen

Mitochondrien**B027 D Mitochondrien**

Welches Zellorganell wird umgangssprachlich als "Kraftwerk der Zelle" bezeichnet?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrien“. Mitochondrien heißen Kraftwerke der Zelle, weil in ihnen der weitaus größte Teil des ATP entsteht. In ihrer Innenmembran läuft die Atmungskette ab: Elektronen werden über mehrere Komplexe weitergereicht, dabei werden Wasserstoffionen in den Zwischenmembranraum gepumpt, und der so aufgebaute Gradient treibt schließlich die ATP-Synthase an. Am Ende nimmt Sauerstoff die Elektronen auf, und es entsteht Wasser.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen stellen Proteine her, indem sie die Boten-RNA ablesen.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat verändert Proteine nachträglich und verpackt sie in Vesikel.

Die Antwort „Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen bauen aufgenommenes Material und verbrauchte Organellen ab.

Die Antwort „Zellkern“ ist falsch: Der Zellkern bewahrt die Erbinformation auf.

Zum Weiterdenken: Die Innenmembran der Mitochondrien ist stark gefaltet. Wie hängt diese Faltung unmittelbar mit der Menge an ATP zusammen, die eine Zelle herstellen kann?

MERKE

Kraftwerk heißt Mitochondrium — die Atmungskette sitzt in der gefalteten Innenmembran.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Das Mitochondrium als Ort der Energiegewinnung benennen

B028 B Mitochondrium

Welches Organell besitzt zwei Membranen?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrium“. Das Mitochondrium besitzt zwei Membranen: eine glatte äußere und eine stark gefaltete innere. Die Faltung vergrößert die Fläche für die Atmungskette erheblich, und zwischen beiden Membranen liegt der Zwischenraum, in dem sich die gepumpten Wasserstoffionen sammeln. Nur so entsteht das Gefälle, das die ATP-Bildung antreibt. Neben dem Mitochondrium besitzen beim Menschen nur der Zellkern eine Doppelmembran.

Die Antwort „Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen sind von einer einfachen Membran umschlossen.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen besitzen überhaupt keine Membran, sondern bestehen aus RNA und Proteinen.

Die Antwort „Peroxisomen“ ist falsch: Peroxisomen haben eine einfache Membran.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat besteht aus gestapelten, jeweils einfach umschlossenen Zisternen.

Zum Weiterdenken: Die Doppelmembran gilt als Hinweis auf die Aufnahme eines Bakteriums durch eine Urzelle. Welche der beiden Membranen stammt nach dieser Vorstellung vom Wirt?

MERKE

Doppelmembran haben beim Menschen nur Zellkern und Mitochondrium.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Organellen mit Doppelmembran erkennen

B029 E Bildung von ATP

Was ist die Aufgabe der Mitochondrien?

Richtig ist die Antwort „Bildung von ATP“. Die Hauptaufgabe der Mitochondrien ist die Bildung von ATP, dem universellen Energieträger der Zelle. Dort laufen der Citratzyklus in der Matrix und die Atmungskette in der Innenmembran ab. Der entscheidende Vorteil gegenüber

der Vergärung liegt in der Ausbeute: Aus einem Molekül Traubenzucker gewinnt die Zelle mit Sauerstoff rund dreißig ATP, ohne Sauerstoff nur zwei.

Die Antwort „RNA-Synthese“ ist falsch: RNA wird im Zellkern hergestellt, wobei Mitochondrien für ihre wenigen eigenen Gene auch eigene RNA bilden.

Die Antwort „Glykolyse“ ist falsch: Die Glykolyse läuft im Zytosol ab und braucht keinen Sauerstoff. Ihr Produkt tritt anschließend ins Mitochondrium ein — eine besonders naheliegende Verwechslung, weil beide Vorgänge zum Zuckerabbau gehören.

Die Antwort „Proteinabbau“ ist falsch: Proteine werden im Proteasom und in Lysosomen abgebaut.

Die Antwort „Lipidspeicherung“ ist falsch: Fette speichern Fettzellen in großen Tropfen.

Zum Weiterdenken: Ohne Sauerstoff gewinnt die Zelle nur zwei ATP je Traubenzucker, mit Sauerstoff rund dreißig. Wie erklärt dieser Unterschied, warum ein Muskel bei starker Belastung so rasch übersäuert?

MERKE

Glykolyse im Zytosol ohne Sauerstoff, Citratzyklus und Atmungskette im Mitochondrium mit Sauerstoff.

LEHRTEXT IM KURS**Die menschliche Zelle**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Hauptaufgabe der Mitochondrien benennen

B030 D Mitochondrien

Welches Zellorganell besitzt eine doppelte Membran?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrien“. Mitochondrien besitzen eine doppelte Membran. Die innere ist zu zahlreichen Falten aufgeworfen, die man Cristae nennt, und trägt die Atmungskette; im Inneren liegt die Matrix mit den Enzymen des Citratzyklus sowie der eigenen ringförmigen DNA und eigenen Ribosomen.

Die Antwort „Ribosom“ ist falsch: Ribosomen sind membranlos.

Die Antwort „Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen besitzen eine einfache Membran, die den sauren Inhalt vom übrigen Zytosol trennt.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat besteht aus einfach umschlossenen Zisternen.

Die Antwort „Peroxisomen“ ist falsch: Peroxisomen sind einfach umschlossen.

Zum Weiterdenken: Der Citratzyklus läuft in der Matrix, die Atmungskette in der Innenmembran. Warum ist diese räumliche Trennung innerhalb desselben Organells sinnvoll?

MERKE

Außen glatt, innen gefaltet, dazwischen der Protonenspeicher.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Doppelmembran erneut zuordnen

B031 E Mitochondrium

Was hat eine doppelte Membran?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrium“. Von den angebotenen Möglichkeiten besitzt allein das Mitochondrium zwei Membranen. Die äußere ist glatt und für kleine Moleküle gut durchlässig, die innere stark gefaltet und sehr dicht – nur so lässt sich der Protonengradient aufbauen, der die ATP-Bildung antreibt.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch: Das endoplasmatische Retikulum ist ein weitverzweigtes Membransystem, doch seine Wand besteht aus einer einzigen Membran. Die Verwechslung entsteht leicht, weil es unmittelbar in die äußere Kernmembran übergeht und der Kern seinerseits zwei Membranen hat.

Die Antwort „Peroxisom“ ist falsch: Peroxisomen sind einfach umschlossen.

Die Antwort „Ribosom“ ist falsch: Ribosomen haben gar keine Membran.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomen sind einfach umschlossen.

Zum Weiterdenken: Die innere Mitochondrienmembran ist ungewöhnlich undurchlässig. Warum wäre der gesamte Mechanismus der ATP-Bildung ohne diese Dichtigkeit unmöglich?

MERKE

Nur Kern und Mitochondrium haben zwei Membranen – alles andere hat eine oder keine.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Doppelmembran gegen einfach umschlossene Organellen abgrenzen

B032 D Innere Membran der Mitochondrien

Wo findet die ATP-Synthese durch die ATP-Synthase statt?

Richtig ist die Antwort „Innere Membran der Mitochondrien“. Die ATP-Synthase sitzt in der inneren Mitochondrienmembran. Sie funktioniert wie eine molekulare Turbine: Die Atmungskette pumpt Wasserstoffionen aus der Matrix in den Zwischenmembranraum, und weil die innere Membran für sie sonst undurchlässig ist, staut sich dort eine Ladung an. Strömen die Ionen durch die Synthase zurück, dreht sich deren Teil und setzt bei jeder Umdrehung mehrere ATP zusammen.

Die Antwort „Äußere Membran der Mitochondrien“ ist falsch: Die äußere Membran ist für kleine Moleküle gut durchlässig und könnte deshalb gar kein Gefälle halten.

Die Antwort „Zytoplasma“ ist falsch: Im Zytosol läuft die Glykolyse ab, die ihr ATP auf ganz anderem Weg gewinnt, nämlich durch unmittelbare Übertragung einer Phosphatgruppe.

Die Antwort „Zellkernmembran“ ist falsch: An der Kernhülle findet keine ATP-Bildung statt.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch: Das endoplasmatische Retikulum baut Lipide und Proteine, gewinnt aber keine Energie.

Zum Weiterdenken: Die ATP-Synthase wird von einem Ionengefälle angetrieben, ganz wie ein Wasserrad von einem Höhenunterschied. Warum ist die Undurchlässigkeit der Membran dafür ebenso wichtig wie die Pumpen selbst?

MERKE

Die Atmungskette staut Protonen, die Synthase lässt sie zurückströmen und baut dabei ATP.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Den Ort der ATP-Synthase bestimmen

B033 D Unvollständige Verbrennung von Kohlenhydraten

Was passiert bei der Glykolyse im Rahmen der Zellatmung?

Richtig ist die Antwort „Unvollständige Verbrennung von Kohlenhydraten“. Die Glykolyse zerlegt Traubenzucker im Zytosol in zwei Moleküle Brenztraubensäure und liefert dabei nur zwei ATP. Sie ist damit ein unvollständiger Abbau: Die entstandenen Bruchstücke enthalten noch den weitaus größten Teil der ursprünglichen Energie, und erst der anschließende Abbau im Mitochondrium über Citratzyklus und Atmungskette holt sie heraus. Die Glykolyse selbst braucht keinen Sauerstoff, weshalb sie auch dann noch läuft, wenn ein Muskel unter Belastung nicht mehr genug bekommt.

Die Antwort „Vollständige Verbrennung von Kohlenhydraten“ ist falsch: Vollständig wäre der Abbau erst, wenn Kohlenstoffdioxid und Wasser entstünden – das geschieht erst in den folgenden Schritten.

Die Antwort „Oxidation von anorganischen Stoffen“ ist falsch: Anorganische Stoffe werden hier nicht oxidiert; Ausgangsstoff ist Traubenzucker.

Die Antwort „Direkte Bildung von CO₂ und H₂O aus Glukose“ ist falsch: Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen erst im Citratzyklus und in der Atmungskette.

Die Antwort „Aufbau von Glukose aus Pyruvat“ ist falsch: Der Aufbau von Traubenzucker aus Brenztraubensäure ist der umgekehrte Weg und heißt Gluconeogenese.

Zum Weiterdenken: Die Glykolyse liefert nur zwei von rund dreißig ATP je Traubenzucker, läuft dafür aber ohne Sauerstoff. Warum ist dieser schlechte Wirkungsgrad im Sprint dennoch von Vorteil?

MERKE

Glykolyse heißt anfangen ohne Sauerstoff — vollständig wird der Abbau erst im Mitochondrium.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Die Glykolyse als unvollständigen Abbau einordnen

B034 C Mitochondrien

Welche Zellorganelle besitzt eine Doppelmembran?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrien“. Von den angebotenen Möglichkeiten besitzt allein das Mitochondrium zwei Membranen. Die äußere ist glatt und durchlässig, die innere gefaltet und dicht — genau diese Dichtigkeit ist die Voraussetzung für den Protonengradienten, der die ATP-Bildung antreibt.

Die Antwort „Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen sind einfach umschlossen.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch: Das endoplasmatische Retikulum ist ein weitläufiges, aber einfach umschlossenes Membransystem.

Die Antwort „Peroxisome“ ist falsch: Peroxisomen sind einfach umschlossen.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat besteht aus gestapelten, jeweils einfach umschlossenen Zisternen.

Zum Weiterdenken: Diese Frage erschien in mindestens fünf Jahrgängen. Was folgt daraus für die Frage, welche Grundlagen der Zellbiologie wirklich sitzen müssen?

MERKE

Zwei Membranen nur bei Kern und Mitochondrium — der Rest hat eine oder keine.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Doppelmembran abschließend zuordnen

Zellkern**B035 D Zellkern**

Welches Zellorganell hat eine Doppelmembran?

Richtig ist die Antwort „Zellkern“. Der Zellkern ist von einer Doppelmembran umgeben, der Kernhülle. Ihre beiden Membranen gehen an zahlreichen Stellen ineinander über und bilden dort Kernporen, durch die ein geregelter Austausch stattfindet: Boten-RNA und zusammengesetzte Ribosomenteilchen treten hinaus, Proteine für die Kernarbeit hinein. Die äußere Membran setzt sich unmittelbar in das endoplasmatische Retikulum fort.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen besitzen keine Membran.

Die Antwort „Peroxisom“ ist falsch: Peroxisomen sind einfach umschlossen.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomen sind einfach umschlossen.

Die Antwort „Proteasom“ ist falsch: Das Proteasom ist ein tonnenförmiger Eiweißkomplex ganz ohne Membran und baut markierte Proteine im Zytosol ab.

Zum Weiterdenken: Die Kernhülle trennt das Ablesen der Gene räumlich von der Proteinherstellung. Welchen Vorteil bietet diese Trennung, den Prokaryonten nicht haben?

MERKE

Kernhülle heißt zwei Membranen mit Poren — außen geht sie ins ER über.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Zellkern als doppelmembranhülltes Organell erkennen

B036 E Zellkern

Welche Zellstrukturen sind nicht nur unter dem Elektronen-, sondern schon unter dem Lichtmikroskop sichtbar?

Richtig ist die Antwort „Zellkern“. Der Zellkern ist mit etwa fünf bis zehn Mikrometern die größte Struktur der Zelle und schon im Lichtmikroskop gut zu sehen; angefärbt ist er in jedem histologischen Präparat das auffälligste Merkmal. Das Lichtmikroskop löst etwa bis 0,2 Mikrometer auf — alles Kleinere braucht das Elektronenmikroskop.

Die Antwort „Mikrotubuli“ ist falsch: Mikrotubuli messen etwa 25 Nanometer im Durchmesser und liegen damit weit unterhalb der Auflösungsgrenze.

Die Antwort „Zentriolen“ ist falsch: Zentriolen sind mit wenigen Zehntel Mikrometern ebenfalls zu klein; erkennbar wird allenfalls der Bereich, in dem sie liegen.

Die Antwort „Mikrovilli“ ist falsch: Einzelne Mikrovilli messen etwa 0,1 Mikrometer. Der gesamte Bürstensaum erscheint im Lichtmikroskop zwar als Saum, die einzelne Struktur bleibt jedoch unsichtbar.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen sind mit etwa 25 Nanometern deutlich zu klein.

Zum Weiterdenken: Die Auflösung des Lichtmikroskops ist durch die Wellenlänge des Lichts begrenzt. Wie umgeht das Elektronenmikroskop diese Grenze?

MERKE

Das Lichtmikroskop endet bei etwa 0,2 Mikrometern — der Zellkern liegt weit darüber.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Die Auflösungsgrenze des Lichtmikroskops einordnen

RIBOSOMEN

B037 **A** Proteinsynthese

Was ist die Aufgabe von Ribosomen?

Richtig ist die Antwort „Proteinsynthese“. Ribosomen stellen Proteine her. Sie lesen die Boten-RNA ab, wobei jeweils drei Basen für eine Aminosäure stehen, und verknüpfen die von den Transfer-RNAs herangebrachten Aminosäuren zu einer Kette. Sie bestehen aus zwei Untereinheiten aus ribosomaler RNA und Proteinen und besitzen keine Membran.

Die Antwort „Lipidsynthese“ ist falsch: Lipide werden am glatten endoplasmatischen Retikulum hergestellt.

Die Antwort „DNA-Replikation“ ist falsch: Die Verdopplung der DNA übernehmen im Zellkern die DNA-Polymerasen.

Die Antwort „ATP-Produktion“ ist falsch: ATP entsteht überwiegend in den Mitochondrien.

Die Antwort „Abbau von Zellorganellen“ ist falsch: Der Abbau von Organellen geschieht in Lysosomen.

Zum Weiterdenken: Ribosomen kommen in jeder Zelle vor, auch bei Bakterien. Was sagt diese Allgegenwart über die Bedeutung der Proteinherstellung für alles Leben aus?

MERKE

Ribosom heißt Proteinfabrik — membranlos und in jeder Zelle vorhanden.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Aufgabe der Ribosomen benennen

B038 **A** Proteinbiosynthese

Wozu dienen die Ribosomen?

Richtig ist die Antwort „Proteinbiosynthese“. Ribosomen dienen der Proteinbiosynthese. Frei im Zytosol liegende Ribosomen stellen Proteine für den Gebrauch innerhalb der Zelle her; solche, die am rauen endoplasmatischen Retikulum sitzen, produzieren Proteine, die abgegeben oder in Membranen eingebaut werden sollen. Welchen Weg ein Protein nimmt, entscheidet sich bereits an seinem Anfang: Ein kurzes Signalstück lenkt das Ribosom samt Kette zur Membran des Retikulums.

Die Antwort „Lipidsynthese“ ist falsch: Lipide entstehen am glatten Retikulum.

Die Antwort „DNA-Replikation“ ist falsch: Die Verdopplung der DNA findet im Zellkern statt.

Die Antwort „ATP-Produktion“ ist falsch: ATP entsteht in den Mitochondrien.

Die Antwort „Abbau von Zellorganellen“ ist falsch: Organellen werden in Lysosomen abgebaut.

Zum Weiterdenken: Ein Signalstück am Anfang der Kette entscheidet über den weiteren Weg des Proteins. Warum ist ein solches Adresssystem in einer Zelle mit Tausenden verschiedener Proteine unerlässlich?

MERKE

Frei im Zytosol für den Eigenbedarf, am rauen Retikulum für den Export.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Ribosomenfunktion erneut bestätigen

B039 **A** Ribosomen

Welche Organellen haben keine Membran?

Richtig ist die Antwort „Ribosomen“. Ribosomen besitzen keine Membran. Sie bestehen aus ribosomaler RNA und Proteinen, die sich zu zwei Untereinheiten zusammenlagern, und werden im Nukleolus des Zellkerns zusammengebaut. Weil ihnen die Membran fehlt, gelten sie bei strenger Betrachtung nicht als Organellen im eigentlichen Sinn, sondern als Makromolekülkomplexe.

Die Antwort „Peroxisome“ ist falsch: Peroxisomen sind von einer einfachen Membran umschlossen.

Die Antwort „Lysosome“ ist falsch: Lysosomen sind ebenfalls einfach umschlossen, was nötig ist, um ihren sauren Inhalt festzuhalten.

Die Antwort „Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien besitzen sogar zwei Membranen.

Die Antwort „Endoplasmatisches Retikulum“ ist falsch: Das endoplasmatische Retikulum ist ein ausgedehntes Membransystem.

Zum Weiterdenken: Ribosomen und Proteasomen sind beide membranlose Komplexe mit gegensätzlicher Aufgabe. Was fällt dir daran auf, dass ausgerechnet Aufbau und Abbau von Proteinen ohne Membran auskommen?

MERKE

Ohne Membran arbeiten Ribosom und Proteasom — beide mitten im Zytosol.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Membranlose Organellen erkennen

ZENTRIOLEN

B040 **B** Mikrotubuli

Woraus bestehen Zentriolen?

Richtig ist die Antwort „Mikrotubuli“. Zentriolen bestehen aus Mikrotubuli, und zwar in einer besonderen Anordnung: neun Dreiergruppen im Kreis, ohne zentrales Paar, was man als neun mal drei plus null beschreibt. Je zwei Zentriolen stehen senkrecht zueinander und bilden das Zentrosom, von dem aus die Mikrotubuli der Zelle organisiert werden. Vor der Zellteilung verdoppelt sich diese Struktur, sodass jede Tochterzelle ein Zentrosom erhält.

Die Antwort „Aktinfilamente“ ist falsch: Aktinfilamente bilden den kontraktilen Ring und stützen Mikrovilli.

Die Antwort „Intermediärfilamente“ ist falsch: Intermediärfilamente geben mechanische Festigkeit.

Die Antwort „Kollagen“ ist falsch: Kollagen liegt außerhalb der Zelle.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin ist das Motorprotein am Aktin.

Zum Weiterdenken: Zentriolen folgen dem Muster neun mal drei plus null, bewegliche Zilien dagegen neun mal zwei plus zwei. Welche Rolle spielt das zentrale Paar offenbar für die Beweglichkeit?

MERKE

Zentriol ist neun mal drei plus null, die bewegliche Zilie neun mal zwei plus zwei.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Baustoff der Zentriolen benennen

ZYTOSKELETT

B041 E Aktin

Mikrofilamente bestehen aus:

Richtig ist die Antwort „Aktin“. Mikrofilamente bestehen aus Aktin und sind mit etwa sieben Nanometern die dünnsten Elemente des Zytoskeletts. Sie bilden ein Netz unter der Zellmembran, geben der Zelle Form, versteifen Mikrovilli, schnüren bei der Teilung den kontraktilen Ring zusammen und ermöglichen die kriechende Fortbewegung von Zellen. Im Muskel bilden sie die dünnen Filamente, an denen das Myosin zieht.

Die Antwort „Tubulin“ ist falsch: Tubulin ist der Baustein der Mikrotubuli, also der dicksten Elemente.

Die Antwort „Keratin“ ist falsch: Keratin gehört zu den Intermediärfilamenten und findet sich in Haut, Haaren und Nägeln.

Die Antwort „Myosin allein“ ist falsch: Myosin ist das Motorprotein, das am Aktin ansetzt, aber nicht die Mikrofilamente bildet.

Die Antwort „Kollagen“ ist falsch: Kollagen ist ein Faserprotein des Extrazellulärraums.

Zum Weiterdenken: Das Zytoskelett besteht aus drei Elementen unterschiedlicher Dicke mit verschiedenen Aufgaben. Wie ordnest du dir Aktin, Intermediärfilamente und Mikrotubuli nach Größe und Funktion zu?

MERKE

Dünn ist Aktin, mittel sind Intermediärfilamente, dick sind Mikrotubuli aus Tubulin.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Aktin als Baustein der Mikrofilamente benennen

B042 A Aktin

Was ist der Hauptbestandteil der Mikrofilamente?

Richtig ist die Antwort „Aktin“. Hauptbestandteil der Mikrofilamente ist Aktin. Die einzelnen Aktinmoleküle lagern sich zu zwei umeinander gewundenen Ketten zusammen, und diese Anlagerung ist umkehrbar — Mikrofilamente können rasch auf- und wieder abgebaut werden. Genau darauf beruht die Beweglichkeit von Zellen, etwa wenn eine Fresszelle zu einem Entzündungsherd wandert.

Die Antwort „Tubulin“ ist falsch: Tubulin bildet die Mikrotubuli.

Die Antwort „Mikrotubuli“ ist falsch: Mikrotubuli sind eine andere Art von Filamenten und nicht der Baustein der Mikrofilamente.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin arbeitet am Aktin, ist aber nicht sein Baustein.

Die Antwort „Keratin“ ist falsch: Keratin gehört zu den Intermediärfilamenten.

Zum Weiterdenken: Mikrofilamente lassen sich rasch auf- und abbauen, Intermediärfilamente sind dauerhaft. Wie passen diese Eigenschaften zu ihren jeweiligen Aufgaben?

MERKE

Aktin baut sich schnell auf und ab — deshalb kann die Zelle ihre Form ändern.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Aktin erneut als Hauptbestandteil bestimmen

B043 A Aktin

Woraus bestehen Mikrofilamente?

Richtig ist die Antwort „Aktin“. Mikrofilamente bestehen aus Aktin. Die übrigen Antwortmöglichkeiten benennen entweder andere Zytoskelettelemente, deren Bausteine oder gänzlich Fachfremdes — wer die Zuordnung von Baustein und Filament einmal fest verankert hat, löst solche Aufgaben ohne Nachdenken.

Die Antwort „Mikrotubuli“ ist falsch: Mikrotubuli sind eine eigene Art von Filamenten und nicht der Baustein der Mikrofilamente.

Die Antwort „Thymin“ ist falsch: Thymin ist eine Base der DNA und hat mit dem Zytoskelett nichts zu tun.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin ist das zugehörige Motorprotein.

Die Antwort „Tubulin“ ist falsch: Tubulin bildet die Mikrotubuli.

Zum Weiterdenken: Eine der Ablenkungen stammt aus einem völlig anderen Themengebiet. Woran erkennst du solche Fremdkörper in einer Antwortliste besonders schnell?

MERKE

Aktin zu Mikrofilament, Tubulin zu Mikrotubulus — Baustein und Erzeugnis nie vertauschen.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Aktin gegen ähnliche Begriffe abgrenzen

B044 E Mikrotubuli

Woraus besteht der Spindelapparat?

Richtig ist die Antwort „Mikrotubuli“. Der Spindelapparat besteht aus Mikrotubuli. Sie gehen von den Zentrosomen an den Zellpolen aus, heften sich am Kinetochor der Chromosomen an und ziehen in der Anaphase die Chromatiden auseinander, indem sie sich an ihren Enden verkürzen. Dass sie sich rasch auf- und abbauen lassen, ist dabei die entscheidende Eigenschaft — genau hier greifen manche Krebsmedikamente an, indem sie diesen Auf- und Abbau blockieren und damit die Teilung anhalten.

Die Antwort „Actinfilamente (Mikrofilamente)“ ist falsch: Aktinfilamente bilden den kontraktile Ring, der die Zelle am Ende durchschnürt.

Die Antwort „Myofilamente“ ist falsch: Myofilamente sind die Filamente der Muskelzelle.

Die Antwort „Zentromere“ ist falsch: Centromere sind Abschnitte der Chromosomen und damit der Angriffspunkt, nicht der Baustoff.

Die Antwort „Intermediärfilamente“ ist falsch: Intermediärfilamente geben mechanische Festigkeit und ziehen nicht.

Zum Weiterdenken: Mikrotubuli ziehen die Chromatiden auseinander, Aktin schnürt anschließend die Zelle durch. Warum braucht die Zellteilung zwei verschiedene Systeme statt eines?

MERKE

Mikrotubuli ziehen die Chromatiden, Aktin schnürt die Zelle durch.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Den Spindelapparat den Mikrotubuli zuordnen

B045 E Transport von Vesikeln und Organellen innerhalb der Zelle

Welche weitere Funktion erfüllen Mikrotubuli in der Zelle, neben dem Transport von Chromosomen?

Richtig ist die Antwort „Transport von Vesikeln und Organellen innerhalb der Zelle“. Mikrotubuli sind die Schienen des zellinneren Verkehrs. Motorproteine wie Kinesin und Dynein laufen an ihnen entlang und ziehen Vesikel, Mitochondrien und andere Organellen an ihren Bestimmungsort — Kinesin dabei nach außen zum Pluspol,

Dynein nach innen zum Zellkern hin. Besonders anschaulich wird das in Nervenzellen, deren Fortsätze über einen Meter lang werden können und deren Nachschub vollständig auf diesem Weg läuft.

Die Antwort „Erhaltung der Zellkernform“ ist falsch: Die Form des Zellkerns erhält die Kernlamina aus Intermediärfilamenten.

Die Antwort „Vernetzung von Desmosomen“ ist falsch: In Desmosomen strahlen Intermediärfilamente ein, nicht Mikrotubuli.

Die Antwort „Proteine verankern in der Zellmembran“ ist falsch: Die Verankerung von Proteinen in der Zellmembran übernehmen überwiegend Aktinfilamente.

Die Antwort „Bildung von Peptidbindungen“ ist falsch: Peptidbindungen knüpft das Ribosom.

Zum Weiterdenken: Mikrotubuli ziehen Chromosomen und transportieren zugleich Vesikel. Welche gemeinsame Eigenschaft macht sie für beide Aufgaben geeignet?

MERKE

Mikrotubuli sind Zugseil und Schienennetz zugleich — Kinesin und Dynein fahren darauf.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Aufgaben der Mikrotubuli überblicken

B046 D Mikrotubuli

Welcher Bestandteil des Zytoskeletts transportiert mithilfe von Motorproteinen Zellstrukturen innerhalb der Zelle?

Richtig ist die Antwort „Mikrotubuli“. Mikrotubuli dienen als Schienen für den Transport innerhalb der Zelle. Auf ihnen bewegen sich die Motorproteine Kinesin und Dynein, die Vesikel, Organellen und andere Fracht schrittweise entlangtragen und dafür ATP verbrauchen. Die beiden arbeiten in entgegengesetzte Richtungen: Kinesin läuft überwiegend nach außen zum Zellrand, Dynein zum Zellkern hin. Besonders anschaulich wird das in einer Nervenzelle, deren Axon einen Meter lang sein kann — ohne ein solches Transportsystem käme dort nichts an.

Die Antwort „Mikrofilamente“ ist falsch: Mikrofilamente aus Aktin sind an Formgebung, Zellteilung und Fortbewegung beteiligt, dienen aber nicht als Fernstrecken.

Die Antwort „Intermediärfilamente“ ist falsch: Intermediärfilamente geben mechanische Festigkeit und transportieren nichts.

Die Antwort „Intermediärtubuli“ ist falsch: Intermediärtubuli gibt es nicht.

Die Antwort „Desmosomen“ ist falsch: Desmosomen sind Zellkontakte.

Zum Weiterdenken: In einem meterlangen Axon muss Fracht über eine enorme Strecke befördert werden. Warum reicht bloße Diffusion dafür nicht aus?

MERKE

Mikrotubuli sind die Fernstrecken, Kinesin fährt hinaus, Dynein herein.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Mikrotubuli als Transportschienen erkennen

B047 C Mikrotubuli

Wie werden vom Golgi-Apparat abgeschnürte Vesikel innerhalb der Zelle transportiert?

Richtig ist die Antwort „Mikrotubuli“. Vesikel, die sich vom Golgi-Apparat abschnüren, werden entlang von Mikrotubuli durch die Zelle befördert. Motorproteine binden dabei an das Vesikel und laufen Schritt für Schritt an der Röhre entlang, wobei sie ATP verbrauchen. Ohne dieses gerichtete System müssten die Bläschen sich rein zufällig durch das Zytoplasma bewegen, was viel zu langsam und ungenau wäre.

Die Antwort „Mikrofilamente (Aktin)“ ist falsch: Aktinfilamente übernehmen den Transport nur über kurze Strecken in Zellrandnähe, nicht die Hauptstrecken.

Die Antwort „Intermediärfilamente“ ist falsch: Intermediärfilamente dienen der Festigkeit und sind nicht am Transport beteiligt.

Die Antwort „Zentriolen“ ist falsch: Zentriolen organisieren die Mikrotubuli, transportieren aber selbst nichts.

Die Antwort „Kinesin ohne Mikrotubuli“ ist falsch: Kinesin kann ohne Mikrotubuli nichts bewegen, denn es braucht die Schiene, an der es entlangläuft. Motor und Schiene funktionieren nur gemeinsam.

Zum Weiterdenken: Motorprotein und Mikrotubulus sind aufeinander angewiesen. Welche anderen Beispiele in der Zelle fallen dir ein, bei denen erst das Zusammenspiel zweier Bauteile eine Leistung ermöglicht?

MERKE

Vesikel fahren auf Mikrotubuli — der Motor allein käme nirgends hin.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Den Vesikeltransport den Mikrotubuli zuordnen

B048 B Aktin

Woraus bestehen Mikrofilamente?

Richtig ist die Antwort „Aktin“. Mikrofilamente bestehen aus Aktin. Diese Aufgabe erschien mit identischen Antwortmöglichkeiten in mehreren Jahrgängen und gehört damit zu den verlässlichsten Punktelieferanten des Fachs. Aktin ist zugleich eines der häufigsten Proteine überhaupt und in nahezu jeder eukaryontischen Zelle in großer Menge vorhanden.

Die Antwort „Mikrotubuli“ ist falsch: Mikrotubuli sind eine eigene Art von Filamenten.

Die Antwort „Thymin“ ist falsch: Thymin ist eine DNA-Base.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin ist das Motorprotein am Aktin.

Die Antwort „Tubulin“ ist falsch: Tubulin bildet die Mikrotubuli.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Aufgabe kehrte über Jahre unverändert zurück. Wie richtest du deine Vorbereitung ein, wenn du erkennst, dass bestimmte Grundlagen praktisch garantiert abgefragt werden?

MERKE

Mikrofilament gleich Aktin — eine der am häufigsten wiederholten Fragen überhaupt.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Den Baustein der Mikrofilamente abschließend bestimmen

ZELLKONTAKTE

B049 C Zellverbindungen (Haftkontakte) zwischen Epithelzellen

Was sind Desmosomen?

Richtig ist die Antwort „Zellverbindungen (Haftkontakte) zwischen Epithelzellen“. Desmosomen sind Haftkontakte zwischen benachbarten Zellen, besonders zahlreich in Epithelien und im Herzmuskel. Sie wirken wie Druckknöpfe: Auf beiden Seiten sitzt eine Verdichtungsplatte, in die Intermediärfilamente des Zytoskeletts einstrahlen, und dazwischen verbinden Eiweißmoleküle die beiden Membranen. Dadurch entsteht ein Verbund, der starken Zugkräften standhält — genau das braucht ein Gewebe, das mechanisch beansprucht wird.

Die Antwort „Enzymhaltige Zellorganellen“ ist falsch: Enzymhaltige Organellen sind Lysosomen und Peroxisomen.

Die Antwort „Fortsätze an der Zellmembran zur Bewegung“ ist falsch: Fortsätze zur Fortbewegung sind Geißeln und Kinozilien.

Die Antwort „Kanäle für den Stoffaustausch zwischen Zellen“ ist falsch: Kanäle für den Stoffaustausch zwischen Zellen sind die Gap Junctions. Sie erlauben den

unmittelbaren Übertritt kleiner Moleküle und Ionen und ermöglichen so etwa die Erregungsausbreitung im Herzmuskel.

Die Antwort „Rezeptoren für Hormone“ ist falsch: Hormonrezeptoren sind einzelne Proteine und keine Zellkontakte.

Zum Weiterdenken: Es gibt Kontakte zum Verschließen, zum Haften und zum Austauschen. Warum braucht ein Gewebe wie das Darmepithel alle drei Arten gleichzeitig?

MERKE

Desmosom haftet, Tight Junction dichtet ab, Gap Junction lässt durch.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Desmosomen als Haftkontakte einordnen

B050 A Zellkontakte bei Epithelzellen

Was sind Desmosomen?

Richtig ist die Antwort „Zellkontakte bei Epithelzellen“. Desmosomen sind Zellkontakte, wie man sie besonders in Epithelien findet. Sie geben dem Zellverband mechanische Festigkeit, indem sie das Zytoskelett benachbarter Zellen miteinander verbinden — die Zugkraft verteilt sich dadurch über das gesamte Gewebe statt auf einzelne Zellen. Erkrankungen, bei denen Antikörper die Verbindungseiwieße angreifen, führen zu großflächiger Blasenbildung der Haut, was die Bedeutung dieser Kontakte anschaulich macht.

Die Antwort „Bestandteile des Zytoskeletts“ ist falsch: Bestandteile des Zytoskeletts sind Mikrotubuli, Aktin- und Intermediärfilamente. Letztere strahlen zwar in Desmosomen ein, sind aber nicht mit ihnen gleichzusetzen.

Die Antwort „Proteine der Zellmembran, die den Stofftransport regulieren“ ist falsch: Der Stofftransport wird von Kanälen, Carriern und Pumpen geregelt.

Die Antwort „Zellorganellen“ ist falsch: Organellen sind abgegrenzte Funktionseinheiten im Zellinneren.

Die Antwort „Fortsätze auf der Oberfläche der Zellen“ ist falsch: Oberflächenfortsätze sind Mikrovilli, Kinozilien und Geißeln.

Zum Weiterdenken: Bei bestimmten Autoimmunerkrankungen richten sich Antikörper gegen die Verbindungseiwieße der Desmosomen. Welche Folge hat das unmittelbar für die Haut?

MERKE

Desmosomen verbinden die Zytoskelette benachbarter Zellen — Zug verteilt sich aufs ganze Gewebe.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Desmosomen erneut als Zellkontakte bestimmen

B051 A Epithelgewebe im Darm

Welches Gewebe ist durch spezifische Zell-Zell-Kontakte (Tight Junctions) geprägt?

Richtig ist die Antwort „Epithelgewebe im Darm“. Tight Junctions, also Verschlusskontakte, sind kennzeichnend für Epithelgewebe, besonders im Darm. Sie verschließen den Spalt zwischen benachbarten Zellen gürtelartig und verhindern, dass Stoffe unkontrolliert zwischen den Zellen hindurchsickern. Dadurch wird jeder Übertritt gezwungen, den Weg durch die Zelle zu nehmen — und damit über deren Transportproteine, die auswählen können. Zugleich trennen sie die zum Darmlumen zeigende Seite der Zelle von der basalen, sodass sich unterschiedliche Transportproteine anordnen lassen.

Die Antwort „Herzmuskelzellen“ ist falsch: Herzmuskelzellen sind über Glanzstreifen verbunden, in denen Desmosomen und Gap Junctions vorherrschen.

Die Antwort „Fettzellen in der Fußsohle“ ist falsch: Fettzellen liegen in einem lockeren Verband ohne solche Verschlusskontakte.

Die Antwort „Nervenzellen im Rückenmark“ ist falsch: Nervenzellen sind über Synapsen verschaltet.

Die Antwort „Kniegelenkknorpel“ ist falsch: Knorpelzellen sitzen einzeln in Höhlen der Grundsubstanz und haben kaum Kontakt zueinander.

Zum Weiterdenken: Tight Junctions zwingen jeden Stoff, den Weg durch die Zelle zu nehmen. Warum ist das die Voraussetzung dafür, dass der Darm überhaupt auswählen kann, was er aufnimmt?

MERKE

Tight Junctions dichten ab und erzwingen den Weg durch die Zelle statt daran vorbei.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Tight Junctions dem Epithel zuordnen

B052 A Gap Junctions

Welche Zellkontakte ermöglichen direkten Kontakt zwischen Zellen und erlauben den Austausch von Ionen und kleinen Molekülen?

Richtig ist die Antwort „Gap Junctions“. Gap Junctions sind Kanalverbindungen zwischen benachbarten Zellen. Je sechs Eiweißmoleküle bilden in jeder Membran eine Röhre, und zwei solche Röhren setzen sich zu einem durchgehenden Kanal zusammen, durch den Ionen und kleine Moleküle unmittelbar von einer Zelle in die nächste übertreten. Dadurch wird ein Gewebe elektrisch und stofflich gekoppelt — im Herzmuskel ist das die Voraussetzung dafür, dass sich die Erregung über alle Zellen ausbreitet und die Kammer als Einheit schlägt.

Die Antwort „Tight Junctions“ ist falsch: Tight Junctions verschließen den Spalt zwischen Zellen und lassen gerade nichts hindurch.

Die Antwort „Desmosomen“ ist falsch: Desmosomen halten Zellen mechanisch zusammen, bilden aber keine Kanäle.

Die Antwort „Zonula occludens“ ist falsch: Zonula occludens ist lediglich der andere Name für Tight Junctions.

Die Antwort „Zonula adherens“ ist falsch: Zonula adherens ist ein gürtelförmiger Haftkontakt, in den Aktinfilamente einstrahlen.

Zum Weiterdenken: Zwei der fünf Antwortmöglichkeiten bezeichnen dieselbe Struktur unter verschiedenen Namen. Wie hilft dir diese Beobachtung, die Auswahl schneller einzugrenzen?

MERKE

Gap Junctions öffnen, Tight Junctions schließen, Desmosomen halten.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Gap Junctions als Austauschkontakte erkennen

B053 C Gap Junctions

Welche Zellkontakte ermöglichen direkten Kontakt zwischen Zellen und den Austausch von Ionen und kleinen Molekülen?

Richtig ist die Antwort „Gap Junctions“. Gap Junctions verbinden benachbarte Zellen über durchgehende Kanäle und erlauben den unmittelbaren Übertritt von Ionen und kleinen Molekülen bis etwa tausend Dalton. Größere Moleküle wie Proteine bleiben zurück. Die Kanäle lassen sich zudem schließen, etwa wenn eine Zelle geschädigt wird – so verhindert das Gewebe, dass der Schaden auf die Nachbarn übergreift.

Die Antwort „Tight Junctions“ ist falsch: Tight Junctions dichten ab.

Die Antwort „Desmosomen“ ist falsch: Desmosomen sind Haftkontakte.

Die Antwort „Zonula occludens“ ist falsch: Zonula occludens ist der lateinische Name der Tight Junctions.

Die Antwort „Zonula adherens“ ist falsch: Zonula adherens ist ein Haftgürtel.

Zum Weiterdenken: Gap Junctions können sich bei Schädigung einer Zelle schließen. Warum ist diese Notabschaltung für einen gekoppelten Zellverband überlebenswichtig?

MERKE

Gap Junctions sind schaltbare Türen zwischen Zellen – offen im Normalfall, zu bei Gefahr.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle**B054 B Darmepithel**

Wo findet man Tight Junctions, die eine Zelle funktionell in eine apikale und basale Seite teilen?

Richtig ist die Antwort „Darmepithel“. Tight Junctions finden sich im Darmepithel und teilen jede Zelle funktionell in zwei Bereiche: eine apikale Seite zum Darmlumen hin und eine basolaterale Seite zum Gewebe hin. Weil sie den Spalt zwischen den Zellen gürtelartig verschließen, können die Membranproteine nicht von der einen auf die andere Seite wandern. Genau das macht gerichteten Transport überhaupt erst möglich: Oben sitzen die aufnehmenden Transporter, unten die abgebenden, und der Stoff wandert zwangsläufig in eine Richtung.

Die Antwort „Muskeln des Herzens“ ist falsch: Herzmuskelzellen sind über Glanzstreifen mit Desmosomen und Gap Junctions verbunden.

Die Antwort „Rückenmark“ ist falsch: Im Rückenmark sind Nervenzellen über Synapsen verschaltet.

Die Antwort „Fettgewebe der Fußsohle“ ist falsch: Fettgewebe besitzt keine derartige Polarität.

Die Antwort „Neuronenepithel“ ist falsch: Ein Neuronenepithel gibt es nicht.

Zum Weiterdenken: Ohne Tight Junctions könnten die Transportproteine über die ganze Zelloberfläche wandern. Warum wäre gerichteter Transport dann unmöglich?

MERKE

Tight Junctions machen aus einer Zelle ein Oben und ein Unten – die Voraussetzung für gerichteten Transport.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Die polarisierende Wirkung der Tight Junctions verstehen

KINOZILIEN, GEISSELN, MIKROVILLI**B055 B Mikrotubuli**

Was ist für den Bau von Geißeln wichtig?

Richtig ist die Antwort „Mikrotubuli“. Geißeln und Kinozilien werden aus Mikrotubuli aufgebaut, den dicksten Elementen des Zytoskeletts. Sie bestehen aus dem Eiweiß Tubulin, das sich zu hohlen Röhrchen zusammenlagert. Im Inneren der Geißel liegen die Mikrotubuli in einem festen Muster, und zwischen ihnen sitzt das Motorprotein Dynein, das benachbarte Röhrchen gegeneinander verschiebt. Aus dieser Verschiebung entsteht die Biegung, die den Schlag erzeugt.

Die Antwort „Aktinfilamente“ ist falsch: Aktinfilamente sind die dünnsten Elemente des Zytoskeletts. Sie bilden den kontraktile Ring bei der Zellteilung und stützen die Mikrovilli, treiben aber keine Geißel an.

Die Antwort „Intermediärfilamente“ ist falsch:

Intermediärfilamente geben der Zelle mechanische Festigkeit und verankern Zellkontakte. Sie sind Zugseile und erzeugen keine Bewegung.

Die Antwort „Kollagenfasern“ ist falsch: Kollagenfasern liegen außerhalb der Zelle in der Zwischenzellsubstanz und werden von Fibroblasten abgegeben.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin ist das Motorprotein am Aktin und sorgt für die Muskelkontraktion. In der Geißel arbeitet stattdessen Dynein.

Zum Weiterdenken: Aktin arbeitet mit Myosin, Mikrotubuli arbeiten mit Dynein und Kinesin. Wie hilft dir diese Paarbildung, Bewegungsvorgänge in der Zelle zu ordnen?

MERKE

Geißel und Kinozilie bestehen aus Mikrotubuli und werden von Dynein angetrieben.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Mikrotubuli als Baustein beweglicher Zellfortsätze erkennen

B056 D Mikrotubuli

Die Geißel dient der Fortbewegung von Spermien. Woraus besteht sie?

Richtig ist die Antwort „Mikrotubuli“. Die Geißel des Spermiums besteht aus Mikrotubuli, die im Inneren als Axonem angeordnet sind. Dynein verschiebt benachbarte Mikrotubulipaare gegeneinander, wodurch die Geißel sich wellenförmig biegt und das Spermium vorantreibt. Die nötige Energie liefern die Mitochondrien, die im Mittelstück des Spermiums schraubig um die Geißelbasis gewickelt sind – ein anschauliches Beispiel dafür, dass Energiequelle und Verbraucher unmittelbar beieinanderliegen.

Die Antwort „Aktinfilamente“ ist falsch: Aktinfilamente stützen Mikrovilli und bilden den kontraktilen Ring der Zellteilung.

Die Antwort „Intermediärfilamente“ ist falsch: Intermediärfilamente dienen der mechanischen Festigkeit und erzeugen keine aktive Bewegung.

Die Antwort „Kollagen“ ist falsch: Kollagen ist ein Faserprotein des Extrazellulärums.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin gehört zum Aktinsystem und treibt die Muskelkontraktion an, nicht die Geißel.

Zum Weiterdenken: Die Mitochondrien des Spermiums sitzen unmittelbar an der Geißelbasis. Welchen Vorteil hat diese enge räumliche Nachbarschaft von Energiequelle und Verbraucher?

MERKE

Mikrotubuli bauen die Geißel, Dynein bewegt sie, die Mitochondrien im Mittelstück bezahlen dafür.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Den Aufbau der Spermiengeißel benennen

B057 D 9x2+2

Wie sind Geißeln aufgebaut?

Richtig ist die Antwort „9x2+2“. Der Querschnitt einer Geißel oder Kinozilie zeigt ein festes Muster, das man als neun mal zwei plus zwei beschreibt: Außen liegen neun Doppelröhrchen aus Mikrotubuli im Kreis, und in der Mitte befinden sich zwei einzelne. Diese Anordnung heißt Axonem und ist bei allen beweglichen Zellfortsätzen gleich. Zum Vergleich lohnt der Blick auf das Basalkörperchen und die Zentriolen, die dem Muster neun mal drei plus null folgen – sie haben also Dreiergruppen und keinen Mittelbau.

Die Antwort „9x1+1“ ist falsch: Neun mal eins plus eins entspricht keinem bekannten Bauplan.

Die Antwort „9x3+3“ ist falsch: Neun mal drei plus drei vermischt die Dreiergruppen des Basalkörperchens mit einem Mittelbau, den dieses gerade nicht besitzt.

Die Antwort „9x4+4“ ist falsch: Neun mal vier plus vier existiert nicht.

Die Antwort „9x5+5“ ist falsch: Neun mal fünf plus fünf existiert ebenfalls nicht.

Zum Weiterdenken: Das bewegliche Axonem hat einen Mittelbau, das unbewegliche Basalkörperchen nicht. Welche Rolle könnte das zentrale Paar für die Steuerung des Schlags spielen?

MERKE

Neun mal zwei plus zwei ist beweglich, neun mal drei plus null ist Basalkörperchen und Zentriol.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das Neunmalzwei-plus-zwei-Muster des Axonems angeben

B058 A Mikrovilli

Was wird als „Bürstensaum“ bezeichnet?

Richtig ist die Antwort „Mikrovilli“. Als Bürstensaum bezeichnet man den dichten Besatz aus Mikrovilli auf der freien Oberfläche bestimmter Epithelzellen, besonders im Dünndarm und im Nierentubulus. Mikrovilli sind fingerförmige Ausstülpungen der Zellmembran, im Inneren durch Aktinfilamente versteift und unbeweglich. Ihre Aufgabe ist ausschließlich die Oberflächenvergrößerung, denn je mehr Oberfläche zur Verfügung steht, desto mehr kann aufgenommen werden. Unter dem Lichtmikroskop erscheinen sie als samtiger Saum, was den Namen erklärt.

Die Antwort „Mikrotubuli“ ist falsch: Mikrotubuli sind Bestandteile des Zytoskeletts und bauen bewegliche Fortsätze auf, nicht den Bürstensaum.

Die Antwort „Aktin“ ist falsch: Aktin ist zwar der Baustein im Inneren der Mikrovilli, doch der Begriff Bürstensaum bezeichnet die sichtbare Struktur und nicht ihr Füllmaterial.

Die Antwort „Kinozilien“ ist falsch: Kinozilien sind beweglich und schlagen rhythmisch, etwa im Atemwegsepithel, wo sie Schleim nach oben befördern. Sie dienen dem Transport und nicht der Aufnahme.

Die Antwort „Stereozilien“ ist falsch: Stereozilien sind sehr lange, unbewegliche Fortsätze, wie man sie im Nebenhoden und im Innenohr findet. Sie ähneln Mikrovilli, bilden aber keinen Bürstensaum.

Zum Weiterdenken: Mikrovilli sind starr und vergrößern die Oberfläche, Kinozilien sind beweglich und transportieren. Wie folgt aus dieser Aufgabenteilung, welche Struktur du in Darm und welche du in Atemwegen erwartest?

MERKE

Bürstensaum heißt Mikrovilli: starr, aktinversteift, zur Aufnahme — nicht zur Bewegung.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Den Bürstensaum den Mikrovilli zuordnen

B059 C 9x2+2

Wie ist der Aufbau von Kinozilien und Geißeln typischerweise beschrieben (Mikrotubuli-Muster)?

Richtig ist die Antwort „9x2+2“. Kinozilien und Geißeln folgen dem Bauplan neun mal zwei plus zwei: neun Doppelröhrchen im äußeren Kreis und ein zentrales Paar in der Mitte. Dieses Muster ist im gesamten Tierreich gleich und findet sich ebenso im Flimmerepithel der Atemwege wie in der Spermiengeißel.

Die Antwort „3x5+2“ ist falsch: Drei mal fünf plus zwei ist eine frei erfundene Kombination.

Die Antwort „5x5+5“ ist falsch: Fünf mal fünf plus fünf entspricht keinem bekannten Bauplan.

Die Antwort „7x2+2“ ist falsch: Sieben mal zwei plus zwei ist besonders heimtückisch, weil nur die erste Zahl abweicht. Es sind neun äußere Paare und nicht sieben.

Die Antwort „9x3+3“ ist falsch: Neun mal drei plus drei vermischt die Dreiergruppen des Basalkörperchens mit einem Mittelbau, den dieses nicht hat.

Zum Weiterdenken: Bei erblichen Störungen des Dynein-Arms schlagen weder die Flimmerhärchen der Atemwege noch die Spermiengeißeln richtig. Warum treten chronische Bronchitis und Unfruchtbarkeit dabei gemeinsam auf?

MERKE

Neun außen als Paar, zwei in der Mitte — bei jeder beweglichen Zilie und jeder Geißel.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Das Axonem-Muster gegen erfundene Zahlenkombinationen sichern

B060 E Mikrovilli

Welche Strukturen dienen bei den Epithelzellen des Dünndarms der Oberflächenvergrößerung der einzelnen Zelle?

Richtig ist die Antwort „Mikrovilli“. Der Dünndarm vergrößert seine Oberfläche auf drei Ebenen, und die Aufgabe fragt gezielt nach der Ebene der einzelnen Zelle. Dort sind es die Mikrovilli, also die feinen Ausstülpungen der Zellmembran, die den Bürstensaum bilden. Zusammen mit den beiden größeren Ebenen bringen sie die Fläche von rechnerisch etwa einem halben Quadratmeter auf mehr als hundert.

Die Antwort „Villi intestinale“ ist falsch: Die Villi intestinales, also die Darmzotten, sind Ausstülpungen der Schleimhaut und bestehen aus vielen Zellen. Sie wirken auf der Ebene des Gewebes und nicht der einzelnen Zelle — genau darauf zielt die Unterscheidung in dieser Aufgabe.

Die Antwort „Kinozilien“ ist falsch: Kinozilien sind bewegliche Flimmerhärchen und finden sich im Atemwegsepithel und im Eileiter, nicht im Dünndarm.

Die Antwort „Stereozilien“ ist falsch: Stereozilien sind sehr lange, unbewegliche Fortsätze im Nebenhoden und im Innenohr.

Die Antwort „Kerckring-Falten“ ist falsch: Die Kerckring-Falten sind ringförmige Aufwerfungen der gesamten Darmwand und damit die Größte der drei Ebenen.

Zum Weiterdenken: Falten, Zotten und Mikrovilli vergrößern die Oberfläche auf drei verschiedenen Größenordnungen. Warum ist es wirkungsvoller, drei Ebenen zu staffeln, statt eine einzige immer weiter zu steigern?

MERKE

Kerckring-Falten am Organ, Zotten am Gewebe, Mikrovilli an der Zelle.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Oberflächenvergrößerung auf Zell- und Organebene unterscheiden

STOFFTRANSPORT

B061 B Die Aufnahme von Stoffen in die Zelle durch Einstülpung der Zellmembran

Was versteht man unter Endozytose?

Richtig ist die Antwort „Die Aufnahme von Stoffen in die Zelle durch Einstülpung der Zellmembran“. Bei der Endozytose stülpt sich die Zellmembran nach innen ein, umschließt das aufzunehmende Material und schnürt sich als Bläschen ins Zellinnere ab. Auf diesem Weg kann die Zelle auch große Teilchen aufnehmen, die niemals durch

die Membran hindurchpassen würden. Der Preis ist Energie, und ein Teil der Membran wird dabei nach innen verlagert — weshalb die Zelle ihn später über den umgekehrten Weg zurückholen muss.

Die Antwort „Die Abgabe von Stoffen aus der Zelle durch Verschmelzung von Vesikeln mit der Zellmembran“ ist falsch: Die Abgabe durch Verschmelzung von Bläschen mit der Zellmembran ist die Exozytose, also der Gegenvorgang.

Die Antwort „Der passive Transport durch Kanalproteine“ ist falsch: Der passive Transport durch Kanalproteine ist die erleichterte Diffusion und betrifft einzelne kleine Teilchen.

Die Antwort „Die Diffusion kleiner Moleküle durch die Lipiddoppelschicht“ ist falsch: Die Diffusion kleiner, fettlöslicher Moleküle unmittelbar durch die Doppelschicht braucht weder Kanäle noch Bläschen.

Die Antwort „Der aktive Transport durch Ionenpumpen“ ist falsch: Ionenpumpen befördern einzelne Ionen unter ATP-Verbrauch gegen ein Gefälle.

Zum Weiterdenken: Bei jeder Endozytose verliert die Zelloberfläche ein Stück Membran. Wie hält die Zelle ihre Oberfläche über die Zeit dennoch konstant?

MERKE

Endo heißt hinein durch Einstülpung, exo heißt hinaus durch Verschmelzen.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Endozytose als Aufnahme durch Einstülpung definieren

B062 C Exozytose

Wie wird das Ausscheiden zellinternen Materials in den zellexternen Raum genannt?

Richtig ist die Antwort „Exozytose“. Bei der Exozytose wandert ein mit Material gefülltes Bläschen zur Zellmembran, verschmilzt mit ihr und entleert seinen Inhalt nach außen. Auf diesem Weg geben Drüsenzellen ihre Sekrete ab, Nervenzellen ihre Botenstoffe und Plasmazellen ihre Antikörper. Zugleich wird dabei die Bläschenmembran in die Zellmembran eingebaut, was den Membranverlust der Endozytose ausgleicht.

Die Antwort „Endozytose“ ist falsch: Die Endozytose ist die Aufnahme in die Zelle.

Die Antwort „Phagozytose“ ist falsch: Die Phagozytose ist eine besondere Form der Endozytose für feste Teilchen.

Die Antwort „Diffusion“ ist falsch: Diffusion ist die Bewegung einzelner Teilchen entlang eines Gefälles ohne Bläschen.

Die Antwort „Osmose“ ist falsch: Osmose ist die Bewegung von Wasser durch eine halbdurchlässige Membran.

Zum Weiterdenken: Endozytose und Exozytose bewegen Membranmaterial in entgegengesetzte Richtungen. Warum ist das Gleichgewicht der beiden für die Zelle lebenswichtig?

MERKE

Exozytose gibt ab und liefert dabei Membran nach — Endozytose nimmt auf und verbraucht sie.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Exozytose als Abgabe nach außen benennen

B063 E erleichterte Diffusion mittels Kanäle

Wie gelangen Ionen passiv durch die Zellmembran?

Richtig ist die Antwort „erleichterte Diffusion mittels Kanäle“. Ionen gelangen passiv durch die Zellmembran, indem sie Kanalproteine nutzen — man spricht von erleichterter Diffusion. Passiv heißt dabei, dass keine Energie aufgewendet wird: Die Ionen folgen ihrem eigenen Gefälle aus Konzentration und Ladung. Ohne Kanäle ginge das nicht, denn Ionen sind geladen und können den fettigen Kern der Membran nicht durchqueren.

Die Antwort „Primär aktiver Transport“ ist falsch: Der primär aktive Transport verbraucht unmittelbar ATP, wie die Natrium-Kalium-Pumpe.

Die Antwort „sekundär aktiver Symport“ ist falsch: Beim sekundär aktiven Symport werden zwei Stoffe in dieselbe Richtung befördert, wobei der eine dem anderen die Energie liefert. Auch das ist nicht passiv.

Die Antwort „sekundär aktiver Antiport“ ist falsch: Der Antiport befördert zwei Stoffe in entgegengesetzte Richtungen und ist ebenfalls energieabhängig.

Die Antwort „Phospholipide“ ist falsch: Phospholipide sind Bausteine der Membran und kein Transportweg für Ionen.

Zum Weiterdenken: Fettlösliche Stoffe passieren die Membran ohne Hilfe, Ionen brauchen Kanäle. Welche Eigenschaft der Membran erklärt diesen Unterschied?

MERKE

Passiv heißt ohne ATP — Ionen brauchen dafür trotzdem einen Kanal.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den passiven Ionentransport benennen

B064 C Endozytose

Ein Stoff wird durch Einstülpung der Plasmamembran in die Zelle aufgenommen. Wie lautet der Oberbegriff für diesen Vorgang?

Richtig ist die Antwort „Endozytose“. Die Endozytose ist der Oberbegriff für alle Vorgänge, bei denen sich die Zellmembran nach innen einstülpt und den aufgenommenen Stoff in einem Bläschen einschließt. Untergliedert wird sie nach dem, was aufgenommen wird:

feste Teilchen durch Phagozytose, Flüssigkeit durch Pinozytose, gezielt erkannte Moleküle durch rezeptorvermittelte Endozytose.

Die Antwort „Exozytose“ ist falsch: Exozytose ist die Abgabe nach außen.

Die Antwort „Phagozytose“ ist falsch: Die Phagozytose ist die Aufnahme fester Teilchen und damit eine Unterform der Endozytose, nicht der Oberbegriff.

Die Antwort „Osmose durch die Plasmamembran“ ist falsch: Die Osmose beschreibt den Durchtritt von Wasser durch eine halbdurchlässige Membran entlang eines Konzentrationsunterschieds. Eine Einstülpung der Membran findet dabei nicht statt.

Die Antwort „Ausstülpung der Plasmamembran zur Abgabe von Teilchen“ ist falsch: Eine Ausstülpung zur Abgabe beschreibt den Gegenvorgang.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten beschreiben denselben Vorgang, einmal mit Namen und einmal in Worten. Woran erkennst du, welche von beiden die Frage tatsächlich beantwortet?

MERKE

Endozytose ist der Oberbegriff – Phagozytose, Pinozytose und die rezeptorvermittelte Form sind die Unterarten.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Aufnahme eines Partikels benennen

B065 B Endozytose

Wie lautet der Oberbegriff für alle Vorgänge, bei denen eine Zelle Material durch Einstülpung der Zellmembran in ein Bläschen aufnimmt?

Richtig ist die Antwort „Endozytose“. Die Aufnahme von Makromolekülen und Flüssigkeit aus dem Außenraum geschieht durch Endozytose. Die Zellmembran stülpt sich ein, umschließt das Material und schnürt ein Bläschen nach innen ab. Endozytose ist dabei der Oberbegriff für alle Aufnahmeprozesse dieser Art.

Die Antwort „Exozytose“ ist falsch: Exozytose ist die Abgabe nach außen.

Die Antwort „Transzytose“ ist falsch: Transzytose ist das Durchschleusen durch eine ganze Zelle hindurch, also Aufnahme auf der einen und Abgabe auf der anderen Seite.

Die Antwort „Pinozytose“ ist falsch: Die Pinozytose ist die Aufnahme von Flüssigkeit und gelösten Stoffen und damit eine Unterform der Endozytose, nicht der gesuchte Oberbegriff.

Die Antwort „Phagozytose“ ist falsch: Phagozytose betrifft feste Teilchen wie Bakterien oder Zelltrümmer.

Zum Weiterdenken: Ober- und Unterbegriff können in einer Aufgabe beide zutreffen. Wie entscheidest du dich, wenn der Fragestamm keinen Hinweis auf die gewünschte Genauigkeit gibt?

MERKE

Endozytose ist der Oberbegriff, Pinozytose die Flüssigkeitsvariante, Phagozytose die für Festes.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Endozytose als Oberbegriff der Aufnahmeprozesse einordnen

B066 B Erleichterte Diffusion durch Kanäle

Wie werden Ionen passiv durch die Zellmembran befördert?

Richtig ist die Antwort „Erleichterte Diffusion durch Kanäle“. Passiv gelangen Ionen durch Kanalproteine, also über erleichterte Diffusion. Die Kanäle sind dabei häufig hochspezifisch und lassen nur eine bestimmte Ionenart durch; viele lassen sich zudem öffnen und schließen, etwa durch Spannungsänderungen oder durch bindende Botenstoffe – genau darauf beruhen Aktionspotenzial und synaptische Übertragung.

Die Antwort „Ionen-Pumpe unter ATP-Verbrauch“ ist falsch: Eine Pumpe unter ATP-Verbrauch ist aktiver Transport.

Die Antwort „Aktiver Transport durch Carrierproteine unter ATP-Verbrauch“ ist falsch: Auch Carrierproteine unter ATP-Verbrauch arbeiten aktiv.

Die Antwort „Endozytose“ ist falsch: Endozytose nimmt größere Mengen Material in Bläschen auf und ist für einzelne Ionen völlig ungeeignet.

Die Antwort „Osmose des Lösungsmittels“ ist falsch: Osmose beschreibt die Bewegung des Lösungsmittels Wasser und nicht der Ionen.

Zum Weiterdenken: Viele Ionenkanäle lassen sich gezielt öffnen und schließen. Warum ist gerade diese Schaltbarkeit die Grundlage jeder Nervenregung?

MERKE

Erleichterte Diffusion durch schaltbare Kanäle – ohne Energie, aber mit Auswahl.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Den passiven Ionentransport erneut bestimmen

B067 D Verbrauch von ATP

Wodurch unterscheidet sich der primär aktive Transport von anderen Transportmechanismen?

Richtig ist die Antwort „Verbrauch von ATP“. Der primär aktive Transport unterscheidet sich dadurch, dass er unmittelbar ATP verbraucht. Das Transportprotein spaltet dabei selbst ATP und nutzt die freiwerdende Energie, um Stoffe gegen ihr Gefälle zu befördern. Das bekannteste Beispiel ist die Natrium-Kalium-Pumpe, die je drei

Natriumionen hinaus und zwei Kaliumionen hinein schafft und damit die Grundlage für das Ruhepotenzial jeder Zelle legt.

Die Antwort „Diffusion“ ist falsch: Diffusion läuft ohne Energieaufwand entlang eines Gefälles.

Die Antwort „Ionenpumpe (allgemein, ohne ATP-Kopplung)“ ist falsch: Von einer Ionenpumpe ohne ATP-Kopplung zu sprechen ist in sich widersprüchlich, denn Pumpen arbeiten definitionsgemäß gegen ein Gefälle und brauchen dafür Energie.

Die Antwort „Osmose“ ist falsch: Osmose ist die Bewegung von Wasser entlang eines Konzentrationsunterschieds gelöster Teilchen.

Die Antwort „Erleichterte Diffusion durch Kanalproteine“ ist falsch: Die erleichterte Diffusion durch Kanäle ist passiv.

Zum Weiterdenken: Die Natrium-Kalium-Pumpe verbraucht in Ruhe einen erheblichen Teil der gesamten Energie einer Zelle. Was sagt dieser Aufwand über die Bedeutung des Ionengefälles aus?

MERKE

Primär aktiv heißt ATP unmittelbar, sekundär aktiv nutzt ein fremdes Gefälle, passiv braucht nichts.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Den primär aktiven Transport über den ATP-Verbrauch definieren

B068 D Glucose

Welcher Stoff wird mithilfe von Carrierproteinen durch die Zellmembran transportiert?

Richtig ist die Antwort „Glucose“. Traubenzucker wird mithilfe von Carrierproteinen durch die Zellmembran befördert. Als größeres, wasserlösliches Molekül kann er den fettigen Kern der Membran nicht durchqueren; das Carrierprotein bindet ihn auf der einen Seite, ändert seine Form und entlässt ihn auf der anderen. In den meisten Zellen geschieht das passiv entlang des Gefälles, im Darm und in der Niere dagegen gekoppelt an Natrium und damit sekundär aktiv, sodass Zucker auch gegen ein Gefälle aufgenommen werden kann.

Die Antwort „lipophile Stoffe“ ist falsch: Fettlösliche Stoffe passieren die Doppelschicht unmittelbar und brauchen keine Hilfe.

Die Antwort „Hämoglobin“ ist falsch: Hämoglobin bleibt im Erythrozyten und wird nicht durch Membranen transportiert.

Die Antwort „Zellulose“ ist falsch: Zellulose kann der Mensch nicht einmal spalten, geschweige denn aufnehmen; sie ist der Hauptbestandteil der Ballaststoffe.

Die Antwort „Sphingolipide“ ist falsch: Sphingolipide sind Bausteine der Membran selbst.

Zum Weiterdenken: Im Darm wird Zucker gemeinsam mit Natrium aufgenommen. Warum ist gerade dieses Prinzip die Grundlage der Trinklösungen, die man bei Durchfallerkrankungen einsetzt?

MERKE

Carrier für Wasserlösliches wie Glucose — Fettlösliches geht ohne Hilfe hindurch.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Carriervermittelten Transport an einem Beispiel erkennen

B069 E Pinozytose

Wie nennt man die Aufnahme von flüssigen Stoffen in die Zelle?

Richtig ist die Antwort „Pinozytose“. Die Aufnahme flüssiger Stoffe heißt Pinozytose, wörtlich das Trinken der Zelle. Dabei stülpt sich die Membran zu kleinen Bläschen ein und schließt Außenflüssigkeit samt der darin gelösten Stoffe ein. Anders als bei der Phagozytose geschieht das ungezielt und fortlaufend, und die entstehenden Bläschen sind sehr viel kleiner.

Die Antwort „Exozytose“ ist falsch: Exozytose ist die Abgabe nach außen.

Die Antwort „Phagozytose“ ist falsch: Phagozytose ist die Aufnahme fester Teilchen, das Fressen der Zelle.

Die Antwort „Endozytose (allgemein)“ ist falsch: Endozytose ist der Oberbegriff. Da die Frage ausdrücklich nach flüssigen Stoffen fragt, ist die genauere Bezeichnung gefragt.

Die Antwort „Transzytose“ ist falsch: Transzytose führt Material durch die gesamte Zelle hindurch.

Zum Weiterdenken: Die griechischen Wortstämme für trinken und fressen unterscheiden die beiden Aufnahmeformen. Wie hilft dir diese Wortherkunft, sie dauerhaft auseinanderzuhalten?

MERKE

Pino wie trinken für Flüssiges, Phago wie fressen für Festes.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Pinozytose als Aufnahme von Flüssigkeit benennen

B070 B Endozytose

Wie lautet der Oberbegriff für alle Vorgänge, bei denen eine Zelle Material durch Einstülpung der Zellmembran in ein Bläschen aufnimmt?

Richtig ist die Antwort „Endozytose“. Auch in dieser wortgleichen Wiederholung lautet die protokollierte Antwort Endozytose, also der Oberbegriff für alle Aufnahmevorgänge über eingestülpte Membranbläschen.

Die Antwort „Exozytose“ ist falsch: Exozytose ist die Abgabe.

Die Antwort „Transzytose“ ist falsch: Transzytose durchquert die gesamte Zelle.

Die Antwort „Pinozytose“ ist falsch: Die Pinozytose bezeichnet die Aufnahme von Flüssigkeit und gelösten Stoffen und ist damit eine Unterform der Endozytose.

Die Antwort „Phagozytose“ ist falsch: Phagozytose betrifft feste Teilchen.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Aufgabe erschien mehrere Jahre später unverändert, samt derselben Unschärfe. Was sagt dir das über den Wert, Altfragen nicht nur zu lösen, sondern auch kritisch zu prüfen?

MERKE

Endozytose oben, Pinozytose und Phagozytose darunter — die Frage entscheidet über die Ebene.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Aufnahme von Makromolekülen erneut einordnen

B071 E Es kommt zu einer Einstülpung der Plasmamembran, um Stoffe aufzunehmen

Was passiert bei der Endozytose?

Richtig ist die Antwort „Es kommt zu einer Einstülpung der Plasmamembran, um Stoffe aufzunehmen“. Bei der Endozytose stülpt sich die Plasmamembran nach innen ein, umschließt das aufzunehmende Material und schnürt ein Bläschen ab, das ins Zellinnere wandert. Der Vorgang braucht Energie und wird von Proteinen unterstützt, die die Membran an der Einstülpung gitterartig überziehen und ihr die nötige Krümmung geben.

Die Antwort „Es kommt zu einer Ausstülpung der Plasmamembran, um Abfallstoffe nach außen abzugeben“ ist falsch: Eine Ausstülpung zur Abgabe von Stoffen beschreibt die Exozytose.

Die Antwort „Vesikel werden vom Golgi-Apparat abgeschnürt und zur Zellmembran transportiert“ ist falsch: Vom Golgi-Apparat abgeschnürte Vesikel gehören zum Weg nach außen, also zur Exozytose.

Die Antwort „Moleküle treten direkt durch Kanalproteine hindurch“ ist falsch: Der Durchtritt durch Kanalproteine betrifft einzelne kleine Teilchen und kommt ohne Bläschen aus.

Die Antwort „Vesikel schnüren sich vom endoplasmatischen Retikulum ab“ ist falsch: Vom endoplasmatischen Retikulum abgeschnürte Bläschen sind Transportvesikel auf dem Weg zum Golgi-Apparat.

Zum Weiterdenken: Drei der falschen Antworten beschreiben Vorgänge, bei denen sich ebenfalls Bläschen bilden, nur an anderer Stelle und in anderer Richtung. Wie hilft dir die Frage nach der Richtung, sie schnell auseinanderzuhalten?

MERKE

Einstülpen heißt hinein, Ausstülpen und Verschmelzen heißt hinaus.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Ablauf der Endozytose beschreiben

B072 B Phagozytose

Wie nennt man die Aufnahme fester Stoffe in die Zelle?

Richtig ist die Antwort „Phagozytose“. Die Aufnahme fester Stoffe heißt Phagozytose. Sie ist eine gezielte Form der Endozytose: Die Zelle erkennt das Teilchen über Rezeptoren, umfließt es mit Fortsätzen und schließt es in einem großen Bläschen ein, das anschließend mit einem Lysosom verschmilzt und dessen Inhalt verdaut wird. Diese Fähigkeit besitzen vor allem Makrophagen und neutrophile Granulozyten, weshalb man sie Fresszellen nennt.

Die Antwort „Exozytose“ ist falsch: Exozytose ist die Abgabe nach außen.

Die Antwort „Solidozytose“ ist falsch: Solidozytose gibt es als Fachbegriff nicht und ist frei erfunden.

Die Antwort „Pinozytose“ ist falsch: Pinozytose betrifft Flüssigkeit.

Die Antwort „Endozytose (allgemein)“ ist falsch: Endozytose ist der Oberbegriff; gefragt ist hier die genauere Bezeichnung für feste Stoffe.

Zum Weiterdenken: Nach der Aufnahme verschmilzt das Bläschen mit einem Lysosom. Warum ist erst dieser zweite Schritt es, der den Erreger tatsächlich unschädlich macht?

MERKE

Phagozytose fasst Festes, verschmilzt mit dem Lysosom und verdaut es dort.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Phagozytose als Aufnahme fester Teilchen benennen

ZELLTEILUNG

B073 B An den Zentriolen bzw. Centromeren

Wo werden Spindelfasern benötigt?

Richtig ist die Antwort „An den Zentriolen bzw. Centromeren“. Die Spindelfasern spannen sich zwischen den Zentriolen an den Zellpolen und den Centromeren der Chromosomen. Von den Zentriolen aus wachsen die Mikrotubuli in den Zellraum, treffen dort auf die Chromosomen und heften sich an das Kinetochor an, einen Proteinkomplex am Centromer. Anschließend ziehen sie die Chromatiden auseinander, indem sie sich an ihren Enden verkürzen.

Die Antwort „Am Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat zerfällt während der Teilung sogar vorübergehend und wird auf die Tochterzellen verteilt.

Die Antwort „An der Zellmembran“ ist falsch: An der Zellmembran greift der kontraktile Ring aus Aktin an, der die Zelle am Ende durchschnürt.

Die Antwort „Am endoplasmatischen Retikulum“ ist falsch: Das endoplasmatische Retikulum ist an der Chromosomenverteilung nicht beteiligt.

Die Antwort „An den Lysosomen“ ist falsch: Lysosomen spielen bei der Teilung keine Rolle.

Zum Weiterdenken: Zentriol und Centromer klingen ähnlich und liegen an entgegengesetzten Enden derselben Faser. Wie verankerst du diesen Unterschied dauerhaft?

MERKE

Zentriol am Pol, Centromer am Chromosom — die Spindelfaser spannt dazwischen.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Ansatzpunkte der Spindelfasern benennen

B074 E Eine Einschnürung am Chromosom, an die der Spindelapparat anheftet

Was ist ein Centromer?

Richtig ist die Antwort „Eine Einschnürung am Chromosom, an die der Spindelapparat anheftet“. Das Centromer ist die Einschnürung am Chromosom, an der die beiden Schwesterchromatiden zusammenhängen und an der über das Kinetochor der Spindelapparat ansetzt. Es

besteht aus einer besonderen, sich wiederholenden DNA-Sequenz und trägt selbst keine Gene im üblichen Sinn. Nach seiner Lage teilt man Chromosomen ein: mittig, außermittig oder nahe dem Ende.

Die Antwort „Eine fadenförmige Proteinstruktur ohne Funktion bei der Zellteilung“ ist falsch: Ohne Funktion bei der Teilung ist das Centromer gerade nicht — es ist deren Angriffspunkt.

Die Antwort „Das Ende eines Chromosoms (Telomer)“ ist falsch: Die Enden des Chromosoms sind die Telomere.

Die Antwort „Ein Abschnitt der DNA, der für Proteine codiert“ ist falsch: Ein kodierender Abschnitt ist ein Gen.

Die Antwort „Die Verbindungsstelle zwischen zwei verschiedenen Chromosomen“ ist falsch: Eine Verbindung zwischen verschiedenen Chromosomen gibt es nicht; das Centromer verbindet die beiden Chromatiden ein und desselben Chromosoms.

Zum Weiterdenken: Ein Chromosom ohne funktionsfähiges Centromer kann nicht verteilt werden. Welche Folge hätte das für die entstehenden Tochterzellen?

MERKE

Centromer verbindet die Chromatiden und trägt den Griff für den Spindelapparat.

LEHRTEXT IM KURS

Die menschliche Zelle

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Das Centromer erneut bestimmen

Der menschliche Körper

GEWEBE



LEHRTEXT IM KURS

Gewebe

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B075 A Nabelschnur

Welche Struktur besteht aus gallertartigem Gewebe (Sulzgewebe), das vor Abschnürung schützt und die Form erhält?

Richtig ist die Antwort „Nabelschnur“. Gallertiges Bindegewebe, auch Sulzgewebe genannt, kommt beim Menschen praktisch nur in der Nabelschnur vor, wo man

es als Whartonsche Sulze bezeichnet. Es besteht aus wenigen Zellen in einer sehr wasserreichen Grundsubstanz und wirkt dadurch wie ein pralles Polster. Genau darin liegt seine Aufgabe: Es hält die drei Nabelschnurgefäße auf Abstand und verhindert, dass sie bei Bewegungen oder beim Verknoten der Nabelschnur abgedrückt werden.

Die Antwort „Gelenkkapsel (Synovia)“ ist falsch: Die Gelenkkapsel besteht aus straffem Bindegewebe, ihre Innenschicht bildet die Gelenkschmiere. Synovia ist der Name dieser Flüssigkeit und nicht der eines Gewebes.

Die Antwort „Fußsohle“ ist falsch: In der Fußsohle findet sich Baufett, ein straff gekammertes Fettgewebe, das Druck abfängt. Es ist nicht gallertig, sondern fest.

Die Antwort „Augenlinse“ ist falsch: Die Augenlinse besteht aus durchsichtigen, kernlosen Epithelzellen.

Die Antwort „Innenohr“ ist falsch: Das Innenohr ist von Flüssigkeit erfüllt, die man Endolymph und Perilymph nennt, jedoch nicht von gallertigem Bindegewebe.

Zum Weiterdenken: Die Nabelschnur verknötet sich bei manchen Kindern im Mutterleib, ohne dass Schaden entsteht. Wie erklärt der Aufbau der Whartonschen Sulze diese erstaunliche Widerstandsfähigkeit?

MERKE

Sulzgewebe gibt es beim Menschen praktisch nur in der Nabelschnur — als Whartonsche Sulze.

LEHRTEXT IM KURS

Gewebe

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Das gallertige Bindegewebe seinem Vorkommen zuordnen

Aufbau

B076 B eine Basalmembran

Durch welche Struktur ist das Epithelgewebe mit dem darunterliegenden Bindegewebe verbunden?

Richtig ist die Antwort „eine Basalmembran“. Jedes Epithel sitzt einer Basalmembran auf, einer dünnen Schicht aus Kollagen, Laminin und weiteren Bestandteilen der Zwischenzellschicht. Sie verankert das Epithel im darunterliegenden Bindegewebe, gibt ihm Halt und wirkt zugleich als Filter für Stoffe, die zwischen beiden Schichten hindurchtreten. Weil Epithelien selbst keine Blutgefäße enthalten, werden sie über Diffusion durch die Basalmembran hindurch aus dem Bindegewebe versorgt. In der Krebsmedizin ist sie eine entscheidende Grenze: Solange ein Tumor sie nicht durchbrochen hat, gilt er als örtlich begrenzt.

Die Antwort „eine Lipid-Doppelschicht“ ist falsch: Eine Lipid-Doppelschicht ist der Aufbau jeder Zellmembran und begrenzt einzelne Zellen, nicht ganze Gewebeschichten gegeneinander.

Die Antwort „den Bürstensaum des Epithels“ ist falsch: Der Bürstensaum besteht aus Mikrovilli und sitzt an der freien, dem Hohlraum zugewandten Seite des Epithels. Er dient der Oberflächenvergrößerung und liegt damit auf der genau entgegengesetzten Seite.

Die Antwort „die apikalen Fortsätze der Epithelzellen“ ist falsch: Apikal bezeichnet ebenfalls die dem Lumen zugewandte Seite. Die Verbindung zum Bindegewebe liegt an der basalen Seite.

Die Antwort „die basalen Fortsätze der Bindegewebszellen“ ist falsch: Fortsätze der Bindegewebszellen stellen die Verbindung nicht her. Die Basalmembran wird von Epithel und Bindegewebe gemeinsam gebildet und liegt als eigene Schicht dazwischen.

Zum Weiterdenken: Epithelien enthalten keine eigenen Blutgefäße. Welche Folge hat das für die Dicke, die ein Epithel überhaupt erreichen kann?

MERKE

Apikal zeigt zum Hohlraum, basal zum Bindegewebe — dazwischen liegt die Basalmembran.

LEHRTEXT IM KURS

Gewebe

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Basalmembran als Grenzschicht zwischen Epithel und Bindegewebe benennen

Zelltypen und Strukturen

B077 C Fettzellen der Niere

Welche Zellen gehören zum Binde- und Stützgewebe?

Richtig ist die Antwort „Fettzellen der Niere“. Fettzellen gehören zum Binde- und Stützgewebe, und das gilt auch für das Fettgewebe, das die Niere umgibt und sie in ihrer Lage hält. Man unterscheidet vier Grundgewebe: Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe. Zum Binde- und Stützgewebe zählen neben dem Fettgewebe auch lockeres und straffes Bindegewebe, Knorpel, Knochen sowie Blut, denn alle entstehen aus dem mittleren Keimblatt und zeichnen sich durch reichlich Zwischenzellschicht aus.

Die Antwort „Darmepithel“ ist falsch: Das Darmepithel ist Epithelgewebe. Es kleidet den Darm aus, nimmt Nährstoffe auf und ist durch seinen Bürstensaum stark oberflächenvergrößert.

Die Antwort „Schwann-Zellen“ ist falsch: Schwann-Zellen gehören zum Nervengewebe. Sie umhüllen die Fortsätze peripherer Nervenzellen und bilden dort die Myelinscheide.

Die Antwort „Drüsenzellen der Mamma“ ist falsch: Drüsenzellen der Brustdrüse sind Epithelzellen, denn Drüsen entstehen aus Epithelien, die in die Tiefe wachsen.

Die Antwort „Neuronen“ ist falsch: Neuronen sind die eigentlichen Nervenzellen und bilden mit den Gliazellen das Nervengewebe.

Zum Weiterdenken: Blut zählt zum Binde- und Stützgewebe, obwohl es flüssig ist. Welches gemeinsame Merkmal rechtfertigt diese auf den ersten Blick überraschende Zuordnung?

MERKE

Vier Grundgewebe: Epithel, Binde- und Stützgewebe, Muskel, Nerv — Fett und Blut zählen zum Bindegewebe.

LEHRTEXT IM KURS

Gewebe

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Zellen dem Binde- und Stützgewebe zuordnen

B078 E Mastzellen

Welche beweglichen Zellen findet man im Bindegewebe?

Richtig ist die Antwort „Mastzellen“. Im Bindegewebe unterscheidet man ortsständige Zellen, die dort entstehen und bleiben, von freien beweglichen Zellen, die eingewandert sind und sich aktiv fortbewegen können. Mastzellen gehören zur zweiten Gruppe: Sie stammen aus dem Knochenmark, wandern über das Blut ein und speichern in ihren Körnchen Histamin und Heparin, die sie bei allergischen Reaktionen ausschütten. Zu den freien Zellen zählen außerdem Makrophagen, Lymphozyten und Plasmazellen.

Die Antwort „Fettzellen“ ist falsch: Fettzellen sind ortsständig. Sie lagern Fett in einem großen Tropfen ein, der den Kern an den Rand drängt, und bleiben an ihrem Platz.

Die Antwort „Chondrozyten“ ist falsch: Chondrozyten sind Knorpelzellen und sitzen unbeweglich in kleinen Höhlen der Knorpelgrundsubstanz.

Die Antwort „Osteozyten“ ist falsch: Osteozyten sind die reifen Knochenzellen und liegen regelrecht eingemauert in der verkalkten Matrix. Sie stehen nur über feine Fortsätze miteinander in Verbindung.

Die Antwort „Fibroblasten“ ist falsch: Fibroblasten sind die klassischen ortsständigen Zellen des Bindegewebes. Sie bilden Kollagen und weitere Bestandteile der Zwischenzellsubstanz und sind zwar begrenzt verschiebbar, gelten aber als ansässig.

Zum Weiterdenken: Die freien Zellen des Bindegewebes stammen fast alle aus dem Knochenmark und gehören zur Abwehr. Warum ist es sinnvoll, solche Zellen ausgerechnet im Bindegewebe bereitzuhalten?

MERKE

Ortsständig sind Fibroblast, Fettzelle, Chondrozyt und Osteozyt – beweglich sind die eingewanderten Abwehrzellen wie die Mastzelle.

LEHRTEXT IM KURS

Gewebe

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Ortsständige und freie Zellen des Bindegewebes unterscheiden

B079 A Fettzellen der Nierenkapsel

Welche Zellen gehören zum Binde- und Stützgewebe?

Richtig ist die Antwort „Fettzellen der Nierenkapsel“. Fettzellen zählen zum Binde- und Stützgewebe, denn sie entstehen wie alle Bindegewebszellen aus dem Mesenchym. Das Baufettgewebe der Nierenkapsel hat dabei eine mechanische Aufgabe: Es polstert die Niere und hält sie in ihrer Lage – bei starker Abmagerung kann die Niere deshalb absinken.

Die Antwort „Augenlinsenzellen“ ist falsch: Die Zellen der Augenlinse gehen aus dem Ektoderm hervor und sind hochspezialisierte Epithelzellen. Sie verlieren im Laufe ihrer Reifung Kern und Organellen, um vollkommen durchsichtig zu werden.

Die Antwort „Darmepithelzellen“ ist falsch: Darmepithelzellen bilden Epithelgewebe. Sie kleiden den Darm aus und nehmen über ihren Bürstensaum Nährstoffe auf.

Die Antwort „Nervenzellen“ ist falsch: Nervenzellen gehören zum Nervengewebe, dem vierten der Grundgewebe.

Die Antwort „Brustdrüsenzellen“ ist falsch: Brustdrüsenzellen sind Epithelzellen, denn Drüsen entstehen aus Epithelien, die in die Tiefe wachsen.

Zum Weiterdenken: Fettgewebe polstert, speichert Energie und bildet Hormone. Wie passt diese Vielfalt an Aufgaben zu seiner Zuordnung zum Binde- und Stützgewebe?

MERKE

Fett ist Bindegewebe – Drüsen, Darm und Linse dagegen sind Epithel.

LEHRTEXT IM KURS

Gewebe

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Gewebearten an konkreten Organstrukturen erkennen

ORGAN- UND STRUKTURSISTEME

Atmungssystem



LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B080 A Im Blut werden O₂ und CO₂ an Erythrozyten gebunden, auch ein Teil des CO₂ wird an Erythrozyten (Hämoglobin) gebunden

Welche Aussagen zur Atmung treffen zu?

Richtig ist die Antwort „Im Blut werden O₂ und CO₂ an Erythrozyten gebunden, auch ein Teil des CO₂ wird an Erythrozyten (Hämoglobin) gebunden“. Sauerstoff wird nahezu vollständig an das Hämoglobin der roten Blutkörperchen gebunden transportiert, denn im Plasma allein ließe sich nur ein verschwindend kleiner Teil lösen. Beim Kohlenstoffdioxid ist die Lage vielfältiger: Der größte Teil wird als Bikarbonat transportiert, das mithilfe eines Enzyms im Erythrozyten entsteht, ein weiterer Teil wird unmittelbar an das Eiweiß des Hämoglobins gebunden, und ein kleiner Rest bleibt physikalisch gelöst. Ein Teil des Kohlenstoffdioxids reist also tatsächlich am Hämoglobin mit, allerdings an anderer Stelle als der Sauerstoff.

Die Antwort „Bei einem Atemzug wird die gesamte Luftmenge in der Lunge erneuert“ ist falsch: Bei einem Atemzug wird nur ein Bruchteil der Luft ausgetauscht. Von etwa drei Litern in der Lunge werden je Atemzug rund fünfhundert Milliliter bewegt, und davon erreicht ein Teil die Lungenbläschen gar nicht.

Die Antwort „CO₂ wird ausschließlich im Blutplasma gelöst transportiert“ ist falsch: Ausschließlich gelöst wird Kohlenstoffdioxid nicht transportiert, das trifft nur auf einen kleinen Anteil zu.

Die Antwort „O₂ wird nur im Blutplasma gelöst transportiert“ ist falsch: Sauerstoff wird ganz überwiegend gebunden und nicht gelöst befördert.

Die Antwort „Erythrozyten transportieren kein CO₂“ ist falsch: Erythrozyten transportieren sehr wohl Kohlenstoffdioxid, sowohl gebunden als auch in Form des in ihnen gebildeten Bikarbonats.

Zum Weiterdenken: Dass die Lunge sich bei einem Atemzug nicht vollständig entleert, ist kein Mangel, sondern nötig. Welchen Vorteil hat die verbleibende Restluft für den Gasaustausch?

MERKE

Sauerstoff fast nur gebunden, Kohlenstoffdioxid auf drei Wegen — überwiegend als Bikarbonat.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Den Transport von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid im Blut beschreiben

B081 D 12–18

Wie viele Atemzüge pro Minute beträgt die Ruheatemfrequenz?

Richtig ist die Antwort „12-18“. Ein gesunder Erwachsener atmet in Ruhe rund zwölf- bis achtzehnmal je Minute. Zur Einordnung lohnt sich der Vergleich mit dem Puls: Auf etwa einen Atemzug kommen vier bis fünf Herzschläge. Säuglinge atmen mit rund vierzig Zügen je Minute deutlich schneller, und die Frequenz sinkt im Lauf des Wachstums stetig ab.

Die Antwort „4-8“ ist falsch: Vier bis acht Atemzüge je Minute wären eine ausgeprägte Bradypnoe, wie sie etwa bei einer Vergiftung mit Opiaten auftritt.

Die Antwort „20-26“ ist falsch: Zwanzig bis sechszwanzig Atemzüge je Minute liegen bereits über der Ruhefrequenz und träten bei Anstrengung oder Fieber auf.

Die Antwort „30-36“ ist falsch: Dreißig bis sechsdreißig Atemzüge je Minute wären eine deutliche Tachypnoe.

Die Antwort „40-50“ ist falsch: Vierzig bis fünfzig Atemzüge je Minute entsprechen der Atmung eines Neugeborenen, nicht der eines Erwachsenen.

Zum Weiterdenken: Der Atemantrieb hängt vor allem am Kohlenstoffdioxid und nicht am Sauerstoff. Warum ist es deshalb gefährlich, vor dem Tauchen bewusst mehrfach tief durchzuatmen?

MERKE

Rund zwölf Atemzüge je Minute, ein halber Liter je Zug — gesteuert über das Kohlenstoffdioxid.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Ruheatemfrequenz des Erwachsenen einordnen

B082 E 2 Links, 3 Rechts

Aus wie vielen Lappen bestehen die zwei Lungenflügel?

Richtig ist die Antwort „2 Links, 3 Rechts“. Der rechte Lungenflügel besteht aus drei Lappen, der linke aus zwei. Der Grund für diese Ungleichheit ist das Herz, das nach links versetzt liegt und dort Platz beansprucht; der linke Lungenflügel weicht ihm mit einer Einbuchtung aus und kommt mit einem Lappen weniger aus. Insgesamt hat die Lunge damit fünf Lappen, die sich weiter in Segmente gliedern – eine Einteilung, die bei Operationen wichtig ist, weil sich einzelne Segmente gezielt entfernen lassen.

Die Antwort „3 Links, 4 Rechts“ ist falsch: Drei links und vier rechts kehrt das Verhältnis um und nennt zudem eine Lappenzahl, die es nicht gibt.

Die Antwort „3 Links, 3 Rechts“ ist falsch: Drei zu drei übersieht, dass links das Herz Raum beansprucht.

Die Antwort „2 Links, 2 Rechts“ ist falsch: Zwei zu zwei lässt den dritten Lappen rechts außer Acht.

Die Antwort „1 Links, 2 Rechts“ ist falsch: Ein einzelner Lappen links entspricht keinem menschlichen Bauplan.

Zum Weiterdenken: Das Herz liegt nach links versetzt, und die linke Lunge weicht ihm aus. Welche weiteren Unterschiede zwischen rechter und linker Lunge lassen sich allein aus dieser Nachbarschaft ableiten?

MERKE

Rechts drei, links zwei – links macht das Herz einen Lappen Platz.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Lappengliederung der Lunge angeben

B083 E Es wölbt sich nach unten und flacht ab

Was geschieht mit dem Zwerchfell, wenn man einatmet?

Richtig ist die Antwort „Es wölbt sich nach unten und flacht ab“. Beim Einatmen zieht sich das Zwerchfell zusammen, wodurch sich seine Kuppel nach unten senkt und abflacht. Der Brustraum wird dadurch größer, der Druck darin sinkt unter den Außendruck, und Luft strömt in die Lunge. Unterstützt wird das durch die Zwischenrippenmuskeln, die den Brustkorb heben und weiten. Das Ausatmen verläuft in Ruhe umgekehrt und ganz ohne Muskelarbeit: Das Zwerchfell erschlafft, wölbt sich wieder nach oben, und die elastische Lunge zieht sich von selbst zusammen.

Die Antwort „Es wölbt sich nach oben“ ist falsch: Nach oben wölbt sich das Zwerchfell beim Ausatmen.

Die Antwort „Es bleibt unverändert“ ist falsch:

Unverändert bleibt es nicht, denn dann fände keine Atmung statt.

Die Antwort „Es zieht sich seitlich zusammen“ ist falsch:

Eine seitliche Zusammenziehung entspricht nicht seinem Bau als Kuppel.

Die Antwort „Es hebt sich kuppelförmig an“ ist falsch: Das

kuppelförmige Anheben ist ebenfalls die Ausatembewegung.

Zum Weiterdenken: Einatmen kostet Muskelarbeit, Ausatmen in Ruhe nicht. Welche Eigenschaft von Lunge und Brustkorb macht das möglich?

MERKE

Einatmen heißt Zwerchfell runter und Brustraum größer – Ausatmen geht in Ruhe von allein.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Bewegung des Zwerchfells beim Einatmen beschreiben

B084 C Die Luftröhre teilt sich unmittelbar in einen linken und zwei rechte Hauptbronchien

Welche Aussage über Luftröhre und Lunge ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Die Luftröhre teilt sich unmittelbar in einen linken und zwei rechte Hauptbronchien“, denn gesucht ist die falsche Aussage.

Die Luftröhre teilt sich an ihrem unteren Ende in genau zwei Hauptbronchien, einen für jeden Lungenflügel. Erst diese teilen sich weiter, und zwar in die Lappenbronchien – links zwei, rechts drei, entsprechend der Lappenzahl. Die Aussage vermischt also die Ebene der Hauptbronchien mit der der Lappenbronchien.

Die Antwort „Die Luftröhre wird durch Knorpelspangen offengehalten“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Hufeisenförmige Knorpelspangen halten die Luftröhre offen. Sie sind nach hinten offen, damit die dahinterliegende Speiseröhre sich beim Schlucken ausdehnen kann.

Die Antwort „Die Luftröhre ist etwa 10-13 cm lang“ ist richtig: Die Luftröhre misst etwa zehn bis dreizehn Zentimeter.

Die Antwort „Die Luftröhre besitzt Flimmerepithel und befeuchtet die eingeatmete Luft“ ist richtig: Ihr Flimmerepithel befeuchtet und reinigt die Luft und befördert Schleim samt Staub nach oben zum Rachen.

Die Antwort „Die Hauptbronchien teilen sich weiter in Lappenbronchien auf“ ist richtig: Die Hauptbronchien teilen sich in Lappenbronchien und diese weiter in Segmentbronchien.

Zum Weiterdenken: Der rechte Hauptbronchus verläuft steiler und weiter als der linke. Welche Folge hat dieser Unterschied, wenn ein Fremdkörper eingeatmet wird?

MERKE

Zwei Hauptbronchien, dann zwei Lappenbronchien links und drei rechts.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Aufteilung der Luftröhre korrekt beschreiben

B085 A Zwerchfell

Wodurch sind Oberbauch und Brusthöhle voneinander getrennt?

Richtig ist die Antwort „Zwerchfell“. Das Zwerchfell trennt die Brusthöhle vom Bauchraum. Es ist eine kuppelförmige Muskel-Sehnen-Platte und zugleich der wichtigste Atemmuskel: Zieht es sich zusammen, flacht es ab, der Brustraum wird größer, und Luft strömt ein. Drei größere Öffnungen lassen Speiseröhre, Aorta und untere Hohlvene hindurchtreten.

Die Antwort „Lungenfell“ ist falsch: Das Lungenfell überzieht die Lunge unmittelbar und bildet zusammen mit dem Rippenfell den Pleuraspalt.

Die Antwort „Bauchfell“ ist falsch: Das Bauchfell kleidet die Bauchhöhle aus und überzieht die Bauchorgane, trennt aber nicht die beiden Körperhöhlen.

Die Antwort „Brustbein“ ist falsch: Das Brustbein liegt vorn und schließt den Brustkorb nach vorn ab, nicht nach unten.

Die Antwort „Rippenfell“ ist falsch: Das Rippenfell kleidet den Brustkorb von innen aus.

Zum Weiterdenken: Das Zwerchfell ist zugleich Trennwand und Hauptatemmuskel. Warum wird die Atmung erheblich erschwert, wenn der Nerv, der es versorgt, ausfällt?

MERKE

Das Zwerchfell trennt Brust und Bauch — und ist zugleich der wichtigste Atemmuskel.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Das Zwerchfell als Trennwand zwischen Brust- und Bauchraum benennen

B086 A Die Lungenbläschen (Alveolen) sind mit einschichtigem Plattenepithel ausgekleidet

Welche Aussage zur Lunge ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Lungenbläschen (Alveolen) sind mit einschichtigem Plattenepithel ausgekleidet“. Die Lungenbläschen sind mit einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet, also mit den flachsten und dünnsten Zellen, die der Körper zu bieten hat. Das ist keine Zufälligkeit, sondern Voraussetzung: Der Gasaustausch geschieht durch Diffusion, und die Strecke, die Sauerstoff

und Kohlenstoffdioxid zurücklegen müssen, beträgt hier weniger als einen Mikrometer. Jede zusätzliche Zellschicht würde den Austausch verlangsamen.

Die Antwort „Bei einem Atemzug wird die gesamte Luft in der Lunge erneuert“ ist falsch: Bei einem Atemzug wird nur ein Bruchteil der Luft erneuert, nämlich etwa ein halber Liter von rund drei Litern in der Lunge.

Die Antwort „Beim Ausatmen gelangt die Luft zuerst durch den Kehlkopf, dann die Trachea“ ist falsch: Beim Ausatmen strömt die Luft zuerst durch die Luftröhre und danach durch den Kehlkopf, denn sie bewegt sich von der Lunge nach außen. Die Reihenfolge ist hier umgekehrt genannt.

Die Antwort „Die Lunge füllt sich durch aktives Absenken des Zwerchfells beim Ausatmen“ ist falsch: Das Zwerchfell senkt sich beim Einatmen und nicht beim Ausatmen.

Die Antwort „Alveolen sind mit mehrschichtigem Epithel ausgekleidet“ ist falsch: Mehrschichtiges Epithel findet sich dort, wo Schutz gebraucht wird, etwa in der Haut oder der Speiseröhre. In den Alveolen wäre es hinderlich.

Zum Weiterdenken: Überall dort, wo etwas rasch hindurchtreten soll, findet man einschichtiges Epithel, überall dort, wo geschützt werden muss, mehrschichtiges. Wie hilft dir dieses Prinzip, den Bau eines Gewebes aus seiner Aufgabe vorherzusagen?

MERKE

Dünn ist schnell — die Alveolen haben deshalb die flachste Zellschicht des Körpers.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Bau der Lungenbläschen und den Weg der Atemluft prüfen

B087 C Lungenbläschen

Wo gibt es einschichtiges Plattenepithel?

Richtig ist die Antwort „Lungenbläschen“. Einschichtiges Plattenepithel findet sich in den Lungenbläschen. Es ist so dünn, dass Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid nahezu ungehindert hindurchdiffundieren können — genau das ist der Zweck. Ein solches Epithel findet man überall dort, wo rascher Stoffdurchtritt gefragt ist, etwa auch in den Wänden der feinsten Blutgefäße.

Die Antwort „Bronchien“ ist falsch: Die Bronchien tragen ein mehrreihiges Flimmerepithel mit Becherzellen. Es befeuchtet die Luft und befördert Schleim samt Staub nach oben.

Die Antwort „Trachea“ ist falsch: Auch die Luftröhre trägt Flimmerepithel, das die Atemluft reinigt.

Die Antwort „Nasenhöhle“ ist falsch: In der Nasenhöhle findet sich ebenfalls Flimmerepithel, dazu im Dach der Riechschleimhaut.

Die Antwort „Kehlkopf“ ist falsch: Der Kehlkopf trägt an den Stimmlippen sogar mehrschichtiges Plattenepithel, weil diese Stelle mechanisch stark beansprucht wird.

Zum Weiterdenken: Auf dem Weg von der Nase bis zu den Alveolen wird das Epithel immer dünner. Wie spiegelt dieser Übergang den Wechsel von Reinigung zu Gasaustausch wider?

MERKE

Flimmerepithel reinigt den Weg, Plattenepithel lässt am Ziel den Gasaustausch zu.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Epitheltypen des Atemtrakts unterscheiden

B088 D Zwerchfell

Was trennt Brust- und Bauchhöhle?

Richtig ist die Antwort „Zwerchfell“. Brust- und Bauchhöhle werden durch das Zwerchfell voneinander getrennt. Es ist eine kuppelförmige Platte aus Muskel- und Sehnengewebe, deren Kuppel weit in den Brustraum hineinragt — weshalb die oberen Bauchorgane wie Leber und Milz gut unter dem Rippenbogen geschützt liegen. Drei Öffnungen lassen Speiseröhre, Aorta und untere Hohlvene passieren.

Die Antwort „Bauchnetz“ ist falsch: Das große Netz ist eine schürzenartige Bauchfellfalte, die den Bauchorganen vorgelagert ist und Entzündungen abschirmen kann.

Die Antwort „Rippenbogen“ ist falsch: Der Rippenbogen ist die untere knöcherne Begrenzung des Brustkorbs, aber keine Trennwand zwischen den Höhlen.

Die Antwort „Brustbein“ ist falsch: Das Brustbein schließt den Brustkorb nach vorn ab.

Die Antwort „Bauchfell“ ist falsch: Das Bauchfell kleidet die Bauchhöhle aus und überzieht die Organe.

Zum Weiterdenken: Durch das Zwerchfell treten drei große Strukturen hindurch. Warum sind gerade diese Durchtrittsstellen Schwachpunkte, an denen Brüche entstehen können?

MERKE

Das Zwerchfell trennt Brust und Bauch — mit drei Durchlässen für Speiseröhre, Aorta und Hohlvene.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die Trennwand der beiden Körperhöhlen erneut benennen

B089 A 12-18 Atemzüge pro Minute

Wie ist die Atemfrequenz eines Erwachsenen?

Richtig ist die Antwort „12-18 Atemzüge pro Minute“. Ein gesunder Erwachsener atmet in Ruhe zwölf- bis achtzehnmal je Minute. Merken lässt sich das über das Verhältnis zum Puls: Auf einen Atemzug kommen etwa vier bis fünf Herzschläge.

Die Antwort „4-8 Atemzüge pro Minute“ ist falsch: Vier bis acht Atemzüge je Minute wären eine ausgeprägte Bradypnoe.

Die Antwort „12-18 Atemzüge pro Minute“ ist falsch: Zwanzig bis fünfundzwanzig wäre für einen ruhenden Erwachsenen bereits beschleunigt.

Die Antwort „20-26 Atemzüge pro Minute“ ist falsch: Zwanzig bis sechsundzwanzig Atemzüge je Minute liegen bereits oberhalb der Ruhefrequenz.

Die Antwort „30-36 Atemzüge pro Minute“ ist falsch: Dreißig bis sechsunddreißig Atemzüge je Minute wären eine deutliche Tachypnoe.

Die Antwort „40-50 Atemzüge pro Minute“ ist falsch: Vierzig bis fünfzig Atemzüge je Minute entsprechen der Atmung eines Neugeborenen.

Zum Weiterdenken: Ein Teil jedes Atemzugs erreicht die Lungenbläschen nie, sondern füllt nur die Luftwege. Warum ist tiefes Atmen deshalb wirksamer als schnelles?

MERKE

Rund zwölf Atemzüge je Minute — tiefer atmen bringt mehr als schneller atmen.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die Ruheatemfrequenz erneut angeben

B090 B 2 links, 3 rechts

Wie viele Lungenlappen besitzt die Lunge rechts und links?

Richtig ist die Antwort „2 links, 3 rechts“. Rechts besitzt die Lunge drei Lappen, links zwei. Die Ungleichheit erklärt sich aus dem Herzen, das nach links versetzt liegt; der linke Lungenflügel weicht ihm mit einer deutlichen Einbuchtung aus und kommt mit einem Lappen weniger aus. Getrennt werden die Lappen durch tiefe Spalten, und jeder von ihnen wird von einem eigenen Lappenbronchus versorgt.

Die Antwort „2 links, 2 rechts“ ist falsch: Zwei zu zwei übersieht den dritten Lappen rechts.

Die Antwort „3 links, 2 rechts“ ist falsch: Drei links und zwei rechts kehrt das Verhältnis um.

Die Antwort „3 rechts, 4 links“ ist falsch: Vier Lappen links gibt es nicht.

Die Antwort „3 rechts, 3 links“ ist falsch: Drei zu drei lässt außer Acht, dass links das Herz Platz beansprucht.

Zum Weiterdenken: Die Lappen lassen sich weiter in Segmente gliedern, die je einen eigenen Bronchus und eigene Gefäße haben. Welchen Vorteil bietet diese Gliederung bei einer Operation?

MERKE

Rechts drei, links zwei — das Herz kostet die linke Lunge einen Lappen.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Lappenzahl der Lunge erneut angeben

B091 C Sauerstoff wird im Blut an das Hämoglobin der roten Blutkörperchen gebunden.

Welche der folgenden Aussagen zur Atmung ist zutreffend?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoff wird im Blut an das Hämoglobin der roten Blutkörperchen gebunden“.

Sauerstoff wird im Blut ganz überwiegend an das Hämoglobin der roten Blutkörperchen gebunden transportiert, nämlich zu etwa achtundneunzig Prozent. Nur ein verschwindend kleiner Rest ist physikalisch im Plasma gelöst. Ohne dieses Transportprotein könnte das Blut nur einen Bruchteil des benötigten Sauerstoffs befördern.

Die Antwort „In der Lunge wird mit jedem Atemzug die gesamte Luftmenge erneuert“ ist falsch: Bei einem Atemzug wird nur etwa ein Sechstel der Luft in der Lunge ausgetauscht.

Die Antwort „In den Bronchien findet der Gasaustausch Sauerstoff Kohlendioxid statt“ ist falsch: Der Gasaustausch findet in den Lungenbläschen statt. Die Bronchien gehören zu den zuführenden Wegen, in denen kein Austausch stattfindet — man nennt diesen Bereich deshalb Totraum.

Die Antwort „Kohlendioxid wird ausschließlich physikalisch gelöst im Blutplasma transportiert“ ist falsch: Physikalisch gelöst wird nur ein kleiner Teil des Kohlendioxids befördert. Der weitaus größte Anteil wird als Hydrogencarbonat transportiert, ein weiterer Teil an das Hämoglobin gebunden.

Die Antwort „Der Sauerstoffpartialdruck in der Ausatemluft ist höher als in der Einatemluft“ ist falsch: Der Sauerstoffanteil der Ausatemluft ist niedriger als der der Einatemluft, denn ein Teil wurde ja aufgenommen.

Zum Weiterdenken: Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid binden beide an das Hämoglobin, aber an verschiedenen Stellen. Warum können sie sich deshalb gegenseitig kaum verdrängen?

MERKE

Sauerstoff ans Eisen, Kohlenstoffdioxid ans Eiweiß — Platz ist für beide.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Den Sauerstofftransport im Blut korrekt beschreiben

B092 D Zwerchfell

Was trennt die Brusthöhle von der Bauchhöhle?

Richtig ist die Antwort „Zwerchfell“. Das Zwerchfell trennt Brust- und Bauchhöhle. Die übrigen Antwortmöglichkeiten benennen sämtlich Häute, die Organe überziehen oder Räume auskleiden, aber keine Körperhöhlen voneinander trennen — wer diesen Unterschied erkennt, hat die Aufgabe bereits gelöst.

Die Antwort „Lungenfell“ ist falsch: Das Lungenfell überzieht die Lunge unmittelbar.

Die Antwort „Bauchfell“ ist falsch: Das Bauchfell kleidet die Bauchhöhle aus und überzieht die Bauchorgane.

Die Antwort „Herzfell“ ist falsch: Das Herzfell umgibt das Herz als doppelwandiger Beutel und ermöglicht ihm, sich reibungsarm zu bewegen.

Die Antwort „Brustfell“ ist falsch: Das Brustfell kleidet den Brustkorb von innen aus und bildet zusammen mit dem Lungenfell den Pleuraspalt, in dem ein Unterdruck herrscht.

Zum Weiterdenken: Alle genannten Häute bestehen aus derselben Art von Gewebe und erfüllen dieselbe Grundaufgabe. Welche ist das, und warum braucht der Körper sie an so vielen Stellen?

MERKE

Felle überziehen, das Zwerchfell trennt.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Das Zwerchfell erneut als Trennwand bestimmen

B093 C Ösophagus

An welche anatomische Struktur grenzt der rechte Lungenflügel?

Richtig ist die Antwort „Ösophagus“. Der rechte Lungenflügel grenzt an die Speiseröhre. Sie verläuft im Mittelfellraum hinter der Luftröhre und weicht dabei nach rechts aus, weil links der Aortenbogen und die absteigende Aorta Platz beanspruchen. Deshalb hinterlässt sie an der Innenfläche der rechten Lunge eine deutliche Rinne. Die übrigen genannten Strukturen liegen sämtlich links der Mittellinie und grenzen an den linken Lungenflügel.

Die Antwort „Truncus pulmonalis“ ist falsch: Der Lungenstamm entspringt der rechten Kammer und teilt sich rasch; er liegt weiter vorne und mittig.

Die Antwort „Linke Kammer“ ist falsch: Die linke Kammer liegt der linken Lunge an und formt dort die Herzeinbuchtung.

Die Antwort „Linker Vorhof“ ist falsch: Auch der linke Vorhof liegt links.

Die Antwort „Aortenbogen“ ist falsch: Der Aortenbogen zieht nach links und hinten und hinterlässt an der linken Lunge einen Abdruck.

Zum Weiterdenken: Die Speiseröhre weicht nach rechts aus, die Aorta beansprucht links Raum. Wie erklärt dieses Ausweichen die unterschiedliche Form der beiden Lungenflügel?

MERKE

Links drängt das Herz mit der Aorta, rechts liegt die Speiseröhre an.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Nachbarschaft der rechten Lunge bestimmen

B094 D 12-18/min

Wie hoch ist die normale Atemfrequenz eines gesunden Erwachsenen pro Minute?

Richtig ist die Antwort „12-18/min“. Die Ruheatemfrequenz eines gesunden Erwachsenen liegt bei zwölf bis achtzehn Atemzügen je Minute. Zusammen mit dem Atemzugvolumen von rund einem halben Liter ergibt das ein Atemminutenvolumen von etwa sieben bis neun Litern.

Die Antwort „4-8/min“ ist falsch: Vier bis acht Atemzüge je Minute wären eine ausgeprägte Bradypnoe, etwa bei einer Opiatvergiftung.

Die Antwort „20-26/min“ ist falsch: Zwanzig bis sechsundzwanzig Atemzüge je Minute treten bei Anstrengung oder Fieber auf, nicht in Ruhe.

Die Antwort „30-36/min“ ist falsch: Dreißig bis sechsunddreißig Atemzüge je Minute sind eine deutliche Tachypnoe.

Die Antwort „40-50/min“ ist falsch: Vierzig bis fünfzig Atemzüge je Minute entsprechen einem Neugeborenen.

Zum Weiterdenken: In verschiedenen Jahrgängen wurden für dieselbe Frage unterschiedliche Bereiche als richtig geführt. Wie gehst du im Test mit Zahlenbereichen um, die sich je nach Quelle leicht unterscheiden?

MERKE

Größenordnung merken: rund zwölf bis achtzehn Atemzüge je Minute, ein halber Liter je Zug.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Ruheatemfrequenz einordnen

B095 A Muscheln

Wie werden die Strukturen zur Oberflächenvergrößerung in der Nase bezeichnet?

Richtig ist die Antwort „Muscheln“. In der Nasenhöhle vergrößern drei paarige Nasenmuscheln die Oberfläche. Es sind dünne, nach unten eingerollte Knochenlamellen, die von gut durchbluteter Schleimhaut überzogen sind und den Luftstrom in Wirbel zwingen. Dadurch wird die

eingeatmete Luft angewärmt, befeuchtet und von Staubteilchen befreit, bevor sie die empfindlichen unteren Atemwege erreicht. Ihre Form erinnert an Muschelschalen, woher der Name stammt.

Die Antwort „Schnecke“ ist falsch: Die Schnecke ist der Hörteil des Innenohrs.

Die Antwort „Trabekel“ ist falsch: Trabekel sind feine Bälkchen, wie man sie etwa im Inneren der Knochen oder in der Milz findet.

Die Antwort „Falten“ ist falsch: Falten vergrößern die Oberfläche an anderen Stellen, etwa im Dünndarm als Kerckring-Falten, nicht aber in der Nase.

Die Antwort „Höhle“ ist falsch: Die Höhle ist der Raum selbst und keine Struktur zu seiner Vergrößerung.

Zum Weiterdenken: Bei Mundatmung entfallen Anwärmung, Befeuchtung und Reinigung weitgehend. Welche Folgen hat das für die unteren Atemwege, besonders in kalter Luft?

MERKE

Drei Nasenmuscheln wärmen, befeuchten und reinigen die Atemluft.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Nasenmuscheln als Strukturen der Oberflächenvergrößerung benennen

B096 E Alveolen sind mit einschichtigem Plattenepithel ausgekleidet

Welche Aussage zum Atmungssystem trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Alveolen sind mit einschichtigem Plattenepithel ausgekleidet“. Die Lungenbläschen sind mit einschichtigem Plattenepithel ausgekleidet, denn nur eine so dünne Schicht erlaubt den raschen Gasaustausch durch Diffusion.

Die Antwort „Bei jedem Atemzug wird die gesamte Luftmenge der Lunge ausgetauscht“ ist falsch: Bei einem Atemzug wird nur etwa ein Sechstel der Luft in der Lunge ausgetauscht. Ein vollständiger Austausch wäre weder möglich noch sinnvoll, denn die verbleibende Restluft hält den Gasaustausch auch zwischen den Atemzügen aufrecht.

Die Antwort „Luft geht beim Einatmen von der Trachea zum Kehlkopf“ ist falsch: Beim Einatmen strömt die Luft vom Kehlkopf zur Luftröhre und nicht umgekehrt. Die genannte Richtung entspricht dem Ausatmen.

Die Antwort „Der Gasaustausch findet in den Bronchien statt“ ist falsch: Der Gasaustausch findet in den Alveolen statt. Die Bronchien gehören zum Totraum, in dem kein Austausch möglich ist.

Die Antwort „Die Stimmbänder liegen im Rachen“ ist falsch: Die Stimmbänder liegen im Kehlkopf und nicht im Rachen. Der Kehlkopf schließt zugleich beim Schlucken die Luftröhre ab.

Zum Weiterdenken: Jede der vier falschen Aussagen verschiebt entweder einen Ort oder eine Richtung. Wie systematisch lässt sich eine solche Aufgabe prüfen, wenn man diese Bauart einmal erkannt hat?

MERKE

Getauscht wird nur in den Alveolen, gesprochen nur im Kehlkopf, und eingeatmet von oben nach unten.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Aussagen zum Atmungssystem systematisch prüfen

B097 C Alveolen

Welcher Anteil des Atmungssystems besteht aus einschichtigem dünnen Plattenepithel?

Richtig ist die Antwort „Alveolen“. Einschichtiges Plattenepithel kleidet die Lungenbläschen aus. Es ist nur wenige Zehntel Mikrometer dick, und zusammen mit der Basalmembran und der ebenso dünnen Wand der anliegenden Kapillare ergibt sich eine Trennstrecke von weniger als einem Mikrometer. Nur so kann der Gasaustausch durch Diffusion in der kurzen Zeit gelingen, die ein Erythrozyt für die Passage braucht.

Die Antwort „Bronchien“ ist falsch: Die Bronchien tragen mehrreihiges Flimmerepithel mit Becherzellen.

Die Antwort „Nasen“ ist falsch: Die Nasenhöhle trägt ebenfalls Flimmerepithel sowie im Dach die Riechschleimhaut.

Die Antwort „Kehlkopf“ ist falsch: Der Kehlkopf trägt an den mechanisch beanspruchten Stimmlippen sogar mehrschichtiges Plattenepithel.

Die Antwort „Trachea“ ist falsch: Die Luftröhre trägt Flimmerepithel, das Schleim samt Staub nach oben befördert.

Zum Weiterdenken: Ein roter Blutkörperchen hat weniger als eine Sekunde Zeit, um seinen Sauerstoff aufzunehmen. Welche baulichen Voraussetzungen machen das überhaupt möglich?

MERKE

Wo getauscht wird, ist es dünn — wo transportiert wird, ist es bewimpert.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Das Plattenepithel erneut den Alveolen zuordnen

B098 E Kehlkopf

Ab wo verlaufen Atem- und Speiseweg getrennt voneinander?

Richtig ist die Antwort „Kehlkopf“. Atem- und Speiseweg kreuzen sich im Rachen und trennen sich erst am Kehlkopf endgültig: Die Luft tritt in den Kehlkopf und weiter in die

Luftröhre, die Nahrung gleitet daran vorbei in die dahinterliegende Speiseröhre. Beim Schlucken verschließt der Kehldeckel den Kehlkopfeingang, und der gesamte Kehlkopf zieht sich nach oben, sodass nichts in die Atemwege gelangt. Verschluckt man sich, hat genau dieser Verschluss nicht rechtzeitig gegriffen.

Die Antwort „Rachen“ ist falsch: Im Rachen laufen beide Wege noch gemeinsam — das ist gerade die Kreuzungsstelle.

Die Antwort „Speiseröhre“ ist falsch: Die Speiseröhre gehört bereits zum getrennten Speiseweg und liegt hinter dem Kehlkopf.

Die Antwort „Mundhöhle“ ist falsch: In der Mundhöhle beginnt der gemeinsame Weg.

Die Antwort „Nasenhöhle“ ist falsch: Auch die Nasenhöhle mündet in den gemeinsamen Rachenraum.

Zum Weiterdenken: Beim Menschen kreuzen sich Atem- und Speiseweg, was das Verschlucken überhaupt erst möglich macht. Welchen Vorteil erkaufte sich der Mensch mit dieser riskanten Bauweise?

MERKE

Gekreuzt wird im Rachen, getrennt erst am Kehlkopf — der Kehldeckel sichert die Weiche.

LEHRTEXT IM KURS

Atmungssystem

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Trennung von Atem- und Speiseweg verorten

B099 C Lunge

Welches Organ ist neben der Niere am wichtigsten für den Säure-Basen-Haushalt?

Richtig ist die Antwort „Lunge“. Neben der Niere ist die Lunge das wichtigste Organ für den Säure-Basen-Haushalt. Der Zusammenhang ergibt sich über das Kohlenstoffdioxid: Gelöst im Blut bildet es Kohlensäure, sodass mehr Kohlenstoffdioxid den pH-Wert senkt und weniger ihn hebt. Durch schnellere oder langsamere Atmung kann der Körper deshalb binnen Minuten gegensteuern — die Lunge ist der schnelle Regler, die Niere mit ihrer Ausscheidung von Wasserstoffionen und der Rückgewinnung von Bikarbonat der langsame, dafür dauerhafte.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber ist an vielen Stoffwechselwegen beteiligt, aber nicht der zweite Hauptregler des pH-Werts.

Die Antwort „Herz“ ist falsch: Das Herz befördert das Blut, greift aber nicht regelnd ein.

Die Antwort „Gehirn“ ist falsch: Das Gehirn steuert die Atmung und wirkt damit nur mittelbar mit.

Die Antwort „Magen“ ist falsch: Der Magen bildet Salzsäure für die Verdauung; auf den pH-Wert des Blutes hat das keinen wesentlichen Einfluss.

Zum Weiterdenken: Die Lunge reagiert in Minuten, die Niere in Stunden bis Tagen. Warum braucht der Körper für dieselbe Größe zwei Regler mit so unterschiedlicher Geschwindigkeit?

MERKE

Die Lunge regelt schnell über das Kohlenstoffdioxid, die Niere langsam über Bikarbonat.

**LEHRTEXT IM KURS****Endokrines System**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

LEHRTEXT IM KURS**Atmungssystem**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Lunge und Niere als Regler des Säure-Basen-Haushalts erkennen

Endokrines System**B100 A Glukagon**

Die Beta-Zellen des Pankreas produzieren Insulin. Was wird noch von den Langerhansschen Inselzellen produziert?

Richtig ist die Antwort „Glukagon“. Die Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse bilden neben dem Insulin aus den Beta-Zellen auch Glukagon, und zwar in den Alpha-Zellen. Beide Hormone wirken gegensätzlich und halten damit den Blutzucker in engen Grenzen: Insulin senkt ihn, indem es die Aufnahme von Traubenzucker in Muskel- und Fettzellen fördert und die Speicherung als Glykogen anregt; Glukagon hebt ihn, indem es in der Leber Glykogen abbaut und neue Glucose bilden lässt.

Die Antwort „Pepsin“ ist falsch: Pepsin ist ein eiweißspaltendes Enzym des Magens und entsteht dort aus dem inaktiven Pepsinogen.

Die Antwort „Gastrin“ ist falsch: Gastrin ist ein Hormon der Magenschleimhaut und regt die Bildung von Salzsäure an.

Die Antwort „Sekretin“ ist falsch: Sekretin stammt aus der Schleimhaut des Zwölffingerdarms und veranlasst die Bauchspeicheldrüse, ein bikarbonatreiches Sekret abzugeben.

Die Antwort „Cholecystokinin“ ist falsch: Cholecystokinin stammt ebenfalls aus dem Dünndarm und lässt die Gallenblase sich zusammenziehen.

Zum Weiterdenken: Insulin und Glukagon stammen aus derselben Inselgruppe und wirken gegeneinander. Welchen Vorteil hat es, beide Gegenspieler unmittelbar nebeneinander zu bilden?

MERKE

Beta-Zellen machen Insulin und senken, Alpha-Zellen machen Glukagon und heben.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Hormone der Langerhans-Inseln benennen

B101 A Schilddrüse

Was befindet sich außerhalb der Brusthöhle?

Richtig ist die Antwort „Schilddrüse“. Die Schilddrüse liegt außerhalb der Brusthöhle, nämlich im Hals vor der Luftröhre und unterhalb des Kehlkopfs. Sie schmiegt sich mit ihren beiden Lappen und dem verbindenden Mittelstück um die Luftröhre und ist bei Vergrößerung von außen tastbar. Alle übrigen genannten Strukturen liegen im Brustkorb.

Die Antwort „Speiseröhre“ ist falsch: Die Speiseröhre durchzieht die Brusthöhle in ihrer ganzen Länge im Mittelfellraum und tritt erst durch das Zwerchfell in den Bauchraum über.

Die Antwort „Luftröhre“ ist falsch: Die Luftröhre beginnt zwar im Hals, verläuft aber zum größten Teil in der Brusthöhle, wo sie sich in die beiden Hauptbronchien teilt.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus liegt hinter dem Brustbein im vorderen Mittelfellraum und damit eindeutig in der Brusthöhle.

Die Antwort „Herz“ ist falsch: Das Herz liegt im Mittelfellraum zwischen den beiden Lungenflügeln.

Zum Weiterdenken: Der Raum zwischen den Lungenflügeln heißt Mittelfellraum und beherbergt Herz, Speiseröhre, Luftröhre und Thymus. Warum ist es klinisch bedeutsam, dass so viele lebenswichtige Strukturen auf so engem Raum liegen?

MERKE

Die Schilddrüse sitzt am Hals — Herz, Thymus, Speise- und Luftröhre liegen im Brustkorb.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Lage von Organen zur Brusthöhle bestimmen

B102 D Glukokortikoide

Welches Medikament muss man einem Patienten geben, wenn er Entzündungserscheinungen hat?

Richtig ist die Antwort „Glukokortikoide“.

Glukokortikoide, deren bekanntester Vertreter das Cortisol ist, wirken stark entzündungshemmend und dämpfen zugleich das Immunsystem. Gebildet werden sie in der Nebennierenrinde. Sie greifen in die Genablesung ein und drosseln die Bildung entzündungsfördernder Botenstoffe, weshalb sie bei Asthma, rheumatischen Erkrankungen und allergischen Reaktionen eingesetzt werden. Eben diese Wirkung bringt es mit sich, dass unter längerer Behandlung auch die Abwehr geschwächt wird.

Die Antwort „Adrenalin“ ist falsch: Adrenalin ist das Hormon der Alarmbereitschaft und steigert Herzfrequenz und Blutdruck. Bei schwerer allergischer Reaktion wird es zwar eingesetzt, doch nicht wegen einer entzündungshemmenden Wirkung.

Die Antwort „Thyroxin“ ist falsch: Thyroxin ist das Schilddrüsenhormon und steuert den Grundumsatz.

Die Antwort „Aldosteron“ ist falsch: Aldosteron regelt den Salz- und Wasserhaushalt in der Niere.

Die Antwort „Glukagon“ ist falsch: Glukagon hebt den Blutzucker durch Abbau des Leberglykogens.

Zum Weiterdenken: Glukokortikoide hemmen die Entzündung und schwächen zugleich die Abwehr. Warum lässt sich das eine kaum ohne das andere haben?

MERKE

Glukokortikoide aus der Nebennierenrinde hemmen Entzündung — und dämpfen dabei die Abwehr mit.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Glukokortikoide als entzündungshemmende Wirkstoffe erkennen

B103 B Es steuert die Keimdrüsen (Gonaden)

Was bewirkt das Hormon LH?

Richtig ist die Antwort „Es steuert die Keimdrüsen (Gonaden)“. Das luteinisierende Hormon stammt aus dem Vorderlappen der Hirnanhangsdrüse und wirkt auf die Keimdrüsen. Bei der Frau löst ein steiler Anstieg um die Zyklusmitte den Eisprung aus und veranlasst anschließend die Umwandlung des Follikelrestes in den Gelbkörper — daraus erklärt sich auch der Name. Beim Mann regt es die Zwischenzellen des Hodens zur Bildung von Testosteron an.

Die Antwort „Es reguliert den Blutzuckerspiegel“ ist falsch: Den Blutzucker regeln Insulin und Glukagon aus der Bauchspeicheldrüse.

Die Antwort „Es steuert die Schilddrüse“ ist falsch: Die Schilddrüse wird über das thyreoideastimulierende Hormon gesteuert, ebenfalls aus dem Hypophysenvorderlappen.

Die Antwort „Es fördert die Milchproduktion“ ist falsch: Die Milchbildung fördert Prolaktin.

Die Antwort „Es reguliert den Kalziumspiegel“ ist falsch: Den Kalziumspiegel regeln Parathormon aus den Nebenschilddrüsen und Calcitonin aus der Schilddrüse.

Zum Weiterdenken: Die Hirnanhangsdrüse steuert Schilddrüse, Nebennierenrinde und Keimdrüsen über jeweils eigene Hormone. Welchen Vorteil hat eine solche Steuerung über mehrere Stufen gegenüber einer unmittelbaren?

MERKE

LH und FSH steuern die Keimdrüsen, TSH die Schilddrüse, ACTH die Nebennierenrinde.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Das luteinisierende Hormon seiner Zielstruktur zuordnen

B104 D 4

Wie viele Nebenschilddrüsen gibt es?

Richtig ist die Antwort „4“. Der Mensch besitzt in aller Regel vier Nebenschilddrüsen, je zwei an der Rückseite der beiden Schilddrüsenlappen. Sie sind kaum linsengroß, aber lebenswichtig, denn sie bilden das Parathormon, das den Kalziumspiegel im Blut anhebt: Es löst Kalzium aus dem Knochen, steigert die Rückgewinnung in der Niere und fördert über die Aktivierung von Vitamin D die Aufnahme im Darm.

Die Antwort „2“ ist falsch: Zwei entspräche der Zahl der Schilddrüsenlappen, nicht der Nebenschilddrüsen.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eine einzelne Drüse gibt es nicht; das würde den Ausfall besonders folgenschwer machen.

Die Antwort „3“ ist falsch: Drei kommt als Abweichung vor, ist aber nicht der Regelfall.

Die Antwort „6“ ist falsch: Sechs Nebenschilddrüsen sind eine seltene Variante.

Zum Weiterdenken: Bei Schilddrüsenoperationen achtet man besonders darauf, die Nebenschilddrüsen zu schonen. Welche unmittelbare Folge hätte ihr vollständiger Verlust für den Kalziumhaushalt?

MERKE

Vier Nebenschilddrüsen, ein Hormon: Parathormon hebt das Kalzium im Blut.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Zahl und Aufgabe der Nebenschilddrüsen kennen

B105 D Insulin und Glukagon

Welche Hormone werden von der Bauchspeicheldrüse produziert?

Richtig ist die Antwort „Insulin und Glukagon“. Die Bauchspeicheldrüse bildet in den Langerhans-Inseln Insulin und Glukagon. Beide wirken gegensätzlich und halten den Blutzucker in engen Grenzen: Insulin aus den Beta-Zellen senkt ihn, indem es die Aufnahme in Muskel- und Fettzellen fördert und die Speicherung als Glykogen anstößt; Glukagon aus den Alpha-Zellen hebt ihn, indem es in der Leber Glykogen abbauen lässt. Ein solches Paar aus Gegenspielern ermöglicht eine Regelung in beide Richtungen.

Die Antwort „Nur Insulin“ ist falsch: Nur Insulin zu nennen greift zu kurz und ließe offen, wie der Körper einen zu niedrigen Blutzucker anheben sollte.

Die Antwort „Nur Glukagon“ ist falsch: Ebenso unvollständig wäre Glukagon allein.

Die Antwort „Insulin und Adrenalin“ ist falsch: Adrenalin stammt aus dem Nebennierenmark. Es hebt zwar ebenfalls den Blutzucker, kommt aber nicht aus der Bauchspeicheldrüse.

Die Antwort „Glukagon und Cortisol“ ist falsch: Cortisol stammt aus der Nebennierenrinde.

Zum Weiterdenken: Für die Senkung des Blutzuckers gibt es nur Insulin, für die Anhebung mehrere Hormone. Was sagt dieses Ungleichgewicht darüber aus, welche Abweichung der Körper für gefährlicher hält?

MERKE

Insulin senkt, Glukagon hebt — beide aus den Langerhans-Inseln.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die beiden Hormone der Bauchspeicheldrüse benennen

B106 B Diabetes Mellitus

Bei einer Fehlfunktion der Bauchspeicheldrüse denken Sie an:

Richtig ist die Antwort „Diabetes Mellitus“. Bei einer Fehlfunktion der Bauchspeicheldrüse liegt der Gedanke an Diabetes mellitus nahe. Die Erkrankung entsteht entweder dadurch, dass die insulinbildenden Beta-Zellen zerstört werden, oder dadurch, dass die Körperzellen zunehmend unempfindlich gegenüber Insulin werden. In beiden Fällen gelangt zu wenig Traubenzucker in die Zellen, der Blutzuckerspiegel steigt, und der Zucker erscheint schließlich im Harn — worauf der Name mit seiner Bedeutung honigsüßer Durchfluss zurückgeht.

Die Antwort „Arteriosklerose“ ist falsch: Arteriosklerose ist eine Erkrankung der Gefäßwände. Sie tritt bei Zuckerkranken zwar gehäuft auf, geht aber nicht von der Bauchspeicheldrüse aus.

Die Antwort „Arthrose“ ist falsch: Arthrose ist ein Gelenkverschleiß.

Die Antwort „Osteoporose“ ist falsch: Osteoporose ist ein Verlust an Knochendichte und hängt mit Kalzium- und Hormonhaushalt zusammen.

Die Antwort „Anämie“ ist falsch: Blutarmut entsteht meist durch Eisenmangel, Blutverlust oder eine gestörte Bildung im Knochenmark.

Zum Weiterdenken: Die Bauchspeicheldrüse hat eine äußere und eine innere Aufgabe. Welche Beschwerden erwartest du, wenn nicht der Hormonteil, sondern der Enzymteil ausfällt?

MERKE

Bauchspeicheldrüse denken heißt Insulin denken — und damit Diabetes mellitus.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Krankheitsbilder ihren Organen zuordnen

B107 A In der Adenohypophyse

Wo werden LH und FSH produziert?

Richtig ist die Antwort „In der Adenohypophyse“. Das luteinisierende und das follikelstimulierende Hormon werden im Vorderlappen der Hirnanhangsdrüse gebildet. Dieser ist echtes Drüsengewebe und stellt seine Hormone selbst her; neben LH und FSH sind das TSH für die Schilddrüse, ACTH für die Nebennierenrinde, Prolaktin für die Milchbildung und das Wachstumshormon.

Die Antwort „In der Neurohypophyse“ ist falsch: Der Hinterlappen bildet keine eigenen Hormone. Er ist eine Ausstülpung des Zwischenhirns und gibt lediglich zwei Hormone ab, die im Hypothalamus gebildet und über Nervenfortsätze dorthin transportiert wurden, nämlich das antidiuretische Hormon und Oxytocin.

Die Antwort „Im Hypothalamus“ ist falsch: Der Hypothalamus bildet übergeordnete Freisetzungshormone, die den Vorderlappen steuern, aber nicht LH und FSH selbst.

Die Antwort „In der Plazenta“ ist falsch: Die Plazenta bildet hCG, Östrogen und Progesteron.

Die Antwort „Im Thalamus“ ist falsch: Der Thalamus ist die Umschaltstation für Sinneseindrücke auf dem Weg zur Großhirnrinde.

Zum Weiterdenken: Der Vorderlappen produziert selbst, der Hinterlappen gibt nur weiter. Wie erklärt sich dieser grundlegende Unterschied aus der Entwicklungsgeschichte beider Anteile?

MERKE

Vorderlappen stellt her, Hinterlappen gibt nur ab, was der Hypothalamus geschickt hat.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Vorder- und Hinterlappen der Hirnanhangsdrüse unterscheiden

B108 E In den Beta-Zellen des Pankreas

Wo wird Insulin gebildet?

Richtig ist die Antwort „In den Beta-Zellen des Pankreas“. Insulin wird in den Beta-Zellen der Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse gebildet. Diese Inseln machen nur ein bis zwei Prozent des Organs aus, sind aber für den gesamten Zuckerhaushalt zuständig. Insulin ist das einzige Hormon, das den Blutzucker senken kann.

Die Antwort „In den Langerhanszellen der Subkutis“ ist falsch: Langerhans-Zellen der Unterhaut gibt es tatsächlich, allerdings in der Oberhaut und als Teil der Immunabwehr. Die Namensgleichheit mit den Langerhans-Inseln geht auf denselben Entdecker zurück und ist eine beliebte Falle.

Die Antwort „In den Synzytien des Herzmuskels“ ist falsch: Die Herzmuskelzellen sind über Schaltstücke verbunden und erzeugen kein Insulin.

Die Antwort „In den chromatischen Zellen der Adenohypophyse“ ist falsch: Der Hypophysenvorderlappen bildet übergeordnete Steuerhormone wie TSH, ACTH, LH und FSH.

Die Antwort „In den Alpha-Zellen des Pankreas“ ist falsch: Die Alpha-Zellen derselben Inseln bilden Glukagon, also den Gegenspieler des Insulins. Diese Antwort ist der schwierigste Distraktor, weil Ort und Zelltyp fast stimmen.

Zum Weiterdenken: Alpha- und Beta-Zellen liegen unmittelbar nebeneinander in derselben Insel. Welchen Vorteil hat es, Gegenspieler so eng benachbart zu bilden?

MERKE

Beta senkt mit Insulin, Alpha hebt mit Glukagon — beide in den Langerhans-Inseln.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Insulin den Beta-Zellen zuordnen

B109 C Melatonin

Welches Hormon unterliegt tagesperiodischen Schwankungen und wird vom Hypothalamus reguliert?

Richtig ist die Antwort „Melatonin“. Melatonin unterliegt einem ausgeprägten Tagesrhythmus: Es wird in der Zirbeldrüse gebildet, steigt bei Dunkelheit deutlich an und fällt bei Helligkeit ab. Gesteuert wird das über einen Kern im Hypothalamus, der als innere Uhr arbeitet und seine Information unmittelbar aus der Netzhaut bezieht. Deshalb wirkt Licht am Abend, gerade blaues Bildschirmlicht, unterdrückend auf die Melatoninbildung.

Die Antwort „Oxytocin“ ist falsch: Oxytocin wird ausgeschüttet, wenn ein Reiz es auslöst, etwa Wehen oder das Saugen an der Brust, und folgt keinem Tagesrhythmus.

Die Antwort „Prolaktin“ ist falsch: Prolaktin zeigt zwar leichte tageszeitliche Schwankungen, wird aber vor allem durch das Stillen gesteuert.

Die Antwort „Glucagon“ ist falsch: Glukagon richtet sich nach dem Blutzuckerspiegel.

Die Antwort „Parathormon“ ist falsch: Parathormon richtet sich nach dem Kalziumspiegel im Blut.

Zum Weiterdenken: Die innere Uhr im Hypothalamus bezieht ihre Information unmittelbar aus dem Auge. Warum ist Tageslicht am Morgen deshalb das wirksamste Mittel gegen einen verschobenen Schlafrhythmus?

MERKE

Dunkelheit hebt das Melatonin, Licht senkt es — die innere Uhr sitzt im Hypothalamus.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Melatonin als Hormon des Tagesrhythmus erkennen

B110 A Aldosteron

Welches Hormon ist aus Cholesterin (als Cortisol-Vorstufe) aufgebaut?

Richtig ist die Antwort „Aldosteron“. Aldosteron ist ein Steroidhormon und wird wie das Cortisol aus Cholesterin aufgebaut. Beide entstehen in der Nebennierenrinde und durchlaufen dieselbe Kette von Zwischenstufen, die bei Cholesterin beginnt. Aldosteron regelt den Salz- und Wasserhaushalt, indem es in der Niere Natrium zurückhält und Kalium ausscheidet. Weil Steroide fettlöslich sind, gelangen sie unmittelbar durch die Zellmembran und wirken über Rezeptoren im Zellinneren auf die Genablesung.

Die Antwort „Adiuretin“ ist falsch: Adiuretin ist ein kleines Peptidhormon aus neun Aminosäuren und stammt aus dem Hypothalamus.

Die Antwort „Thyroxin“ ist falsch: Thyroxin wird aus der Aminosäure Tyrosin unter Einbau von Jod gebildet.

Die Antwort „Calcitonin“ ist falsch: Calcitonin ist ein Peptidhormon der Schilddrüse und senkt den Kalziumspiegel.

Die Antwort „Adrenalin“ ist falsch: Adrenalin entsteht ebenfalls aus Tyrosin und gehört zu den Katecholaminen.

Zum Weiterdenken: Steroide wirken über Rezeptoren im Zellinneren, Peptidhormone über Rezeptoren an der Zelloberfläche. Warum wirken Steroide deshalb langsamer, dafür aber länger?

MERKE

Alles aus Cholesterin ist ein Steroid und kommt aus Nebennierenrinde oder Keimdrüsen.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Steroidhormone von Peptid- und Aminosäurehormonen unterscheiden

B111 E Adrenalin und Noradrenalin

Welche Hormone werden im Nebennierenmark produziert?

Richtig ist die Antwort „Adrenalin und Noradrenalin“: Das Nebennierenmark bildet Adrenalin und Noradrenalin. Entwicklungsgeschichtlich ist es kein gewöhnliches Drüsengewebe, sondern ein umgewandelter Teil des sympathischen Nervensystems — die Zellen sind gewissermaßen Nervenzellen, die ihren Botenstoff nicht an eine Synapse, sondern ins Blut abgeben. Deshalb wirkt ihre Ausschüttung wie ein Sympathikus für den ganzen Körper: Herzfrequenz und Blutdruck steigen, Bronchien und Pupillen weiten sich, Zucker wird bereitgestellt und die Verdauung heruntergefahren.

Die Antwort „Adiuretin und Oxytozin“ ist falsch: Adiuretin und Oxytocin stammen aus dem Hypothalamus und werden über den Hypophysenhinterlappen abgegeben.

Die Antwort „Melatonin“ ist falsch: Melatonin bildet die Zirbeldrüse.

Die Antwort „Progesteron und Östrogen“ ist falsch: Progesteron und Östrogen stammen aus Eierstock und Plazenta.

Die Antwort „Cortison und Aldosteron“ ist falsch: Cortisol und Aldosteron bildet die Nebennierenrinde, also der äußere Anteil desselben Organs. Diese Unterscheidung zwischen Rinde und Mark ist der Kern der Aufgabe.

Zum Weiterdenken: Das Nebennierenmark stammt aus demselben Gewebe wie die sympathischen Nervenzellen. Wie erklärt das, warum seine Wirkung der einer Sympathikusreizung so ähnlich ist?

MERKE

Mark macht Adrenalin für Sekunden, Rinde macht Cortisol und Aldosteron für Stunden.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Hormone des Nebennierenmarks benennen

B112 A Muskel- und Körperwachstum

Welche Funktion hat unter anderem das von der Hypophyse ausgeschüttete Hormon Somatotropin?

Richtig ist die Antwort „Muskel- und Körperwachstum“: Somatotropin, das Wachstumshormon aus dem Vorderlappen der Hirnanhangsdrüse, fördert das Wachstum von Muskeln, Knochen und inneren Organen. Es wirkt teils unmittelbar, teils über Wachstumsfaktoren, die es in der Leber freisetzen lässt. Ein Überschuss vor dem Schluss der Wachstumsfugen führt zum Riesenwuchs, danach zur Vergrößerung von Händen, Füßen und Gesichtszügen; ein Mangel im Kindesalter zum Minderwuchs.

Die Antwort „Steigert die Ausschüttung der Schilddrüsenhormone“ ist falsch: Die Schilddrüse wird über das thyreoideastimulierende Hormon angeregt.

Die Antwort „Steigert die Insulinausschüttung“ ist falsch: Somatotropin steigert die Insulinausschüttung nicht, sondern wirkt dem Insulin sogar entgegen, indem es den Blutzucker anhebt und die Fettverbrennung fördert.

Die Antwort „Hemmt die Primärharnproduktion“ ist falsch: Die Harnbildung beeinflusst das antidiuretische Hormon.

Die Antwort „Hemmt das Knochenwachstum“ ist falsch: Gehemmt wird das Knochenwachstum gerade nicht; das Gegenteil trifft zu.

Zum Weiterdenken: Wachstumshormon wird vor allem im Tiefschlaf und nach körperlicher Belastung ausgeschüttet. Was folgt daraus für die Bedeutung des Schlafs im Wachstumsalter?

MERKE

Somatotropin lässt wachsen — und wirkt dabei dem Insulin entgegen.

LEHRTEXT IM KURS

Endokrines System

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Wirkung des Wachstumshormons benennen

B113 E Bauchspeicheldrüse

In welchem Organ wird Glukagon produziert?

Richtig ist die Antwort „Bauchspeicheldrüse“: Glukagon wird in den Alpha-Zellen der Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse gebildet. Es ist der Gegenspieler des Insulins und hebt den Blutzucker an, indem es in der Leber den Abbau des gespeicherten Glykogens und die Neubildung von Traubenzucker anstößt. Ausgeschüttet wird es, wenn der Blutzucker sinkt, also vor allem zwischen den Mahlzeiten und in der Nacht.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber ist der Ort, an dem Glukagon wirkt, nicht der, an dem es entsteht. Wirkort und Bildungsort werden hier vertauscht.

Die Antwort „Nebennierenmark“ ist falsch: Das Nebennierenmark bildet Adrenalin und Noradrenalin. Adrenalin hebt den Blutzucker ebenfalls, ist aber ein anderes Hormon.

Die Antwort „Hypophyse“ ist falsch: Die Hirnanhangsdrüse bildet übergeordnete Steuerhormone.

Die Antwort „Schilddrüse“ ist falsch: Die Schilddrüse bildet Thyroxin, Trijodthyronin und Calcitonin.

Zum Weiterdenken: Glukagon entsteht in der Bauchspeicheldrüse und wirkt in der Leber. Warum ist es günstig, dass beide Organe über die Pfortader unmittelbar miteinander verbunden sind?

MERKE

Gebildet in den Alpha-Zellen, gewirkt wird in der Leber.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Glukagon der Bauchspeicheldrüse zuordnen

B114 C Oxytocin

Welches Hormon wird von der Neurohypophyse (Hypophysenhinterlappen) freigesetzt?

Richtig ist die Antwort „Oxytocin“. Der Hinterlappen der Hirnanhangsdrüse gibt Oxytocin und das antidiuretische Hormon ab. Beide werden allerdings nicht dort gebildet, sondern im Hypothalamus; von dort wandern sie entlang von Nervenfortsätzen in den Hinterlappen und werden bei Bedarf ins Blut abgegeben. Der Hinterlappen ist also ein Speicher- und Abgabeort, kein Produktionsort – entwicklungsgeschichtlich ist er eine Ausstülpung des Zwischenhirns. Oxytocin löst die Wehen aus und bewirkt den Milchfluss beim Stillen.

Die Antwort „FSH“ ist falsch: FSH stammt aus dem Vorderlappen und regt im Eierstock die Follikelreifung an.

Die Antwort „LH“ ist falsch: Auch LH stammt aus dem Vorderlappen und löst den Eisprung aus.

Die Antwort „Adrenalin“ ist falsch: Adrenalin stammt aus dem Nebennierenmark.

Die Antwort „TSH“ ist falsch: TSH stammt ebenfalls aus dem Vorderlappen und steuert die Schilddrüse.

Zum Weiterdenken: Der Vorderlappen produziert selbst, der Hinterlappen gibt nur weiter. Wie erklärt sich dieser grundlegende Unterschied aus der Herkunft der beiden Anteile?

MERKE

Hinterlappen gibt nur ab, was der Hypothalamus geschickt hat: Oxytocin und ADH.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Hormone des Hypophysenhinterlappens benennen

B115 A Glucose wird in der Leber und im Muskelgewebe in Form von Glykogen gespeichert

Nach dem Essen steigt der Blutzuckerspiegel - was passiert dann?

Richtig ist die Antwort „Glucose wird in der Leber und im Muskelgewebe in Form von Glykogen gespeichert“. Steigt der Blutzucker nach dem Essen, schütten die Beta-Zellen Insulin aus. Es sorgt dafür, dass Traubenzucker in Muskel- und Fettzellen aufgenommen wird, und stößt zugleich in Leber und Muskel die Speicherung als Glykogen an. Damit sinkt der Blutzucker wieder, und die Energie steht später zur Verfügung.

Die Antwort „Die Insulinausschüttung wird erniedrigt“ ist falsch: Die Insulinausschüttung wird gerade erhöht und nicht gesenkt.

Die Antwort „Der Blutzuckerspiegel wird nicht sofort erhöht“ ist falsch: Der Blutzucker steigt nach einer kohlenhydratreichen Mahlzeit sehr wohl rasch an; genau das ist der Anlass für die Insulinausschüttung.

Die Antwort „Glukagon führt zur Speicherung von Glucose als Glykogen in der Leber“ ist falsch: Glukagon ist der Gegenspieler und hebt den Blutzucker, indem es Glykogen abbauen lässt. Es wirkt also genau in die andere Richtung.

Die Antwort „Die Alpha-Zellen produzieren Insulin“ ist falsch: Insulin stammt aus den Beta-Zellen; die Alpha-Zellen bilden Glukagon. Diese Verwechslung ist der klassische Fehler in diesem Themenfeld.

Zum Weiterdenken: Insulin senkt den Blutzucker, indem es ihn in die Zellen und in den Speicher bringt. Warum sind Muskeln nach dem Sport besonders aufnahmebereit für Traubenzucker?

MERKE

Zucker hoch heißt Insulin aus den Beta-Zellen und Speicherung als Glykogen.

LEHRTEXT IM KURS**Endokrines System**

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Reaktion auf steigenden Blutzucker beschreiben

Fortpflanzungssystem: männliche Geschlechtsorgane, Spermien



LEHRTEXT IM KURS

Männliches Fortpflanzungssystem

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B116 E Kopfstück, Mittelstück und Schwanz (Geißel)

Aus welchen Bestandteilen besteht ein Spermium?

Richtig ist die Antwort „Kopfstück, Mittelstück und Schwanz (Geißel)“. Ein Spermium gliedert sich in drei Abschnitte, die jeweils eine eigene Aufgabe haben. Der Kopf enthält den dicht gepackten Zellkern mit dem einfachen Chromosomensatz und trägt vorn das Akrosom, ein Bläschen mit Enzymen zum Durchdringen der Eihülle. Das Mittelstück ist dicht mit Mitochondrien besetzt und liefert die Energie. Der Schwanz, eine Geißel, sorgt für die Fortbewegung.

Die Antwort „Kopfstück und Schaltstück“ ist falsch: Ein Schaltstück gehört nicht zum Spermium. Der Begriff stammt aus dem Bau der Speicheldrüsen und bezeichnet dort einen Ausführungsgang.

Die Antwort „Nur Mittelstück“ ist falsch: Nur ein Mittelstück ohne Kopf wäre keine funktionsfähige Keimzelle, denn der Kern fehlte.

Die Antwort „Mittelstück und Schaltstück“ ist falsch: Auch hier ist das Schaltstück fälschlich genannt und der Kopf ausgelassen.

Die Antwort „Kopfstück, Mittelstück und Schaltstück“ ist falsch: Diese Antwort verbindet zwei richtige Teile mit dem erfundenen Schaltstück.

Zum Weiterdenken: Die Mitochondrien sitzen genau dort, wo die Geißel beginnt. Was sagt diese Anordnung über die Energieversorgung stark beanspruchter Zellabschnitte aus?

MERKE

Kopf mit Kern und Akrosom, Mittelstück mit Mitochondrien, dahinter die Geißel — ein Schaltstück gibt es nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Männliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den Grundbau des Spermiums beschreiben

B117 D Kopfstück, Mittelstück und Schwanz (Geißel)

Woraus besteht ein Spermium?

Richtig ist die Antwort „Kopfstück, Mittelstück und Schwanz (Geißel)“. Das Spermium besteht aus Kopf, Mittelstück und Schwanz. Im Kopf sitzt der Zellkern mit dem einfachen Chromosomensatz, davor das Akrosom mit den Enzymen für den Eintritt in die Eizelle. Das Mittelstück ist voller Mitochondrien und liefert die Energie, der Schwanz treibt die Zelle an.

Die Antwort „Kopfstück und Schaltstück“ ist falsch: Ein Schaltstück gibt es beim Spermium nicht; der Begriff stammt aus dem Gangsystem der Speicheldrüsen.

Die Antwort „Nur Mittelstück“ ist falsch: Ohne Kopf fehlte der Zellkern, und die Zelle könnte ihre Aufgabe nicht erfüllen.

Die Antwort „Mittelstück und Schaltstück“ ist falsch: Auch hier ist das erfundene Schaltstück genannt und der Kopf ausgelassen.

Die Antwort „Kopfstück, Mittelstück und Schaltstück“ ist falsch: Diese Antwort verbindet zwei richtige Teile mit dem Schaltstück und ist deshalb ebenfalls unbrauchbar.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe wurde in zwei aufeinanderfolgenden Jahren wortgleich gestellt. Was folgt daraus für den Umgang mit Altfragen in der Vorbereitung?

MERKE

Kopf mit Kern und Akrosom, Mittelstück mit Mitochondrien, dahinter die Geißel.

LEHRTEXT IM KURS

Männliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Den Bau des Spermiums erneut bestimmen

B118 A Nebenhoden

Wo werden die Spermien gespeichert?

Richtig ist die Antwort „Nebenhoden“. Spermien werden im Nebenhoden gespeichert. Gebildet werden sie in den Hodenkanälchen, sind dort aber noch unbeweglich und nicht befruchtungsfähig. Im Nebenhoden, einem mehrere Meter langen, dicht aufgeknäuelten Gang, durchlaufen sie in etwa zwei Wochen ihre Reifung, erlangen ihre Beweglichkeit und werden bis zur Ausschüttung gespeichert.

Die Antwort „Pankreas“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse gehört zum Verdauungssystem und zur Blutzuckerregulation.

Die Antwort „Samenleiter“ ist falsch: Der Samenleiter transportiert die Spermien vom Nebenhoden zur Harnröhre, dient aber nicht der Speicherung.

Die Antwort „Prostata“ ist falsch: Die Vorsteherdrüse gibt ein Sekret bei, das die Spermien beweglicher macht und das saure Milieu der Scheide abpuffert.

Die Antwort „Hoden“ ist falsch: Im Hoden werden die Spermien gebildet, dort sind sie jedoch noch nicht befruchtungsfähig – genau darin liegt der Unterschied zum Nebenhoden.

Zum Weiterdenken: Die Hoden liegen außerhalb der Bauchhöhle und damit einige Grad kühler als der übrige Körper. Welchen Rückschluss lässt das auf die Empfindlichkeit der Spermienbildung zu?

MERKE

Gebildet im Hoden, gereift und gespeichert im Nebenhoden.

LEHRTEXT IM KURS**Männliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Nebenhoden als Reifungs- und Speicherort der Spermien benennen

B119 A Akrosom

Welches wichtige Organell befindet sich am Kopf des Spermiums?

Richtig ist die Antwort „Akrosom“. Am Kopf des Spermiums sitzt das Akrosom, eine kappenförmige Struktur, die dem Zellkern vorn aufliegt. Es entsteht aus dem Golgi-Apparat und enthält Enzyme, die beim Kontakt mit der Eizelle freigesetzt werden und deren äußere Hülle örtlich auflösen. Erst dadurch kann das Spermium bis zur Eizellmembran vordringen. Man kann es sich als Bohrkopf mit chemischem statt mechanischem Werkzeug vorstellen.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat ist zwar der Ursprung des Akrosoms, im reifen Spermium aber nicht mehr als eigenes Organell vorhanden. Das Spermium hat auf fast alles verzichtet, was es für den kurzen Weg nicht braucht.

Die Antwort „Zentriol“ ist falsch: Ein Zentriol ist im Spermium tatsächlich vorhanden und wird nach der Befruchtung sogar wichtig, weil es in der Zygote den

Spindelapparat aufbaut. Es liegt jedoch im Halsbereich und nicht im Kopf.

Die Antwort „Mitochondrium“ ist falsch: Mitochondrien sitzen im Mittelstück und liefern die Energie für die Bewegung.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomen im eigentlichen Sinn besitzt das Spermium nicht; das Akrosom ähnelt ihnen zwar, ist aber eine eigene Struktur.

Zum Weiterdenken: Das Spermium hat fast alle Organellen abgeworfen und nur Kern, Akrosom und Mitochondrien behalten. Was sagt diese Auswahl über seine einzige Aufgabe aus?

MERKE

Akrosom vorn zum Eindringen, Mitochondrien hinten zum Antreiben, Kern dazwischen als Fracht.

LEHRTEXT IM KURS**Männliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Das Akrosom als Werkzeug der Befruchtung erkennen

B120 D Samenleiter

Die Samenbläschen (Vesicula seminalis) münden in was?

Richtig ist die Antwort „Samenleiter“. Die Samenbläschen münden mit ihrem Ausführungsgang in den Samenleiter; beide zusammen bilden von da an den Spritzkanal, der die Vorsteherdrüse durchzieht und in die Harnröhre mündet. Die Samenbläschen liefern dabei den größten Anteil des Ejakulats, ein zähflüssiges, fruktosereiches Sekret, dessen Fruchtzucker den Spermien als Energiequelle dient.

Die Antwort „Nebenhodenkanälchen“ ist falsch: Die Nebenhodenkanälchen liegen weiter oben im Verlauf und gehen selbst in den Samenleiter über.

Die Antwort „Harnleiter“ ist falsch: Der Harnleiter führt Harn von der Niere zur Blase und hat mit den Geschlechtswegen nichts zu tun.

Die Antwort „Prostata“ ist falsch: Die Vorsteherdrüse gibt ihr eigenes Sekret erst weiter unten hinzu, nachdem der Spritzkanal sie erreicht hat.

Die Antwort „Harnröhre direkt“ ist falsch: Unmittelbar in die Harnröhre münden die Samenbläschen nicht, sondern erst über den gemeinsamen Spritzkanal.

Zum Weiterdenken: Beim Mann kreuzen sich Harn- und Samenweg in der Harnröhre, bei der Frau sind beide vollständig getrennt. Welche Folgen hat dieser Unterschied für die Anfälligkeit gegenüber Infektionen?

MERKE

Samenbläschen plus Samenleiter ergeben den Spritzkanal – und der mündet durch die Prostata in die Harnröhre.

LEHRTEXT IM KURS**Männliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Den Weg der Samenflüssigkeit nachvollziehen

B121 A Lagerung von Spermien

Welche Funktion erfüllt der Nebenhoden?

Richtig ist die Antwort „Lagerung von Spermien“. Der Nebenhoden dient der Reifung und Lagerung der Spermien. Er besteht aus einem einzigen, mehrere Meter langen und dicht aufgeknäuelten Gang, den die Spermien in etwa zwei Wochen durchwandern. Auf diesem Weg erlangen sie erst ihre Beweglichkeit und die Fähigkeit, eine Eizelle zu befruchten; bis zur Ausschüttung werden sie im hinteren Abschnitt gespeichert.

Die Antwort „Produktion von Spermien“ ist falsch: Gebildet werden die Spermien in den Kanälchen des Hodens. Der Unterschied zwischen Bildungsort und Reifungsort ist der Kern dieser Aufgabe.

Die Antwort „Sekretion von Testosteron“ ist falsch: Testosteron bilden die Zwischenzellen des Hodens, angeregt durch das luteinisierende Hormon.

Die Antwort „Mechanischer Schutz der Hoden“ ist falsch: Mechanischen Schutz bieten Hodensack und Hüllen, nicht der Nebenhoden.

Die Antwort „Kühlreserve für die Hoden“ ist falsch: Eine Kühlfunktion übernimmt der Hodensack, dessen Muskeln die Hoden je nach Außentemperatur näher an den Körper ziehen oder von ihm entfernen.

Zum Weiterdenken: Spermien brauchen nach ihrer Bildung noch etwa zwei Wochen bis zur Einsatzfähigkeit. Welche Folge hat diese lange Reifezeit für den Zeitpunkt, zu dem sich schädigende Einflüsse bemerkbar machen?

MERKE

Der Hoden bildet, der Nebenhoden reift und lagert.

LEHRTEXT IM KURS

Männliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Aufgabe des Nebenhodens erneut bestimmen

B122 D Schaltstück

Welche der folgenden Bezeichnungen gehört NICHT zum Bau eines Spermiums?

Richtig ist die Antwort „Schaltstück“. Ein Schaltstück gibt es am Spermium nicht – der Begriff stammt aus dem Bau der Speicheldrüsen, wo Schaltstücke die Ausführungsgänge bilden. Das Spermium gliedert sich in Kopf, Hals, Mittelstück und Schwanz.

Die Antwort „Kopfstück“ ist falsch: Der Kopf ist der vorderste Abschnitt und enthält den Zellkern sowie das Akrosom.

Die Antwort „Schaltstück“ ist falsch: Ein Schaltstück gehört nicht zum Spermium; der Begriff stammt aus dem Gangsystem der Speicheldrüsen.

Die Antwort „Mittelstück“ ist falsch: Das Mittelstück trägt die Mitochondrien und liefert die Energie für die Bewegung.

Die Antwort „Spermienhals“ ist falsch: Der Hals verbindet den Kopf mit dem Mittelstück und enthält das Zentriol.

Die Antwort „Schwanzstück (Geißel)“ ist falsch: Der Schwanz ist eine Geißel und sorgt für die Fortbewegung.

Zum Weiterdenken: In dieser Aufgabe benennen gleich drei Antwortmöglichkeiten echte Abschnitte des Spermiums. Was tust du im Test, wenn mehrere Optionen zutreffen und der Fragestamm keine Auswahl erzwingt?

MERKE

Kopf, Hals, Mittelstück, Hauptstück, Endstück – Schaltstück und Spermienarm gibt es nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Männliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Abschnitte des Spermiums benennen

B123 B Akrosom

Welches vom Golgi-Apparat gebildete Zellorganell befindet sich in der Spitze des Spermiums?

Richtig ist die Antwort „Akrosom“. Das Akrosom liegt als Kappe vorn am Kopf des Spermiums und geht aus dem Golgi-Apparat der Vorläuferzelle hervor. Es ist im Grunde ein sehr großes, mit Enzymen gefülltes Bläschen – insofern eine besondere Form dessen, was der Golgi-Apparat ohnehin ständig herstellt. Beim Kontakt mit der Eizelle werden die Enzyme freigesetzt und lösen deren Hülle örtlich auf, sodass das Spermium bis zur Eizellmembran vordringen kann.

Die Antwort „Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien liegen im Mittelstück und stammen nicht vom Golgi-Apparat, sondern gehen stets aus vorhandenen Mitochondrien hervor.

Die Antwort „Zentriol“ ist falsch: Das Zentriol liegt im Halsbereich und wird nach der Befruchtung für den Aufbau des Spindelapparats gebraucht.

Die Antwort „Lysosom“ ist falsch: Lysosomen entstehen zwar ebenfalls am Golgi-Apparat, liegen aber nicht in der Spitze des Spermiums. Das Akrosom ähnelt ihnen, ist aber eine eigene Struktur.

Die Antwort „Peroxisom“ ist falsch: Peroxisomen bauen langkettige Fettsäuren ab und entgiften Wasserstoffperoxid.

Zum Weiterdenken: Das Akrosom ist letztlich ein sehr großes Vesikel voller abbauender Enzyme. Welche andere Zellstruktur folgt demselben Bauprinzip, und wozu dient sie?

MERKE

Akrosom vorn am Kopf, aus dem Golgi-Apparat, gefüllt mit Enzymen zum Eindringen.

LEHRTEXT IM KURS

Männliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das Akrosom seinem Ursprung zuordnen

B124 B Lagerung der Spermien

Was ist die Aufgabe des Nebenhodens?

Richtig ist die Antwort „Lagerung der Spermien“. Der Nebenhoden dient der Reifung und Lagerung der Spermien. Sein Gang ist mehrere Meter lang und dicht aufgeknäult; die Spermien brauchen etwa zwei Wochen für die Passage und erlangen dabei erst ihre Beweglichkeit und Befruchtungsfähigkeit.

Die Antwort „Produktion der Spermien“ ist falsch: Gebildet werden die Spermien in den Kanälchen des Hodens.

Die Antwort „Sekretbildung“ ist falsch: Die Sekrete, die den Spermien beigegeben werden, stammen aus den Samenbläschen, der Vorsteherdrüse und den Cowper-Drüsen.

Die Antwort „Bildung von Progesteron“ ist falsch: Progesteron ist ein weibliches Geschlechtshormon aus Gelbkörper und Plazenta.

Die Antwort „Testosteronproduktion“ ist falsch: Testosteron bilden die Zwischenzellen des Hodens.

Zum Weiterdenken: Die Spermien brauchen nach ihrer Bildung noch zwei Wochen im Nebenhoden. Warum wirken sich Einflüsse auf die Spermienqualität deshalb erst mit deutlicher Verzögerung aus?

MERKE

Der Hoden bildet und macht Testosteron, der Nebenhoden reift und lagert.

LEHRTEXT IM KURS**Männliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Aufgabe des Nebenhodens erneut bestimmen

B125 C Samenkanälchen

Wo kommen Sertoli-Zellen vor?

Richtig ist die Antwort „Samenkanälchen“. Sertoli-Zellen liegen in den Samenkanälchen des Hodens. Sie sind hohe Stützzellen, die von der Wand bis ins Innere des Kanälchens reichen und die heranreifenden Keimzellen wie in Nischen zwischen sich aufnehmen. Sie ernähren diese, bauen überschüssiges Zellmaterial ab und steuern die Reifung. Zugleich bilden sie mit dichten Verbindungen untereinander eine Barriere, die das Innere der Kanälchen vom Blut abschirmt.

Die Antwort „Plazenta“ ist falsch: In der Plazenta gibt es keine Sertoli-Zellen.

Die Antwort „Uterus“ ist falsch: In der Gebärmutter ebenfalls nicht.

Die Antwort „Blut-Hoden-Schranke“ ist falsch: Die Blut-Hoden-Schranke ist keine Örtlichkeit, sondern das Ergebnis der Arbeit der Sertoli-Zellen. Wirkung und Ort werden hier vertauscht — ein besonders raffinierter Distraktor, weil die Aussage einen wahren Kern enthält.

Die Antwort „Vagina“ ist falsch: In der Scheide kommen sie nicht vor.

Zum Weiterdenken: Die Blut-Hoden-Schranke schirmt die reifenden Keimzellen vom Immunsystem ab. Warum ist dieser Schutz nötig, obwohl es sich um körpereigene Zellen handelt?

MERKE

Sertoli-Zellen stehen im Samenkanälchen und bauen dort die Blut-Hoden-Schranke.

LEHRTEXT IM KURS**Männliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Sertoli-Zellen im Hoden verorten

Fortpflanzungssystem: weibliche Geschlechtsorgane, Eizelle, weiblicher Zyklus, Schwangerschaft

**LEHRTEXT IM KURS****Weibliches Fortpflanzungssystem**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B126 E Die Ovulation findet nur bei bereits intaktem Gelbkörper statt

Welche Aussage zum Menstruationszyklus ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Die Ovulation findet nur bei bereits intaktem Gelbkörper statt“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Der Eisprung setzt keinen bereits bestehenden Gelbkörper voraus — die Reihenfolge ist genau umgekehrt. Zuerst reift der Follikel heran, dann platzt er beim Eisprung und gibt die Eizelle frei, und erst aus seinen zurückbleibenden Hüllzellen entsteht anschließend der Gelbkörper. Dieser bildet dann Progesteron, das die Gebärmutter Schleimhaut auf eine mögliche Einnistung vorbereitet.

Die Antwort „Der Gelbkörper entsteht erst nach der Ovulation aus dem verbleibenden Follikel“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Der Gelbkörper entsteht tatsächlich erst nach dem Eisprung aus dem verbliebenen Follikel.

Die Antwort „Die Uterusschleimhaut wird bei ausbleibender Schwangerschaft abgestoßen“ ist richtig: Bleibt die Schwangerschaft aus, geht der Gelbkörper zugrunde, der Progesteronspiegel fällt, und die Schleimhaut wird abgestoßen.

Die Antwort „Der Zyklus dauert im Mittel etwa 28 Tage“ ist richtig: Der Zyklus dauert im Mittel etwa 28 Tage, wobei erhebliche Schwankungen normal sind.

Die Antwort „Die Ovulation erfolgt meist um den 14. Zyklustag“ ist richtig: Der Eisprung liegt meist um den 14. Zyklustag. Verlässlicher ist allerdings der Abstand zum Zyklusende, denn die zweite Zyklushälfte dauert recht konstant vierzehn Tage.

Zum Weiterdenken: Die zweite Zyklushälfte ist deutlich gleichmäßiger lang als die erste. Was folgt daraus, wenn man den Zeitpunkt des Eisprungs abschätzen will?

MERKE

Erst Follikel, dann Eisprung, dann Gelbkörper — nie umgekehrt.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die zeitliche Abfolge von Eisprung und Gelbkörper klären

B127 B Uterusschleimhaut

Was wird während der Menstruation abgestoßen?

Richtig ist die Antwort „Uterusschleimhaut“. Bei der Menstruation wird die Funktionsschicht der Gebärmutter Schleimhaut abgestoßen. Sie war in der zweiten Zyklushälfte unter dem Einfluss von Progesteron aus dem Gelbkörper aufgebaut, gut durchblutet und mit Drüsen versehen worden, um einen Keim aufnehmen zu können. Bleibt die Einnistung aus, geht der Gelbkörper zugrunde, der Progesteronspiegel fällt ab, die versorgenden Gefäße ziehen sich zusammen, und die

Schicht löst sich. Erhalten bleibt die darunterliegende Basalschicht, von der aus sich die Schleimhaut im nächsten Zyklus neu aufbaut.

Die Antwort „Uterusmuskulatur“ ist falsch: Die Gebärmuttermuskulatur bleibt erhalten. Sie zieht sich während der Menstruation sogar zusammen, um die abgelöste Schicht auszutreiben, was die krampfartigen Schmerzen erklärt.

Die Antwort „Follikel“ ist falsch: Der Follikel befindet sich im Eierstock und wird beim Eisprung geöffnet, aber nicht mit der Menstruation abgestoßen.

Die Antwort „Gelbkörper“ ist falsch: Der Gelbkörper bildet sich im Eierstock zurück und wandelt sich in eine narbige Struktur um. Er wird nicht ausgeschieden.

Die Antwort „Eileiterschleimhaut“ ist falsch: Die Schleimhaut des Eileiters unterliegt zwar ebenfalls zyklischen Veränderungen, wird aber nicht abgestoßen.

Zum Weiterdenken: Der Abfall des Progesterons löst die Menstruation aus. Warum bleibt sie deshalb aus, sobald sich ein Keim eingenistet hat und hCG bildet?

MERKE

Abgestoßen wird die Funktionsschicht der Gebärmutter Schleimhaut — die Basalschicht bleibt und baut neu auf.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den abgestoßenen Anteil bei der Menstruation benennen

B128 E Plazenta

Wo werden die Hormone Östrogen und Progesteron neben dem Eierstock noch gebildet?

Richtig ist die Antwort „Plazenta“. Neben dem Eierstock bildet auch die Plazenta Östrogen und Progesteron, und zwar in erheblichen Mengen. Das ist für den Verlauf einer Schwangerschaft entscheidend: In den ersten Wochen erhält der Gelbkörper im Eierstock die Schwangerschaft, angeregt durch das vom Trophoblasten gebildete hCG. Etwa ab der zwölften Woche übernimmt die Plazenta diese Aufgabe vollständig, weshalb der Gelbkörper sich dann zurückbilden kann, ohne dass die Schwangerschaft gefährdet wäre.

Die Antwort „Hypophyse“ ist falsch: Die Hirnanhangsdrüse bildet übergeordnete Steuerhormone wie FSH und LH, die ihrerseits den Eierstock zur Hormonbildung anregen. Die Geschlechtshormone selbst stellt sie nicht her.

Die Antwort „Schilddrüse“ ist falsch: Die Schilddrüse bildet Thyroxin und Trijodthyronin und steuert damit den Grundumsatz.

Die Antwort „Nebenniere“ ist falsch: Die Nebenniere bildet zwar geringe Mengen an Geschlechtshormonen, vor allem Vorstufen männlicher Hormone, aber nicht die hier gefragten Hauptmengen an Östrogen und Progesteron.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse bildet Insulin und Glukagon sowie Verdauungsenzyme.

Zum Weiterdenken: Die Plazenta ist ein Organ, das nur für einige Monate besteht und danach abgestoßen wird. Welche Besonderheit ergibt sich daraus für ihre Aufgaben im Vergleich zu dauerhaften Organen?

MERKE

Erst der Gelbkörper, ab dem zweiten Drittel die Plazenta — sie übernimmt die Hormonbildung vollständig.

LEHRTEXT IM KURS

Weibliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Plazenta als hormonbildendes Organ erkennen

B129 E Uterusschleimhaut

Neben Blut werden auch Gewebeteile während des weiblichen Zyklus abgeschieden. Worum handelt es sich hierbei?

Richtig ist die Antwort „Uterusschleimhaut“. Neben Blut wird bei der Menstruation die Funktionsschicht der Gebärmutter Schleimhaut abgestoßen. Sie war zuvor unter dem Einfluss von Östrogen aufgebaut und unter Progesteron zur Aufnahme eines Keims umgebaut worden. Bleibt die Einnistung aus, geht der Gelbkörper zugrunde, das Progesteron fällt ab, die versorgenden Gefäße verengen sich, und die Schicht löst sich ab.

Die Antwort „Uterusmuskulatur“ ist falsch: Die Gebärmuttermuskulatur bleibt erhalten und zieht sich zusammen, um das Abgelöste auszutreiben.

Die Antwort „Follikel“ ist falsch: Der Follikel liegt im Eierstock und wird beim Eisprung geöffnet.

Die Antwort „Eizelle“ ist falsch: Die Eizelle geht bei ausbleibender Befruchtung innerhalb eines Tages zugrunde und ist mit bloßem Auge ohnehin nicht zu sehen.

Die Antwort „Gelbkörpergewebe“ ist falsch: Der Gelbkörper bildet sich im Eierstock zurück und wandelt sich in eine narbige Struktur um.

Zum Weiterdenken: Der Aufbau der Schleimhaut kostet den Körper in jedem Zyklus Energie und Material. Warum lohnt sich dieser Aufwand trotz der geringen Wahrscheinlichkeit einer Einnistung?

MERKE

Abgestoßen wird immer die Funktionsschicht der Gebärmutter Schleimhaut — Muskulatur und Eierstock bleiben unberührt.

LEHRTEXT IM KURS

Weibliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Den abgestoßenen Gewebeanteil im Zyklus erneut bestimmen

B130 D Die Eizelle wandert über den Eileiter in den Eierstock

Welche Aussage über die weiblichen Geschlechtsorgane ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Die Eizelle wandert über den Eileiter in den Eierstock“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Die Eizelle wandert nicht in den Eierstock, sondern von ihm weg. Beim Eisprung wird sie aus dem Eierstock freigesetzt, vom Trichter des Eileiters aufgefangen und durch Flimmerhärchen und Muskelbewegungen in Richtung Gebärmutter transportiert. Die Richtung ist eindeutig: vom Eierstock über den Eileiter zur Gebärmutter.

Die Antwort „Die Gebärmutter vergrößert sich in der Schwangerschaft“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Die Gebärmutter vergrößert sich in der Schwangerschaft erheblich, von etwa der Größe einer Birne auf ein Vielfaches davon.

Die Antwort „Der Eileiter transportiert die Eizelle vom Eierstock zur Gebärmutter“ ist richtig: Genau diesen Transport leistet der Eileiter.

Die Antwort „Die Ovulation erfolgt aus dem Eierstock“ ist richtig: Der Eisprung erfolgt aus einem reifen Follikel des Eierstocks.

Die Antwort „Die Befruchtung findet meist im Eileiter statt“ ist richtig: Die Befruchtung findet meist im äußeren Drittel des Eileiters statt.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten beschreiben denselben Transportweg in entgegengesetzter Richtung. Wie kannst du solche Gegensatzpaare nutzen, um die gesuchte Aussage schneller zu finden?

MERKE

Vom Eierstock durch den Eileiter zur Gebärmutter — nie umgekehrt.

LEHRTEXT IM KURS

Weibliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Wanderrichtung der Eizelle im weiblichen Genitaltrakt bestimmen

B131 B Er besitzt eine trichterförmige Öffnung zur Bauchhöhle, glatte Muskulatur und Falten und ist normalerweise der Ort der Befruchtung

Welche Aussage zum Eileiter (Tuba uterina) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Er besitzt eine trichterförmige Öffnung zur Bauchhöhle, glatte Muskulatur und Falten und ist normalerweise der Ort der Befruchtung“. Der Eileiter endet zum Eierstock hin in einem Trichter mit fransenartigen Fortsätzen, der frei in die Bauchhöhle mündet. Diese offene Verbindung ist eine anatomische Besonderheit der Frau: Der Eileiter ist nicht mit dem Eierstock verwachsen, sondern fängt die freigesetzte Eizelle auf. Seine Wand enthält glatte Muskulatur, seine Schleimhaut ist in Längsfalten gelegt und mit

Flimmerhärchen besetzt; beides zusammen befördert die Eizelle Richtung Gebärmutter. Die Befruchtung findet regelhaft im äußeren Drittel des Eileiters statt.

Die Antwort „Er ist beidseitig fest mit dem Eierstock verwachsen“ ist falsch: Fest verwachsen ist der Eileiter mit dem Eierstock gerade nicht, sonst gäbe es die offene Verbindung zur Bauchhöhle nicht.

Die Antwort „Er besitzt quergestreifte Muskulatur“ ist falsch: Quergestreifte Muskulatur findet sich in der Skelettmuskulatur und im Herzen. Innere Hohlorgane besitzen glatte Muskulatur, die unwillkürlich arbeitet.

Die Antwort „Die Befruchtung findet normalerweise in der Gebärmutter statt“ ist falsch: In der Gebärmutter findet die Einnistung statt, nicht die Befruchtung.

Die Antwort „Er hat keine Verbindung zur Bauchhöhle“ ist falsch: Die Verbindung zur Bauchhöhle besteht sehr wohl und ist der Grund, warum sich eine Entzündung von dort ausbreiten kann.

Zum Weiterdenken: Beim Mann sind die Samenwege vollständig geschlossen, bei der Frau besteht eine offene Verbindung von der Scheide bis in die Bauchhöhle. Welche Folgen hat dieser Unterschied für die Ausbreitung von Infektionen?

MERKE

Der Eileiter fängt auf statt festzuhalten — offener Trichter, glatte Muskulatur, Befruchtung im äußeren Drittel.

LEHRTEXT IM KURS

Weibliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Bau und Aufgabe des Eileiters beschreiben

B132 D Die Ovulation findet statt, sobald der Gelbkörper reif ist

Welche Aussage zur Ovulation ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Die Ovulation findet statt, sobald der Gelbkörper reif ist“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Der Gelbkörper ist zum Zeitpunkt des Eisprungs noch gar nicht vorhanden — er entsteht erst danach. Die Reihenfolge lautet: Follikel reift heran, ein steiler Anstieg des luteinisierenden Hormons löst den Eisprung aus, und aus den zurückbleibenden Hüllzellen des geplatzten Follikels bildet sich der Gelbkörper, der anschließend Progesteron ausschüttet.

Die Antwort „Ein reifer Follikel ist etwa 2 cm groß“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Ein sprungreifer Follikel erreicht tatsächlich etwa zwei Zentimeter und ist im Ultraschall gut zu sehen.

Die Antwort „Die Ovulation erfolgt meist um den 14. Zyklustag“ ist richtig: Der Eisprung liegt meist um den vierzehnten Zyklustag.

Die Antwort „Nach der Ovulation entsteht aus dem Follikel der Gelbkörper“ ist richtig: Aus dem Follikelrest entsteht der Gelbkörper — genau die Reihenfolge, die Option A

umkehrt.

Die Antwort „Der Eisprung wird durch den LH-Anstieg ausgelöst“ ist richtig: Der Eisprung wird durch den steilen Anstieg des luteinisierenden Hormons ausgelöst.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten beschreiben dasselbe Verhältnis in umgekehrter Richtung. Wie kannst du solche Paare gezielt suchen, um bei Negativfragen schneller zum Ziel zu kommen?

MERKE

Erst platzt der Follikel, dann entsteht der Gelbkörper — nie umgekehrt.

LEHRTEXT IM KURS

Weibliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Reihenfolge von Eisprung und Gelbkörperbildung sichern

B133 E Zwischen Harnröhre/-blase und Rektum

Zwischen welchen Strukturen befindet sich die Vagina?

Richtig ist die Antwort „Zwischen Harnröhre/-blase und Rektum“. Die Scheide liegt im kleinen Becken zwischen Harnröhre und Harnblase auf der Vorderseite und dem Enddarm auf der Rückseite. Diese enge Nachbarschaft erklärt mehrere klinische Zusammenhänge: Der Muttermund lässt sich vom Enddarm aus tasten, ein Druck auf die Blase wird bei fortgeschrittener Schwangerschaft rasch spürbar, und eine Schwäche des Beckenbodens kann dazu führen, dass benachbarte Organe absinken.

Die Antwort „Zwischen Harnleiter und Rektum“ ist falsch: Die Harnleiter verlaufen weiter oben von den Nieren zur Blase und liegen nicht unmittelbar vor der Scheide.

Die Antwort „Zwischen Uterus und Harnröhre“ ist falsch: Die Gebärmutter schließt oben an die Scheide an und liegt nicht neben ihr.

Die Antwort „Zwischen Niere und Rektum“ ist falsch: Die Nieren liegen im Rückenbereich des Oberbauchs und damit weit entfernt.

Die Antwort „Zwischen Zwölffingerdarm und Colon Sigmoidum“ ist falsch: Zwölffingerdarm und S-förmiger Dickdarm gehören zum Verdauungstrakt und liegen im Bauchraum.

Zum Weiterdenken: Blase, Scheide und Enddarm liegen im kleinen Becken unmittelbar hintereinander und ruhen auf demselben Beckenboden. Welche Folgen hat eine Schwäche dieser Muskelplatte für alle drei zugleich?

MERKE

Vorn Blase und Harnröhre, hinten der Enddarm — die Scheide liegt dazwischen.

LEHRTEXT IM KURS

Weibliches Fortpflanzungssystem

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Lage der Scheide im kleinen Becken bestimmen

B134 D Ein intakter Gelbkörper ist nötig, damit die Eizelle springen kann

Welche Aussage über den Eisprung trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Ein intakter Gelbkörper ist nötig, damit die Eizelle springen kann“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Ein Gelbkörper ist zum Zeitpunkt des Eisprungs noch gar nicht vorhanden, denn er entsteht erst aus dem Rest des geplatzten Follikels. Die Reihenfolge lautet: Follikelreifung, Eisprung, Gelbkörperbildung.

Die Antwort „Eisprung nach Wachstumsphase der Gebärmutter Schleimhaut“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: In der ersten Zyklushälfte baut sich die Gebärmutter Schleimhaut unter dem Einfluss von Östrogen auf, danach folgt der Eisprung.

Die Antwort „Follikel ca. 2cm groß kurz vor dem Sprung“ ist richtig: Ein sprungreifer Follikel misst etwa zwei Zentimeter.

Die Antwort „Der Eisprung findet ca. am 14. Tag des Zyklus statt“ ist richtig: Der Eisprung liegt meist um den vierzehnten Zyklustag.

Die Antwort „Der Eisprung wird durch einen LH-Anstieg ausgelöst“ ist richtig: Ausgelöst wird er durch einen steilen Anstieg des luteinisierenden Hormons.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Falschaussage wurde in mehreren Jahrgängen angeboten. Was sagt dir das über die Bedeutung, die zeitliche Abfolge im Zyklus wirklich zu durchdringen?

MERKE

Der Gelbkörper ist die Folge des Eisprungs, nie seine Voraussetzung.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Abfolge im Zyklus erneut prüfen

B135 A Eizellen werden über den Eileiter zu den Eierstöcken transportiert

Welche Aussage über die Gebärmutter trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Eizellen werden über den Eileiter zu den Eierstöcken transportiert“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die Eizelle wandert nicht zu den Eierstöcken, sondern von ihnen weg: Nach dem Eisprung wird sie vom Trichter des Eileiters aufgenommen und in Richtung Gebärmutter befördert. Die Transportrichtung ist damit genau umgekehrt beschrieben.

Die Antwort „Gebärmutter vergrößert sich bei Schwangerschaft“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Die Gebärmutter wächst in der Schwangerschaft erheblich, wobei sich sowohl die Zahl als auch die Größe ihrer Muskelzellen erhöht.

Die Antwort „Die Gebärmutter ist mit einer Schleimhaut ausgekleidet“ ist richtig: Sie ist innen mit einer Schleimhaut ausgekleidet, die dem Zyklus folgt.

Die Antwort „Der Eierstock stellt Progesteron und Östrogen her“ ist richtig: Der Eierstock bildet Östrogen und Progesteron, letzteres vor allem aus dem Gelbkörper.

Die Antwort „Die Gebärmutter besteht aus Endometrium, Myometrium und Perimetrium“ ist richtig: Die Wand besteht von innen nach außen aus Endometrium als Schleimhaut, Myometrium als kräftiger Muskelschicht und Perimetrium als äußerem Überzug.

Zum Weiterdenken: Die Namen der drei Wandschichten unterscheiden sich nur in der Vorsilbe. Wie hilft dir das Wissen, dass endo innen, myo Muskel und peri herum bedeutet?

MERKE

Endo innen, Myo Muskel, Peri außen — und die Eizelle wandert immer zur Gebärmutter hin.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Aufbau und Funktion der Gebärmutter prüfen

B136 A Humanes Choriongonadotropin

Welche Substanz wird bei handelsüblichen Schwangerschaftstests nachgewiesen?

Richtig ist die Antwort „Humanes Choriongonadotropin“. Handelsübliche Schwangerschaftstests weisen humanes Choriongonadotropin im Harn nach. Dieses Hormon wird vom Trophoblasten gebildet, also von der äußeren Zellschicht der Blastozyste, und zwar erst ab dem Zeitpunkt der Einnistung. Seine Aufgabe ist es, den Gelbkörper am Leben zu erhalten, damit dieser weiter Progesteron ausschüttet und die Gebärmutter Schleimhaut nicht abgestoßen wird. Weil sein Spiegel in den ersten Wochen etwa alle zwei Tage verdoppelt, wird der Test rasch zuverlässig.

Die Antwort „Progesteron“ ist falsch: Progesteron steigt zwar in der Schwangerschaft an, ist aber auch in der zweiten Zyklushälfte jedes normalen Zyklus erhöht und taugt deshalb nicht als Nachweis.

Die Antwort „Östrogen“ ist falsch: Östrogen kommt ebenfalls in jedem Zyklus vor.

Die Antwort „Prolaktin“ ist falsch: Prolaktin steuert die Milchbildung und steigt erst später deutlich an.

Die Antwort „Humanes Plazentalaktogen“ ist falsch: Das Plazentalaktogen entsteht zwar in der Plazenta, aber erst später und in Mengen, die sich für einen Frühtest nicht eignen.

Zum Weiterdenken: hCG entsteht erst nach der Einnistung, nicht schon nach der Befruchtung. Warum kann ein Test deshalb frühestens etwa ab dem Ausbleiben der Regel anschlagen?

MERKE

hCG kommt vom Trophoblasten und erhält den Gelbkörper — es entsteht erst mit der Einnistung.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: hCG als Nachweisstoff des Schwangerschaftstests benennen

B137 D Von der Rinde (Cortex) über die Ovarialoberfläche in die Bauchhöhle

Welchen Weg nimmt die Eizelle vom Ovar bis zum Fimbrientrichter und in die Bauchhöhle?

Richtig ist die Antwort „Von der Rinde (Cortex) über die Ovarialoberfläche in die Bauchhöhle“. Die Follikel reifen in der Rinde des Eierstocks heran, also in seinem äußeren Bereich. Beim Eisprung wölbt sich der reife Follikel an der Oberfläche vor, reißt ein und gibt die Eizelle nach außen ab — und damit zunächst in die freie Bauchhöhle. Erst dort wird sie vom Fimbrientrichter des Eileiters aufgefangen. Dieser kurze Weg durch die Bauchhöhle ist die anatomische Besonderheit des weiblichen Genitaltrakts.

Die Antwort „Vom Mark (Medulla) über das Hilum in die Bauchhöhle“ ist falsch: Das Mark des Eierstocks enthält Gefäße und Nerven, aber keine reifenden Follikel. Der Hilum ist die Ein- und Austrittsstelle dieser Gefäße.

Die Antwort „Direkt vom Follikel in den Eileiter ohne Bauchhöhlenkontakt“ ist falsch: Eine unmittelbare Verbindung zwischen Follikel und Eileiter gibt es nicht; genau der Kontakt zur Bauchhöhle ist unvermeidlich.

Die Antwort „Über die Harnblase in die Bauchhöhle“ ist falsch: Die Harnblase gehört zum Harnsystem und liegt außerhalb dieses Weges.

Die Antwort „Vom Hilum direkt in die Gebärmutter“ ist falsch: Vom Hilum aus gelangt nichts unmittelbar in die Gebärmutter.

Zum Weiterdenken: Die Eizelle tritt kurz in die freie Bauchhöhle über, bevor sie aufgefangen wird. Welche Fehlmöglichkeit ergibt sich daraus, und wie erklärt sie seltene Bauchhöhlenschwangerschaften?

MERKE

Rinde, Oberfläche, Bauchhöhle, Fimbrientrichter — der Eileiter fängt auf, er holt nicht ab.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Den Weg der Eizelle beim Eisprung beschreiben

B138 A Plazenta

Wo werden Progesteron und Östrogen außer im Eierstock noch produziert?

Richtig ist die Antwort „Plazenta“. Neben dem Eierstock bildet auch die Plazenta Progesteron und Östrogen, und ab dem zweiten Schwangerschaftsdrittel übernimmt sie diese Aufgabe vollständig. Sie stellt damit sicher, dass die Schwangerschaft erhalten bleibt, ohne noch auf den Gelbkörper angewiesen zu sein.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: Die Milz ist ein lymphatisches Organ und baut alte rote Blutkörperchen ab. Hormone stellt sie nicht her.

Die Antwort „Hypophyse“ ist falsch: Die Hirnanhangsdrüse bildet die übergeordneten Steuerhormone FSH und LH.

Die Antwort „Schilddrüse“ ist falsch: Die Schilddrüse bildet Thyroxin und Trijodthyronin.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber baut Hormone ab und bildet Transporteiweiße, stellt die Geschlechtshormone aber nicht her.

Zum Weiterdenken: Ab dem zweiten Drittel ist der Gelbkörper entbehrlich. Warum ist dieser Übergang für den Verlauf einer Schwangerschaft ein wichtiger Sicherheitspunkt?

MERKE

Erst der Gelbkörper, dann die Plazenta — beide bilden Progesteron und Östrogen.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Plazenta erneut als Bildungsort weiblicher Geschlechtshormone erkennen

B139 A Primordial-Primär-Sekundär-Tertiär-Graafscher Follikel

Welche Reihenfolge der Follikelreifung im Eierstock ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Primordial-Primär-Sekundär-Tertiär-Graafscher Follikel“. Die Reifung verläuft in fester Reihenfolge: Primordialfollikel, Primärfollikel, Sekundärfollikel, Tertiärfollikel und schließlich der sprungreife Graafsche Follikel. Die Namen folgen dabei der gewohnten Zählung, sodass sich die Reihenfolge fast von selbst ergibt. Inhaltlich nimmt mit jedem Schritt die Zahl der umgebenden Zellschichten zu; ab dem Tertiärfollikel bildet sich zusätzlich ein flüssigkeitsgefüllter Hohlraum, der im Graafschen Follikel schließlich fast den gesamten Raum einnimmt.

Die Antwort „Primär-Primordial-Sekundär-Tertiär-Graafscher Follikel“ ist falsch: Der Primärfollikel kann nicht vor dem Primordialfollikel liegen, denn dieser ist das Ruhestadium, in dem die Eizellen seit der Fetalzeit verharren.

Die Antwort „Primordial-Sekundär-Primär-Tertiär-Graafscher Follikel“ ist falsch: Sekundär vor primär widerspricht der Zählung.

Die Antwort „Sekundär-Primordial-Primär-Tertiär-Graafscher Follikel“ ist falsch: Auch hier steht ein späteres Stadium am Anfang.

Die Antwort „Primordial-Primär-Tertiär-Sekundär-Graafscher Follikel“ ist falsch: Tertiär vor sekundär kehrt zwei aufeinanderfolgende Schritte um.

Zum Weiterdenken: Die Primordialfollikel entstehen bereits vor der Geburt und ihre Zahl nimmt lebenslang ab. Welche Folge hat dieser Vorrat, der sich nicht auffüllen lässt?

MERKE

Primordial, primär, sekundär, tertiär, Graaf — die Zählung gibt die Reihenfolge vor.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Stadien der Follikelreifung ordnen

B140 C Übergang Uterus/Vagina

Wo liegt der Muttermund?

Richtig ist die Antwort „Übergang Uterus/Vagina“. Der Muttermund ist die Öffnung des Gebärmutterhalses zur Scheide hin, liegt also am Übergang von Gebärmutter zu Scheide. Er ragt zapfenförmig in das obere Ende der Scheide hinein und ist deshalb bei der Untersuchung unmittelbar einsehbar — der Grund, warum die Krebsvorsorge dort mit einem Abstrich arbeiten kann. Genau genommen unterscheidet man einen äußeren Muttermund zur Scheide hin und einen inneren zur Gebärmutterhöhle.

Die Antwort „Zwischen Harnleiter und Harnblase“ ist falsch: Zwischen Harnleiter und Harnblase liegt deren Einmündung, die zum Harnsystem gehört.

Die Antwort „Zwischen Harnblase und Harnröhre“ ist falsch: Zwischen Harnblase und Harnröhre liegt der Blasenaustritt mit seinem Schließmuskel.

Die Antwort „Übergang Uterus/Eileiter“ ist falsch: Am Übergang von Gebärmutter zu Eileiter liegt die Tubenecke, nicht der Muttermund.

Die Antwort „Zwischen Vagina und Vulva“ ist falsch: Zwischen Scheide und Vulva liegt der Scheideneingang.

Zum Weiterdenken: Der Muttermund ist von außen zugänglich, während die übrigen inneren Geschlechtsorgane es nicht sind. Welche Bedeutung hat diese Zugänglichkeit für

die Vorsorge?

MERKE

Der Muttermund ist die Tür der Gebärmutter zur Scheide.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Den Muttermund anatomisch verorten

B141 B Scheidenvorhof

Was gehört zur Vulva?

Richtig ist die Antwort „Scheidenvorhof“. Als Vulva bezeichnet man die äußeren weiblichen Geschlechtsorgane, und dazu gehört der Scheidenvorhof, also der von den kleinen Schamlippen umschlossene Bereich, in den Harnröhre und Scheide münden. Ebenfalls zur Vulva zählen große und kleine Schamlippen, Kitzler und Schamhügel.

Die Antwort „Scheide“ ist falsch: Die Scheide selbst gehört zu den inneren Geschlechtsorganen. Der Vorhof liegt davor, die Scheide dahinter — die Grenze verläuft am Scheideneingang.

Die Antwort „Eierstock“ ist falsch: Der Eierstock liegt tief im kleinen Becken und gehört zu den inneren Organen.

Die Antwort „Eileiter“ ist falsch: Auch der Eileiter zählt zu den inneren Geschlechtsorganen.

Die Antwort „Gebärmuttermund“ ist falsch: Der Muttermund liegt am oberen Ende der Scheide und gehört ebenfalls nach innen.

Zum Weiterdenken: Die Grenze zwischen äußeren und inneren Geschlechtsorganen verläuft am Scheideneingang. Warum ist eine solche klare Grenzziehung für die anatomische Beschreibung nützlich?

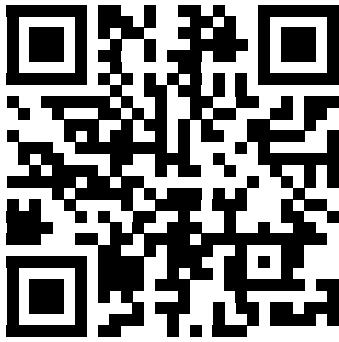
MERKE

Vulva ist alles vor dem Scheideneingang — die Scheide selbst gehört schon nach innen.

LEHRTEXT IM KURS**Weibliches Fortpflanzungssystem**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Äußere und innere weibliche Geschlechtsorgane trennen

Harnsystem



LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B142 A Harnröhre

Wo fließt der Harn aus der Harnblase ab?

Richtig ist die Antwort „Harnröhre“. Der Harn verlässt die Harnblase über die Harnröhre nach außen. Der gesamte Weg lautet: In der Niere wird der Harn in den Nierenkörperchen gebildet, sammelt sich über die Nierenkelche im Nierenbecken, fließt durch den Harnleiter zur Harnblase und verlässt sie schließlich über die Harnröhre. Die Aufgabe zielt auf das letzte Glied dieser Kette, und die Verwechslung von Harnleiter und Harnröhre ist der häufigste Fehler.

Die Antwort „Harnleiter“ ist falsch: Der Harnleiter führt von der Niere zur Blase und liegt damit vor der Blase und nicht nach ihr.

Die Antwort „Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken ist der trichterförmige Sammelraum innerhalb der Niere und steht am Anfang der ableitenden Wege.

Die Antwort „Nierenkelch“ ist falsch: Die Nierenkelche münden ins Nierenbecken und liegen noch weiter oben.

Die Antwort „Henle-Schleife“ ist falsch: Die Henle-Schleife ist ein Abschnitt des Nierenkanälchens und dient der Aufkonzentrierung des Harns. Sie ist Teil der Harnbildung, nicht der Ableitung.

Zum Weiterdenken: Bei Männern ist die Harnröhre deutlich länger als bei Frauen. Wie erklärt dieser einfache anatomische Unterschied, dass Blasenentzündungen bei Frauen weit häufiger auftreten?

MERKE

Kelch, Becken, Leiter, Blase, Röhre — der Leiter führt hin, die Röhre führt hinaus.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die ableitenden Harnwege in ihrer Reihenfolge kennen

B143 A Im Nierenkörperchen (Glomerulus) durch Filtration

Wo wird der Primärharn gebildet, bevor er über die Harnleiter abfließt?

Richtig ist die Antwort „Im Nierenkörperchen (Glomerulus) durch Filtration“. Der Primärharn entsteht im Nierenkörperchen durch Filtration. Dort wird das Blut in einem Knäuel feiner Gefäße, dem Glomerulus, unter Druck durch eine dreischichtige Barriere gepresst, die Zellen und große Eiweiße zurückhält, Wasser und kleine gelöste Stoffe aber durchlässt. Auf diese Weise entstehen täglich etwa 180 Liter Primärharn. Über neunundneunzig Prozent davon werden im weiteren Verlauf der Nierenkanälchen wieder zurückgewonnen, sodass am Ende ein bis zwei Liter Endharn übrig bleiben.

Die Antwort „In der Harnblase“ ist falsch: Die Harnblase speichert den fertigen Endharn und verändert ihn nicht mehr.

Die Antwort „In der Harnröhre“ ist falsch: Die Harnröhre leitet den Harn nach außen.

Die Antwort „Im Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken ist der Sammelraum, in dem der fertige Harn zusammenläuft, bevor er in den Harnleiter gelangt.

Die Antwort „In den Sammelrohren“ ist falsch: In den Sammelrohren wird dem bereits vorverarbeiteten Harn unter dem Einfluss des antidiuretischen Hormons noch Wasser entzogen. Gebildet wird der Primärharn dort nicht mehr.

Zum Weiterdenken: Der Körper filtert täglich 180 Liter und gewinnt fast alles wieder zurück. Warum ist dieser scheinbar verschwenderische Umweg sinnvoller, als von vornherein nur wenig zu filtern?

MERKE

Filtration im Nierenkörperchen macht 180 Liter Primärharn, Rückgewinnung im Kanälchen lässt nur ein bis zwei Liter übrig.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den Ort der Primärharnbildung benennen

B144 E Blutzellen

Was wird in der Niere nicht aus dem Blut in den Primärharn aufgenommen?

Richtig ist die Antwort „Blutzellen“. Blutzellen gelangen nicht in den Primärharn. Die Filterbarriere im Nierenkörperchen besteht aus drei Schichten und hält alles zurück, was zu groß ist — also sämtliche Zellen und die großen Eiweiße wie Albumin. Alles Kleinere passiert nahezu ungehindert, weshalb der Primärharn in seiner Zusammensetzung dem Blutplasma ohne Eiweiße gleicht. Erscheinen Blutzellen oder Eiweiß im Harn, ist das ein Hinweis auf eine geschädigte Filterbarriere.

Die Antwort „Wasser“ ist falsch: Wasser wird in großen Mengen filtriert, nämlich täglich etwa 180 Liter, und anschließend zu über neunundneunzig Prozent zurückgewonnen.

Die Antwort „Elektrolyte“ ist falsch: Elektrolyte wie Natrium, Kalium und Chlorid sind klein und werden ungehindert filtriert.

Die Antwort „Glukose“ ist falsch: Glucose gelangt vollständig in den Primärharn und wird erst im nachfolgenden Kanälchen wieder zurückgeholt. Übersteigt der Blutzucker allerdings die Rückholkapazität, erscheint Zucker im Harn — der namensgebende Befund beim Diabetes mellitus.

Die Antwort „Harnstoff“ ist falsch: Harnstoff ist ein kleines Abfallprodukt des Eiweißstoffwechsels und soll gerade ausgeschieden werden.

Zum Weiterdenken: Glucose wird erst filtriert und dann vollständig zurückgeholt. Warum erscheint sie im Harn, sobald der Blutzucker eine bestimmte Schwelle überschreitet?

MERKE

Der Filter hält Zellen und große Eiweiße zurück — alles Kleinere geht durch und wird später zurückgeholt.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Filterleistung des Nierenkörperchens beschreiben

B145 A Nierenkörperchen

Wo wird das Blut in den Nieren gefiltert?

Richtig ist die Antwort „Nierenkörperchen“. Gefiltert wird das Blut im Nierenkörperchen, das aus dem Gefäßknäuel und der es umgebenden Kapsel besteht. Der Blutdruck presst dort Flüssigkeit durch eine dreischichtige Barriere, die Zellen und große Eiweiße zurückhält. Die Nierenkörperchen liegen sämtlich in der Nierenrinde, also im äußeren Bereich der Niere.

Die Antwort „Nierenmark“ ist falsch: Im Nierenmark verlaufen die Schleifen und Sammelrohre, in denen der Harn eingedickt wird. Gefiltert wird dort nicht.

Die Antwort „Nierenkelch“ ist falsch: Die Nierenkelche sammeln den bereits fertigen Harn.

Die Antwort „Markpyramiden“ ist falsch: Die Markpyramiden sind die kegelförmigen Abschnitte des Nierenmarks, deren Spitzen in die Kelche münden.

Die Antwort „Henle-Schleife“ ist falsch: Die Henle-Schleife folgt auf das Nierenkörperchen und dient der Aufkonzentrierung des Harns, indem sie im Mark ein Salzgefälle aufbaut.

Zum Weiterdenken: Filtration findet in der Rinde statt, Eindickung im Mark. Warum ist diese räumliche Trennung für die Fähigkeit der Niere, konzentrierten Harn zu bilden, notwendig?

MERKE

Rinde filtert, Mark konzentriert, Kelche sammeln.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den Filterort in der Niere benennen

B146 B Linker und rechter Harnleiter → Harnblase → Harnröhre

Wie lautet die richtige Reihenfolge der folgenden Komponenten im Harnsystem?

Richtig ist die Antwort „Linker und rechter Harnleiter → Harnblase → Harnröhre“. Von jeder der beiden Nieren führt ein Harnleiter zur Harnblase, und von dort geht eine einzige Harnröhre nach außen. Die Zahlenverhältnisse sind dabei der Schlüssel: zwei Harnleiter, weil es zwei Nieren gibt, und nur eine Harnröhre, weil es nur eine Blase gibt. Wer sich das merkt, erkennt mehrere falsche Antworten sofort.

Die Antwort „Linke und rechte Harnröhre → Harnblase → Harnleiter“ ist falsch: Eine linke und eine rechte Harnröhre gibt es nicht. Die Begriffe sind hier vertauscht.

Die Antwort „Harnleiter → Harnblase → linke und rechte Harnröhre“ ist falsch: Auch diese Antwort spricht von zwei Harnröhren.

Die Antwort „Harnröhre → Harnleiter → Harnblase“ ist falsch: Die Reihenfolge ist vollständig umgekehrt, die Harnröhre steht am Anfang statt am Ende.

Die Antwort „Nierenbecken → Harnblase → Harnleiter → Harnröhre“ ist falsch: Die Aufzählung beginnt zwar richtig mit dem Nierenbecken, setzt dann aber die Blase vor den Harnleiter — genau vertauscht.

Zum Weiterdenken: Zwei Harnleiter, aber nur eine Harnröhre. Wie hilft dir dieses einfache Zahlenverhältnis, drei der fünf Antwortmöglichkeiten ohne inhaltliches Prüfen auszuschließen?

MERKE

Zwei Leiter hin, eine Röhre hinaus — die Zahl verrät die Richtung.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die ableitenden Harnwege in der richtigen Abfolge ordnen

B147 B Nierenkörperchen

Wo wird der Primärharn filtriert?

Richtig ist die Antwort „Nierenkörperchen“: Der Primärharn entsteht durch Filtration im Nierenkörperchen. Dort wird das Blut in einem Knäuel feinsten Gefäße unter Druck durch eine dreischichtige Barriere gepresst. Alle folgenden Abschnitte verändern diesen Primärharn nur noch, indem sie Nützliches zurückholen und Überflüssiges zusätzlich abgeben.

Die Antwort „Henle-Schleife“ ist falsch: Die Henle-Schleife baut im Nierenmark ein Salzgefälle auf, das die spätere Eindickung des Harns erst ermöglicht. Filtriert wird dort nicht.

Die Antwort „Nierenkelche“ ist falsch: Die Nierenkelche nehmen den fertigen Endharn auf.

Die Antwort „Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken ist der Sammelraum vor dem Harnleiter.

Die Antwort „Sammelrohr“ ist falsch: Im Sammelrohr wird dem Harn unter dem Einfluss des antidiuretischen Hormons zuletzt noch Wasser entzogen. Damit entscheidet sich, wie konzentriert der Harn am Ende ist.

Zum Weiterdenken: Filtration, Rückgewinnung, zusätzliche Abgabe und Eindickung folgen in fester Reihenfolge aufeinander. Warum lässt sich die Arbeit der Niere mit diesen vier Schritten vollständig beschreiben?

MERKE

Filtrieren im Körperchen, zurückholen im Kanälchen, eindicken im Sammelrohr.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Filtration erneut dem Nierenkörperchen zuordnen

B148 D Glomerulus

Wie heißt das Kapillarknäuel, das sich in den Nierenkörperchen befindet?

Richtig ist die Antwort „Glomerulus“: Das Kapillarknäuel im Nierenkörperchen heißt Glomerulus. Es entsteht dadurch, dass sich ein zuführendes Gefäß in ein Bündel feinsten Kapillaren auffächert, die anschließend wieder in ein abführendes Gefäß münden. Diese Besonderheit ist entscheidend: Weil das abführende Gefäß enger ist als das zuführende, staut sich der Druck im Knäuel, und genau

dieser Druck presst die Flüssigkeit durch die Filterbarriere. Umgeben wird der Glomerulus von der Bowman-Kapsel, die das Filtrat auffängt.

Die Antwort „Nephron“ ist falsch: Das Nephron ist die gesamte kleinste Funktionseinheit der Niere, bestehend aus Nierenkörperchen und dem zugehörigen Kanälchensystem. Der Glomerulus ist nur ein Teil davon.

Die Antwort „Kapillarpol“ ist falsch: Als Gefäßpol bezeichnet man die Stelle, an der die Gefäße in das Nierenkörperchen ein- und austreten, nicht das Knäuel selbst.

Die Antwort „Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken sammelt den fertigen Harn.

Die Antwort „Tubulus“ ist falsch: Der Tubulus ist das Kanälchen, das sich an das Nierenkörperchen anschließt und den Primärharn weiterverarbeitet.

Zum Weiterdenken: Das abführende Gefäß des Glomerulus ist enger als das zuführende. Warum ist gerade dieser Bauunterschied die Voraussetzung dafür, dass überhaupt filtriert wird?

MERKE

Glomerulus ist das Knäuel, Bowman-Kapsel die Hülle, beide zusammen das Nierenkörperchen.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Den Glomerulus als Gefäßknäuel des Nierenkörperchens benennen

B149 E rechter und linker Harnleiter - Harnblase - Harnröhre

In welcher Reihenfolge wird der Primärharn in den Kanälchen der Niere zum endgültigen Harn gebildet und über das Nierenbecken nach außen abgeleitet?

Richtig ist die Antwort „rechter und linker Harnleiter - Harnblase - Harnröhre“: Der fertige Harn verlässt jede Niere über einen Harnleiter, sammelt sich in der einen Harnblase und wird über die eine Harnröhre nach außen abgegeben. Es gibt also zwei Harnleiter und nur eine Harnröhre. Diese Zahlenverhältnisse allein reichen aus, um die meisten falschen Antworten zu erkennen, ohne die Reihenfolge im Einzelnen zu prüfen.

Die Antwort „Harnleiter - Harnblase - rechte und linke Harnröhre“ ist falsch: Hier ist von zwei Harnröhren die Rede.

Die Antwort „rechter und linker Harnleiter - Harnblase - rechte und linke Harnröhre“ ist falsch: Auch diese Antwort nennt eine rechte und eine linke Harnröhre.

Die Antwort „rechte und linke Harnröhre - Harnblase - Harnleiter“ ist falsch: Neben den zwei Harnröhren steht hier zusätzlich die Reihenfolge auf dem Kopf.

Die Antwort „rechte und linke Harnblase - Harnleiter - Harnröhre“ ist falsch: Zwei Harnblasen gibt es nicht, und die Reihenfolge stimmt ebenfalls nicht.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antwortmöglichkeiten scheitern bereits an einer falschen Anzahl. Wie oft lässt sich eine Aufgabe schneller über solche Zahlenprüfungen lösen als über inhaltliches Nachdenken?

MERKE

Zwei Nieren, zwei Harnleiter, eine Blase, eine Harnröhre.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Die ableitenden Harnwege gegen Zahlenfallen sichern

B150 D Abbau von Erythrozyten

Welche Funktion erfüllen die Nieren NICHT?

Richtig ist die Antwort „Abbau von Erythrozyten“, denn gesucht ist die Aufgabe, die die Niere nicht erfüllt. Rote Blutkörperchen baut die Milz ab und nicht die Niere. Die Niere ist an den Erythrozyten allerdings sehr wohl beteiligt, nur am anderen Ende: Sie misst den Sauerstoffgehalt und regt über Erythropoetin deren Neubildung im Knochenmark an. Bildung anregen und Abbau leisten sind also zwei verschiedene Dinge, die diese Aufgabe bewusst nebeneinanderstellt.

Die Antwort „Regulation des Wasserhaushalts“ ist falsch: Die Regelung des Wasserhaushalts ist eine Kernaufgabe der Niere, gesteuert über das antidiuretische Hormon, das die Wasserrückgewinnung im Sammelrohr erhöht.

Die Antwort „Säure-Basen-Haushalt“ ist falsch: Am Säure-Basen-Haushalt ist die Niere maßgeblich beteiligt, indem sie Wasserstoffionen ausscheidet und Bikarbonat zurückgewinnt. Zusammen mit der Lunge hält sie den pH-Wert des Blutes konstant.

Die Antwort „Blutdruckregulation“ ist falsch: Über das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System greift die Niere unmittelbar in die Blutdruckregulation ein.

Die Antwort „Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen“ ist falsch: Die Ausscheidung harnpflichtiger Stoffe wie Harnstoff, Harnsäure und Kreatinin ist ihre bekannteste Aufgabe.

Zum Weiterdenken: Die Niere regelt Wasser, Salze, pH-Wert, Blutdruck und Blutbildung zugleich. Warum wirkt sich ein Nierenversagen deshalb auf nahezu jedes andere Organ aus?

MERKE

Die Niere regt die Bildung an, die Milz besorgt den Abbau.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Aufgaben der Niere von denen der Milz trennen

B151 D Nierenkanälchen

Was ist der Bildungsort für den Sekundärharn?

Richtig ist die Antwort „Nierenkanälchen“. Der Sekundärharn, also der endgültige Harn, entsteht in den Nierenkanälchen. Dort wird der zuvor filtrierte Primärharn entscheidend verändert: Glucose, Aminosäuren, der größte Teil des Wassers und viele Salze werden zurückgewonnen, während bestimmte Stoffe zusätzlich abgegeben werden. Aus etwa 180 Litern Primärharn täglich werden auf diesem Weg ein bis zwei Liter Endharn.

Die Antwort „Glomerulus“ ist falsch: Der Glomerulus ist das Gefäßknäuel, in dem filtrierte wird – dort entsteht der Primärharn.

Die Antwort „Nierenkörperchen“ ist falsch: Das Nierenkörperchen umfasst Glomerulus und Kapsel und ist ebenfalls der Ort der Filtration.

Die Antwort „Harnleiter“ ist falsch: Der Harnleiter transportiert den fertigen Harn zur Blase.

Die Antwort „Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken sammelt den fertigen Harn.

Zum Weiterdenken: Aus 180 Litern werden anderthalb Liter, also weniger als ein Prozent. Warum lohnt sich dieser gewaltige Umlauf trotz des scheinbaren Aufwands?

MERKE

Primärharn entsteht im Körperchen, Sekundärharn im Kanälchen.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Primär- und Sekundärharn ihren Entstehungsorten zuordnen

B152 B Glomerulus

Wie heißt das Gefäßknäuel in der Niere?

Richtig ist die Antwort „Glomerulus“. Das Gefäßknäuel in der Niere heißt Glomerulus. Es besteht aus einem Bündel feinsten Kapillaren, in dem der Blutdruck durch das engere abführende Gefäß hoch gehalten wird, sodass Flüssigkeit durch die Filterbarriere gepresst wird.

Die Antwort „Nephron“ ist falsch: Das Nephron ist die gesamte Funktionseinheit aus Nierenkörperchen und Kanälchen. Von ihnen besitzt jede Niere etwa eine Million.

Die Antwort „Gefäßpol“ ist falsch: Der Gefäßpol ist die Stelle, an der zu- und abführendes Gefäß ein- und austreten.

Die Antwort „Vas afferens“ ist falsch: Das Vas afferens ist das zuführende Gefäß, das sich erst im Knäuel auffächert.

Die Antwort „Bowman-Kapsel“ ist falsch: Die Bowman-Kapsel ist die doppelwandige Hülle, die das Knäuel umgibt und das Filtrat auffängt. Zusammen mit dem Glomerulus bildet sie das Nierenkörperchen.

Zum Weiterdenken: Glomerulus und Bowman-Kapsel bilden gemeinsam das Nierenkörperchen. Warum wird die Aufgabe leichter, wenn du dir zuerst klarmachst, welcher Begriff der Oberbegriff ist?

MERKE

Knäuel gleich Glomerulus, Hülle gleich Bowman-Kapsel, beide zusammen das Nierenkörperchen.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Den Glomerulus erneut benennen

B153 B Nierenkörperchen

Wo wird das Blut gefiltert und der Primärharn produziert?

Richtig ist die Antwort „Nierenkörperchen“: Gefiltert wird im Nierenkörperchen, und dort entsteht der Primärharn. Die Filterbarriere besteht aus drei Schichten: dem gefensterten Endothel der Kapillare, der Basalmembran und den Fortsätzen besonderer Deckzellen, die feine Schlitz zwischen sich lassen. Zusammen halten sie Zellen und große Eiweiße zurück.

Die Antwort „Nierenkanälchen“ ist falsch: In den Nierenkanälchen wird der Primärharn weiterverarbeitet, dort entsteht der Sekundärharn.

Die Antwort „Sammelrohr“ ist falsch: Im Sammelrohr wird dem Harn zuletzt noch Wasser entzogen.

Die Antwort „Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken sammelt den fertigen Harn.

Die Antwort „Henle-Schleife“ ist falsch: Die Henle-Schleife baut das Salzgefälle im Mark auf, das die spätere Eindickung ermöglicht.

Zum Weiterdenken: Die Filterbarriere hat drei Schichten, von denen jede etwas anderes zurückhält. Warum erscheint Eiweiß im Harn als Warnzeichen, noch bevor Blutzellen auftreten?

MERKE

Filteriert wird im Körperchen — verarbeitet erst danach im Kanälchen.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Filtration und Primärharnbildung abschließend zuordnen

B154 C Innere Bowman-Kapsel (Kapselraum)

Welche Station durchläuft der Primärharn unmittelbar nach der Filtration als erste?

Richtig ist die Antwort „Innere Bowman-Kapsel (Kapselraum)“: Das Blut wird im Glomerulus gefiltert, und die Flüssigkeit tritt zuerst in den Kapselraum zwischen innerem und äußerem Blatt der Bowman-Kapsel über. Von dort läuft sie weiter in den proximalen Tubulus, dann durch die Henle-Schleife, den distalen Tubulus und

schließlich das Sammelrohr. Die Reihenfolge lohnt sich als Kette, denn auf jedem Abschnitt geschieht etwas anderes mit dem Harn.

Die Antwort „Henle-Schleife“ ist falsch: Die Henle-Schleife folgt erst nach dem proximalen Tubulus und dient der Aufkonzentrierung.

Die Antwort „Äußere Bowman-Kapsel“ ist falsch: Das äußere Blatt der Kapsel begrenzt den Raum nach außen, wird vom Filtrat aber nicht durchflossen.

Die Antwort „Nierenpyramide“ ist falsch: Die Nierenpyramiden sind Abschnitte des Nierenmarks und werden erst weit später erreicht.

Die Antwort „Sammelrohr“ ist falsch: Das Sammelrohr ist die letzte Station, nicht die erste.

Zum Weiterdenken: Das innere Blatt der Kapsel ist zugleich Teil des Filters und Begrenzung des Auffangraums. Welchen Vorteil bietet diese doppelte Rolle für einen möglichst kurzen Weg des Filtrats?

MERKE

Erst der Kapselraum, dann das Kanälchen, zuletzt das Sammelrohr.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Den Weg des Primärharns unmittelbar nach der Filtration verfolgen

B155 D Glomerulus

Wo in der Niere wird das Blut gefiltert?

Richtig ist die Antwort „Glomerulus“: Gefiltert wird das Blut im Glomerulus, dem Kapillarknäuel des Nierenkörperchens. Der Blutdruck presst dort Flüssigkeit durch eine dreischichtige Barriere in den Kapselraum. Möglich wird das dadurch, dass das abführende Gefäß enger ist als das zuführende, sodass sich im Knäuel ein hoher Druck aufbaut — eine Besonderheit, die es sonst nirgends im Körper gibt.

Die Antwort „Nierenbecken“ ist falsch: Das Nierenbecken sammelt den bereits fertigen Harn, bevor er in den Harnleiter gelangt.

Die Antwort „Nierenkanälchen“ ist falsch: In den Nierenkanälchen wird der Primärharn weiterverarbeitet; dort entsteht durch Rückgewinnung und zusätzliche Abgabe der Endharn.

Die Antwort „Nierenvenen“ ist falsch: Die Nierenvenen führen das gefilterte Blut ab.

Die Antwort „Nierenarterien“ ist falsch: Die Nierenarterien führen das Blut heran; sie verzweigen sich erst innerhalb der Niere bis hinunter zu den Knäueln.

Zum Weiterdenken: Die Niere erhält etwa ein Fünftel des gesamten Herzzeitvolumens, obwohl sie nur wenige hundert Gramm wiegt. Wie erklärt sich dieser hohe Anteil aus ihrer Aufgabe?

MERKE

Filteriert wird im Glomerulus — alles danach ist Nachbearbeitung und Transport.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Filterort in der Niere abschließend benennen

B156 C Nierenbecken → Harnleiter → Harnblase → Harnröhre

In welcher Reihenfolge durchläuft der Harn die ableitenden Harnwege?

Richtig ist die Antwort „Nierenbecken → Harnleiter → Harnblase → Harnröhre“. Der fertige Harn sammelt sich zunächst im Nierenbecken, fließt von dort durch den Harnleiter in die Harnblase und verlässt sie über die Harnröhre. Die Reihenfolge folgt der Größe der Räume und der Richtung von innen nach außen, was sie leicht behaltbar macht.

Die Antwort „Sammelrohr → Harnblase → Harnleiter → Harnröhre“ ist falsch: Das Sammelrohr liegt zwar vor dem Nierenbecken, doch anschließend stehen Harnblase und Harnleiter in falscher Reihenfolge.

Die Antwort „Nierenkanälchen → Harnblase → Nierenbecken → Harnröhre“ ist falsch: Die Blase kann nicht vor dem Nierenbecken liegen.

Die Antwort „Glomerulus → Harnleiter → Nierenbecken → Harnröhre“ ist falsch: Der Glomerulus gehört zum Nierenkörperchen und damit zur Harnbildung, nicht zu den ableitenden Wegen; zudem ist die Reihenfolge vertauscht.

Die Antwort „Harnblase → Harnleiter → Nierenbecken → Harnröhre“ ist falsch: Diese Aufzählung beginnt mit der Blase und läuft rückwärts.

Zum Weiterdenken: Die Harnleiter münden schräg durch die Blasenwand statt gerade. Welchen Vorteil hat diese Bauweise, wenn sich die Blase füllt?

MERKE

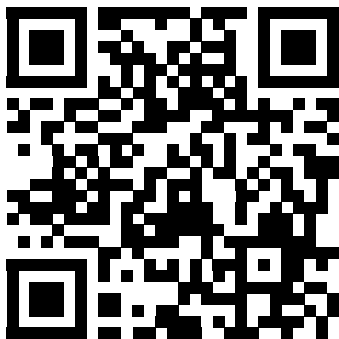
Becken, Leiter, Blase, Röhre — von innen nach außen, ohne Ausnahme.

LEHRTEXT IM KURS

Harnsystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die vollständige Reihenfolge der Harnwege ordnen

Herz-Kreislauf-System; Blut



LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B157 A Kein Zellkern; Sauerstoff wird an Hämoglobin gebunden

Besitzen reife menschliche Erythrozyten einen Zellkern, und wo wird Sauerstoff in ihnen gebunden?

Richtig ist die Antwort „Kein Zellkern; Sauerstoff wird an Hämoglobin gebunden“. Reife rote Blutkörperchen besitzen keinen Zellkern. Sie stoßen ihn während der Reifung im Knochenmark aus und gewinnen dadurch Platz für Hämoglobin, das rund ein Drittel ihres Gewichts ausmacht. Der Sauerstoff wird an das Eisen im Häm-Anteil dieses Farbstoffs gebunden, und zwar bis zu vier Moleküle je Hämoglobin, weil jedes aus vier Untereinheiten mit je einer Häm-Gruppe besteht. Der Preis dieser

Spezialisierung ist hoch: Ohne Kern kann sich der Erythrozyt weder teilen noch Schäden beheben und wird nach etwa 120 Tagen abgebaut.

Die Antwort „Zellkern vorhanden; Sauerstoff wird an Myoglobin gebunden“ ist falsch: Ein Zellkern ist nicht vorhanden, und Myoglobin ist der Sauerstoffspeicher des Muskels, nicht des Blutes.

Die Antwort „Kein Zellkern; Sauerstoff wird an die Zellmembran gebunden“ ist falsch: Die Zellmembran bindet keinen Sauerstoff, sondern begrenzt die Zelle.

Die Antwort „Zellkern vorhanden; Sauerstoff wird im Zytoplasma gelöst“ ist falsch: Gelöst im Zytoplasma ließe sich nur ein Bruchteil der nötigen Menge transportieren — genau deshalb gibt es überhaupt ein Transportprotein.

Die Antwort „Kein Zellkern; Sauerstoff wird an Albumin gebunden“ ist falsch: Albumin ist das häufigste Eiweiß des Blutplasmas, hält den kolloidosmotischen Druck aufrecht und transportiert Fettsäuren und Medikamente, aber keinen Sauerstoff.

Zum Weiterdenken: Der Erythrozyt hat weder Kern noch Mitochondrien. Warum ist es sogar von Vorteil, dass er seinen Energiebedarf ohne Sauerstoffverbrauch deckt?

MERKE

Kein Kern, dafür randvoll Hämoglobin – der Sauerstoff hängt am Eisen im Häm.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Bau und Sauerstoffbindung des reifen Erythrozyten beschreiben

B158 A Erythropoetin

Welches Hormon regt die Bildung roter Blutkörperchen im Knochenmark an?

Richtig ist die Antwort „Erythropoetin“: Erythropoetin regt die Bildung roter Blutkörperchen im Knochenmark an. Es wird zu etwa neunzig Prozent in der Niere gebildet, und zwar genau dann, wenn dort zu wenig Sauerstoff ankommt. Damit entsteht ein sinnvoller Regelkreis: Wenig Sauerstoff führt zu mehr Erythropoetin, mehr Erythropoetin zu mehr roten Blutkörperchen und diese wiederum zu besserem Sauerstofftransport. Genau deshalb steigt der Wert im Höhentraining, und genau deshalb wird das Hormon im Sport missbräuchlich verwendet.

Die Antwort „Insulin“ ist falsch: Insulin senkt den Blutzucker, indem es die Aufnahme von Traubenzucker in Muskel- und Fettzellen fördert.

Die Antwort „Thyroxin“ ist falsch: Thyroxin ist das Schilddrüsenhormon und steigert den Grundumsatz.

Die Antwort „Cortisol“ ist falsch: Cortisol wird in der Nebennierenrinde gebildet, wirkt entzündungshemmend und stellt bei Belastung Energie bereit.

Die Antwort „Aldosteron“ ist falsch: Aldosteron stammt ebenfalls aus der Nebennierenrinde und steuert den Salz- und Wasserhaushalt, indem es in der Niere Natrium zurückhält.

Zum Weiterdenken: Die Niere misst den Sauerstoffgehalt und steuert daraufhin die Blutbildung. Warum leiden Menschen mit langjährigem Nierenversagen häufig an Blutarmut?

MERKE

Die Niere merkt den Sauerstoffmangel und bestellt über Erythropoetin Nachschub im Knochenmark.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Erythropoetin als Steuerhormon der Blutbildung erkennen

B159 B In die rechte Vorkammer

Wohin münden die untere und obere Hohlvene?

Richtig ist die Antwort „In die rechte Vorkammer“: Obere und untere Hohlvene münden in den rechten Vorhof. Sie sammeln das sauerstoffarme Blut aus dem gesamten Körper, die obere aus Kopf, Hals und Armen, die untere aus Rumpf und Beinen. Von dort fließt das Blut in die rechte Kammer, wird in die Lungenarterien ausgeworfen, in der Lunge mit Sauerstoff beladen und kehrt über die Lungenvenen in den linken Vorhof zurück.

Die Antwort „In die linke Vorkammer“ ist falsch: In den linken Vorhof münden die vier Lungenvenen mit sauerstoffreichem Blut.

Die Antwort „In die rechte Kammer“ ist falsch: Die rechte Kammer erhält das Blut nicht unmittelbar aus den Hohlvenen, sondern über den rechten Vorhof.

Die Antwort „In die linke Kammer“ ist falsch: Die linke Kammer erhält sauerstoffreiches Blut aus dem linken Vorhof und pumpt es in den Körperkreislauf.

Die Antwort „In die Lungenarterie“ ist falsch: In die Lungenarterie wirft die rechte Kammer aus; sie nimmt kein Blut auf.

Zum Weiterdenken: Die Lungenarterie führt sauerstoffarmes Blut, die Lungenvene sauerstoffreiches – genau umgekehrt zum übrigen Körper. Welche Definition von Arterie und Vene löst diesen scheinbaren Widerspruch auf?

MERKE

Arterie führt vom Herzen weg, Vene zum Herzen hin – unabhängig vom Sauerstoffgehalt.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Den Rückfluss des Blutes ins Herz verfolgen

B160 B Durch die Verstopfung der Herzkranzgefäße

Wodurch entsteht ein Herzinfarkt?

Richtig ist die Antwort „Durch die Verstopfung der Herzkranzgefäße“: Ein Herzinfarkt entsteht, wenn ein Herzkranzgefäß verschlossen wird und der dahinterliegende Bereich des Herzmuskels keinen Sauerstoff mehr erhält. Meist reißt dabei eine Ablagerung in der Gefäßwand ein, woraufhin sich an dieser Stelle rasch ein Blutgerinnsel bildet. Da die Herzkranzgefäße kaum Umgehungswege besitzen, stirbt das versorgte Gewebe innerhalb von Stunden ab. Bemerkenswert ist, dass der Herzmuskel trotz des Blutes in seinen Kammern auf eigene Gefäße angewiesen ist, denn die Wand ist zu dick für eine Versorgung von innen.

Die Antwort „Durch Verengung der Aorta“ ist falsch: Eine Verengung der Aorta erhöht die Belastung des Herzens, führt aber nicht unmittelbar zum Infarkt.

Die Antwort „Durch Entzündung des Herzbeutels“ ist falsch: Eine Entzündung des Herzbeutels verursacht Schmerzen, die einem Infarkt ähneln können, unterbricht aber die Blutversorgung nicht.

Die Antwort „Durch Verstopfung der Lungenvene“ ist falsch: Ein Verschluss in der Lungenstrombahn ist eine Lungenembolie und betrifft ein anderes Organ.

Die Antwort „Durch Bluthochdruck allein“ ist falsch: Bluthochdruck allein löst keinen Infarkt aus, ist aber ein wichtiger Risikofaktor, weil er die Gefäßwände über Jahre schädigt.

Zum Weiterdenken: Der Herzmuskel wird von außen über eigene Gefäße versorgt, obwohl ständig Blut durch seine Kammern strömt. Warum reicht das Blut im Inneren nicht aus?

MERKE

Kein Blut im Kranzgefäß heißt kein Sauerstoff im Muskel — und der Bereich dahinter stirbt ab.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Ursache des Herzinfarkts benennen

B161 B 120:80

Wie hoch ist der normale Blutdruckwert?

Richtig ist die Antwort „120:80“. Als Richtwert für den normalen Blutdruck gilt 120 zu 80 Millimeter Quecksilbersäule. Die erste, höhere Zahl ist der systolische Wert und entsteht, wenn sich die linke Herzkammer zusammenzieht und Blut in die Aorta auswirft. Die zweite, niedrigere Zahl ist der diastolische Wert und beschreibt den Druck während der Erschlaffung des Herzens, den die elastischen Wände der großen Arterien aufrechterhalten. Genannt wird immer zuerst der höhere Wert.

Die Antwort „80:120“ ist falsch: 80 zu 120 kehrt die Reihenfolge um. Ein diastolischer Wert kann nie über dem systolischen liegen, denn dann flösse das Blut rückwärts.

Die Antwort „120:75“ ist falsch: 120 zu 75 liegt zwar im normalen Bereich, ist aber nicht der eingeführte Richtwert.

Die Antwort „140:90“ ist falsch: 140 zu 90 markiert die Grenze, ab der man von Bluthochdruck spricht.

Die Antwort „100:60“ ist falsch: 100 zu 60 gilt bereits als niedriger Blutdruck.

Zum Weiterdenken: Auch während der Erschlaffung des Herzens fällt der Druck nicht auf null. Welche Eigenschaft der großen Arterien sorgt dafür, und was folgt daraus für den Blutfluss?

MERKE

120 zu 80: erst die Auswurfphase, dann die Erschlaffung — die höhere Zahl steht immer vorn.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

B162 C Milz

Wo werden die roten Blutzellen hauptsächlich abgebaut?

Richtig ist die Antwort „Milz“. Rote Blutkörperchen werden hauptsächlich in der Milz abgebaut. Sie ist gewissermaßen die Qualitätskontrolle des Blutes: Ihr Gewebe zwingt die Erythrozyten durch sehr enge Spalten, und wer nach etwa 120 Tagen zu starr geworden ist, bleibt hängen und wird von Fresszellen aufgenommen. Das freiwerdende Eisen wird sorgfältig wiederverwendet, während der Farbstoffanteil zu Bilirubin abgebaut und über die Leber mit der Galle ausgeschieden wird.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber ist am Abbau beteiligt, indem sie das anfallende Bilirubin weiterverarbeitet und ausscheidet. Der eigentliche Abbau der Zellen findet jedoch überwiegend in der Milz statt.

Die Antwort „Niere“ ist falsch: Die Niere filtert das Blut und bildet Erythropoetin, baut aber keine Blutzellen ab.

Die Antwort „Knochenmark“ ist falsch: Im Knochenmark werden rote Blutkörperchen gebildet und nicht abgebaut.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus dient der Reifung von T-Lymphozyten.

Zum Weiterdenken: Beim Abbau der roten Blutkörperchen entsteht Bilirubin, das über die Leber ausgeschieden wird. Warum färbt sich die Haut gelb, wenn dieser Weg gestört ist?

MERKE

Gebildet im Knochenmark, abgebaut in der Milz — das Eisen wird dabei wiederverwendet.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Milz als Abbauort der Erythrozyten benennen

B163 D 120:80

Wie hoch ist der Blutdruck eines Menschen in Ruhe?

Richtig ist die Antwort „120:80“. Der Richtwert für den Blutdruck eines gesunden Erwachsenen in Ruhe liegt bei 120 zu 80 Millimeter Quecksilbersäule. Die erste Zahl beschreibt den Druck während der Auswurfphase der linken Herzkammer, die zweite den Druck während ihrer Erschlaffung.

Die Antwort „140:90“ ist falsch: 140 zu 90 markiert die Grenze zum Bluthochdruck. Ab diesen Werten spricht man bei wiederholter Messung von einer behandlungsbedürftigen Erhöhung.

Die Antwort „100:60“ ist falsch: 100 zu 60 liegt unterhalb des Richtwerts und gilt als niedriger Blutdruck, der allerdings nicht krankhaft sein muss.

Die Antwort „160:100“ ist falsch: 160 zu 100 ist ein deutlich erhöhter Blutdruck.

Die Antwort „90:60“ ist falsch: 90 zu 60 ist ein ausgeprägt niedriger Blutdruck, der zu Schwindel beim Aufstehen führen kann.

Zum Weiterdenken: Ein einzelner erhöhter Messwert genügt nicht für die Diagnose eines Bluthochdrucks. Warum sind wiederholte Messungen unter Ruhebedingungen so wichtig?

MERKE

120 zu 80 als Richtwert, ab 140 zu 90 spricht man von Bluthochdruck.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den Blutdruck-Richtwert erneut sicher angeben

B164 D Blut besteht aus zellulären Bestandteilen (u.a. Erythrozyten, die Sauerstoff transportieren und die Blutgruppenantigene $\frac{A}{B}$ tragen) und Blutplasma

Welche Aussage zum Blut trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Blut besteht aus zellulären Bestandteilen (u.a. Erythrozyten, die Sauerstoff

transportieren und die Blutgruppenantigene $\frac{A}{B}$ tragen) und Blutplasma“. Blut besteht aus zellulären Bestandteilen und dem flüssigen Blutplasma. Die Zellen machen etwa fünfundvierzig Prozent aus – ganz überwiegend rote Blutkörperchen, dazu weiße Blutkörperchen und Blutplättchen. Die Erythrozyten transportieren den Sauerstoff am Hämoglobin und tragen auf ihrer Oberfläche die Blutgruppenantigene A und B, an denen sich die Verträglichkeit einer Übertragung entscheidet. Das Plasma besteht zu etwa neunzig Prozent aus Wasser und enthält daneben Eiweiße, Salze, Nährstoffe und Abfallstoffe.

Die Antwort „Blut besteht nur aus Plasma ohne zelluläre Bestandteile“ ist falsch: Ohne Zellen wäre kein Sauerstofftransport möglich; man hätte lediglich Plasma vor sich.

Die Antwort „Erythrozyten transportieren ausschließlich CO₂“ ist falsch: Erythrozyten transportieren vor allem Sauerstoff und daneben einen Teil des Kohlenstoffdioxids, keineswegs aber ausschließlich Letzteres.

Die Antwort „Erythrozyten tragen keine Oberflächenantigene“ ist falsch: Oberflächenantigene tragen sie sehr wohl, und genau darauf beruht das AB0-System.

Die Antwort „Blutplasma enthält keine Proteine“ ist falsch: Das Plasma enthält zahlreiche Eiweiße, darunter Albumin, die Gerinnungsfaktoren und die Antikörper.

Zum Weiterdenken: Nimmt man dem Plasma die Gerinnungsfaktoren, erhält man Blutserum. Warum ist gerade diese Unterscheidung im Labor bedeutsam?

MERKE

Rund 45 Prozent Zellen, 55 Prozent Plasma – Sauerstoff und Blutgruppen sitzen am Erythrozyten.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Zusammensetzung und Aufgaben des Blutes beschreiben

B165 E Die Lungenvene führt sauerstoffreiches Blut in den linken Vorhof

Welche Aussage zum Herzen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Lungenvene führt sauerstoffreiches Blut in den linken Vorhof“. Die Lungenvenen führen sauerstoffreiches Blut aus der Lunge in den linken Vorhof. Damit sind sie die einzige Ausnahme von der gewohnten Zuordnung, denn sonst führen Venen sauerstoffarmes Blut. Der Grund liegt in der Begriffsbestimmung: Arterie und Vene beschreiben die Richtung zum oder vom Herzen und nicht den Sauerstoffgehalt. Alles, was vom Herzen wegführt, ist eine Arterie, alles, was zum Herzen hinführt, eine Vene.

Die Antwort „Die Lungenarterie führt sauerstoffreiches Blut zum Herzen“ ist falsch: Die Lungenarterie führt sauerstoffarmes Blut vom Herzen zur Lunge, also in die entgegengesetzte Richtung.

Die Antwort „Die Aorta führt sauerstoffarmes Blut“ ist falsch: Die Aorta führt sauerstoffreiches Blut in den Körperkreislauf.

Die Antwort „Die Hohlvenen führen sauerstoffreiches Blut zum Herzen“ ist falsch: Die beiden Hohlvenen bringen sauerstoffarmes Blut aus dem Körper zurück zum rechten Vorhof.

Die Antwort „Die Lungenarterie entspringt aus dem linken Ventrikel“ ist falsch: Die Lungenarterie entspringt der rechten Kammer. Aus der linken Kammer entspringt die Aorta.

Zum Weiterdenken: Im Lungenkreislauf führen Arterien sauerstoffarmes und Venen sauerstoffreiches Blut. Warum ist das kein Widerspruch, sondern eine unmittelbare Folge der Begriffsbestimmung?

MERKE

Arterie führt weg, Vene führt hin – der Sauerstoffgehalt spielt für den Namen keine Rolle.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Gefäße des Lungenkreislaufs richtig zuordnen

B166 A Knochenmark

Wo werden rote Blutkörperchen gebildet?

Richtig ist die Antwort „Knochenmark“: Rote Blutkörperchen entstehen im roten Knochenmark, beim Erwachsenen vor allem in Becken, Brustbein, Rippen, Wirbeln und den Enden der langen Röhrenknochen. Dort gehen sie aus einer gemeinsamen Blutstammzelle hervor, die auch alle übrigen Blutzellen liefert. Angeregt wird ihre Bildung durch Erythropoetin aus der Niere.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist der Reifungsort der T-Lymphozyten und bildet keine roten Blutkörperchen.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: In der Milz werden alte rote Blutkörperchen abgebaut, nicht gebildet. Verwechslungen zwischen Bildung und Abbau sind hier die häufigste Fehlerquelle.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber bildet beim Embryo vorübergehend Blutzellen, beim Erwachsenen jedoch nicht mehr.

Die Antwort „Niere“ ist falsch: Die Niere bildet das Hormon Erythropoetin und regt damit die Blutbildung an, stellt die Zellen aber nicht selbst her.

Zum Weiterdenken: Die Niere bestellt, das Knochenmark liefert, die Milz entsorgt. Warum ist es sinnvoll, diese drei Aufgaben auf drei verschiedene Organe zu verteilen?

MERKE

Gebildet im Knochenmark, angeregt durch die Niere, abgebaut in der Milz.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Den Bildungsort der roten Blutkörperchen benennen

B167 C Zu wenige Thrombozyten

Was ist die Ursache für eine zu langsame Blutstillung?

Richtig ist die Antwort „Zu wenige Thrombozyten“: Eine verlangsamte Blutstillung beruht typischerweise auf einem Mangel an Blutplättchen. Sie sind keine vollständigen Zellen, sondern Bruchstücke, die von großen Vorläuferzellen im Knochenmark abgeschnürt werden, und sie besitzen keinen Kern. Bei einer Verletzung lagern sie sich an die freigelegten Fasern der Gefäßwand an, verändern ihre Form und verkleben zu einem ersten Pfropf, der die Lücke provisorisch schließt. Erst danach festigt die Blutgerinnung diesen Pfropf mit einem Fasernetz.

Die Antwort „Zu viele Thrombozyten“ ist falsch: Zu viele Blutplättchen führen eher zur gegenteiligen Gefahr, nämlich zu unerwünschten Gerinnseln.

Die Antwort „Zu wenige Erythrozyten“ ist falsch: Zu wenige rote Blutkörperchen führen zur Blutarmut mit Blässe, Müdigkeit und Luftnot, nicht aber zu verzögerter Blutstillung.

Die Antwort „Zu wenige Leukozyten“ ist falsch: Zu wenige weiße Blutkörperchen schwächen die Abwehr und erhöhen die Infektanfälligkeit.

Die Antwort „Zu viele Erythrozyten“ ist falsch: Zu viele rote Blutkörperchen machen das Blut zähflüssiger und erhöhen ebenfalls das Risiko für Gerinnsel.

Zum Weiterdenken: Die Blutstillung verläuft in zwei Stufen, erst der Plättchenpfropf, dann das Fasernetz. Warum führen Störungen der beiden Stufen zu unterschiedlichen Blutungsmustern?

MERKE

Thrombozyten kleben zuerst, die Gerinnung festigt danach — fehlen die Plättchen, dauert alles länger.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Thrombozyten als Träger der Blutstillung erkennen

B168 A Sinusknoten

Wie entsteht die Erregung im Herzen?

Richtig ist die Antwort „Sinusknoten“: Die Erregung des Herzens entsteht im Sinusknoten, einer kleinen Ansammlung besonderer Muskelzellen in der Wand des rechten Vorhofs. Diese Zellen erzeugen ihre Erregung selbst und geben mit etwa sechzig bis achtzig Schlägen je Minute den Takt vor. Von dort läuft die Erregung über die Vorhöfe zum AV-Knoten, wird dort kurz verzögert und über das His-Bündel und die Purkinje-Fasern auf die Kammermuskulatur verteilt.

Die Antwort „AV-Knoten“ ist falsch: Der AV-Knoten leitet die Erregung weiter und verzögert sie, damit sich die Vorhöfe vollständig entleeren können, bevor die Kammern sich zusammenziehen. Er kann einspringen, wenn der Sinusknoten ausfällt, allerdings mit langsamerem Takt.

Die Antwort „His-Bündel“ ist falsch: Das His-Bündel ist die einzige leitende Verbindung zwischen Vorhöfen und Kammern.

Die Antwort „Purkinje-Fasern“ ist falsch: Die Purkinje-Fasern verteilen die Erregung rasch in der Kammermuskulatur.

Die Antwort „Vorhofmuskulatur“ ist falsch: Die gewöhnliche Vorhofmuskulatur leitet die Erregung weiter, erzeugt sie aber nicht.

Zum Weiterdenken: Jeder Abschnitt des Reizleitungssystems kann notfalls selbst einen Takt erzeugen, aber jeweils langsamer als der vorherige. Welchen Vorteil hat diese abgestufte Sicherung?

MERKE

Sinusknoten gibt den Takt, AV-Knoten verzögert, His-Bündel und Purkinje-Fasern verteilen.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den Sinusknoten als primären Schrittmacher benennen

B169 E 115

Wie hoch ist der systolische Blutdruck eines gesunden Erwachsenen in Ruhe?

Richtig ist die Antwort „115“. Gefragt ist allein der obere, systolische Wert, und der liegt bei einem gesunden Erwachsenen in Ruhe im Bereich um 115 bis 120 Millimeter Quecksilbersäule. Er entsteht, wenn sich die linke Herzkammer zusammenzieht und das Blut in die Aorta auswirft. Von den angebotenen Zahlen liegt allein 115 in diesem Bereich.

Die Antwort „140“ ist falsch: 140 markiert bereits die Grenze zum Bluthochdruck.

Die Antwort „90“ ist falsch: 90 wäre für den systolischen Wert ausgesprochen niedrig; als diastolischer Wert wäre er dagegen bereits grenzwertig hoch.

Die Antwort „80“ ist falsch: 80 ist der übliche diastolische Wert, also die untere der beiden Zahlen. Wer hier zugreift, hat die beiden Werte verwechselt — genau darauf zielt die Aufgabe.

Die Antwort „160“ ist falsch: 160 ist ein deutlich erhöhter systolischer Wert.

Zum Weiterdenken: Zwei der Antwortmöglichkeiten sind für sich genommen sinnvolle Blutdruckzahlen, nur eben für den jeweils anderen Wert. Wie schützt du dich davor, systolisch und diastolisch zu verwechseln?

MERKE

Systolisch ist die obere Zahl um 115 bis 120, diastolisch die untere um 80.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den systolischen Wert allein einordnen

B170 B Sauerstoffreiches Blut gelangt über die Lungenvene in den linken Vorhof

Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoffreiches Blut gelangt über die Lungenvene in den linken Vorhof“.

Sauerstoffreiches Blut gelangt über die Lungenvenen in den linken Vorhof. Von dort fließt es in die linke Kammer und wird über die Aorta in den Körperkreislauf ausgeworfen. Die linke Herzhälfte führt also durchgehend sauerstoffreiches, die rechte durchgehend sauerstoffarmes Blut — beim Gesunden vermischt sich beides nie.

Die Antwort „Sauerstoffarmes Blut gelangt in die linke Herzkammer“ ist falsch: In die linke Kammer gelangt sauerstoffreiches Blut aus dem linken Vorhof.

Die Antwort „Sauerstoffarmes Blut gelangt in die Lungenvene“ ist falsch: In den Lungenvenen fließt gerade das frisch mit Sauerstoff beladene Blut.

Die Antwort „Die Lungenarterie führt sauerstoffreiches Blut“ ist falsch: Die Lungenarterie führt sauerstoffarmes Blut von der rechten Kammer zur Lunge.

Die Antwort „Der rechte Vorhof erhält sauerstoffreiches Blut“ ist falsch: Der rechte Vorhof nimmt über die Hohlvenen sauerstoffarmes Blut aus dem Körper auf.

Zum Weiterdenken: Beim Ungeborenen sind die beiden Herzhälften über eine Öffnung verbunden, die sich nach der Geburt schließt. Warum ist diese Kurzschlussverbindung vor der Geburt sinnvoll und danach schädlich?

MERKE

Links sauerstoffreich, rechts sauerstoffarm — beim Gesunden trennt die Scheidewand beides vollständig.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Blutfluss und Sauerstoffgehalt im Herzen zuordnen

B171 C Eisenmangel

Was führt zu Erythrozytenmangel (Anämie)?

Richtig ist die Antwort „Eisenmangel“. Eisenmangel ist weltweit die häufigste Ursache einer Blutarmut. Der Grund liegt im Bau des Hämoglobins: In jeder seiner vier Untereinheiten sitzt eine Häm-Gruppe mit einem Eisenatom, an das der Sauerstoff bindet. Fehlt Eisen, kann das Knochenmark nicht genügend Hämoglobin herstellen, und die entstehenden roten Blutkörperchen bleiben klein und blass. Häufige Gründe sind versteckte Blutverluste, ein erhöhter Bedarf in Schwangerschaft und Wachstum sowie eine einseitige Ernährung.

Die Antwort „Sauerstoffmangel“ ist falsch:

Sauerstoffmangel führt gerade zum Gegenteil, denn die Niere schüttet daraufhin vermehrt Erythropoetin aus und die Zahl der roten Blutkörperchen steigt. Genau darauf beruht das Höentraining.

Die Antwort „Hämoglobinmangel“ ist falsch: Ein Hämoglobinmangel ist nicht die Ursache, sondern das Ergebnis. Er beschreibt die Blutarmut, statt sie zu erklären — eine Verwechslung von Ursache und Wirkung, auf die die Aufgabe abzielt.

Die Antwort „Mangel an Vitamin K“ ist falsch: Vitamin K wird für die Bildung mehrerer Gerinnungsfaktoren benötigt. Sein Fehlen führt zu Blutungsneigung, nicht unmittelbar zur Blutarmut.

Die Antwort „Proteinmangel“ ist falsch: Ein ausgeprägter Eiweißmangel kann die Blutbildung zwar beeinträchtigen, ist aber keine typische Ursache.

Zum Weiterdenken: Sauerstoffmangel erhöht die Zahl der roten Blutkörperchen, Eisenmangel senkt sie. Wie erklärt sich dieser gegensätzliche Effekt aus den beteiligten Regelkreisen?

MERKE

Ohne Eisen kein Häm, ohne Häm kein Hämoglobin – Hämoglobinmangel ist die Folge, nicht der Grund.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Eisenmangel als häufigste Ursache der Blutarmut erkennen

B172 A Infektion

Was führt zu einem reaktiv, also nicht durch eine Krebserkrankung bedingten, erhöhten Leukozytenwert?

Richtig ist die Antwort „Infektion“. Eine Infektion führt zu einem Anstieg der weißen Blutkörperchen, weil das Knochenmark auf den Bedarf hin vermehrt Abwehrzellen ausschwenkt. Bei bakteriellen Infektionen sind es vor allem die neutrophilen Granulozyten, und die Erhöhung ist eine sinnvolle Antwort des Körpers, die nach überstandener Erkrankung wieder abklingt.

Die Antwort „Leukämie“ ist falsch: Die Leukämie erhöht die Leukozytenzahl zwar oft massiv, doch handelt es sich um eine bösartige Erkrankung des blutbildenden Systems und damit gerade nicht um eine reaktive Erhöhung. Der Fragestamm schließt diesen Fall ausdrücklich aus.

Die Antwort „Proteinmangel“ ist falsch: Ein Eiweißmangel schwächt den Körper allgemein, treibt die Leukozytenzahl aber nicht in die Höhe.

Die Antwort „Eisenmangel“ ist falsch: Eisenmangel betrifft die roten Blutkörperchen und führt zur Blutarmut.

Die Antwort „Vitamin-B12-Mangel“ ist falsch: Ein Mangel an Vitamin B12 stört die Zellteilung im Knochenmark und führt zu einer Blutarmut mit auffällig großen roten Blutkörperchen.

Zum Weiterdenken: Bei einer Infektion steigt die Zahl funktionsfähiger Abwehrzellen, bei einer Leukämie die Zahl unreifer. Warum ist ausgerechnet die zweite Erhöhung mit einer erhöhten Infektanfälligkeit verbunden?

MERKE

Bei Infektion steigen brauchbare Abwehrzellen, bei Leukämie unbrauchbare – die Zahl allein sagt wenig.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Ursachen erhöhter Leukozytenzahlen erkennen

B173 B In die rechte Vorkammer (rechter Vorhof)

Wo münden die obere und untere Hohlvene?

Richtig ist die Antwort „In die rechte Vorkammer (rechter Vorhof)“. Obere und untere Hohlvene münden in den rechten Vorhof und bringen das sauerstoffarme Blut aus dem gesamten Körper zurück zum Herzen. Damit beginnt hier der Lungenkreislauf: rechter Vorhof, rechte Kammer,

Lungenarterien, Lunge, Lungenvenen, linker Vorhof. Danach setzt der Körperkreislauf mit der linken Kammer und der Aorta ein.

Die Antwort „In die linke Vorkammer“ ist falsch: In den linken Vorhof münden die Lungenvenen mit sauerstoffreichem Blut.

Die Antwort „In die rechte Kammer“ ist falsch: Die rechte Kammer erhält ihr Blut über den rechten Vorhof und nicht unmittelbar aus den Hohlvenen.

Die Antwort „In die linke Kammer“ ist falsch: Die linke Kammer erhält sauerstoffreiches Blut aus dem linken Vorhof.

Die Antwort „In die Lungenarterie“ ist falsch: In die Lungenarterie wirft die rechte Kammer aus; sie nimmt kein Blut auf.

Zum Weiterdenken: Der Kreislauf ist eine geschlossene Acht mit dem Herzen in der Mitte. Warum durchläuft jeder Blutstropfen zwangsläufig abwechselnd Lunge und Körper?

MERKE

Hohlvenen in den rechten Vorhof, Lungenvenen in den linken – von rechts geht es zur Lunge, von links in den Körper.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die Mündung der Hohlvenen erneut bestimmen

B174 E Milz

Wo werden Erythrozyten hauptsächlich abgebaut?

Richtig ist die Antwort „Milz“. Rote Blutkörperchen werden hauptsächlich in der Milz abgebaut. Ihr Gewebe wirkt wie ein feines Sieb, durch das die Zellen sich hindurchzwängen müssen; alternde Erythrozyten haben ihre Verformbarkeit verloren, bleiben hängen und werden von Fresszellen aufgenommen. Das Eisen wird zurückgewonnen und für die Neubildung verwendet, während der Farbstoffanteil über Bilirubin und die Leber ausgeschieden wird.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus dient der Reifung von T-Lymphozyten.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber ist am Abbau beteiligt, übernimmt aber vor allem die Weiterverarbeitung des anfallenden Bilirubins. Bei entfernter Milz kann sie einen Teil der Aufgabe übernehmen.

Die Antwort „Knochenmark“ ist falsch: Im Knochenmark werden rote Blutkörperchen gebildet.

Die Antwort „Niere“ ist falsch: Die Niere regt über Erythropoetin die Neubildung an.

Zum Weiterdenken: Die Milz prüft die Verformbarkeit jeder einzelnen Zelle. Warum ist gerade diese Eigenschaft ein gutes Maß für das Alter eines Erythrozyten?

MERKE

Die Milz siebt aus, was zu starr geworden ist – Eisen bleibt, der Farbstoff geht über die Leber.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Den Abbauort der Erythrozyten erneut benennen

B175 B Serum enthält im Gegensatz zu Plasma keine Gerinnungsfaktoren

Was unterscheidet Blutserum und Blutplasma?

Richtig ist die Antwort „Serum enthält im Gegensatz zu Plasma keine Gerinnungsfaktoren“. Blutplasma ist der flüssige Anteil des Blutes einschließlich aller gelösten Eiweiße, also auch der Gerinnungsfaktoren. Lässt man Blut dagegen gerinnen und trennt anschließend den festen Kuchen ab, bleibt Serum übrig – es ist Plasma ohne Fibrinogen und die übrigen verbrauchten Gerinnungsfaktoren. Praktisch heißt das: Für eine Plasmaprobe braucht man ein Röhrchen mit Gerinnungshemmer, für Serum eines ohne.

Die Antwort „Serum enthält mehr Wasser als Plasma“ ist falsch: Der Wassergehalt unterscheidet sich nicht wesentlich; beide bestehen zu rund neunzig Prozent aus Wasser.

Die Antwort „Plasma enthält keine Proteine“ ist falsch: Plasma enthält sehr wohl Eiweiße, unter anderem Albumin, Antikörper und eben die Gerinnungsfaktoren.

Die Antwort „Serum enthält mehr Elektrolyte“ ist falsch: Der Gehalt an Salzen ist in beiden praktisch gleich.

Die Antwort „Plasma enthält keine Gerinnungsfaktoren“ ist falsch: Gerade das Plasma enthält die Gerinnungsfaktoren; die Aussage kehrt den Unterschied um.

Zum Weiterdenken: Für manche Laborwerte braucht man Serum, für andere Plasma. Warum entscheidet allein die Frage, ob das Blut gerinnen durfte, über die Wahl des Röhrchens?

MERKE

Plasma hat die Gerinnungsfaktoren noch, Serum bleibt übrig, nachdem sie verbraucht sind.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Serum und Plasma über die Gerinnungsfaktoren unterscheiden

B176 E Neutrophile Granulozyten

Welche Untergruppe der Leukozyten hat im Differentialblutbild den größten prozentualen Anteil?

Richtig ist die Antwort „Neutrophile Granulozyten“. Den größten Anteil an den weißen Blutkörperchen stellen die neutrophilen Granulozyten mit etwa fünfzig bis siebzig Prozent. Sie sind die schnelle Eingreiftruppe der angeborenen Abwehr, wandern als Erste zum Ort einer bakteriellen Entzündung, fressen Erreger und gehen dabei selbst zugrunde – der Eiter besteht wesentlich aus ihnen.

Die Antwort „Lymphozyten“ ist falsch: Lymphozyten stellen mit etwa zwanzig bis vierzig Prozent die zweitgrößte Gruppe und tragen die erworbene Abwehr.

Die Antwort „Monozyten“ ist falsch: Monozyten machen etwa zwei bis acht Prozent aus. Sie wandern ins Gewebe und werden dort zu Makrophagen.

Die Antwort „Eosinophile Granulozyten“ ist falsch: Eosinophile Granulozyten liegen bei ein bis vier Prozent und sind vor allem bei Parasitenbefall und Allergien vermehrt.

Die Antwort „Basophile Granulozyten“ ist falsch: Basophile Granulozyten sind mit unter einem Prozent die kleinste Gruppe.

Zum Weiterdenken: Bei einer bakteriellen Infektion steigen vor allem die neutrophilen Granulozyten, bei einer viralen eher die Lymphozyten. Wie lässt sich diese Beobachtung im Labor nutzen?

MERKE

Neutrophile führen mit Abstand, dann Lymphozyten, Monozyten, Eosinophile, Basophile.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Anteile der weißen Blutkörperchen ordnen

B177 D adulte Erythrozyten

Welche Zellen haben keinen Zellkern?

Richtig ist die Antwort „adulte Erythrozyten“. Reife rote Blutkörperchen des Erwachsenen besitzen keinen Zellkern. Sie stoßen ihn während ihrer Reifung im Knochenmark aus, um Platz für Hämoglobin zu schaffen und verformbar genug zu bleiben, um die engsten Blutgefäße zu durchqueren.

Die Antwort „fetale Erythrozyten“ ist falsch: In der Frühentwicklung entstehen die roten Blutkörperchen zunächst mit Kern. Kernhaltige Vorstufen im Blut sind beim Erwachsenen ein auffälliger Befund, beim Ungeborenen dagegen normal – genau dieser Unterschied ist hier die Falle.

Die Antwort „Megakaryozyten“ ist falsch: Megakaryozyten sind die Riesenzellen des Knochenmarks, von denen sich die Blutplättchen abschnüren. Sie besitzen einen sehr

großen, vielfach gelappten Kern mit mehrfachem Chromosomensatz.

Die Antwort „fetale Monozyten“ ist falsch: Monozyten haben einen großen, bohnenförmigen Kern, und zwar in jedem Lebensalter.

Die Antwort „adulte Granulozyten“ ist falsch:

Granulozyten besitzen einen auffällig gelappten Kern, der ihnen ihren zweiten Namen als segmentkernige Zellen eingetragen hat.

Zum Weiterdenken: Der Erythrozyt gibt seinen Kern auf und büßt damit jede Reparaturfähigkeit ein. Warum ist dieser Handel dennoch vorteilhaft?

MERKE

Kernlos ist beim Erwachsenen nur der reife Erythrozyt – beim Ungeborenen trägt er anfangs noch einen Kern.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Kernlose Zellen des Blutes benennen

B178 **B** Zwischen linkem Vorhof und linker Kammer

Wo liegt die Mitralklappe?

Richtig ist die Antwort „Zwischen linkem Vorhof und linker Kammer“. Die Mitralklappe liegt zwischen linkem Vorhof und linker Kammer. Sie ist die einzige Segelklappe mit nur zwei Segeln, was ihr den Namen eingetragen hat, denn ihre Form erinnert an eine Bischofsmütze. Das Herz besitzt insgesamt vier Klappen: zwei Segelklappen zwischen Vorhof und Kammer und zwei Taschenklappen an den Ausgängen zu den großen Gefäßen. Alle vier wirken als Ventile und erzwingen den Fluss in nur eine Richtung.

Die Antwort „Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer“ ist falsch: Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer liegt die Trikuspidalklappe mit ihren drei Segeln.

Die Antwort „Zwischen Vena cava superior und rechtem Vorhof“ ist falsch: Am Übergang der oberen Hohlvene in den rechten Vorhof gibt es keine Klappe; das Blut fließt dort frei ein.

Die Antwort „Am Ursprung des Lungenstamms in der rechten Herzkammer“ ist falsch: Am Ursprung des Lungenstamms sitzt die Pulmonalklappe, eine Taschenklappe.

Die Antwort „Am Ursprung der Aorta in der linken Herzkammer“ ist falsch: Am Ursprung der Aorta sitzt die Aortenklappe, ebenfalls eine Taschenklappe.

Zum Weiterdenken: Zwischen den Hohlvenen und dem rechten Vorhof gibt es keine Klappe. Warum ist der Blutfluss dort dennoch überwiegend gerichtet?

MERKE

Links zwei Segel als Mitralklappe, rechts drei als Trikuspidalklappe – an den Ausgängen die Taschenklappen.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Herzklappen ihren Positionen zuordnen

B179 **B** 115 mm Hg

Welcher systolische Blutdruckwert, gemessen am Oberarm, kann für einen gesunden jungen Erwachsenen in Ruhe als normal angenommen werden?

Richtig ist die Antwort „115 mm Hg“. Für einen gesunden jungen Erwachsenen in Ruhe gilt ein systolischer Wert um 115 bis 120 Millimeter Quecksilbersäule als normal. Er entsteht während der Auswurfphase der linken Herzkammer und wird üblicherweise am Oberarm in Herzhöhe gemessen.

Die Antwort „65 mm Hg“ ist falsch: 65 wäre selbst als diastolischer Wert niedrig und als systolischer lebensbedrohlich.

Die Antwort „140 mm Hg“ ist falsch: 140 markiert die Grenze zum Bluthochdruck.

Die Antwort „90 mm Hg“ ist falsch: 90 ist als systolischer Wert deutlich zu niedrig; als diastolischer wäre er bereits erhöht.

Die Antwort „80 mm Hg“ ist falsch: 80 ist der übliche diastolische Wert. Diese Antwortmöglichkeit lebt davon, dass man die beiden Zahlen verwechselt.

Zum Weiterdenken: Gemessen wird am Oberarm in Herzhöhe. Warum verfälscht ein zu tief oder zu hoch gehaltener Arm das Ergebnis?

MERKE

Systolisch um 115 bis 120, diastolisch um 80 – die kleineren Zahlen gehören immer zur unteren Angabe.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Den systolischen Normwert erneut bestimmen

B180 **B** geringe Thrombozytenzahl

Was kann bei Patienten zu einer längeren Blutungszeit führen?

Richtig ist die Antwort „geringe Thrombozytenzahl“. Eine verlängerte Blutungszeit entsteht typischerweise durch eine zu geringe Zahl an Blutplättchen. Sie leisten den ersten Verschluss einer Verletzung, indem sie sich an die freigelegten Fasern der Gefäßwand anlagern, ihre Form verändern und miteinander verkleben. Fehlen sie, dauert dieser erste Schritt länger, und es kommt leicht zu punktförmigen Hautblutungen. Die eigentliche Gerinnung mit ihrem Fasernetz ist davon zunächst unabhängig.

Die Antwort „Hohe Erythrozytenzahl“ ist falsch: Eine hohe Zahl roter Blutkörperchen macht das Blut zähflüssiger und erhöht eher die Gerinnselgefahr.

Die Antwort „niedrige Erythrozytenzahl“ ist falsch: Eine niedrige Zahl roter Blutkörperchen führt zur Blutarmut mit Blässe und Luftnot.

Die Antwort „hohe Thrombozytenzahl“ ist falsch: Viele Blutplättchen verkürzen die Blutungszeit eher, bergen aber die Gefahr unerwünschter Gerinnsel.

Die Antwort „erhöhte Leukozytenzahl“ ist falsch: Eine erhöhte Zahl weißer Blutkörperchen weist auf Infektion oder Erkrankung des blutbildenden Systems hin, verlängert die Blutungszeit aber nicht unmittelbar.

Zum Weiterdenken: Plättchenmangel führt zu punktförmigen Hautblutungen, ein Mangel an Gerinnungsfaktoren eher zu großen Blutergüssen und Gelenkblutungen. Wie erklärt sich dieser Unterschied aus den beiden Stufen der Blutstillung?

MERKE

Plättchen machen den ersten Verschluss — fehlen sie, blutet es länger und punktförmig.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Blutungszeit den Thrombozyten zuordnen

B181 E Sauerstoffreiches Blut fließt durch die Lungenvenen in den linken Vorhof

Welche Aussage zum Lungenkreislauf trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoffreiches Blut fließt durch die Lungenvenen in den linken Vorhof“. Im Lungenkreislauf wirft die rechte Kammer sauerstoffarmes Blut über die Lungenarterien in die Lunge aus. Dort wird es mit Sauerstoff beladen und fließt anschließend über die vier Lungenvenen in den linken Vorhof zurück. Die Aussage trifft damit sowohl das richtige Gefäß als auch die richtige Fließrichtung und den richtigen Sauerstoffgehalt.

Die Antwort „Sauerstoffarmes Blut fließt durch die Lungenvenen in den linken Vorhof“ ist falsch: In den Lungenvenen fließt sauerstoffreiches und nicht sauerstoffarmes Blut.

Die Antwort „Sauerstoffreiches Blut fließt durch die Lungenarterien in den rechten Vorhof“ ist falsch: Die Lungenarterien führen sauerstoffarmes Blut, und sie führen vom Herzen weg statt in den rechten Vorhof hinein.

Die Antwort „Sauerstoffarmes Blut fließt durch die Lungenarterien in den linken Vorhof“ ist falsch: Die Lungenarterien münden nicht im linken Vorhof, sondern führen zur Lunge.

Die Antwort „Die Lungenvenen transportieren sauerstoffarmes Blut vom Herzen zur Lunge“ ist falsch: Die Lungenvenen transportieren sauerstoffreiches Blut zum Herzen hin und nicht vom Herzen weg.

Zum Weiterdenken: Jede der falschen Antworten vertauscht genau eine Angabe: Gefäß, Richtung oder Sauerstoffgehalt. Wie kannst du solche Aufgaben systematisch prüfen, statt jede Option ganz zu lesen?

MERKE

Arterie weg vom Herzen, Vene hin zum Herzen — im Lungenkreislauf ist der Sauerstoffgehalt vertauscht.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Lungenkreislauf richtig beschreiben

B182 A Rechter Vorhof

Worin münden die untere und die obere Hohlvene?

Richtig ist die Antwort „Rechter Vorhof“. Beide Hohlvenen münden in den rechten Vorhof: die obere aus Kopf, Hals und Armen, die untere aus Rumpf und Beinen. Sie treffen sich also erst unmittelbar am Herzen.

Die Antwort „Linker Vorhof“ ist falsch: In den linken Vorhof münden die Lungenvenen.

Die Antwort „Rechter & Linker Vorhof“ ist falsch: Eine Aufteilung auf beide Vorhöfe gibt es nicht; das würde sauerstoffarmes Blut in den Körperkreislauf einspeisen.

Die Antwort „Linker Vorhof & Linke Kammer“ ist falsch: Die linke Herzhälfte führt ausschließlich sauerstoffreiches Blut.

Die Antwort „obere in rechten Vorhof und untere in die Pfortader“ ist falsch: Die untere Hohlvene mündet nicht in die Pfortader. Die Pfortader ist ein eigenes Gefäß, das nährstoffreiches Blut aus dem Darm zur Leber führt, damit diese es vorverarbeitet, bevor es über die Lebervenen in die untere Hohlvene gelangt. Die Fließrichtung ist hier also genau umgekehrt.

Zum Weiterdenken: Blut aus dem Darm nimmt den Umweg über die Leber, bevor es ins Herz gelangt. Welchen Vorteil bietet diese Zwischenschaltung nach jeder Mahlzeit?

MERKE

Beide Hohlvenen enden im rechten Vorhof — die Pfortader führt zur Leber, nicht zum Herzen.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Mündung der Hohlvenen gegen Scheinalternativen sichern

B183 C Gerinnungsfaktoren

Wodurch unterscheiden sich Blutserum und Blutplasma?

Richtig ist die Antwort „Gerinnungsfaktoren“. Serum und Plasma unterscheiden sich in den Gerinnungsfaktoren. Plasma ist der flüssige Anteil des ungerinnbar gemachten Blutes und enthält sie noch vollständig. Serum gewinnt man dagegen, indem man Blut gerinnen lässt und den festen Anteil abtrennt; dabei sind Fibrinogen und die übrigen Gerinnungsfaktoren verbraucht und in den Blutkuchen eingebaut. Kurz gesagt ist Serum gleich Plasma ohne Gerinnungsfaktoren.

Die Antwort „Immunglobulinen“ ist falsch: Antikörper bleiben in beiden erhalten. Deshalb kann man Antikörper sowohl im Serum als auch im Plasma bestimmen.

Die Antwort „Elektrolyten“ ist falsch: Der Gehalt an Salzen ist praktisch gleich.

Die Antwort „Leukozyten“ ist falsch: Weiße Blutkörperchen sind zelluläre Bestandteile und fehlen in beiden, denn sowohl Serum als auch Plasma sind zellfrei.

Die Antwort „Erythrozyten“ ist falsch: Auch rote Blutkörperchen sind in beiden nicht enthalten.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antwortmöglichkeiten nennen Zellen, obwohl beide Flüssigkeiten zellfrei sind. Wie hilft dir die Einsicht, dass es hier nur um den flüssigen Anteil geht, diese sofort auszuschließen?

MERKE

Serum ist Plasma nach der Gerinnung — Zellen fehlen in beiden.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Unterschied zwischen Serum und Plasma erneut benennen

B184 C Knochenmark

Wo werden Erythrozyten gebildet?

Richtig ist die Antwort „Knochenmark“: Rote Blutkörperchen entstehen im roten Knochenmark. Beim Erwachsenen ist dieses vor allem in Becken, Brustbein, Rippen, Wirbeln und Schädelknochen zu finden, während das Mark der langen Röhrenknochen weitgehend zu Fettmark umgewandelt ist. Aus einer gemeinsamen Blutstammzelle gehen dort sämtliche Blutzellen hervor.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist der Reifungsort der T-Lymphozyten.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: Die Milz baut alte rote Blutkörperchen ab. Beim Ungeborenen bildet sie zwar vorübergehend Blutzellen, beim Erwachsenen jedoch nicht mehr.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Auch die Leber ist nur beim Ungeborenen an der Blutbildung beteiligt.

Die Antwort „Lymphknoten“ ist falsch: Lymphknoten filtern die Lymphe und beherbergen Abwehrzellen.

Zum Weiterdenken: Beim Ungeborenen bilden nacheinander Dottersack, Leber, Milz und schließlich das Knochenmark die Blutzellen. Was sagt diese Abfolge über die Entwicklung des Skeletts aus?

MERKE

Beim Erwachsenen bildet allein das rote Knochenmark — Leber und Milz nur beim Ungeborenen.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Den Bildungsort der Erythrozyten erneut benennen

B185 C Neutrophile Granulozyten

Welche Leukozytenart kommt im Differenzialblutbild prozentual am häufigsten vor?

Richtig ist die Antwort „Neutrophile Granulozyten“: Die neutrophilen Granulozyten stellen mit etwa fünfzig bis siebzig Prozent den größten Anteil der weißen Blutkörperchen. Sie gehören zur angeborenen Abwehr, wandern als Erste an einen Entzündungsherd, nehmen Bakterien auf und töten sie ab. Ihre Lebensdauer im Blut beträgt nur wenige Stunden, weshalb das Knochenmark ständig Nachschub liefern muss.

Die Antwort „Lymphozyten“ ist falsch: Lymphozyten folgen mit etwa zwanzig bis vierzig Prozent auf dem zweiten Platz.

Die Antwort „Basophile Granulozyten“ ist falsch: Basophile Granulozyten sind mit unter einem Prozent die kleinste Gruppe.

Die Antwort „Eosinophile Granulozyten“ ist falsch: Eosinophile Granulozyten liegen bei ein bis vier Prozent.

Die Antwort „Monozyten“ ist falsch: Monozyten machen etwa zwei bis acht Prozent aus.

Zum Weiterdenken: Neutrophile Granulozyten leben im Blut nur wenige Stunden. Warum ist gerade eine so kurze Lebensdauer für eine Zelle sinnvoll, die Erreger vernichtet?

MERKE

Neutrophile über die Hälfte, Lymphozyten der große Rest, alles andere einstellig.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die häufigste Leukozytenart erneut benennen

B186 B rechts oben hinten nach links unten vorne

Wovon ausgehend und wohin verläuft die anatomische Herzachse?

Richtig ist die Antwort „rechts oben hinten nach links unten vorne“: Die Herzachse verläuft von rechts oben hinten nach links unten vorne. Das Herz liegt also nicht senkrecht im Brustkorb, sondern schräg: Seine Basis mit den Vorhöfen und den großen Gefäßen zeigt nach rechts, oben und hinten, die Herzspitze nach links, unten und vorne. Deshalb tastet man den Herzspitzenstoß links unterhalb der Brustwarze, und deshalb liegt der größere Teil des Herzens links der Mittellinie, obwohl es ungefähr mittig im Brustraum sitzt.

Die Antwort „rechts oben vorne nach links unten hinten“ ist falsch: Die Angaben vorne und hinten sind hier vertauscht; die Spitze weist nach vorne, nicht nach hinten.

Die Antwort „Links unten nach links unten“ ist falsch: Diese Antwort nennt zweimal dieselbe Richtung und beschreibt damit gar keine Achse.

Die Antwort „Rechts oben hinten nach rechts unten vorne“ ist falsch: Eine Achse, die vollständig rechts verläuft, widerspräche der Lage der Herzspitze.

Die Antwort „Links oben vorne nach links unten hinten“ ist falsch: Eine vollständig links verlaufende Achse ließe außer Acht, dass die Basis rechts der Mittellinie liegt.

Zum Weiterdenken: Die Herzspitze liegt der vorderen Brustwand am nächsten. Wie erklärt das, warum man dort den Herzschlag am deutlichsten tasten und hören kann?

MERKE

Basis rechts oben hinten, Spitze links unten vorne — das Herz liegt schräg.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Lage des Herzens im Brustraum beschreiben

B187 B Milz

Erythrozyten werden im Knochenmark gebildet – wo werden sie abgebaut?

Richtig ist die Antwort „Milz“: Rote Blutkörperchen werden im Knochenmark gebildet und nach etwa 120 Tagen in der Milz abgebaut. Dort werden sie durch enge Spalten gezwungen, und wer zu starr geworden ist, bleibt hängen und wird von Fresszellen aufgenommen. Das Eisen wird wiederverwendet, der Farbstoffanteil zu Bilirubin abgebaut und über die Leber mit der Galle ausgeschieden. Ein Teil des Abbaus geschieht zusätzlich in Leber und Knochenmark.

Die Antwort „Lymphknoten“ ist falsch: Lymphknoten filtern die Lymphe und beherbergen Abwehrzellen.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist der Reifungsort der T-Lymphozyten.

Die Antwort „Niere“ ist falsch: Die Niere regt über Erythropoetin die Neubildung an, baut aber nicht ab.

Die Antwort „Pankreas“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse hat mit dem Blut nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Das Eisen aus abgebauten Erythrozyten wird fast vollständig wiederverwendet. Warum ist diese Sparsamkeit für den Körper so wichtig?

MERKE

Gebildet im Knochenmark, abgebaut in der Milz, angeregt von der Niere.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Bildung und Abbau der Erythrozyten gegenüberstellen

B188 C Thrombozyten

Welche Zellen gehören NICHT zu den Leukozyten?

Richtig ist die Antwort „Thrombozyten“: Thrombozyten gehören nicht zu den weißen Blutkörperchen. Sie bilden eine eigene Gruppe der Blutbestandteile und sind streng genommen nicht einmal vollständige Zellen, sondern kernlose Bruchstücke, die von Riesenzellen des Knochenmarks abgeschnürt werden. Ihre Aufgabe ist die Blutstillung. Die drei Gruppen der zellulären Bestandteile lauten rote Blutkörperchen, weiße Blutkörperchen und Blutplättchen.

Die Antwort „Eosinophile Granulozyten“ ist falsch: Eosinophile Granulozyten sind weiße Blutkörperchen und bei Parasitenbefall und Allergien vermehrt.

Die Antwort „basophile Granulozyten“ ist falsch: Basophile Granulozyten gehören ebenfalls dazu und schütten Histamin und Heparin aus.

Die Antwort „Monozyten“ ist falsch: Monozyten sind die größten weißen Blutkörperchen und werden im Gewebe zu Makrophagen.

Die Antwort „T-Lymphozyten“ ist falsch: T-Lymphozyten sind weiße Blutkörperchen der spezifischen Abwehr.

Zum Weiterdenken: Die weißen Blutkörperchen zerfallen in Granulozyten, Monozyten und Lymphozyten. Wie ordnest du eine unbekannte Zellbezeichnung mit dieser Dreiteilung schnell ein?

MERKE

Drei Gruppen im Blut: rote Zellen, weiße Zellen, Plättchen — Plättchen sind keine weißen.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Zellgruppen des Blutes voneinander abgrenzen

B189 C adulte Erythrozyten

Welche Zellen haben keinen Zellkern?

Richtig ist die Antwort „adulte Erythrozyten“: Nur die reifen roten Blutkörperchen des Erwachsenen besitzen keinen Zellkern. Sie stoßen ihn im Knochenmark aus und gewinnen dadurch Raum für Hämoglobin sowie die Verformbarkeit, die sie brauchen, um sich durch die engsten Kapillaren zu zwängen.

Die Antwort „fetale Erythrozyten“ ist falsch: In der Frühentwicklung entstehen rote Blutkörperchen zunächst mit Kern. Kernhaltige Vorstufen im Blut sind beim Ungeborenen normal, beim Erwachsenen dagegen ein auffälliger Befund.

Die Antwort „Megakaryozyten“ ist falsch: Megakaryozyten besitzen einen sehr großen, gelappten Kern mit vervielfachtem Chromosomensatz. Von ihnen schnüren sich die kernlosen Blutplättchen ab.

Die Antwort „fetale Monozyten“ ist falsch: Monozyten haben in jedem Lebensalter einen großen, bohnenförmigen Kern.

Die Antwort „adulte Granulozyten“ ist falsch: Granulozyten tragen einen auffällig segmentierten Kern.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in zwei Jahrgängen mit identischen Antwortmöglichkeiten. Was gewinnst du dadurch, dass du die Unterscheidung zwischen fetalen und erwachsenen Erythrozyten einmal wirklich verstanden hast?

MERKE

Kernlos sind nur der reife Erythrozyt und das Blutplättchen – beim Ungeborenen hat der Erythrozyt noch einen Kern.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Kernlose Blutzellen erneut bestimmen

B190 A Zwischen linkem Vorhof und linker Kammer

Wo liegt die Mitralklappe?

Richtig ist die Antwort „Zwischen linkem Vorhof und linker Kammer“. Die Mitralklappe liegt zwischen linkem Vorhof und linker Kammer und verhindert, dass beim Zusammenziehen der Kammer Blut in den Vorhof zurückströmt. Sie ist die einzige Klappe mit zwei Segeln und wird über Sehnenfäden von kleinen Muskelvorsprüngen in der Kammerwand gehalten – ohne diese Halterung würde sie beim hohen Druck der linken Kammer umschlagen.

Die Antwort „Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer“ ist falsch: Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer sitzt die Trikuspidalklappe mit drei Segeln.

Die Antwort „Zwischen Vena cava superior und rechtem Vorhof“ ist falsch: Am Übergang der oberen Hohlvene in den rechten Vorhof gibt es keine Klappe.

Die Antwort „Am Ursprung des Lungenstamms in der rechten Herzkammer“ ist falsch: Am Ursprung des Lungenstamms liegt die Pulmonalklappe.

Die Antwort „Am Ursprung der Aorta in der linken Herzkammer“ ist falsch: Am Ursprung der Aorta liegt die Aortenklappe.

Zum Weiterdenken: Die Segelklappen werden von Sehnenfäden gehalten, die Taschenklappen nicht. Welcher Unterschied in den Druckverhältnissen erklärt diese verschiedenen Bauweisen?

MERKE

Links zwei Segel, rechts drei – gehalten von Sehnenfäden gegen den Kammerdruck.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Mitralklappe erneut verorten

B191 D Rechter Vorhof

Wohin münden die obere und untere Hohlvene?

Richtig ist die Antwort „Rechter Vorhof“. Obere und untere Hohlvene münden beide in den rechten Vorhof. Damit endet der Körperkreislauf und der Lungenkreislauf beginnt. Diese Aufgabe erschien mit identischen Antwortmöglichkeiten in mehreren Jahrgängen.

Die Antwort „Linker Vorhof“ ist falsch: In den linken Vorhof münden die Lungenvenen.

Die Antwort „Rechter und linker Vorhof“ ist falsch: Eine Aufteilung auf beide Vorhöfe gäbe es nur bei einem Herzfehler.

Die Antwort „Linker Vorhof und linke Kammer“ ist falsch: Die linke Herzhälfte führt ausschließlich sauerstoffreiches Blut.

Die Antwort „Obere in rechten Vorhof, untere in die Pfortader“ ist falsch: Die Pfortader führt nährstoffreiches Blut vom Darm zur Leber. Die untere Hohlvene nimmt das Blut erst danach über die Lebervenen auf – die Reihenfolge ist hier also umgekehrt dargestellt.

Zum Weiterdenken: Das Blut aus dem Darm passiert erst die Leber und danach das Herz. Welchen Namen trägt ein solcher Kreislaufabschnitt mit zwei hintereinandergeschalteten Kapillarnetzen?

MERKE

Beide Hohlvenen enden im rechten Vorhof – davor liegt für das Darmblut noch die Leber.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Mündung der Hohlvenen abschließend sichern

B192 D Endarterien haben keine Verbindungen (Anastomosen) zu anderen Arterien

Welche Aussage zu Endarterien trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Endarterien haben keine Verbindungen (Anastomosen) zu anderen Arterien“. Endarterien sind Arterien ohne Querverbindungen zu benachbarten Arterien. Fällt eine solche Arterie aus, gibt es keinen Umweg, über den das Gewebe dahinter versorgt werden könnte, und es stirbt ab. Genau darin liegt ihre klinische Bedeutung: Herzkranzgefäße, Hirnarterien und die Gefäße der Netzhaut verhalten sich weitgehend so, weshalb ihr Verschluss zu Herzinfarkt, Schlaganfall oder plötzlicher Erblindung führt. Im Gegensatz dazu sind viele andere Gebiete über Anastomosen mehrfach abgesichert.

Die Antwort „Sie münden direkt in Venen“ ist falsch: Unmittelbar in Venen münden Arterien nur an wenigen besonderen Stellen, etwa in der Haut zur Wärmeregulierung. Für Endarterien ist das nicht kennzeichnend.

Die Antwort „Sie münden in weiterer Folge nicht in das Kapillarbett“ ist falsch: Auch Endarterien münden selbstverständlich in ein Kapillarbett; nur dort findet

Stoffaustausch statt.

Die Antwort „Sie münden in die Lymphgefäße“ ist falsch: In Lymphgefäße mündet keine Arterie.

Die Antwort „Es handelt sich um ein offenes Blutgefäßsystem“ ist falsch: Der menschliche Kreislauf ist ein geschlossenes System, in dem das Blut die Gefäße nicht verlässt.

Zum Weiterdenken: Herz, Gehirn und Netzhaut werden weitgehend über Endarterien versorgt. Warum sind ausgerechnet diese drei Organe besonders empfindlich gegenüber einem Gefäßverschluss?

MERKE

Endarterie heißt keine Umleitung – fällt sie aus, stirbt das Gebiet dahinter ab.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Endarterien und ihre klinische Bedeutung verstehen

B193 D Rechte Herzkammer → Lungenarterie → Lunge → Lungenvenen → linker Vorhof

Was versteht man unter dem kleinen (Lungen-)Blutkreislauf?

Richtig ist die Antwort „Rechte Herzkammer → Lungenarterie → Lunge → Lungenvenen → linker Vorhof“. Der kleine Kreislauf beginnt in der rechten Herzkammer, führt über die Lungenarterien zur Lunge, dort über die Kapillaren der Lungenbläschen, und kehrt über die Lungenvenen in den linken Vorhof zurück. Er dient allein dem Gasaustausch und arbeitet mit deutlich niedrigerem Druck als der Körperkreislauf – weshalb die rechte Kammer eine viel dünnere Wand hat als die linke.

Die Antwort „Linke Herzkammer → Aorta → Körper → rechter Vorhof“ ist falsch: Diese Beschreibung entspricht dem großen Körperkreislauf.

Die Antwort „Rechter Vorhof → rechte Herzkammer → Gehirn → linker Vorhof“ ist falsch: Das Gehirn gehört zum Körperkreislauf und wird über die Aorta versorgt.

Die Antwort „Lunge → Pfortader → Leber → rechter Vorhof“ ist falsch: Die Pfortader führt Blut vom Darm zur Leber und gehört weder zum kleinen Kreislauf noch nimmt sie Blut aus der Lunge auf.

Die Antwort „Linke Herzkammer → Lungenarterie → Lunge → rechter Vorhof“ ist falsch: Die Lungenarterie entspringt der rechten und nicht der linken Kammer, und sie mündet nicht im rechten Vorhof.

Zum Weiterdenken: Der Lungenkreislauf arbeitet mit etwa einem Fünftel des Drucks des Körperkreislaufs, befördert aber dieselbe Blutmenge. Wie ist dieser Unterschied möglich?

MERKE

Kleiner Kreislauf: rechte Kammer, Lungenarterie, Lunge, Lungenvene, linker Vorhof.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Den Lungenkreislauf vollständig beschreiben

B194 B Thrombopenie (Mangel an Thrombozyten)

Ein Patient blutet ungewöhnlich lange und stark – was liegt am ehesten vor?

Richtig ist die Antwort „Thrombopenie (Mangel an Thrombozyten)“. Blutet jemand ungewöhnlich lange und stark, liegt am ehesten ein Mangel an Blutplättchen vor. Sie leisten den ersten, sofortigen Verschluss einer verletzten Gefäßwand; ohne sie beginnt die Gerinnung mit erheblicher Verzögerung. Typische Begleitzeichen sind punktförmige Hautblutungen, Nasen- und Zahnfleischbluten sowie eine verlängerte Blutungszeit nach kleinen Verletzungen.

Die Antwort „Mangel an Erythrozyten (Anämie)“ ist falsch: Eine Blutarmut führt zu Blässe, Müdigkeit und Luftnot, verlängert aber die Blutungszeit nicht.

Die Antwort „Zu viele Thrombozyten (Thrombozytose)“ ist falsch: Zu viele Blutplättchen erhöhen eher die Gefahr unerwünschter Gerinnung.

Die Antwort „Vitamin-K-Überschuss“ ist falsch: Vitamin K wird für die Bildung mehrerer Gerinnungsfaktoren gebraucht. Ein Überschuss verlängert die Blutung nicht – gefährlich ist der Mangel.

Die Antwort „Polyzythämie (zu viele Erythrozyten)“ ist falsch: Zu viele rote Blutkörperchen machen das Blut zähflüssiger und erhöhen ebenfalls die Gerinnungsgefahr.

Zum Weiterdenken: Sowohl zu wenige als auch zu viele Blutplättchen sind gefährlich, allerdings auf entgegengesetzte Weise. Was sagt das über die Bedeutung eines Gleichgewichts in der Blutstillung aus?

MERKE

Zu wenige Plättchen heißt langes Bluten, zu viele heißt Gerinnungsgefahr.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Verlängerte Blutungen dem Plättchenmangel zuordnen

B195 B sauerstoffarmes Blut zur Lunge

Was transportieren die Lungenarterien?

Richtig ist die Antwort „sauerstoffarmes Blut zur Lunge“. Die Lungenarterien führen sauerstoffarmes Blut von der rechten Herzkammer zur Lunge. Sie sind damit die einzigen Arterien des Körpers, die sauerstoffarmes Blut führen – was kein Widerspruch ist, denn Arterie bezeichnet die Richtung vom Herzen weg und nicht den Sauerstoffgehalt.

Die Antwort „sauerstoffarmes Blut in den rechten Vorhof“ ist falsch: In den rechten Vorhof münden die beiden Hohlvenen.

Die Antwort „sauerstoffreiches Blut in den linken Vorhof“ ist falsch: In den linken Vorhof münden die Lungenvenen mit sauerstoffreichem Blut.

Die Antwort „sauerstoffreiches Blut zur Lunge“ ist falsch: Sauerstoffreiches Blut zur Lunge zu schicken wäre sinnlos, denn es soll dort ja erst beladen werden.

Die Antwort „sauerstoffarmes Blut in die linke Kammer“ ist falsch: In die linke Kammer gelangt Blut aus dem linken Vorhof, und zwar sauerstoffreiches.

Zum Weiterdenken: Im Lungenkreislauf sind Sauerstoffgehalt und Gefäßname scheinbar vertauscht. Wie löst die Definition über die Flussrichtung diesen Widerspruch auf?

MERKE

Arterie heißt vom Herzen weg — in der Lungenarterie ist das sauerstoffarme Blut.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Lungenarterien in Richtung und Inhalt bestimmen

B196 D an das Eisenion (Fe^{2+}) des Hämoglobins

Woran bindet Sauerstoff für den Transport im Blut?

Richtig ist die Antwort „an das Eisenion (Fe^{2+}) des Hämoglobins“. Sauerstoff bindet an das zweiwertige Eisenion in der Häm-Gruppe des Hämoglobins. Jedes Hämoglobinmolekül besteht aus vier Untereinheiten mit je einer solchen Gruppe und kann folglich vier Sauerstoffmoleküle aufnehmen. Wichtig ist, dass das Eisen dabei zweiwertig bleiben muss; wird es zu dreiwertigem Eisen oxidiert, kann es keinen Sauerstoff mehr binden.

Die Antwort „an ein Kupferion“ ist falsch: Kupfer ist das Zentralatom im Sauerstofftransporter mancher Weichtiere und Gliederfüßer, deren Blut deshalb bläulich erscheint. Beim Menschen ist es Eisen.

Die Antwort „frei gelöst im Blutplasma“ ist falsch: Frei gelöst im Plasma reist nur ein sehr kleiner Bruchteil des Sauerstoffs.

Die Antwort „kovalent an Plasmaproteine“ ist falsch: Eine kovalente Bindung an Plasmaeiweiße gibt es nicht; die Bindung an das Eisen ist zudem locker und umkehrbar, was Voraussetzung für die Abgabe im Gewebe ist.

Die Antwort „ausschließlich als Bicarbonat“ ist falsch: Als Bikarbonat wird Kohlenstoffdioxid transportiert, nicht Sauerstoff.

Zum Weiterdenken: Die Bindung an das Eisen muss fest genug sein, um in der Lunge zu greifen, und locker genug, um im Gewebe wieder loszulassen. Wie stellt der Körper sicher, dass die Abgabe genau dort geschieht, wo der Bedarf am größten ist?

MERKE

Sauerstoff hängt am zweiwertigen Eisen im Häm — vier Bindungsstellen je Hämoglobin.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Bindungsstelle des Sauerstoffs im Hämoglobin benennen

B197 D Vitamin K

Welches Vitamin ist für die Blutgerinnung notwendig?

Richtig ist die Antwort „Vitamin K“. Vitamin K wird für die Bildung mehrerer Gerinnungsfaktoren in der Leber gebraucht. Ohne es entstehen zwar die Eiweiße, sie können jedoch kein Calcium binden und bleiben deshalb unwirksam. Das Vitamin stammt teils aus grünem Gemüse, teils von den Bakterien des Dickdarms. Neugeborene erhalten es vorsorglich, weil ihr Darm noch nicht besiedelt und der Gehalt der Muttermilch gering ist.

Die Antwort „Vitamin D3“ ist falsch: Vitamin D wird für die Aufnahme von Calcium im Darm und den Einbau in den Knochen gebraucht.

Die Antwort „Vitamin B12“ ist falsch: Vitamin B12 ist für Zellteilung und Blutbildung nötig; sein Mangel führt zu einer Blutarmut mit auffällig großen roten Blutkörperchen.

Die Antwort „Vitamin A“ ist falsch: Vitamin A ist Bestandteil des Sehfärbstoffs und wichtig für Haut und Schleimhäute.

Die Antwort „Vitamin C“ ist falsch: Vitamin C wird für den Aufbau von Kollagen gebraucht; sein Fehlen führt zum Skorbut.

Zum Weiterdenken: Vitamin K stammt zu einem erheblichen Teil von den Darmbakterien. Welche Folge kann eine langdauernde Antibiotikabehandlung deshalb für die Gerinnung haben?

MERKE

K wie Koagulation — Vitamin K macht die Gerinnungsfaktoren erst wirksam.

LEHRTEXT IM KURS**Herz-Kreislauf-System; Blut**

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Vitamin K als Gerinnungsvitamin benennen

B198 E Ein Zurückfließen von Blut innerhalb der Vene zu verhindern

Was ist die Funktion der Venenklappen?

Richtig ist die Antwort „Ein Zurückfließen von Blut innerhalb der Vene zu verhindern“. Venenklappen verhindern, dass das Blut innerhalb der Vene zurückfließt. Der Druck in den Venen ist niedrig, und besonders in den Beinen muss das Blut gegen die Schwerkraft aufwärts. Bewegt werden kann es dort nur, weil die umgebende

Muskulatur die Venen bei jeder Bewegung zusammendrückt — die Muskelpumpe. Damit dieser Druck das Blut ausschließlich herzwärts befördert, sitzen in kurzen Abständen taschenförmige Klappen, die den Rückweg versperren.

Die Antwort „Blut aktiv zum Herzen zu pumpen“ ist falsch: Aktiv pumpen können die Klappen nicht; sie sind reine Rückschlagventile ohne eigene Muskulatur.

Die Antwort „Eine "Sperre" am Übergang zur Pfortader zu bilden“ ist falsch: Am Übergang zur Pfortader gibt es keine solche Sperre.

Die Antwort „Den Zufluss in die obere Hohlvene zu regulieren“ ist falsch: Den Zufluss in die obere Hohlvene regeln sie nicht.

Die Antwort „Blutrückstrom vom Herzen zu verhindern“ ist falsch: Ein Rückstrom vom Herzen in die Venen wird durch die Herzklappen verhindert, nicht durch die Venenklappen.

Zum Weiterdenken: Ohne Muskelbewegung arbeiten die Venenklappen nicht. Warum schwellen die Beine bei langem Stehen an, beim Gehen aber nicht?

MERKE

Der Muskel pumpt, die Klappe verhindert den Rückweg — beides zusammen ergibt den Rückstrom.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Aufgabe der Venenklappen verstehen

B199 C Sauerstoffarmes Blut fließt von der rechten Kammer in die Lungenarterie

Welcher Ablauf im Lungenkreislauf ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoffarmes Blut fließt von der rechten Kammer in die Lungenarterie“. Der Lungenkreislauf beginnt damit, dass sauerstoffarmes Blut

aus der rechten Kammer in den Lungenstamm und weiter in die beiden Lungenarterien ausgeworfen wird. In der Lunge nimmt es Sauerstoff auf und kehrt über die Lungenvenen in den linken Vorhof zurück.

Die Antwort „Blut fließt aus dem rechten Vorhof in die Lungenarterie“ ist falsch: Aus dem rechten Vorhof gelangt das Blut zunächst in die rechte Kammer und erst von dort in die Lungenarterie. Vorhöfe werfen nicht in große Gefäße aus.

Die Antwort „Das Blut kommt aus der linken Kammer in die Lunge“ ist falsch: Aus der linken Kammer geht es über die Aorta in den Körperkreislauf.

Die Antwort „Sauerstoffreiches Blut fließt von der Lunge in den rechten Vorhof“ ist falsch: Aus der Lunge fließt das Blut in den linken und nicht in den rechten Vorhof.

Die Antwort „Blut fließt von der Lungenvene direkt in die linke Kammer ohne Vorhof“ ist falsch: Die Lungenvenen münden in den linken Vorhof; erst von dort gelangt das Blut in die linke Kammer.

Zum Weiterdenken: Vorhöfe nehmen auf und füllen die Kammern, Kammern werfen aus. Wie hilft dir diese einfache Arbeitsteilung, falsche Beschreibungen des Kreislaufs sofort zu erkennen?

MERKE

Vorhof nimmt auf, Kammer wirft aus — die rechte in die Lunge, die linke in den Körper.

LEHRTEXT IM KURS

Herz-Kreislauf-System; Blut

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Beginn des Lungenkreislaufs bestimmen

Immunsystem



LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B200 C Phagozytose von Krankheitserregern und Zelltrümmern sowie Antigenpräsentation

Welche Aufgabe haben Makrophagen im Immunsystem?

Richtig ist die Antwort „Phagozytose von Krankheitserregern und Zelltrümmern sowie Antigenpräsentation“. Makrophagen erfüllen zwei Aufgaben zugleich. Zum einen nehmen sie Krankheitserreger, abgestorbene Zellen und Zelltrümmer auf und verdauen sie — daher der Name Fresszelle. Zum anderen präsentieren sie Bruchstücke des Verdauten auf ihrer Oberfläche und zeigen sie den T-Helferzellen. Damit bilden sie das entscheidende Bindeglied zwischen der angeborenen und der erworbenen Abwehr, denn erst durch diese Präsentation wird eine gezielte Antwort in Gang gesetzt.

Die Antwort „Produktion von Antikörpern“ ist falsch: Antikörper werden ausschließlich von Plasmazellen gebildet, den Endformen der B-Lymphozyten.

Die Antwort „Bildung von Sauerstoff-Transportproteinen“ ist falsch: Das Sauerstofftransportprotein Hämoglobin entsteht in den Vorläuferzellen der roten Blutkörperchen im Knochenmark.

Die Antwort „Steuerung der Blutgerinnung“ ist falsch: Die Blutgerinnung wird von Blutplättchen und den Gerinnungsfaktoren des Plasmas gesteuert.

Die Antwort „Speicherung von Fett“ ist falsch: Fett speichern Fettzellen, nicht Makrophagen.

Zum Weiterdenken: Der Makrophage frisst zuerst und zeigt dann, was er gefunden hat. Warum wäre eine erworbene Abwehr ohne diesen zweiten Schritt kaum denkbar?

MERKE

Fressen und Vorzeigen — der Makrophage verbindet angeborene und erworbene Abwehr.

LEHRTEXT IM KURS**Immunsystem**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Doppelrolle des Makrophagen in der Abwehr beschreiben

B201 B Abgeschwächte oder inaktivierte Erreger bzw. deren Antigene

Was ist Bestandteil einer aktiven Impfung?

Richtig ist die Antwort „Abgeschwächte oder inaktivierte Erreger bzw. deren Antigene“. Bei der aktiven Impfung erhält der Körper abgeschwächte oder abgetötete Erreger beziehungsweise einzelne ihrer Antigene. Sein Immunsystem muss daraufhin selbst tätig werden, bildet Antikörper und legt Gedächtniszellen an. Das dauert einige Tage bis Wochen, hält dafür aber jahrelang oder sogar lebenslang — der Schutz ist selbst erarbeitet.

Die Antwort „Fertige Antikörper gegen den Erreger“ ist falsch: Fertige Antikörper kennzeichnen die passive Immunisierung. Sie wirken sofort, weil nichts mehr

gebildet werden muss, sind aber nach wenigen Wochen abgebaut und hinterlassen kein Gedächtnis.

Die Antwort „Antibiotika“ ist falsch: Antibiotika wirken gegen Bakterien, haben mit Impfungen aber nichts zu tun und schützen nicht vorbeugend.

Die Antwort „Interferone“ ist falsch: Interferone sind körpereigene Botenstoffe der Virusabwehr und kein Impfbestandteil.

Die Antwort „Weiße Blutkörperchen des Spenders“ ist falsch: Weiße Blutkörperchen eines Spenders werden nicht verimpft; sie würden als fremd erkannt und abgestoßen.

Zum Weiterdenken: Aktive Impfung wirkt langsam und lange, passive sofort und kurz. Welche der beiden würdest du nach einer möglichen Ansteckung wählen, und warum?

MERKE

Aktiv heißt selbst bilden, langsam und lange — passiv heißt fertig bekommen, sofort und kurz.

LEHRTEXT IM KURS**Immunsystem**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Aktive und passive Immunisierung unterscheiden

B202 A Antikörper

Was wird bei der passiven Immunisierung verwendet?

Richtig ist die Antwort „Antikörper“. Bei der passiven Immunisierung erhält der Körper fertige Antikörper. Sie wirken unmittelbar, weil sein Immunsystem nichts mehr selbst leisten muss, doch der Schutz endet, sobald die zugeführten Antikörper abgebaut sind — nach einigen Wochen bis Monaten. Ein Gedächtnis entsteht nicht. Eingesetzt wird das Verfahren, wenn es schnell gehen muss, etwa nach einer Verletzung mit Tetanusgefahr oder nach Kontakt mit Tollwut. Auch die Natur nutzt diesen Weg: Über die Plazenta und die Muttermilch erhält der Säugling mütterliche Antikörper.

Die Antwort „Abgeschwächte Erreger“ ist falsch: Abgeschwächte Erreger sind Bestandteil einer aktiven Lebendimpfung.

Die Antwort „Inaktivierte Erreger“ ist falsch: Inaktivierte Erreger gehören zur aktiven Totimpfung.

Die Antwort „Toxoid-Impfstoff“ ist falsch: Ein Toxoid-Impfstoff enthält entgiftete Bakteriengifte und regt eine aktive Antwort an, wie bei Tetanus und Diphtherie.

Die Antwort „Lebendimpfstoff“ ist falsch: Ein Lebendimpfstoff ist ebenfalls eine aktive Impfung, etwa gegen Masern, Mumps und Röteln.

Zum Weiterdenken: Ein Neugeborenes ist in den ersten Lebensmonaten durch mütterliche Antikörper geschützt. Warum ist gerade dieser Schutz zeitlich begrenzt, und was folgt daraus für den Impfplan?

MERKE

Passiv heißt fertige Antikörper: sofort wirksam, ohne Gedächtnis, bald wieder verbraucht.

LEHRTEXT IM KURS**Immunsystem**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die passive Immunisierung an ihrem Wirkstoff erkennen

B203 B Es werden körpereigene Antigene (Strukturen) durch das Immunsystem angegriffen

Was versteht man unter einer Autoimmunerkrankung?

Richtig ist die Antwort „Es werden körpereigene Antigene (Strukturen) durch das Immunsystem angegriffen“. Bei einer Autoimmunerkrankung richtet sich das Immunsystem gegen körpereigene Strukturen. Normalerweise verhindert die Selbsttoleranz genau das: Abwehrzellen, die auf körpereigenes ansprechen, werden während ihrer Reifung im Thymus oder im Knochenmark ausgesondert. Versagt diese Prüfung, greifen Antikörper oder T-Zellen eigenes Gewebe an. Beispiele sind der Typ-1-Diabetes mit der Zerstörung der insulinbildenden Zellen, die rheumatoide Arthritis und die Hashimoto-Thyreoiditis.

Die Antwort „Es werden ausschließlich körperfremde Antigene zerstört“ ist falsch: Ausschließlich Körperfremdes zu zerstören ist gerade die normale, gesunde Aufgabe des Immunsystems.

Die Antwort „Es kommt zur Vermehrung natürlicher Killerzellen ohne Immunreaktion“ ist falsch: Eine bloße Vermehrung von Killerzellen ohne Immunreaktion beschreibt keine Autoimmunerkrankung.

Die Antwort „Es handelt sich um eine reine Allergie gegen Umweltstoffe“ ist falsch: Eine Allergie richtet sich gegen harmlose Stoffe von außen, etwa Pollen. Der Unterschied liegt genau darin, woher das Ziel stammt.

Die Antwort „Das Immunsystem ist komplett inaktiv“ ist falsch: Ein vollständig untätiges Immunsystem beschrieb eine schwere Abwehrschwäche und damit das Gegenteil.

Zum Weiterdenken: Allergie und Autoimmunerkrankung sind beide überschießende Reaktionen, richten sich aber auf Verschiedenes. Welches Merkmal trennt die beiden sauber voneinander?

MERKE

Allergie zielt auf Harmloses von außen, Autoimmunerkrankung auf Eigenes von innen.

LEHRTEXT IM KURS**Immunsystem**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Autoimmunerkrankung als Angriff auf körpereigenes definieren

B204 C Die zelluläre Immunabwehr kommt auch ohne Antikörper aus, da sie über T-Zellen verfügt.

Welche Aussage zu den Zellen des Immunsystems (u.a. B- und T-Lymphozyten, dendritische Zellen) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die zelluläre Immunabwehr kommt auch ohne Antikörper aus, da sie über T-Zellen verfügt“. Die zelluläre Abwehr kommt ohne Antikörper aus, weil sie über T-Zellen arbeitet. Diese erkennen mit ihrem membranständigen Rezeptor Antigene, die auf der Oberfläche körpereigener Zellen präsentiert werden, und wirken durch unmittelbaren Zellkontakt: Zytotoxische T-Zellen töten befallene oder entartete Zellen ab, T-Helferzellen steuern über Botenstoffe die übrige Abwehr. Die humorale Abwehr dagegen wirkt über gelöste Antikörper, die von Plasmazellen abgegeben werden.

Die Antwort „B- und T-Lymphozyten entwickeln sich aus der myeloiden Reihe, während Makrophagen sich aus der lymphatischen Reihe entwickeln“ ist falsch: Die Zuordnung ist vertauscht. B- und T-Lymphozyten stammen aus der lymphatischen Reihe, Makrophagen aus der myeloischen.

Die Antwort „Dendritische Zellen sind antigenpräsentierende Zellen, die sich aus dem Komplementsystem differenzieren“ ist falsch: Das Komplementsystem besteht aus Eiweißen des Blutplasmas und bringt keine Zellen hervor. Dendritische Zellen entstehen aus Vorläuferzellen des Knochenmarks.

Die Antwort „Dendritische Zellen entwickeln sich ausschließlich aus lymphatischen Vorläuferzellen“ ist falsch: Dendritische Zellen können sowohl aus myeloischen als auch aus lymphatischen Vorläufern hervorgehen; das Wort ausschließlich macht die Aussage falsch.

Die Antwort „Alle Immunzellen entstammen ausschließlich dem Thymus“ ist falsch: Alle Immunzellen entstammen dem Knochenmark. Im Thymus reifen lediglich die T-Lymphozyten heran.

Zum Weiterdenken: Antikörper erreichen nur, was frei im Blut oder Gewebe schwimmt. Warum braucht der Körper deshalb zwingend eine zweite, zellgebundene Abwehrlinie?

MERKE

Humoral wirkt über gelöste Antikörper, zellulär über T-Zellen im direkten Kontakt.

LEHRTEXT IM KURS**Immunsystem**

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Zelluläre und humorale Abwehr voneinander trennen

B205 E Eosinophile Granulozyten, Makrophagen und basophile Granulozyten

Welche Zellen gehören zum unspezifischen Immunsystem?

Richtig ist die Antwort „Eosinophile Granulozyten, Makrophagen und basophile Granulozyten“. Eosinophile Granulozyten, Makrophagen und basophile Granulozyten gehören sämtlich zum unspezifischen, also angeborenen Immunsystem. Sie greifen ohne vorherige Prägung an, erkennen allgemeine Muster von Erregern statt einzelner Antigene und bilden kein Gedächtnis. Ihre Stärke ist die Geschwindigkeit: Sie sind binnen Minuten bis Stunden zur Stelle, während die erworbene Abwehr Tage braucht.

Die Antwort „Makrophagen, Monozyten und T-Lymphozyten“ ist falsch: T-Lymphozyten gehören zur spezifischen Abwehr, die anderen beiden genannten Zellarten dagegen zur unspezifischen. Die Aufzählung ist damit gemischt.

Die Antwort „basophile Granulozyten und T-Killerzellen“ ist falsch: Auch hier ist mit den T-Killerzellen eine spezifische Zellart enthalten.

Die Antwort „B-Lymphozyten & T-Helferzellen“ ist falsch: B-Lymphozyten und T-Helferzellen gehören beide zur spezifischen Abwehr.

Die Antwort „Plasmazellen, T-Gedächtniszellen & Makrophagen“ ist falsch: Plasmazellen und T-Gedächtniszellen sind spezifisch, nur die Makrophagen wären hier richtig eingeordnet.

Zum Weiterdenken: Die angeborene Abwehr ist schnell, aber grob, die erworbene langsam, aber genau. Warum braucht der Körper beide, und was leistet die eine für die andere?

MERKE

Alles mit Lymphozyt im Namen ist spezifisch — Granulozyten und Fresszellen sind unspezifisch.

LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Zellen der angeborenen von denen der erworbenen Abwehr trennen

B206 E Plasmazellen

Welche Zellen produzieren Antikörper?

Richtig ist die Antwort „Plasmazellen“. Antikörper werden ausschließlich von Plasmazellen gebildet, den Endformen der B-Lymphozyten. Nach der Aktivierung vergrößern sie ihr raues endoplasmatisches Retikulum enorm, stellen die Teilung ein und geben täglich Tausende von Antikörpern einer einzigen Spezifität ab.

Die Antwort „Killerzellen“ ist falsch: Killerzellen töten befallene oder entartete Zellen durch unmittelbaren Kontakt ab und bilden keine Antikörper.

Die Antwort „Erythrozyten“ ist falsch: Rote Blutkörperchen haben nicht einmal einen Zellkern und können folglich keine Eiweiße herstellen.

Die Antwort „Fresszellen/Makrophagen“ ist falsch: Makrophagen nehmen Erreger auf und präsentieren Bruchstücke, produzieren aber keine Antikörper.

Die Antwort „T-Helferzellen“ ist falsch: T-Helferzellen steuern die Abwehr über Botenstoffe und sind für die Aktivierung der B-Zellen unentbehrlich — sie liefern also den Anstoß, nicht das Erzeugnis.

Zum Weiterdenken: Die T-Helferzelle gibt den Anstoß, die Plasmazelle liefert das Erzeugnis. Warum bricht die Antikörperbildung zusammen, wenn eine Erkrankung gezielt die T-Helferzellen zerstört?

MERKE

Nur die Plasmazelle produziert — alle anderen steuern, fressen oder töten.

LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Antikörperproduktion abschließend zuordnen

B207 B Allergien sind Überempfindlichkeitsreaktionen des Immunsystems auf körperfremde oder körpereigene Antigene

Welche Aussage zur Immunbiologie ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Allergien sind Überempfindlichkeitsreaktionen des Immunsystems auf körperfremde oder körpereigene Antigene“. Allergien sind überschießende Reaktionen des Immunsystems auf Antigene, und die Formulierung deckt beide Richtungen ab: Meist richten sie sich gegen harmlose körperfremde Stoffe wie Pollen oder Hausstaub, doch das Grundmuster der überschießenden Reaktion umfasst auch die Reaktion auf körpereigenes, wie sie bei Autoimmunerkrankungen auftritt.

Die Antwort „Antihistaminika werden nach Organtransplantationen zur Immunsuppression eingesetzt“ ist falsch: Antihistaminika hemmen die Wirkung des Histamins und werden bei allergischen Beschwerden eingesetzt. Nach Organverpflanzungen verwendet man dagegen Wirkstoffe, die gezielt die T-Zell-Antwort unterdrücken.

Die Antwort „Autoimmunerkrankungen können keinen anaphylaktischen Schock verursachen“ ist falsch: Ein anaphylaktischer Schock kann grundsätzlich bei jeder überschießenden Immunreaktion auftreten; das Wort keine macht die Aussage zu absolut.

Die Antwort „Bei einer HIV-Infektion werden infizierte T-Helferzellen von zytotoxischen T-Zellen abgetötet, wodurch neue Viruspartikel freigesetzt werden“ ist falsch: Bei einer HIV-Infektion werden befallene T-Helferzellen zwar von zytotoxischen T-Zellen angegriffen, doch neue Viruspartikel entstehen durch die Vermehrung im Inneren der Zelle und deren Zerstörung, nicht als Folge dieser Abtötung. Die Ursache-Wirkung-Beziehung ist hier verdreht.

Die Antwort „Bei einer HIV-Infektion verbreitet sich das Virus ausschließlich über den Blutweg, nie durch Zell-Zell-Kontakt“ ist falsch: HIV verbreitet sich im Körper sehr wohl auch durch unmittelbaren Zellkontakt, was seine Bekämpfung zusätzlich erschwert.

Zum Weiterdenken: Allergie und Autoimmunerkrankung sind beide überschießende Reaktionen, unterscheiden sich aber im Ziel. Warum ist diese Gemeinsamkeit für das Verständnis der zugrunde liegenden Fehlsteuerung dennoch aufschlussreich?

MERKE

Allergie zielt auf Harmloses von außen, Autoimmunität auf Eigenes — beide sind überschießende Reaktionen.

LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Aussagen zu Allergie, Autoimmunität und HIV prüfen

B208 E B-Lymphozyt

Aus welcher Vorläuferzelle entwickeln sich Plasmazellen?

Richtig ist die Antwort „B-Lymphozyt“. Plasmazellen entwickeln sich aus B-Lymphozyten. Trifft ein B-Lymphozyt auf das Antigen, das zu seinem Rezeptor passt, und erhält zusätzlich Hilfe von einer T-Helferzelle, vermehrt er sich und differenziert sich aus: Ein Teil der Nachkommen wird zu Plasmazellen, die Antikörper in großer Menge abgeben, ein anderer Teil zu Gedächtniszellen, die jahrelang bereitstehen.

Die Antwort „T-Lymphozyt“ ist falsch: T-Lymphozyten entwickeln sich zu Helfer-, Killer- und Gedächtniszellen, aber niemals zu Plasmazellen.

Die Antwort „Mastzellen“ ist falsch: Mastzellen sitzen im Bindegewebe und schütten bei allergischen Reaktionen Histamin aus.

Die Antwort „NK-Zellen“ ist falsch: Natürliche Killerzellen töten befallene oder entartete Zellen ab.

Die Antwort „Makrophagen“ ist falsch: Makrophagen nehmen Erreger auf und präsentieren Bruchstücke.

Zum Weiterdenken: Aus demselben aktivierten B-Lymphozyten gehen sowohl Plasmazellen als auch Gedächtniszellen hervor. Welchen Vorteil hat diese Aufteilung zwischen sofortiger Wirkung und langfristiger Bereitschaft?

MERKE

B-Lymphozyt aktiviert wird zur Plasmazelle — und zur Gedächtniszelle für später.

LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Plasmazelle ihrer Vorläuferzelle zuordnen

B209 D Plasmazellen

Welche Zelle gibt Antikörper ab?

Richtig ist die Antwort „Plasmazellen“. Antikörper werden ausschließlich von Plasmazellen abgegeben. Sie sind die Endform des B-Lymphozyten, haben ihre Teilungsfähigkeit aufgegeben und sind vollständig auf die Herstellung und Ausschüttung eines einzigen Antikörpertyps ausgerichtet.

Die Antwort „Killerzellen“ ist falsch: Killerzellen töten befallene oder entartete Zellen durch unmittelbaren Kontakt ab.

Die Antwort „T-Zelle“ ist falsch: T-Zellen tragen einen membranständigen Rezeptor, den sie nicht abgeben.

Die Antwort „Mastzellen“ ist falsch: Mastzellen schütten Histamin und Heparin aus und sind an allergischen Reaktionen beteiligt.

Die Antwort „Fresszellen“ ist falsch: Fresszellen nehmen Erreger auf und präsentieren Bruchstücke.

Zum Weiterdenken: Diese Frage erschien über die Jahre in zahlreichen Fassungen, stets mit derselben Antwort. Was sagt eine solche Beharrlichkeit über die Bedeutung dieses Wissens für die Prüfung aus?

MERKE

Antikörper kommen immer und ausschließlich aus der Plasmazelle.

LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Antikörperabgabe abschließend zuordnen

B210 B B-Lymphozyten

Woraus entstehen Plasmazellen?

Richtig ist die Antwort „B-Lymphozyten“. Plasmazellen entstehen aus B-Lymphozyten. Nach dem Kontakt mit dem passenden Antigen und der Hilfe einer T-Helferzelle teilt sich der B-Lymphozyt mehrfach; ein Teil der Nachkommen reift zu Plasmazellen heran, die ihr raues endoplasmatisches Retikulum enorm ausbauen und täglich Tausende Antikörper abgeben, ein anderer Teil wird zu langlebigen Gedächtniszellen.

Die Antwort „Monozyten“ ist falsch: Monozyten werden im Gewebe zu Makrophagen.

Die Antwort „T-Killerzellen“ ist falsch: Zytotoxische T-Zellen töten befallene Zellen ab.

Die Antwort „T-Lymphozyten“ ist falsch: T-Lymphozyten werden nie zu Plasmazellen; das ist allein den B-Zellen vorbehalten.

Die Antwort „NK-Zellen“ ist falsch: Natürliche Killerzellen gehören zur angeborenen Abwehr und erkennen veränderte Körperzellen.

Zum Weiterdenken: Eine Plasmazelle stellt Antikörper einer einzigen Spezifität her. Wie erklärt sich daraus, dass der Körper Millionen verschiedener B-Lymphozyten

bereithalten muss?

MERKE

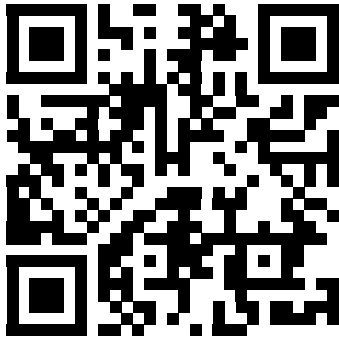
Nur der B-Lymphozyt wird zur Plasmazelle — T-Zellen niemals.

LEHRTEXT IM KURS

Immunsystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Herkunft der Plasmazelle erneut bestimmen

Lymphatisches System; Lymphe



LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B211 A Bauchspeicheldrüse

Welches der folgenden Organe zählt nicht zu den lymphatischen Organen?

Richtig ist die Antwort „Bauchspeicheldrüse“. Die Bauchspeicheldrüse gehört nicht zu den lymphatischen Organen. Sie erfüllt zwei ganz andere Aufgaben: Als äußere Drüse gibt sie Verdauungsenzyme in den Zwölffingerdarm ab, und als innere Drüse schüttet sie über die Langerhans-Inseln Insulin und Glukagon ins Blut aus. Lymphatische Organe teilt man dagegen in primäre, in denen Abwehrzellen entstehen und reifen, und sekundäre, in denen sie auf Erreger treffen.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: Die Milz ist ein sekundäres lymphatisches Organ. Sie filtert das Blut, baut alte rote Blutkörperchen ab und beherbergt zahlreiche Abwehrzellen.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist ein primäres lymphatisches Organ, in dem die T-Lymphozyten heranreifen. Er ist im Kindesalter groß und bildet sich später weitgehend zurück.

Die Antwort „Tonsillen“ ist falsch: Die Mandeln sind sekundäre lymphatische Organe und bewachen als Ring den Eingang zu Luft- und Speiseweg.

Die Antwort „Lymphknoten“ ist falsch: Lymphknoten sind sekundäre lymphatische Organe und filtern die Lymphflüssigkeit.

Zum Weiterdenken: Der Thymus bildet sich nach der Kindheit weitgehend zurück, während Lymphknoten und Milz lebenslang arbeiten. Was sagt das über den Zeitpunkt aus, zu dem das T-Zell-Repertoire angelegt wird?

MERKE

Primär bilden aus, sekundär setzen ein — die Bauchspeicheldrüse gehört zu keinem von beiden.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Lymphatische Organe von Drüsen des Verdauungssystems abgrenzen

B212 B Bauchspeicheldrüse

Welches ist kein lymphatisches Organ?

Richtig ist die Antwort „Bauchspeicheldrüse“. Die Bauchspeicheldrüse ist kein lymphatisches Organ. Sie liefert Verdauungsenzyme in den Zwölffingerdarm und bildet über die Langerhans-Inseln die Hormone Insulin und Glukagon. Mit der Abwehr hat sie nichts zu tun.

Die Antwort „Tonsillen“ ist falsch: Die Mandeln sind sekundäre lymphatische Organe und bilden am Eingang von Luft- und Speiseweg einen Abwehring.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: Die Milz ist ein sekundäres lymphatisches Organ, filtert das Blut und baut alte rote Blutkörperchen ab.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist ein primäres lymphatisches Organ, in dem T-Lymphozyten heranreifen und ihre Prägung erhalten.

Die Antwort „Lymphknoten“ ist falsch: Lymphknoten filtern die Lymphe und sind der Ort, an dem Abwehrzellen auf Antigene treffen.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in zwei aufeinanderfolgenden Jahren mit denselben Organen, nur in anderer Anordnung. Wie schützt dich das Wissen um den

Aufbau der Liste davor, dich von der Reihenfolge irritieren zu lassen?

MERKE

Mandeln, Milz, Thymus, Lymphknoten und Knochenmark sind lymphatisch – die Bauchspeicheldrüse nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymph

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Lymphatische Organe erneut sicher abgrenzen

B213 D Knochenmark

Was gehört zum lymphatischen System?

Richtig ist die Antwort „Knochenmark“. Das Knochenmark gehört zum lymphatischen System, und zwar als primäres lymphatisches Organ. Dort entstehen sämtliche Blutzellen aus einer gemeinsamen Stammzelle, und dort reifen auch die B-Lymphozyten heran – das B in ihrem Namen erinnert an die Bursa fabricii der Vögel, in der sie zuerst beschrieben wurden, passt beim Menschen aber ebenso gut zum Knochenmark. Die T-Lymphozyten entstehen ebenfalls im Knochenmark, wandern zur Reifung jedoch in den Thymus.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber ist die zentrale Stoffwechseldrüse, entgiftet und bildet Bluteiweiße. In der Embryonalzeit bildet sie zwar Blutzellen, gehört aber nicht zum lymphatischen System.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse dient der Verdauung und der Blutzuckerregulation.

Die Antwort „Niere“ ist falsch: Die Niere filtert das Blut und regelt Wasser- und Salzhaushalt.

Die Antwort „Schilddrüse“ ist falsch: Die Schilddrüse bildet Hormone, die den Grundumsatz steuern.

Zum Weiterdenken: B-Zellen reifen im Knochenmark, T-Zellen im Thymus, und beide begegnen ihren Gegnern erst in Lymphknoten und Milz. Warum trennt der Körper Ausbildung und Einsatz so konsequent?

MERKE

Primär sind Knochenmark und Thymus, sekundär Milz, Lymphknoten und Mandeln.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymph

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Das Knochenmark als primäres lymphatisches Organ erkennen

B214 D Linker Oberbauch

Wo befindet sich die Milz?

Richtig ist die Antwort „Linker Oberbauch“. Die Milz liegt im linken Oberbauch, gut geschützt unter dem Rippenbogen und in enger Nachbarschaft zu Magen,

Zwerchfell und linker Niere. Beim Gesunden ist sie deshalb nicht tastbar; wird sie es doch, ist sie deutlich vergrößert. Ihre geschützte Lage hat allerdings eine Kehrseite: Bei Brüchen der unteren linken Rippen kann sie einreißen, und weil sie stark durchblutet ist, führt das zu erheblichen Blutungen in die Bauchhöhle.

Die Antwort „Rechter Oberbauch“ ist falsch: Im rechten Oberbauch liegen die Leber und die Gallenblase.

Die Antwort „Brusthöhle“ ist falsch: In der Brusthöhle liegen Herz und Lunge, von der Bauchhöhle durch das Zwerchfell getrennt.

Die Antwort „Unterbauch links“ ist falsch: Im linken Unterbauch verläuft der absteigende Dickdarm mit dem S-förmigen Abschnitt.

Die Antwort „Becken“ ist falsch: Im Becken liegen Harnblase, Enddarm und die inneren Geschlechtsorgane.

Zum Weiterdenken: Die Milz lässt sich im Notfall entfernen, ohne dass der Mensch daran zugrunde geht. Welche Aufgaben übernehmen dann andere Organe, und wofür bleibt eine Lücke?

MERKE

Leber rechts oben, Milz links oben – beide unter dem Rippenbogen verborgen.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymph

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Milz im Bauchraum verorten

B215 C Knochenmark

Was gehört zusätzlich zu Lymphknoten und Thymus zu den lymphatischen Organen?

Richtig ist die Antwort „Knochenmark“. Neben Lymphknoten und Thymus zählt das Knochenmark zu den lymphatischen Organen, und zwar wie der Thymus zu den primären. Dort entstehen aus einer gemeinsamen Stammzelle sämtliche Blutzellen, und dort reifen auch die B-Lymphozyten heran. Zu den sekundären lymphatischen Organen gehören neben den Lymphknoten die Milz, die Mandeln und das lymphatische Gewebe der Darmwand.

Die Antwort „Epiphyse“ ist falsch: Die Zirbeldrüse bildet Melatonin und steuert damit den Tag-Nacht-Rhythmus.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber entgiftet, bildet Bluteiweiße und Galle.

Die Antwort „Hypothalamus“ ist falsch: Der Hypothalamus ist ein Teil des Zwischenhirns und steuert Hormonhaushalt, Temperatur, Hunger und Durst.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse gehört weder zum lymphatischen System noch zur Abwehr.

Zum Weiterdenken: Primäre lymphatische Organe bilden aus, sekundäre setzen ein. Warum wäre eine Abwehr, die beides am selben Ort erledigte, anfälliger für Fehler?

MERKE

Primär: Knochenmark und Thymus. Sekundär: Lymphknoten, Milz, Mandeln, Darmgewebe.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Das Knochenmark den lymphatischen Organen zuordnen

B216 E Erythrozyten

Was transportiert die Lymphe nicht?

Richtig ist die Antwort „Erythrozyten“. Rote Blutkörperchen transportiert die Lymphe nicht. Sie entsteht aus Gewebeflüssigkeit, die aus den feinsten Blutgefäßen ins Gewebe austritt und nicht vollständig wieder aufgenommen wird; diese Flüssigkeit sammeln blind beginnende Lymphgefäße ein und führen sie zurück in den Blutkreislauf. Erythrozyten sind zu groß, um dabei mitzukommen, und werden ohnehin im Blutgefäß zurückgehalten. Deshalb ist Lymphe klar bis milchig und nicht rot.

Die Antwort „Lymphozyten“ ist falsch: Lymphozyten sind in großer Zahl in der Lymphe unterwegs. Sie wandern von Lymphknoten zu Lymphknoten und kehren über den Hauptlymphgang ins Blut zurück.

Die Antwort „Fette (Chylomikronen)“ ist falsch: Fette aus der Nahrung werden nach der Aufnahme im Dünndarm gerade nicht über das Blut, sondern zunächst über die Lymphe abtransportiert. Deshalb sieht Lymphe nach einer fettreichen Mahlzeit milchig aus.

Die Antwort „Gewebeflüssigkeit“ ist falsch: Gewebeflüssigkeit ist der Ausgangsstoff der Lymphe.

Die Antwort „Eiweiße“ ist falsch: Eiweiße, die aus den Gefäßen ins Gewebe gelangt sind, werden über die Lymphe zurückgeführt — eine ihrer wichtigsten Aufgaben.

Zum Weiterdenken: Fette aus der Nahrung nehmen den Umweg über die Lymphe statt unmittelbar über die Pfortader zur Leber. Welchen Unterschied macht das für den Weg, den sie im Körper zurücklegen?

MERKE

Lymphe führt Flüssigkeit, Eiweiße, Fette und Lymphozyten zurück — rote Blutkörperchen bleiben im Blut.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Den Inhalt der Lymphe vom Blut abgrenzen

B217 E Bauchspeicheldrüse

Was ist kein lymphatisches Organ?

Richtig ist die Antwort „Bauchspeicheldrüse“. Die Bauchspeicheldrüse ist kein lymphatisches Organ. Diese Aufgabe erschien in mehreren Jahrgängen mit denselben fünf Auswahlmöglichkeiten in wechselnder Reihenfolge, und stets ist die Bauchspeicheldrüse die gesuchte Ausnahme. Sie liefert Verdauungsenzyme und die Hormone Insulin und Glukagon.

Die Antwort „Lymphknoten“ ist falsch: Lymphknoten filtern die Lymphe und sind sekundäre lymphatische Organe.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist ein primäres lymphatisches Organ und Reifungsort der T-Lymphozyten.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: Die Milz filtert das Blut und beherbergt zahlreiche Abwehrzellen.

Die Antwort „Tonsillen“ ist falsch: Die Mandeln bilden am Übergang zu Luft- und Speiseweg einen Abwehrring.

Zum Weiterdenken: Lymphatische Organe liegen fast ausnahmslos dort, wo Erreger eintreten oder wo Flüssigkeit gefiltert wird. Wie erklärt dieses Muster ihre Verteilung im Körper?

MERKE

Knochenmark, Thymus, Milz, Lymphknoten, Mandeln — die Bauchspeicheldrüse gehört nie dazu.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die lymphatischen Organe endgültig festigen

B218 C Makrophagen

Welche Zellen findet man häufig in der Lymphe?

Richtig ist die Antwort „Makrophagen“. In der Lymphe finden sich vor allem Abwehrzellen, insbesondere Lymphozyten und daneben Makrophagen. Letztere entstehen aus Monozyten des Blutes, wandern ins Gewebe und gelangen von dort mit der Gewebeflüssigkeit in die Lymphgefäße. In den Lymphknoten präsentieren sie das Aufgenommene den Lymphozyten, weshalb der Lymphweg für die Abwehr besonders wichtig ist. Rote Blutkörperchen fehlen dagegen, weshalb Lymphe klar bis milchig erscheint.

Die Antwort „Osteoblasten“ ist falsch: Osteoblasten bauen Knochensubstanz auf und sitzen fest an den Knochenoberflächen.

Die Antwort „Korneozyten“ ist falsch: Korneozyten sind die verhornten, abgestorbenen Zellen der obersten Hautschicht.

Die Antwort „Chondrozyten“ ist falsch: Chondrozyten sind Knorpelzellen und liegen unbeweglich in kleinen Höhlen der Knorpelmatrix.

Die Antwort „Gliazellen“ ist falsch: Gliazellen sind die Stütz- und Versorgungszellen des Nervengewebes und verlassen dieses nicht.

Zum Weiterdenken: Makrophagen nehmen im Gewebe auf und zeigen im Lymphknoten vor. Warum ist der Lymphweg damit die natürliche Verbindung zwischen Ort der Infektion und Ort der Abwehrantwort?

MERKE

In der Lymphe schwimmen Abwehrzellen – Knochen-, Knorpel- und Hautzellen bleiben, wo sie sind.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Zellen der Lymphe von ortsgebundenen Zelltypen unterscheiden

B219 E Knochenmark

Was gehört neben Milz, Lymphknoten und Mandeln noch zu den lymphatischen Organen?

Richtig ist die Antwort „Knochenmark“: Neben Milz, Lymphknoten und Mandeln zählt das Knochenmark zu den lymphatischen Organen und ist zusammen mit dem Thymus eines der beiden primären. Dort entstehen alle Blutzellen und dort reifen die B-Lymphozyten heran, während die T-Lymphozyten zur Reifung in den Thymus wandern. In den sekundären Organen treffen die fertigen Zellen anschließend auf Antigene.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse gehört zum Verdauungssystem und zur Blutzuckerregulation.

Die Antwort „Epiphyse“ ist falsch: Die Zirbeldrüse bildet Melatonin und steuert den Tag-Nacht-Rhythmus.

Die Antwort „Hypophyse“ ist falsch: Die Hirnanhangsdrüse ist die übergeordnete Hormondrüse.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber entgiftet und bildet Bluteiweiße; beim Ungeborenen bildet sie zwar Blutzellen, gehört aber nicht zum lymphatischen System.

Zum Weiterdenken: Das Knochenmark bildet alle Blutzellen und reift zugleich die B-Lymphozyten heran. Warum wird es deshalb sowohl zum blutbildenden als auch zum lymphatischen System gezählt?

MERKE

Primär bilden aus: Knochenmark und Thymus.
Sekundär setzen ein: Milz, Lymphknoten, Mandeln.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Das Knochenmark den lymphatischen Organen erneut zuordnen

B220 A Bauchspeicheldrüse

Was ist KEIN lymphatisches Organ?

Richtig ist die Antwort „Bauchspeicheldrüse“: Die Bauchspeicheldrüse gehört nicht zu den lymphatischen Organen. Sie liefert Verdauungsenzyme und über die Langerhans-Inseln die Hormone Insulin und Glukagon. Diese Aufgabe kehrte über viele Jahrgänge hinweg mit denselben Auswahlmöglichkeiten wieder, und die gesuchte Ausnahme war stets dieselbe.

Die Antwort „Gaumenmandeln“ ist falsch: Die Gaumenmandeln sind sekundäre lymphatische Organe und Teil des Abwehrings am Rachen.

Die Antwort „Knochenmark“ ist falsch: Das Knochenmark ist ein primäres lymphatisches Organ und Reifungsort der B-Lymphozyten.

Die Antwort „Milz“ ist falsch: Die Milz filtert das Blut und ist ein sekundäres lymphatisches Organ.

Die Antwort „Thymus“ ist falsch: Der Thymus ist ein primäres lymphatisches Organ und Reifungsort der T-Lymphozyten.

Zum Weiterdenken: Eine Aufgabe kehrt über acht Jahrgänge hinweg nahezu unverändert zurück. Was folgt daraus für die Frage, wie viel Zeit die Arbeit mit Altfragen verdient?

MERKE

Knochenmark, Thymus, Milz, Lymphknoten, Mandeln – die Bauchspeicheldrüse zählt nie dazu.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die lymphatischen Organe abschließend sichern

B221 C Makrophagen

Was kommt in großer Anzahl in der Lymphe vor?

Richtig ist die Antwort „Makrophagen“: In der Lymphe finden sich in großer Zahl Abwehrzellen, darunter Makrophagen und vor allem Lymphozyten. Makrophagen entstehen aus Monozyten des Blutes, wandern ins Gewebe, nehmen dort Erreger und Zelltrümmer auf und gelangen mit der Gewebeflüssigkeit in die Lymphgefäße. Auf diesem Weg erreichen sie die Lymphknoten und präsentieren dort das Aufgenommene den Lymphozyten.

Die Antwort „Gliazellen“ ist falsch: Gliazellen sind die Stütz- und Versorgungszellen des Nervengewebes und bleiben dort.

Die Antwort „Chondrozyten“ ist falsch: Chondrozyten sitzen unbeweglich in Höhlen der Knorpelgrundsubstanz.

Die Antwort „Corneozyten“ ist falsch: Corneozyten sind die verhornten Zellen der äußersten Hautschicht.

Die Antwort „Osteoklasten“ ist falsch: Osteoklasten bauen Knochensubstanz ab und sitzen an den Knochenoberflächen.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antwortmöglichkeiten benennen ortsfeste Zellen eines bestimmten Gewebes. Wie hilft dir diese Beobachtung, die richtige Antwort schnell zu finden?

MERKE

In der Lymphe schwimmt, was wandern muss — also die Abwehrzellen.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Zellen der Lymphe erneut bestimmen

B222 C lymphatisches System

Welchem Organsystem kann der Thymus zugeordnet werden?

Richtig ist die Antwort „lymphatisches System“. Der Thymus gehört zum lymphatischen System und ist neben dem Knochenmark eines der beiden primären lymphatischen Organe. Dort reifen die T-Lymphozyten heran und durchlaufen eine strenge Auswahl: Nur Zellen, die fremde Strukturen erkennen, ohne gegen körpereigenes vorzugehen, überleben; alle übrigen werden ausgesondert. Der Thymus ist im Kindesalter groß und bildet sich nach der Pubertät weitgehend zu Fettgewebe zurück.

Die Antwort „endokrines System“ ist falsch: Der Thymus bildet zwar auch einige Botenstoffe, doch seine Hauptaufgabe ist eindeutig die Prägung der T-Zellen. Als endokrine Drüse gilt er nicht.

Die Antwort „Verdauungssystem“ ist falsch: Mit der Verdauung hat er nichts zu tun.

Die Antwort „Atmungssystem“ ist falsch: Zum Atmungssystem gehört er nicht, obwohl er hinter dem Brustbein in unmittelbarer Nachbarschaft liegt.

Die Antwort „Herz-Kreislauf-System“ ist falsch: Zum Herz-Kreislauf-System zählt er ebenfalls nicht.

Zum Weiterdenken: Der Thymus arbeitet vor allem in Kindheit und Jugend und bildet sich danach zurück. Was sagt das über den Zeitpunkt aus, zu dem das Repertoire der T-Zellen festgelegt wird?

MERKE

Im Thymus lernen die T-Zellen, zwischen eigen und fremd zu unterscheiden.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Den Thymus dem lymphatischen System zuordnen

B223 A Linker Venenwinkel

Wohin mündet der Milchbrustgang (Ductus thoracicus), das größte Lymphgefäß des Körpers?

Richtig ist die Antwort „Linker Venenwinkel“. Der Milchbrustgang ist das größte Lymphgefäß des Körpers und mündet in den linken Venenwinkel, also dort, wo die linke innere Drosselvene und die linke Schlüsselbeinvene zusammentreffen. Er sammelt die Lymphe aus den Beinen, dem Bauchraum und der linken Körperhälfte einschließlich des linken Arms und Kopfes — insgesamt aus etwa drei Vierteln des Körpers. Seinen Namen verdankt er dem milchigen Aussehen nach fettreichen Mahlzeiten, denn die aufgenommenen Fette nehmen diesen Weg.

Die Antwort „rechter Venenwinkel“ ist falsch: In den rechten Venenwinkel mündet der deutlich kleinere rechte Lymphgang, der nur die Lymphe der rechten oberen Körperhälfte aufnimmt.

Die Antwort „Ösophagus“ ist falsch: Die Speiseröhre gehört zum Verdauungstrakt; der Milchbrustgang verläuft zwar in ihrer Nachbarschaft, mündet aber nicht in sie.

Die Antwort „Aortenbogen“ ist falsch: Der Aortenbogen ist ein arterielles Gefäß.

Die Antwort „Brust-Aorta“ ist falsch: Auch die Brustaorta führt Blut vom Herzen weg und nimmt keine Lymphe auf.

Zum Weiterdenken: Die Lymphe kehrt erst kurz vor dem Herzen in den Blutkreislauf zurück. Warum ist es sinnvoll, sie nicht schon früher wieder einzuspeisen?

MERKE

Drei Viertel des Körpers entwässern in den linken Venenwinkel, nur der rechte obere Quadrant nach rechts.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Einmündung des Milchbrustgangs bestimmen

B224 B Knochenmark

Welches weitere Organ zählt neben Thymus, Milz und Lymphknoten zu den lymphatischen Organen?

Richtig ist die Antwort „Knochenmark“. Neben Thymus, Milz und Lymphknoten zählt das Knochenmark zu den lymphatischen Organen. Zusammen mit dem Thymus bildet es die primären, in denen Abwehrzellen entstehen und reifen; Milz, Lymphknoten und Mandeln sind die sekundären, in denen sie auf Antigene treffen.

Die Antwort „Pankreas“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse gehört zum Verdauungssystem und zur Blutzuckerregulation.

Die Antwort „Hypothalamus“ ist falsch: Der Hypothalamus ist ein Teil des Zwischenhirns und steuert den Hormonhaushalt.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber entgiftet und bildet Bluteiweiße.

Die Antwort „Epiphyse“ ist falsch: Die Zirbeldrüse bildet Melatonin.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf angebotenen Organe erfüllen ganz andere Aufgaben. Wie hilft dir die Frage nach der Kernaufgabe eines Organs, solche Aufzählungen rasch zu sortieren?

MERKE

Primär: Knochenmark und Thymus. Sekundär: Milz, Lymphknoten, Mandeln.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Das Knochenmark abschließend den lymphatischen Organen zuordnen

B225 C Blutgefäßsystem

Welches System ist direkt mit dem Lymphsystem verbunden?

Richtig ist die Antwort „Blutgefäßsystem“. Das Lymphsystem ist unmittelbar mit dem Blutgefäßsystem verbunden. Es beginnt blind im Gewebe, sammelt die Flüssigkeit, die aus den feinsten Blutgefäßen ausgetreten und nicht wieder aufgenommen worden ist, und führt sie über immer größere Gefäße zurück. Am Ende münden der Milchbrustgang in den linken und der rechte Lymphgang in den rechten Venenwinkel — dort schließt sich der Kreis zum Blut. Ohne diese Rückführung würde sich täglich mehrere Liter Flüssigkeit im Gewebe ansammeln.

Die Antwort „Atemwege“ ist falsch: Zu den Atemwegen besteht keine unmittelbare Verbindung, auch wenn lymphatisches Gewebe in ihrer Wand vorkommt.

Die Antwort „Harnsystem“ ist falsch: Das Harnsystem ist ein getrenntes Ausscheidungssystem.

Die Antwort „Verdauungssystem“ ist falsch: Aus dem Darm nimmt die Lymphe zwar die Fette auf, doch das ist eine Aufnahme und keine Verbindung zweier Gefäßsysteme.

Die Antwort „Bewegungssystem“ ist falsch: Der Bewegungsapparat wirkt zwar mit, indem Muskularbeit die Lymphe voranschleibt, bildet aber kein verbundenes System.

Zum Weiterdenken: Das Lymphsystem hat kein eigenes Pumporgan. Wie wird die Lymphe dann überhaupt bewegt, und warum schwellen Beine bei langem Stehen an?

MERKE

Die Lymphe beginnt blind im Gewebe und endet in den Venenwinkeln am Hals.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Verbindung von Lymph- und Blutgefäßsystem erkennen

B226 E Ab der Pubertät

Ab welchem Lebensabschnitt bildet sich der Thymus zurück?

Richtig ist die Antwort „Ab der Pubertät“. Der Thymus erreicht seine größte Ausdehnung in der Kindheit und beginnt sich ab der Pubertät zurückzubilden; sein Gewebe wird nach und nach durch Fett ersetzt, sodass beim Erwachsenen nur noch ein Rest übrig bleibt. Das ist keine Erkrankung, sondern der Regelfall: Das Repertoire der T-Zellen wird im Wesentlichen in Kindheit und Jugend angelegt, und die einmal geprägten Zellen erhalten sich anschließend durch Teilung selbst.

Die Antwort „Ab der Geburt“ ist falsch: Ab der Geburt wächst der Thymus zunächst noch weiter.

Die Antwort „Ab den Wechseljahren (Klimakterium)“ ist falsch: Die Wechseljahre betreffen die Eierstöcke und liegen weit nach dem Beginn der Rückbildung.

Die Antwort „Nach vollständigem Breitenwachstum der Knochen“ ist falsch: Das Knochenwachstum endet zwar ebenfalls in der Jugend, gibt aber nicht den Takt für den Thymus vor.

Die Antwort „Ab Ende der Stillzeit“ ist falsch: Mit der Stillzeit hat der Thymus nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Der Thymus bildet sich zurück, obwohl das Immunsystem lebenslang gebraucht wird. Welche Folge hat das für die Fähigkeit älterer Menschen, auf völlig neue Erreger zu antworten?

MERKE

Groß in der Kindheit, ab der Pubertät zurückgebildet — die T-Zell-Prägung geschieht früh.

LEHRTEXT IM KURS

Lymphatisches System; Lymphe

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Den Rückbildungszeitpunkt des Thymus benennen

Nervensystem



LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B227 D 31

Wie viele Spinalnervenpaare gehen vom Rückenmark aus?

Richtig ist die Antwort „31“. Vom Rückenmark gehen 31 Spinalnervenpaare ab. Sie verteilen sich auf die Abschnitte der Wirbelsäule: 8 im Halsbereich, 12 im Brustbereich, 5 im Lendenbereich, 5 im Kreuzbeinbereich und 1 im Steißbeinbereich. Auffällig ist, dass es im Halsbereich acht Nervenpaare bei nur sieben Halswirbeln gibt, weil das erste Paar bereits oberhalb des ersten Halswirbels austritt. Jeder Spinalnerv entsteht aus einer hinteren, empfindenden und einer vorderen, bewegenden Wurzel.

Die Antwort „12“ ist falsch: Zwölf ist die Zahl der Hirnnervenpaare, die unmittelbar vom Gehirn abgehen, und zugleich die Zahl der Brustsegmente.

Die Antwort „24“ ist falsch: 24 entspricht der Zahl der freien Wirbel, also 7 Hals-, 12 Brust- und 5 Lendenwirbel, nicht aber der Nervenpaare.

Die Antwort „43“ ist falsch: 43 passt zu keiner anatomischen Größe in diesem Zusammenhang.

Die Antwort „8“ ist falsch: Acht ist allein die Zahl der Halssegmente.

Zum Weiterdenken: Im Halsbereich gibt es acht Nervenpaare, aber nur sieben Wirbel. Wie kommt dieser scheinbare Widerspruch zustande?

MERKE

31 Spinalnervenpaare: 8 Hals, 12 Brust, 5 Lende, 5 Kreuz, 1 Steiß — und 12 Hirnnervenpaare oben.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Die Zahl der Spinalnervenpaare angeben

B228 B Es reicht vom Foramen magnum bis zum 2. Lendenwirbel

Welche Aussage zum Rückenmark trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Es reicht vom Foramen magnum bis zum 2. Lendenwirbel“. Das Rückenmark beginnt am großen Hinterhauptsloch, wo es aus dem verlängerten Mark hervorgeht, und endet beim Erwachsenen etwa in Höhe des ersten bis zweiten Lendenwirbels. Es ist also deutlich kürzer als der Wirbelkanal. Der Grund liegt im ungleichen Wachstum: In der Embryonalzeit füllt es den Kanal noch vollständig aus, doch die Wirbelsäule wächst danach schneller. Unterhalb des Endes ziehen die Nervenwurzeln als Bündel weiter, das man wegen seines Aussehens Pferdeschweif nennt. Genau deshalb kann man eine Lumbalpunktion unterhalb des zweiten Lendenwirbels gefahrlos durchführen.

Die Antwort „Es reicht bis zum Steißbein“ ist falsch: Bis zum Steißbein reichen nur die Nervenwurzeln des Pferdeschweifs, nicht das Rückenmark selbst.

Die Antwort „Es liegt vollständig im Gehirn“ ist falsch: Das Rückenmark liegt im Wirbelkanal und nicht im Schädel; im Gehirn liegt sein oberer Anschluss.

Die Antwort „Es besitzt keine graue Substanz“ ist falsch: Graue Substanz besitzt das Rückenmark sehr wohl, und zwar innen in Schmetterlingsform, außen umgeben von weißer Substanz. Im Gehirn ist diese Anordnung gerade umgekehrt.

Die Antwort „Es ist nicht von Hirnhäuten umgeben“ ist falsch: Auch das Rückenmark ist von den drei Häuten umgeben, die schon das Gehirn umhüllen.

Zum Weiterdenken: Bei der Lumbalpunktion sticht man bewusst unterhalb des Rückenmarksendes ein. Warum ist dieser Zugang trotz der dort verlaufenden Nervenwurzeln vergleichsweise sicher?

MERKE

Vom Hinterhauptsloch bis Lendenwirbel eins bis zwei — darunter nur noch der Pferdeschweif.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Die Ausdehnung des Rückenmarks im Wirbelkanal angeben

B229 C Axon

Welcher Teil der Nervenzelle ist für die Reizweiterleitung zuständig?

Richtig ist die Antwort „Axon“. Das Axon ist der lange Fortsatz der Nervenzelle und leitet die Erregung vom Zellkörper weg zu anderen Zellen. Es kann beim Menschen über einen Meter lang werden, etwa auf dem Weg vom Rückenmark zum Fuß. Ist es von einer Myelinscheide umgeben, springt die Erregung von einer Einschnürung zur nächsten, wodurch die Leitung erheblich beschleunigt wird.

Die Antwort „Dendrit“ ist falsch: Dendriten sind die vielfach verzweigten kurzen Fortsätze und nehmen Signale von anderen Nervenzellen auf. Sie leiten also zum Zellkörper hin und nicht von ihm weg.

Die Antwort „Zellkörper (Soma)“ ist falsch: Der Zellkörper enthält den Kern und die Organellen und verrechnet die eingehenden Signale, leitet aber nicht über Strecken weiter.

Die Antwort „Synapse“ ist falsch: Die Synapse ist die Kontaktstelle am Ende des Axons, an der das Signal chemisch auf die nächste Zelle übertragen wird. Sie ist das Ziel der Leitung, nicht die Leitung selbst.

Die Antwort „Myelinscheide allein“ ist falsch: Die Myelinscheide allein leitet nicht, sondern isoliert das Axon und beschleunigt dadurch dessen Leitung.

Zum Weiterdenken: Bei der Multiplen Sklerose wird die Myelinscheide angegriffen, das Axon bleibt zunächst erhalten. Welche Folgen hat allein der Verlust der Isolierung für die Signalübertragung?

MERKE

Dendrit nimmt auf, Soma verrechnet, Axon leitet weiter, Synapse überträgt.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Das Axon als leitenden Fortsatz der Nervenzelle benennen

B230 D Nachhirn (Medulla oblongata)

Wo im Gehirn befindet sich das Atemzentrum, das Atmung und Herz-Kreislauf-System steuert?

Richtig ist die Antwort „Nachhirn (Medulla oblongata)“. Atemzentrum und Kreislaufzentrum liegen im verlängerten Mark, der Medulla oblongata, also im untersten Abschnitt des Hirnstamms unmittelbar oberhalb des Rückenmarks. Dort sitzen außerdem die Zentren für Schlucken, Husten, Niesen und Erbrechen. Weil hier auf engstem Raum lebenswichtige Steuerzentren liegen, sind Verletzungen und Druckschäden in diesem Bereich unmittelbar bedrohlich.

Die Antwort „Zwischenhirn“ ist falsch: Das Zwischenhirn beherbergt Thalamus und Hypothalamus und steuert unter anderem Körpertemperatur, Hunger, Durst und den Hormonhaushalt.

Die Antwort „Mittelhirn“ ist falsch: Das Mittelhirn verarbeitet Seh- und Hörreflexe und ist an der Steuerung von Bewegung beteiligt.

Die Antwort „Großhirn“ ist falsch: Das Großhirn ist der Sitz bewusster Wahrnehmung, willkürlicher Bewegung, Sprache und Denken.

Die Antwort „Kleinhirn“ ist falsch: Das Kleinhirn stimmt Bewegungen fein aufeinander ab und sorgt für Gleichgewicht und flüssige Bewegungsabläufe.

Zum Weiterdenken: Die Atmung läuft ohne bewusste Steuerung weiter, lässt sich aber willentlich beeinflussen. Was sagt diese Doppelsteuerung über das Zusammenspiel von Hirnstamm und Großhirn aus?

MERKE

Verlängertes Mark steuert, was nicht aussetzen darf: Atmung, Kreislauf, Schlucken, Husten.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Das Atem- und Kreislaufzentrum im Hirnstamm verorten

B231 B Über Synapsen

Über welche besonderen Schnittstellen sind Nervenzellen miteinander verbunden?

Richtig ist die Antwort „Über Synapsen“. Nervenzellen sind über Synapsen miteinander verbunden. Dort endet das Axon der einen Zelle dicht vor der Membran der nächsten, getrennt durch einen winzigen Spalt. Erreicht die Erregung das Ende, werden Botenstoffe aus Bläschen in diesen Spalt entlassen, binden gegenüber an Rezeptoren und lösen dort ein neues Signal aus. Die elektrische Erregung wird also für einen Moment in ein chemisches Signal übersetzt, und genau an dieser Stelle kann die Übertragung verstärkt, gehemmt oder durch Medikamente beeinflusst werden.

Die Antwort „Über die Myelinscheide“ ist falsch: Die Myelinscheide umhüllt das Axon und beschleunigt die Leitung, stellt aber keine Verbindung zu einer anderen Zelle her.

Die Antwort „Über Ranvier'sche Schnürringe“ ist falsch: Die Schnürringe sind die Unterbrechungen zwischen den Myelinabschnitten, an denen die Erregung von Lücke zu Lücke springt. Sie liegen innerhalb einer Zelle.

Die Antwort „Über das Perineurium“ ist falsch: Das Perineurium ist eine Bindegewebshülle um Nervenfaserbündel und dient der mechanischen Ordnung.

Die Antwort „Über Gliazellen direkt“ ist falsch: Gliazellen versorgen und stützen die Nervenzellen, übernehmen aber nicht deren unmittelbare Verschaltung.

Zum Weiterdenken: An der Synapse wird ein elektrisches Signal in ein chemisches und wieder zurück übersetzt. Welchen Vorteil hat dieser Umweg gegenüber einer durchgehenden elektrischen Verbindung?

MERKE

Die Synapse ist die Umschaltstelle — dort wird elektrisch zu chemisch und wieder zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Synapse als Kontaktstelle zwischen Nervenzellen benennen

B232 B Die Großhirnrinde weist Windungen und Furchen auf, ist aus grauer Substanz aufgebaut und wird von Hirnhäuten umgeben

Welche Aussage zum Gehirn trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Großhirnrinde weist Windungen und Furchen auf, ist aus grauer Substanz aufgebaut und wird von Hirnhäuten umgeben“. Die Großhirnrinde besteht aus grauer Substanz, also aus den Zellkörpern der Nervenzellen, und ist stark in Windungen und Furchen gelegt. Diese Faltung vergrößert die Oberfläche erheblich, sodass eine ausgebreitete Rinde etwa die Fläche einer Zeitungsseite ergäbe. Umgeben wird das Gehirn von drei Häuten — der harten, der Spinnwebs- und der weichen Hirnhaut —, zwischen denen Hirnwasser als Polster zirkuliert.

Die Antwort „Das Gehirn besitzt keine graue Substanz“ ist falsch: Graue Substanz besitzt das Gehirn reichlich, und zwar in der Rinde sowie in tiefer gelegenen Kerngebieten.

Die Antwort „Nervenzellen im Gehirn sind nicht durch Synapsen verbunden“ ist falsch: Nervenzellen im Gehirn sind sehr wohl über Synapsen verbunden, und zwar jede einzelne über Tausende davon.

Die Antwort „Das Gehirn ist nicht von Hirnhäuten umgeben“ ist falsch: Die drei Hirnhäute umgeben das Gehirn vollständig.

Die Antwort „Die weiße Substanz liegt außen, die graue innen“ ist falsch: Im Großhirn liegt die graue Substanz außen als Rinde und die weiße innen als Verbindungsbahnen. Im Rückenmark ist diese Anordnung gerade umgekehrt — genau darauf zielt der Distraktor ab.

Zum Weiterdenken: Im Gehirn liegt die graue Substanz außen, im Rückenmark innen. Was folgt daraus für die Frage, wo jeweils verrechnet und wo geleitet wird?

MERKE

Gehirn: grau außen, weiß innen. Rückenmark: umgekehrt.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Bau und Hüllen der Großhirnrinde beschreiben

B233 E Gehirn und Rückenmark bilden das zentrale Nervensystem

Welche Aussage zum Nervensystem trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Gehirn und Rückenmark bilden das zentrale Nervensystem“. Das zentrale Nervensystem besteht aus Gehirn und Rückenmark. Alles, was außerhalb dieser beiden liegt, gehört zum peripheren Nervensystem, also die Hirnnerven, die Spinalnerven und deren Verzweigungen samt Nervenknotten. Die Grenze ist rein räumlich gezogen und leicht zu behalten: Was von Schädel und Wirbelkanal umschlossen wird, ist zentral.

Die Antwort „Nur das Gehirn bildet das zentrale Nervensystem“ ist falsch: Das Rückenmark gehört ebenfalls zum zentralen Nervensystem und darf nicht ausgelassen werden.

Die Antwort „Das periphere Nervensystem umfasst Gehirn und Rückenmark“ ist falsch: Gehirn und Rückenmark sind gerade nicht peripher.

Die Antwort „Das vegetative Nervensystem ist Teil des peripheren Nervensystems allein“ ist falsch: Das vegetative Nervensystem lässt sich nicht ausschließlich der Peripherie zuordnen. Seine Nervenfasern verlaufen zwar peripher, doch die übergeordneten Steuerzentren liegen in Hirnstamm und Zwischenhirn und damit zentral.

Die Antwort „Spinalnerven gehören zum zentralen Nervensystem“ ist falsch: Spinalnerven treten aus dem Rückenmark aus und gehören von da an zum peripheren Nervensystem.

Zum Weiterdenken: Die Grenze zwischen zentral und peripher verläuft dort, wo Schädel und Wirbelkanal enden. Warum hat diese knöcherne Grenze auch für die Regenerationsfähigkeit von Nerven Bedeutung?

MERKE

Zentral ist, was in Schädel und Wirbelkanal liegt — alles Übrige ist peripher.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Zentrales und peripheres Nervensystem abgrenzen

B234 B Erweiterung der Pupillen

Was ist keine Aufgabe des Parasympathikus?

Richtig ist die Antwort „Erweiterung der Pupillen“, denn gesucht ist die Wirkung, die nicht zum Parasympathikus gehört. Die Erweiterung der Pupillen ist eine Leistung des Sympathikus und dient dazu, in Gefahr mehr Licht einzulassen. Der Parasympathikus bewirkt das Gegenteil und verengt die Pupille. Als Merkhilfe hilft der Gegensatz

von Flucht und Erholung: Der Sympathikus stellt den Körper auf Kampf oder Flucht ein, der Parasympathikus auf Ruhe und Verdauung.

Die Antwort „Verminderung der Schlagintensität des Herzens“ ist eine Wirkung des Parasympathikus und deshalb nicht zu wählen: Er vermindert die Schlagkraft des Herzens.

Die Antwort „Verengung der Bronchien“ ist ebenfalls parasympathisch: Er verengt die Bronchien, während der Sympathikus sie weit stellt, damit unter Belastung mehr Luft strömen kann.

Die Antwort „Verringerung der Herzschlagfrequenz“ ist parasympathisch: Er senkt die Herzfrequenz, vor allem über den Vagusnerv.

Die Antwort „Steigerung der Verdauungstätigkeit“ ist parasympathisch: Er steigert die Verdauungstätigkeit, regt Darmbewegung und Drüsen an.

Zum Weiterdenken: In Gefahr wird die Verdauung heruntergefahren und die Muskeldurchblutung gesteigert. Warum ist diese Umverteilung kurzfristig sinnvoll und auf Dauer schädlich?

MERKE

Sympathikus heißt Kampf oder Flucht mit weiten Pupillen und Bronchien — Parasympathikus heißt Ruhe und Verdauung.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Wirkungen von Sympathikus und Parasympathikus gegenüberstellen

B235 E Hirnstamm

Wo wird die Atmung und das Herz-Kreislauf-System im Gehirn gesteuert?

Richtig ist die Antwort „Hirnstamm“. Atmung und Herz-Kreislauf-System werden im Hirnstamm gesteuert, genauer im verlängerten Mark als dessen unterstem Abschnitt. Der Hirnstamm ist der stammesgeschichtlich älteste Teil des Gehirns und beherbergt die Zentren für alles, was ohne bewusstes Zutun weiterlaufen muss.

Die Antwort „Großhirn“ ist falsch: Das Großhirn ist für bewusste Wahrnehmung, willkürliche Bewegung, Sprache und Denken zuständig. Es kann die Atmung willentlich beeinflussen, steuert sie aber nicht dauerhaft.

Die Antwort „Kleinhirn“ ist falsch: Das Kleinhirn stimmt Bewegungen fein ab und sorgt für Gleichgewicht.

Die Antwort „Rückenmark“ ist falsch: Das Rückenmark leitet weiter und schaltet Reflexe, gehört aber nicht zum Gehirn.

Die Antwort „Zwischenhirn“ ist falsch: Das Zwischenhirn regelt über den Hypothalamus Temperatur, Hunger, Durst und Hormonhaushalt.

Zum Weiterdenken: Die Atmung läuft ohne Zutun weiter und lässt sich dennoch anhalten. Warum stößt diese willentliche Kontrolle nach kurzer Zeit an eine harte Grenze?

MERKE

Der Hirnstamm hält am Leben, das Großhirn denkt, das Kleinhirn koordiniert.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Atem- und Kreislaufsteuerung dem Hirnstamm zuordnen

B236 D Axone

Welcher Teil einer Nervenzelle leitet Informationen weiter?

Richtig ist die Antwort „Axone“. Axone leiten die Information von der Nervenzelle weg zu anderen Zellen. Sie sind auf diese Aufgabe hin gebaut: An der Übergangsstelle zum Zellkörper entsteht bei ausreichender Erregung das Aktionspotenzial, das anschließend am Axon entlangwandert. Ist es von Myelin umhüllt, springt die Erregung von Schnürring zu Schnürring und wird dadurch um ein Vielfaches schneller.

Die Antwort „Synapsen“ ist falsch: Synapsen sind die Kontaktstellen am Ende des Axons. Sie übertragen das Signal auf die nächste Zelle, leiten es aber nicht über Strecken weiter.

Die Antwort „Dendriten“ ist falsch: Dendriten nehmen Signale auf und leiten sie zum Zellkörper hin. Sie sind der Eingang, nicht der Ausgang.

Die Antwort „Ranvier'scher Schnürring“ ist falsch: Der Schnürring ist eine Lücke in der Myelinscheide und beschleunigt die Leitung, ist aber selbst kein leitender Teil der Zelle.

Die Antwort „Zellkörper“ ist falsch: Der Zellkörper verrechnet die eingehenden Signale und entscheidet, ob ein Aktionspotenzial ausgelöst wird.

Zum Weiterdenken: Der Dendrit nimmt auf, das Soma entscheidet, das Axon leitet, die Synapse überträgt. Wie hilft dir diese Verteilung, Aufgaben in einer Nervenzelle ohne Auswendiglernen zuzuordnen?

MERKE

Dendrit hinein, Axon hinaus — dazwischen entscheidet der Zellkörper.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Weiterleitung dem Axon zuordnen

B237 A Er liegt in der grauen Substanz

Wo liegt der Zentralkanal des Rückenmarks?

Richtig ist die Antwort „Er liegt in der grauen Substanz“. Der Zentralkanal verläuft in der Mitte der grauen Substanz des Rückenmarks, also genau im Zentrum jener

schmetterlingsförmigen Figur, die man im Querschnitt sieht. Er ist mit Hirnwasser gefüllt und steht oben mit den Hirnkammern in Verbindung; entwicklungsgeschichtlich ist er der übriggebliebene Hohlraum des Neuralrohrs.

Die Antwort „Er ist von Hirnhäuten umgeben“ ist falsch: Von Hirnhäuten umgeben ist das gesamte Rückenmark und nicht speziell der Zentralkanal. Die Aussage beschreibt damit keine Lagebeziehung, die ihn kennzeichnet.

Die Antwort „Er enthält vegetative Nervenzellen“ ist falsch: Vegetative Nervenzellen liegen im Seitenhorn der grauen Substanz, nicht im Kanal selbst. Der Zentralkanal enthält keine Zellkörper, sondern Flüssigkeit.

Die Antwort „Er liegt zwischen weißer und grauer Substanz“ ist falsch: Zwischen weißer und grauer Substanz verläuft er nicht; er liegt mitten in der grauen.

Die Antwort „Er verläuft nur im Bereich der Spinalnerven“ ist falsch: Der Zentralkanal zieht durch das gesamte Rückenmark und ist nicht auf die Austrittsstellen der Spinalnerven beschränkt.

Zum Weiterdenken: Der Zentralkanal ist der Rest des Neuralrohrs, aus dem sich das gesamte Zentralnervensystem entwickelt hat. Welche Struktur im Gehirn ist auf dieselbe Weise entstanden?

MERKE

Der Zentralkanal liegt mitten in der grauen Substanz — ein Überrest des Neuralrohrs, gefüllt mit Hirnwasser.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Die Lage des Zentralkanals im Rückenmark bestimmen

B238 **B** Aus dem Rückenmark entspringen 10 Spinalnervenpaare

Welche Aussage zum Rückenmark trifft nicht zu?

Richtig ist die Antwort „Aus dem Rückenmark entspringen 10 Spinalnervenpaare“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Aus dem Rückenmark entspringen einunddreißig und nicht zehn Spinalnervenpaare: acht im Hals-, zwölf im Brust-, fünf im Lenden-, fünf im Kreuzbein- und eines im Steißbeinbereich. Die Zahl zehn passt zu keinem Abschnitt und ist frei erfunden.

Die Antwort „Das Rückenmark reicht vom Foramen magnum bis etwa zum 2. Lendenwirbel“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Das Rückenmark reicht vom großen Hinterhauptsloch bis etwa zum ersten oder zweiten Lendenwirbel.

Die Antwort „Das Rückenmark ist von Hirnhäuten umgeben“ ist richtig: Es ist von denselben drei Häuten umgeben wie das Gehirn.

Die Antwort „Das Rückenmark enthält graue und weiße Substanz“ ist richtig: Es enthält innen graue und außen weiße Substanz — im Gehirn ist diese Anordnung umgekehrt.

Die Antwort „Spinalnerven treten paarweise aus dem Rückenmark aus“ ist richtig: Spinalnerven treten paarweise aus, je einer nach rechts und links.

Zum Weiterdenken: Zwölf Hirnnervenpaare, einunddreißig Spinalnervenpaare. Warum lohnt es sich, diese beiden Zahlen fest zu verankern, statt sie im Test herzuleiten?

MERKE

31 Spinalnervenpaare, 12 Hirnnervenpaare — zwei Zahlen, die immer wieder abgefragt werden.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die Zahl der Spinalnervenpaare als Prüfstein nutzen

B239 **A** Plazenta

Welches Organ ist nicht mit Nerven durchzogen?

Richtig ist die Antwort „Plazenta“. Die Plazenta besitzt keine Nervenversorgung. Sie ist ein Organ auf Zeit, dessen Aufgabe im Stoffaustausch zwischen mütterlichem und kindlichem Kreislauf besteht, und dieser Austausch läuft über Diffusion und Transportproteine ab, also ohne jede nervöse Steuerung. Ihre Durchblutung wird über Hormone und die Druckverhältnisse geregelt. Bemerkenswert ist zudem, dass die Blutkreisläufe von Mutter und Kind einander nie unmittelbar berühren, sondern durch eine dünne Schranke getrennt bleiben.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber ist über das vegetative Nervensystem versorgt, und ihre Kapsel ist schmerzempfindlich — weshalb eine rasche Schwellung Schmerzen verursacht.

Die Antwort „Nieren“ ist falsch: Die Nieren werden vom vegetativen Nervensystem versorgt, das ihre Durchblutung mitsteuert.

Die Antwort „Herz“ ist falsch: Das Herz besitzt neben seinem eigenen Reizleitungssystem auch eine Versorgung durch Sympathikus und Parasympathikus, die Frequenz und Kraft anpassen.

Die Antwort „Prostata“ ist falsch: Die Vorsteherdrüse ist nervlich versorgt, unter anderem durch vegetative Fasern.

Zum Weiterdenken: Die Plazenta arbeitet ohne Nerven und ohne unmittelbaren Blutkontakt zwischen Mutter und Kind. Welchen Schutz bietet diese Trennung, und wo stößt sie an ihre Grenzen?

MERKE

Die Plazenta tauscht ohne Nerven und ohne Blutvermischung — sie ist ein Organ auf Zeit.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Die Plazenta als nervenfreies Organ erkennen

B240 A Hirnstamm

In welchem Abschnitt des Zentralnervensystems befindet sich das Atem- und Kreislaufzentrum?

Richtig ist die Antwort „Hirnstamm“. Atem- und Kreislaufzentrum liegen im Hirnstamm, genauer im verlängerten Mark als dessen unterstem Abschnitt. Der Hirnstamm verbindet Gehirn und Rückenmark und beherbergt die Zentren für alles, was ununterbrochen weiterlaufen muss. Deshalb bedeutet ein Ausfall dieses Bereichs den Verlust der lebenswichtigen Grundfunktionen, während umfangreiche Schäden im Großhirn überlebt werden können.

Die Antwort „Großhirn“ ist falsch: Das Großhirn ist für bewusste Wahrnehmung, Bewegung, Sprache und Denken zuständig.

Die Antwort „Rückenmark“ ist falsch: Das Rückenmark leitet und schaltet Reflexe, gehört aber nicht zum Gehirn.

Die Antwort „Zwischenhirn“ ist falsch: Das Zwischenhirn regelt über den Hypothalamus Temperatur, Hunger, Durst und Hormonhaushalt.

Die Antwort „Kleinhirn“ ist falsch: Das Kleinhirn stimmt Bewegungen ab und sorgt für Gleichgewicht und Zielgenauigkeit.

Zum Weiterdenken: Ein Mensch kann große Teile des Großhirns verlieren und weiterleben, den Hirnstamm dagegen nicht. Was sagt dieser Unterschied über die Aufgabenteilung im Gehirn aus?

MERKE

Der Hirnstamm hält am Leben — Großhirn und Kleinhirn machen das Leben erst gestaltbar.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Atem- und Kreislaufzentrum erneut dem Hirnstamm zuordnen

B241 E Axone

Nervenzellen besitzen einen Zellkörper und Fortsätze. Wie nennt man die Fortsätze, über die Erregungen vom Zellkörper weggeleitet werden?

Richtig ist die Antwort „Axone“. Axone sind die Fortsätze, über die die Erregung vom Zellkörper weggeleitet wird. In aller Regel besitzt eine Nervenzelle nur ein einziges Axon, das sich am Ende aber vielfach aufzweigen kann und so mit zahlreichen Zielzellen in Kontakt tritt. Die Richtung ist damit klar festgelegt: hinein über die Dendriten, hinaus über das Axon.

Die Antwort „Dendriten“ ist falsch: Dendriten leiten Erregungen zum Zellkörper hin. Sie sind zahlreich, kurz und stark verzweigt.

Die Antwort „Synapsen“ ist falsch: Synapsen sind die Kontaktstellen am Ende des Axons und übertragen das Signal auf die nächste Zelle.

Die Antwort „Ranvier-Schnürringe“ ist falsch: Die Schnürringe sind Lücken in der Myelinscheide, an denen die Erregung springt.

Die Antwort „Aktionspotentiale“ ist falsch: Das Aktionspotenzial ist das Signal selbst und kein Bestandteil der Zelle.

Zum Weiterdenken: Eine Nervenzelle hat viele Dendriten, aber nur ein Axon. Was sagt dieses Zahlenverhältnis über ihre Arbeitsweise als Verrechnungseinheit aus?

MERKE

Viele Dendriten hinein, ein Axon hinaus — die Zelle sammelt und entscheidet.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Das Axon als wegleitenden Fortsatz erneut benennen

B242 B es treten 10 Spinalganglien aus

Welche Aussage zum Rückenmark trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „es treten 10 Spinalganglien aus“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Aus dem Rückenmark treten einunddreißig Spinalnervenpaare aus, entsprechend gibt es einunddreißig Paare von Spinalganglien. Die Zahl zehn ist frei erfunden. Ein Spinalganglion ist dabei die Verdickung an der hinteren Wurzel, in der die Zellkörper der empfindenden Nervenzellen liegen — sie liegen also außerhalb des Rückenmarks, während die bewegenden Zellkörper im Vorderhorn der grauen Substanz sitzen.

Die Antwort „von Rückenmarkshäuten umhüllt“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Das Rückenmark ist von denselben drei Häuten umgeben wie das Gehirn.

Die Antwort „Länge von HWS 1 bis L2“ ist richtig: Es reicht vom ersten Halswirbel beziehungsweise vom großen Hinterhauptsloch bis etwa zum zweiten Lendenwirbel.

Die Antwort „besteht aus grauer und weißer Substanz“ ist richtig: Innen liegt graue, außen weiße Substanz.

Die Antwort „liegt im Wirbelkanal (Canalis vertebralis)“ ist richtig: Das Rückenmark liegt im Wirbelkanal, der von den Wirbelbögen gebildet wird.

Zum Weiterdenken: Die Zellkörper der empfindenden Fasern liegen außerhalb, die der bewegenden innerhalb des Rückenmarks. Welchen Vorteil bietet diese Trennung für die Verschaltung eines Reflexes?

MERKE

31 Spinalnervenpaare, 31 Spinalganglien — empfindende Zellkörper außen, bewegende innen.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Zahl der Spinalstrukturen erneut prüfen

B243 A Acetylcholin

Welchen Neurotransmitter findet man an Muskelzellen (an der motorischen Endplatte)?

Richtig ist die Antwort „Acetylcholin“. An der motorischen Endplatte, also der Kontaktstelle zwischen Nervenfasern und Skelettmuskelfaser, wirkt Acetylcholin. Erreicht die Erregung das Ende der Nervenfasern, wird es in den Spalt ausgeschüttet, bindet an Rezeptoren der Muskelmembran und löst dort ein Aktionspotenzial aus, das die Kontraktion einleitet. Anschließend wird es von einem Enzym rasch gespalten, damit der Muskel wieder erschlaffen kann. Genau an dieser Stelle greifen Muskelrelaxanzien und einige Nervengifte an.

Die Antwort „Dopamin“ ist falsch: Dopamin wirkt im Gehirn unter anderem bei Bewegungsplanung und Belohnung; sein Mangel in bestimmten Kerngebieten führt zur Parkinson-Erkrankung.

Die Antwort „Serotonin“ ist falsch: Serotonin beeinflusst Stimmung, Schlaf und Darmtätigkeit.

Die Antwort „GABA“ ist falsch: GABA ist der wichtigste hemmende Überträgerstoff des Zentralnervensystems.

Die Antwort „Noradrenalin“ ist falsch: Noradrenalin wirkt im sympathischen Nervensystem an inneren Organen, nicht an der Skelettmuskulatur.

Zum Weiterdenken: Das Enzym, das Acetylcholin abbaut, arbeitet außerordentlich schnell. Warum wäre ein Muskel ohne diesen raschen Abbau unbrauchbar?

MERKE

Acetylcholin an der motorischen Endplatte — und sofort danach wieder abgebaut.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Acetylcholin als Überträgerstoff der motorischen Endplatte benennen

B244 E Gehirn und Rückenmark bilden gemeinsam das Zentralnervensystem

Welche Aussage zum Nervensystem trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Gehirn und Rückenmark bilden gemeinsam das Zentralnervensystem“. Das Nervensystem gliedert sich in zwei Teile: Gehirn und Rückenmark bilden zusammen das Zentralnervensystem, alle übrigen Nerven und Ganglien das periphere Nervensystem. Die Grenze verläuft also genau am Austritt der Nervenwurzeln aus dem Rückenmark.

Die Antwort „Das Rückenmark gehört zum peripheren Nervensystem“ ist falsch: Das Rückenmark gehört zum Zentralnervensystem. Zum peripheren zählen erst die daraus austretenden Nerven.

Die Antwort „Das Kleinhirn ist der Ort der bewussten Schmerzwahrnehmung“ ist falsch: Das Kleinhirn steuert Gleichgewicht, Feinabstimmung der Bewegung und

Muskelspannung. Bewusst wahrgenommen wird Schmerz in der Großhirnrinde.

Die Antwort „Ausgereifte Nervenzellen teilen sich zeitlebens uneingeschränkt weiter“ ist falsch: Ausgereifte Nervenzellen teilen sich im Regelfall nicht mehr. Genau deshalb heilen Schäden am Nervengewebe so schlecht aus.

Die Antwort „An markhaltigen Nervenfasern wird die Erregung langsamer geleitet als an marklosen“ ist falsch: Es verhält sich umgekehrt. Die Myelinscheide erlaubt die saltatorische Erregungsleitung, bei der der Impuls von Schnürring zu Schnürring springt — dadurch wird die Leitung um ein Vielfaches schneller.

Zum Weiterdenken: Wenn in einer Aufgabe mehrere Optionen zutreffen, hilft die Frage, welche davon am genauesten zum Fragestamm passt. Wie wendest du diesen Gedanken unter Zeitdruck an?

MERKE

Zentral ist, was in Schädel und Wirbelkanal liegt — Gehirn und Rückenmark.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Zentrales Nervensystem und Nervenzellbau einordnen

B245 A Balken (Corpus callosum)

Welche Struktur verbindet die beiden Gehirnhälften?

Richtig ist die Antwort „Balken (Corpus callosum)“. Der Balken verbindet die beiden Gehirnhälften und ist mit rund zweihundert Millionen Nervenfasern die mit Abstand größte Verbindung im Gehirn. Über ihn tauschen die Hemisphären fortlaufend Informationen aus, was nötig ist, weil viele Aufgaben ungleich verteilt sind — Sprache liegt bei den meisten Menschen überwiegend links, räumliche Wahrnehmung eher rechts.

Die Antwort „Fornix“ ist falsch: Der Fornix ist ein gebogener Faserzug des limbischen Systems und an Gedächtnisvorgängen beteiligt.

Die Antwort „Corpus geniculatum“ ist falsch: Die Kniehöcker sind Umschaltstationen im Zwischenhirn, der eine für die Sehbahn, der andere für die Hörbahn.

Die Antwort „Brett“ ist falsch: Ein Brett gibt es im Gehirn nicht; der Begriff spielt lediglich mit der Bedeutung des Wortes Balken.

Die Antwort „Planke“ ist falsch: Auch eine Planke ist kein anatomischer Begriff und dient derselben Ablenkung.

Zum Weiterdenken: Wird der Balken durchtrennt, arbeiten beide Hemisphären weitgehend getrennt weiter. Was verrät dieser Befund über die Verteilung von Aufgaben im Gehirn?

MERKE

Der Balken ist die Datenleitung zwischen den Hemisphären — zwei Ablenkungen spielen nur mit seinem Namen.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Den Balken als Verbindung der Großhirnhälften benennen

B246 E Beim Eigenreflex sind Rezeptor- und Erfolgsorgan identisch

Was unterscheidet Eigenreflex und Fremdreflex?

Richtig ist die Antwort „Beim Eigenreflex sind Rezeptor- und Erfolgsorgan identisch“. Beim Eigenreflex liegen Sinnesorgan und ausführendes Organ im selben Organ, meist sogar im selben Muskel. Das klassische Beispiel ist der Kniesehnenreflex: Der Schlag auf die Sehne dehnt die Muskelspindel im Oberschenkelmuskel, und derselbe Muskel zieht sich daraufhin zusammen. Weil zwischen empfindender und bewogender Nervenzelle nur eine einzige Umschaltung liegt, verläuft der Vorgang außerordentlich schnell und ist praktisch nicht zu unterdrücken.

Die Antwort „Der Kniesehnenreflex ist der klassische Fremdreflex“ ist falsch: Der Kniesehnenreflex ist gerade der klassische Eigenreflex und nicht der Fremdreflex.

Die Antwort „Fremdreflexe können nur durch fremde Personen ausgelöst werden“ ist falsch: Fremd bezieht sich nicht auf eine fremde Person, sondern darauf, dass Reizort und Erfolgsorgan verschieden sind — etwa beim Wegziehen der Hand nach einem Schmerzreiz an der Haut.

Die Antwort „Fremdreflexe werden im Gegensatz zu Eigenreflexen über das Kleinhirn geschaltet“ ist falsch: Beide Reflexarten werden im Rückenmark verschaltet und nicht im Kleinhirn.

Die Antwort „Eigenreflexe benötigen mehrere Interneurone (sind polysynaptisch)“ ist falsch: Gerade die Eigenreflexe kommen ohne Zwischenneurone aus und sind einfach verschaltet. Polysynaptisch sind die Fremdreflexe.

Zum Weiterdenken: Der Eigenreflex ist einfach verschaltet und deshalb schnell, der Fremdreflex mehrfach und deshalb langsamer. Welchen Vorteil erkaufte sich der Körper mit der langsameren Verschaltung?

MERKE

Eigenreflex: gleicher Ort, eine Umschaltung, sehr schnell. Fremdreflex: anderer Ort, mehrere Umschaltungen.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Eigen- und Fremdreflex voneinander abgrenzen

B247 B Verengung der Pupillen

Welche Wirkung hat der Parasympathikus?

Richtig ist die Antwort „Verengung der Pupillen“. Der Parasympathikus verengt die Pupillen. Er ist der Nerv der Ruhe und Verdauung und stellt den Körper auf Erholung ein: Die Herzfrequenz sinkt, die Bronchien verengen sich, die Darmtätigkeit nimmt zu, Drüsen werden angeregt und die Pupillen werden eng, weil in Ruhe keine maximale Lichtausbeute nötig ist. Alle übrigen genannten Wirkungen gehören zum Sympathikus.

Die Antwort „Erweiterung der Bronchien“ ist falsch: Die Bronchien weitet der Sympathikus, damit unter Belastung mehr Luft strömen kann.

Die Antwort „Steigerung der Herzaktivität“ ist falsch: Die Herzaktivität steigert ebenfalls der Sympathikus.

Die Antwort „Erhöhung des Blutdrucks“ ist falsch: Den Blutdruck erhöht der Sympathikus über engere Gefäße und höhere Herzleistung.

Die Antwort „Hemmung der Verdauung“ ist falsch: Die Verdauung hemmt der Sympathikus, während der Parasympathikus sie fördert.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antwortmöglichkeiten beschreiben Wirkungen desselben Gegenspielers. Wie schnell lässt sich eine solche Aufgabe lösen, wenn man nur das Grundmuster Kampf oder Flucht gegen Ruhe und Verdauung im Kopf hat?

MERKE

Parasympathikus heißt Ruhe und Verdauung — enge Pupillen, langsames Herz, aktiver Darm.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Wirkungen des Parasympathikus erkennen

B248 A Hirnstamm

Wo im Gehirn liegen die Strukturen zur Steuerung des Atmungsreflexes?

Richtig ist die Antwort „Hirnstamm“. Die Steuerung der Atmung liegt im Hirnstamm. Dort erzeugen Nervenzellgruppen den Grundrhythmus und passen ihn fortlaufend an; gemessen wird dabei in erster Linie der Kohlenstoffdioxidgehalt des Blutes und der pH-Wert, erst in zweiter Linie der Sauerstoffgehalt.

Die Antwort „Kleinhirn“ ist falsch: Das Kleinhirn koordiniert Bewegungen und Gleichgewicht.

Die Antwort „Großhirn“ ist falsch: Das Großhirn kann die Atmung willentlich überlagern, etwa beim Sprechen oder Anhalten des Atems, erzeugt den Rhythmus aber nicht.

Die Antwort „Zwischenhirn“ ist falsch: Das Zwischenhirn steuert Temperatur, Hunger, Durst und Hormonhaushalt.

Die Antwort „Balken“ ist falsch: Der Balken verbindet die beiden Großhirnhälften.

Zum Weiterdenken: Der Atemantrieb hängt vor allem am Kohlenstoffdioxid und nicht am Sauerstoff. Warum bemerkt man einen Sauerstoffmangel in großer Höhe deshalb erst spät?

MERKE

Der Hirnstamm zählt das Kohlenstoffdioxid, nicht den Sauerstoff.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Atemsteuerung abschließend zuordnen

B249 C Kalium-Ionen

Welches Ion trägt am meisten zum Ruhemembranpotenzial bei?

Richtig ist die Antwort „Kalium-Ionen“. Das Ruhemembranpotenzial wird ganz überwiegend von Kalium bestimmt. Der Grund liegt in der Durchlässigkeit: Die Zellmembran besitzt im Ruhezustand zahlreiche offene Kaliumkanäle, aber kaum offene Natriumkanäle. Weil im Zellinneren viel mehr Kalium vorliegt als außen, strömt es entlang seinem Gefälle nach außen und nimmt positive Ladung mit, sodass das Innere negativ zurückbleibt. Aufrechterhalten wird das Gefälle von der Natrium-Kalium-Pumpe, die unter ATP-Verbrauch Natrium hinaus und Kalium hinein befördert.

Die Antwort „Chlorid“ ist falsch: Chlorid trägt zum Ruhepotenzial bei, aber in weit geringerem Umfang.

Die Antwort „Kalzium“ ist falsch: Calcium ist entscheidend für die Ausschüttung von Botenstoffen und die Muskelkontraktion, nicht für das Ruhepotenzial.

Die Antwort „Magnesium“ ist falsch: Magnesium spielt hier keine wesentliche Rolle.

Die Antwort „Natrium“ ist falsch: Natrium bestimmt das Aktionspotenzial, denn dessen steiler Anstieg entsteht durch das plötzliche Öffnen der Natriumkanäle. Im Ruhezustand ist die Membran für Natrium jedoch kaum durchlässig.

Zum Weiterdenken: Kalium bestimmt die Ruhe, Natrium den Aktionsimpuls. Warum ist gerade die unterschiedliche Durchlässigkeit und nicht die Konzentration allein entscheidend?

MERKE

Kalium macht die Ruhe, Natrium macht den Impuls – die Pumpe hält beide Gefälle aufrecht.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Kalium als bestimmendes Ion des Ruhepotenzials erkennen

B250 E Exozytose

Wie werden in Vesikeln gelagerte Neurotransmitter in den synaptischen Spalt freigesetzt?

Richtig ist die Antwort „Exozytose“. Botenstoffe werden durch Exozytose in den synaptischen Spalt entlassen. Erreicht ein Aktionspotenzial das Ende des Axons, öffnen sich Calciumkanäle; das einströmende Calcium veranlasst die gefüllten Bläschen, mit der Zellmembran zu verschmelzen und ihren Inhalt nach außen zu entleeren. Anschließend wird die Bläschenmembran wieder eingezogen und erneut befüllt.

Die Antwort „Diffusion“ ist falsch: Diffusion beschreibt die Bewegung der Botenstoffe durch den Spalt, nachdem sie freigesetzt wurden. Der Austritt aus der Zelle geschieht dagegen aktiv.

Die Antwort „Konvektion“ ist falsch: Konvektion ist der Stofftransport mit einer Strömung und spielt hier keine Rolle.

Die Antwort „Endozytose“ ist falsch: Endozytose ist der umgekehrte Vorgang, bei dem Material in die Zelle aufgenommen wird. Sie folgt allerdings unmittelbar danach, wenn die Bläschenmembran zurückgeholt wird.

Die Antwort „Phagozytose“ ist falsch: Phagozytose ist eine besondere Form der Aufnahme größerer Teilchen durch Fresszellen.

Zum Weiterdenken: Calcium ist der unmittelbare Auslöser der Ausschüttung. Warum lässt sich damit erklären, dass bestimmte Gifte durch Blockade von Calciumkanälen die gesamte Signalübertragung lahmlegen?

MERKE

Calcium herein, Bläschen verschmilzt, Botenstoff hinaus – das ist Exozytose.

LEHRTEXT IM KURS

Nervensystem

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Freisetzung von Botenstoffen als Exozytose benennen

B251 B Hirnstamm

In welchem Abschnitt des Zentralnervensystems liegt das Atem- und Kreislaufzentrum?

Richtig ist die Antwort „Hirnstamm“. Atem- und Kreislaufzentrum liegen im Hirnstamm, genauer im verlängerten Mark. Dort sitzen Nervenzellgruppen, die den Grundrhythmus der Atmung erzeugen und ihn laufend an den Kohlenstoffdioxidgehalt des Blutes anpassen; unmittelbar benachbart liegen die Zentren für Blutdruck und Herzfrequenz.

Die Antwort „Großhirn“ ist falsch: Das Großhirn kann die Atmung willentlich überlagern, steuert sie aber nicht dauerhaft.

Die Antwort „Zwischenhirn“ ist falsch: Das Zwischenhirn regelt Temperatur, Hunger, Durst und Hormonhaushalt.

Die Antwort „Rückenmark“ ist falsch: Das Rückenmark leitet die Befehle zu den Atemmuskeln weiter, erzeugt den Rhythmus aber nicht.

Die Antwort „Kleinhirn“ ist falsch: Das Kleinhirn koordiniert Bewegungen.

Zum Weiterdenken: Atem- und Kreislaufzentrum liegen unmittelbar nebeneinander. Welchen Vorteil hat diese Nachbarschaft für die Abstimmung von Atmung und Durchblutung?

MERKE

Alles, was nicht aussetzen darf, sitzt im verlängerten Mark.

LEHRTEXT IM KURS**Nervensystem**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Das Atem- und Kreislaufzentrum abschließend verorten

Sinnesorgane und Haut**LEHRTEXT IM KURS****Sinnesorgane und Haut**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B252 **C** Das Vestibularorgan im Innenohr, das Lage und Bewegung des Kopfes wahrnimmt

Was versteht man unter dem Gleichgewichtsorgan?

Richtig ist die Antwort „Das Vestibularorgan im Innenohr, das Lage und Bewegung des Kopfes wahrnimmt“. Das Gleichgewichtsorgan ist das Vestibularorgan und liegt im Innenohr unmittelbar neben der Hörschnecke. Es besteht aus zwei Anteilen: den drei Bogengängen, die in den drei Raumebenen angeordnet sind und Drehbeschleunigungen erfassen, sowie den beiden Vorhofsäckchen mit ihren Kalkkristallen, die geradlinige Beschleunigung und die Stellung des Kopfes im Schwerfeld messen.

Die Antwort „Ein Teil des Mittelohrs zur Schallübertragung“ ist falsch: Das Mittelohr überträgt Schall über die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel vom Trommelfell zum Innenohr. Mit dem Gleichgewicht hat es nichts zu tun.

Die Antwort „Das Corti-Organ zur Schallwahrnehmung“ ist falsch: Das Corti-Organ liegt zwar ebenfalls im Innenohr, dient aber der Schallwahrnehmung. Dort wandeln Haarzellen die Schwingungen in Nervenimpulse um.

Die Antwort „Ein Teil des Auges zur Fokussierung“ ist falsch: Die Fokussierung im Auge übernehmen Hornhaut und Linse.

Die Antwort „Ein Drucksensor der Haut“ ist falsch: Drucksensoren der Haut gehören zum Tastsinn.

Zum Weiterdenken: Beim Karussellfahren dreht sich die Welt noch weiter, obwohl man längst steht. Wie erklärt sich das aus der Trägheit der Flüssigkeit in den Bogengängen?

MERKE

Innenohr beherbergt beides: Corti-Organ zum Hören, Vestibularorgan zum Gleichgewicht.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Das Gleichgewichtsorgan im Innenohr verorten

B253 **C** Bogengänge

Was gehört zum Gleichgewichtssinn?

Richtig ist die Antwort „Bogengänge“. Zum Gleichgewichtssinn gehören die drei Bogengänge des Innenohrs. Sie stehen senkrecht zueinander in den drei Raumebenen und erfassen Drehbewegungen des Kopfes: Bei einer Drehung bleibt die Flüssigkeit in ihnen zunächst zurück und lenkt dadurch feine Sinneshärchen aus. Ergänzt werden sie von den beiden Vorhofsäckchen, die geradlinige Beschleunigungen und die Lage im Schwerfeld messen.

Die Antwort „Corti-Organ“ ist falsch: Das Corti-Organ liegt in der Hörschnecke und dient der Umwandlung von Schall in Nervenimpulse. Es liegt also im selben Innenohr, gehört aber zum Hören.

Die Antwort „Trommelfell“ ist falsch: Das Trommelfell trennt äußeres Ohr und Mittelohr und wird durch Schallwellen in Schwingung versetzt.

Die Antwort „Hammer, Amboss und Steigbügel“ ist falsch: Hammer, Amboss und Steigbügel sind die Gehörknöchelchen des Mittelohrs und übertragen die Schwingung verstärkt auf das Innenohr.

Die Antwort „Ohrmuschel“ ist falsch: Die Ohrmuschel sammelt Schall und hilft bei der Richtungsbestimmung.

Zum Weiterdenken: Hören und Gleichgewicht sitzen unmittelbar nebeneinander im Innenohr und teilen sich sogar einen Nerv. Warum treten Schwindel und Hörstörungen deshalb oft gemeinsam auf?

MERKE

Bogengänge messen Drehung, Vorhofsäckchen messen Lage, das Corti-Organ hört.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Bestandteile des Gleichgewichtsorgans von denen des Hörapparats trennen

B254 D Hornhaut, Iris und Linse

An was grenzt das Kammerwasser des Auges?

Richtig ist die Antwort „Hornhaut, Iris und Linse“. Das Kammerwasser füllt die vordere und die hintere Augenkammer und grenzt damit an Hornhaut, Iris und Linse. Es wird vom Ziliarkörper hinter der Iris gebildet, fließt durch die Pupille in die vordere Kammer und wird dort im Kammerwinkel wieder abgeleitet. Seine Aufgaben sind doppelt: Es versorgt Hornhaut und Linse, die beide keine Blutgefäße besitzen, weil Gefäße die Durchsichtigkeit stören würden, und es hält zugleich den Augeninnendruck aufrecht.

Die Antwort „Iris und Glaskörper“ ist falsch: An den Glaskörper grenzt das Kammerwasser nicht, denn dieser liegt hinter der Linse und füllt den großen hinteren Raum des Auges mit einer gallertigen Masse.

Die Antwort „Iris, Glaskörper und Linse“ ist falsch: Auch hier ist der Glaskörper fälschlich genannt.

Die Antwort „Nur die Linse“ ist falsch: Die Linse allein greift zu kurz, denn Hornhaut und Iris grenzen ebenfalls an.

Die Antwort „Netzhaut und Aderhaut“ ist falsch: Netzhaut und Aderhaut liegen ganz hinten im Auge und haben mit dem Kammerwasser keine Berührung.

Zum Weiterdenken: Hornhaut und Linse besitzen keine Blutgefäße und werden vom Kammerwasser versorgt. Welche Folge hat es, wenn dessen Abfluss im Kammerwinkel behindert ist?

MERKE

Kammerwasser liegt vor dem Glaskörper: Hornhaut, Iris, Linse – und versorgt, was keine Gefäße haben darf.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Die Nachbarschaft des Kammerwassers im Auge benennen

B255 E Schweißdrüsen

Wodurch reguliert der Körper seine Temperatur?

Richtig ist die Antwort „Schweißdrüsen“. Die Temperaturregulation des Körpers läuft wesentlich über die Schweißdrüsen der Haut. Sie geben Flüssigkeit an die Oberfläche ab, und diese entzieht dem Körper beim Verdunsten Wärme – man spricht von Verdunstungskälte. Ergänzt wird das durch die Weitstellung der Hautgefäße, über die Wärme abgestrahlt wird, und umgekehrt bei Kälte durch deren Engstellung sowie durch Muskelzittern. Gesteuert wird das Ganze vom Hypothalamus im Zwischenhirn.

Die Antwort „Talgdrüsen“ ist falsch: Talgdrüsen geben ein fettiges Sekret ab, das Haut und Haare geschmeidig hält und vor dem Austrocknen schützt. Zur Wärmeabgabe tragen sie nichts bei.

Die Antwort „Haarfollikel allein“ ist falsch: Haarfollikel allein regeln die Temperatur nicht. Beim Menschen ist das Aufrichten der Haare, die Gänsehaut, nur noch ein Rest aus der Zeit dichter Behaarung.

Die Antwort „Nägel“ ist falsch: Nägel dienen dem Schutz der Finger- und Zehenkuppen.

Die Antwort „Lederhaut ohne Drüsen“ ist falsch: Die Lederhaut trägt zwar die Gefäße, doch ohne Drüsen fehlte gerade der wirksamste Mechanismus.

Zum Weiterdenken: Schwitzen kühlt nur, solange der Schweiß verdunsten kann. Warum wird schwüle Hitze deshalb als so viel belastender empfunden als trockene?

MERKE

Verdunstender Schweiß kühlt, weite Hautgefäße geben Wärme ab, Zittern erzeugt sie.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Rolle der Schweißdrüsen in der Wärmeregulation erkennen

B256 E Innenohr

Wo befindet sich das Gleichgewichtsorgan?

Richtig ist die Antwort „Innenohr“. Das Gleichgewichtsorgan liegt im Innenohr, unmittelbar neben der Hörschnecke und mit ihr in einem gemeinsamen knöchernen Labyrinth. Es besteht aus den drei Bogengängen für Drehbeschleunigungen und den beiden Vorhofsäckchen für geradlinige Beschleunigung und Kopfhaltung. Beide arbeiten mit demselben Grundprinzip:

Eine träge Masse – Flüssigkeit oder Kalkkristalle – bleibt bei Bewegung zurück und lenkt dabei feine Sinneshäärchen aus.

Die Antwort „Mittelohr“ ist falsch: Das Mittelohr enthält die drei Gehörknöchelchen und überträgt Schall vom Trommelfell auf das Innenohr.

Die Antwort „Außenohr“ ist falsch: Das Außenohr besteht aus Ohrmuschel und Gehörgang und sammelt Schall.

Die Antwort „Trommelfell“ ist falsch: Das Trommelfell trennt äußeres Ohr und Mittelohr.

Die Antwort „Ohrmuschel“ ist falsch: Die Ohrmuschel gehört zum Außenohr und hilft bei der Richtungsbestimmung des Schalls.

Zum Weiterdenken: Hörschnecke und Gleichgewichtsorgan liegen im selben Labyrinth und teilen sich einen Nerv. Welche Folge hat das, wenn dieser Nerv entzündet ist?

MERKE

Außenohr sammelt, Mittelohr überträgt, Innenohr hört und hält das Gleichgewicht.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Das Gleichgewichtsorgan dem Innenohr zuordnen

B257 D Ziliarmuskel

Wodurch wird die Augenlinse angepasst?

Richtig ist die Antwort „Ziliarmuskel“. Die Anpassung der Linse an unterschiedliche Entfernungen, die Akkommodation, leistet der Ziliarmuskel. Sein Wirkprinzip ist auf den ersten Blick überraschend: Zieht er sich zusammen, verkleinert sich der Ring, den er bildet, dadurch erschlaffen die Aufhängefasern der Linse, und die elastische Linse kugelt sich von selbst ab. Die stärker gewölbte Linse bricht das Licht kräftiger, sodass man in die Nähe scharf sieht. Erschlafft der Muskel, spannen die Fasern die Linse flach, und das Auge stellt sich auf die Ferne ein – Nahsehen ist also die aktive Leistung.

Die Antwort „Äußerer Augenmuskel“ ist falsch: Die äußeren Augenmuskeln bewegen den gesamten Augapfel in seiner Höhle und haben mit der Linse nichts zu tun.

Die Antwort „Glaskörper“ ist falsch: Der Glaskörper füllt den Innenraum hinter der Linse und ist unbeweglich.

Die Antwort „Hornhaut“ ist falsch: Die Hornhaut trägt den größten Anteil an der Lichtbrechung, ist aber starr und kann sich nicht anpassen.

Die Antwort „Iris“ ist falsch: Die Iris regelt über die Pupillenweite den Lichteinfall, nicht die Brechkraft.

Zum Weiterdenken: Mit dem Alter verliert die Linse ihre Elastizität. Warum führt das dazu, dass gerade das Nahsehen zuerst schwierig wird?

MERKE

Ziliarmuskel angespannt heißt Linse rund und Nähe scharf – entspannt heißt flach und Ferne scharf.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2015 · schwer · Lernziel: Den Ziliarmuskel als Träger der Nahanpassung erkennen

B258 D In der Cochlea befinden sich die Sinneszellen

Welche Aussage zum Aufbau des Ohrs trifft zu?

Richtig ist die Antwort „In der Cochlea befinden sich die Sinneszellen“. In der Cochlea, der Hörschnecke des Innenohrs, liegen die Sinneszellen für das Hören. Sie sitzen im Corti-Organ auf der Basilarmembran, und je nach Frequenz schwingt diese Membran an unterschiedlicher Stelle: hohe Töne nahe am Eingang, tiefe Töne weiter innen an der Spitze. Die Haarzellen an der jeweils schwingenden Stelle werden ausgelenkt und wandeln die mechanische Bewegung in Nervenimpulse um.

Die Antwort „Die Bogengänge liegen im Mittelohr“ ist falsch: Die Bogengänge liegen im Innenohr und nicht im Mittelohr. Sie gehören zum Gleichgewichtsorgan.

Die Antwort „Der Gehörgang verbindet Ohr und Mundhöhle“ ist falsch: Der Gehörgang führt von der Ohrmuschel zum Trommelfell. Eine Verbindung zur Mundhöhle stellt die Ohrtrompete her, und zwar vom Mittelohr zum Rachen, um den Druck auszugleichen.

Die Antwort „Die Hörschnecke liegt im Mittelohr“ ist falsch: Die Hörschnecke liegt im Innenohr; im Mittelohr befinden sich die drei Gehörknöchelchen.

Die Antwort „Das Mittelohr wird nicht durch das Trommelfell begrenzt“ ist falsch: Das Trommelfell begrenzt das Mittelohr nach außen sehr wohl.

Zum Weiterdenken: Verschiedene Tonhöhen erregen unterschiedliche Stellen der Basilarmembran. Warum geht bei Lärmschäden typischerweise zuerst das Hören hoher Töne verloren?

MERKE

Innenohr beherbergt Cochlea und Bogengänge, Mittelohr die Gehörknöchelchen.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Cochlea als Ort der Hörsinneszellen benennen

B259 A Zapfen sind für das Hell-Dunkel-Sehen, Stäbchen für das Farbsehen verantwortlich

Welche Aussage über das Auge ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Zapfen sind für das Hell-Dunkel-Sehen, Stäbchen für das Farbsehen verantwortlich“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Die Zuordnung ist genau

vertauscht: Stäbchen sind für das Hell-Dunkel-Sehen zuständig, Zapfen für das Farbsehen. Stäbchen sind mit rund 120 Millionen weit in der Überzahl, sehr lichtempfindlich und arbeiten deshalb in der Dämmerung, unterscheiden aber keine Farben — daher der Satz, dass nachts alle Katzen grau sind. Die etwa sechs Millionen Zapfen brauchen mehr Licht, liefern dafür in drei Sorten das Farbsehen und sitzen dicht gedrängt in der Stelle des schärfsten Sehens.

Die Antwort „Die Brechkraft der Linse wird durch die Muskeln des Ziliarkörpers beeinflusst“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Der Ziliarmuskel verändert über die Aufhängefasern die Wölbung der Linse und damit ihre Brechkraft.

Die Antwort „Stäbchen sind für das Sehen bei Dämmerung zuständig“ ist richtig: Stäbchen sind die Rezeptoren für das Dämmerungssehen.

Die Antwort „Zapfen ermöglichen das Farbsehen“ ist richtig: Zapfen ermöglichen das Farbsehen in drei Empfindlichkeitsbereichen.

Die Antwort „Die Netzhaut enthält Photorezeptoren“ ist richtig: Die Netzhaut enthält als innerste Schicht des Auges beide Arten von Lichtsinneszellen.

Zum Weiterdenken: In der Dämmerung nimmt man Farben kaum noch wahr, Bewegungen am Rand des Blickfelds dagegen sehr gut. Wie erklärt sich beides aus der Verteilung von Stäbchen und Zapfen auf der Netzhaut?

MERKE

Stäbchen sehen hell und dunkel bei wenig Licht, Zapfen sehen Farben bei viel Licht.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Stäbchen und Zapfen ihren Aufgaben zuordnen

B260 B Ziliarkörper

Was im Auge ist dafür verantwortlich, dass die Linse gebeugt wird?

Richtig ist die Antwort „Ziliarkörper“. Die Verformung der Linse leistet der Ziliarkörper mit seinem ringförmigen Muskel. Über feine Fasern hängt die Linse an ihm. Zieht sich der Muskel zusammen, verkleinert sich sein Ring, die Fasern erschlaffen, und die elastische Linse kugelt sich ab — das Auge stellt auf die Nähe ein. Erschlafft er, spannen die Fasern die Linse flach, und man sieht in die Ferne scharf. Der Ziliarkörper bildet nebenbei auch das Kammerwasser.

Die Antwort „Hornhaut“ ist falsch: Die Hornhaut hat zwar die größte Brechkraft des Auges, ist aber starr und kann sich nicht anpassen.

Die Antwort „Glaskörper“ ist falsch: Der Glaskörper füllt den Innenraum und ist unbeweglich.

Die Antwort „Äußere Augenmuskeln“ ist falsch: Die äußeren Augenmuskeln bewegen den ganzen Augapfel.

Die Antwort „Iris“ ist falsch: Die Iris regelt über die Pupillenweite den Lichteinfall.

Zum Weiterdenken: Nahsehen ist die aktive Leistung, Fernsehen der Ruhezustand. Warum ermüden die Augen dann bei langer Bildschirmarbeit stärker als beim Blick in die Weite?

MERKE

Ziliarmuskel angespannt heißt Linse rund und Nähe scharf — Ferne ist der Ruhezustand.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Ziliarkörper als Träger der Linsenverformung erkennen

B261 E Schweißdrüsen

Was dient der Wärmeregulation?

Richtig ist die Antwort „Schweißdrüsen“. Die wirksamste Möglichkeit des Körpers, Wärme abzugeben, sind die Schweißdrüsen. Beim Verdunsten des Schweißes wird der Haut Verdunstungswärme entzogen, und dieser Weg funktioniert selbst dann noch, wenn die Umgebung wärmer ist als der Körper — anders als die Wärmeabstrahlung, die dann versagt. Ergänzt wird er durch die Weit- oder Engstellung der Hautgefäße.

Die Antwort „Talgdrüsen“ ist falsch: Talgdrüsen geben ein fettiges Sekret ab, das die Haut geschmeidig hält und vor Austrocknung schützt.

Die Antwort „Hornhaut“ ist falsch: Die Hornschicht ist die äußerste, verhornte Lage der Oberhaut und dient dem mechanischen Schutz und der Abdichtung.

Die Antwort „Haare“ ist falsch: Haare wirken bei dicht behaarten Tieren wärmedämmend. Beim Menschen ist dieser Beitrag gering.

Die Antwort „Subkutanfett“ ist falsch: Das Unterhautfettgewebe dämmt zwar und hält Wärme im Körper, kann aber nicht regeln. Es wirkt in eine Richtung, während die Schweißdrüsen aktiv steuern.

Zum Weiterdenken: Bei Umgebungstemperaturen oberhalb der Körpertemperatur bleibt allein das Schwitzen als Kühlung. Warum wird Hitze bei hoher Luftfeuchtigkeit dann besonders gefährlich?

MERKE

Dämmen kann das Fett, regeln kann nur der Schweiß.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Wärmeregulation erneut den Schweißdrüsen zuordnen

B262 C Das Mittelohr wird vom Gehörgang durch das Trommelfell abgegrenzt.

Welche der folgenden Aussagen zum Ohr trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Mittelohr wird vom Gehörgang durch das Trommelfell abgegrenzt“. Das Trommelfell bildet die Grenze zwischen äußerem Gehörgang und Mittelohr. Es wird durch Schallwellen in Schwingung versetzt und überträgt diese auf die Gehörknöchelchenkette. Die übrigen Aussagen verschieben jeweils eine Struktur in den falschen Abschnitt – eine typische Bauart solcher Aufgaben.

Die Antwort „Im Innenohr sind drei miteinander verbundene Gehörknöchelchen vorhanden“ ist falsch: Die drei Gehörknöchelchen liegen im Mittelohr und nicht im Innenohr.

Die Antwort „Der Gehörgang stellt eine Verbindung zwischen Paukenhöhle und Rachen her“ ist falsch: Die Verbindung zwischen Paukenhöhle und Rachen stellt die Ohrtrompete her. Sie dient dem Druckausgleich, weshalb Schlucken beim Fliegen hilft. Der Gehörgang führt dagegen von außen zum Trommelfell.

Die Antwort „Die Bogengänge im Mittelohr haben die Aufgabe der Schallweiterleitung“ ist falsch: Die Bogengänge liegen im Innenohr und dienen dem Gleichgewicht, nicht der Schallweiterleitung.

Die Antwort „Das ovale Fenster verbindet das Mittelohr mit der Ohrtrompete“ ist falsch: Das ovale Fenster verbindet Mittel- und Innenohr; dort setzt der Steigbügel an und überträgt die Schwingung auf die Flüssigkeit der Hörschnecke.

Zum Weiterdenken: Das Trommelfell ist groß, das ovale Fenster klein. Wie führt allein dieser Flächenunterschied dazu, dass der Schalldruck auf dem Weg ins Innenohr verstärkt wird?

MERKE

Außen der Gehörgang, dann das Trommelfell, dahinter das Mittelohr mit den Knöchelchen, danach das Innenohr.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Abschnitte des Ohrs sauber gegeneinander abgrenzen

B263 B Innenohr

Wo liegen die Bogengänge?

Richtig ist die Antwort „Innenohr“. Die drei Bogengänge liegen im Innenohr und gehören zum Gleichgewichtsorgan. Sie stehen annähernd senkrecht zueinander und decken damit alle drei Raumebenen ab, sodass jede Drehbewegung des Kopfes erfasst wird. In jedem Bogengang sitzt an einer erweiterten Stelle ein Sinneshügel, dessen Härchen von der trägen Flüssigkeit ausgelenkt werden, wenn der Kopf sich dreht.

Die Antwort „Mittelohr“ ist falsch: Im Mittelohr liegen die drei Gehörknöchelchen. Die Zahl drei bei beiden Strukturen begünstigt die Verwechslung.

Die Antwort „Außenohr“ ist falsch: Das Außenohr besteht aus Ohrmuschel und Gehörgang.

Die Antwort „Uterus“ ist falsch: Im Uterus gibt es keine Bogengänge.

Die Antwort „Eileiter“ ist falsch: Auch der Eileiter besitzt keine solche Struktur.

Zum Weiterdenken: Die Bogengänge messen Drehungen, die Vorhofsäckchen geradlinige Beschleunigung. Warum braucht der Körper für diese beiden Bewegungsarten getrennte Sinnesorgane?

MERKE

Drei Bogengänge im Innenohr für Drehungen, drei Gehörknöchelchen im Mittelohr für Schall.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Bogengänge im Innenohr verorten

B264 C Im Innenohr

Wo liegt das Gleichgewichtsorgan?

Richtig ist die Antwort „Im Innenohr“. Das Gleichgewichtsorgan liegt im Innenohr, gemeinsam mit der Hörschnecke im knöchernen Labyrinth des Felsenbeins. Es besteht aus den drei Bogengängen und den beiden Vorhofsäckchen. Seine Signale laufen über denselben Nerv wie die Hörsignale zum Hirnstamm und werden dort mit Informationen aus Augen und Muskelspindeln verrechnet.

Die Antwort „Im Mittelohr“ ist falsch: Im Mittelohr liegen die Gehörknöchelchen.

Die Antwort „In der Hypophyse“ ist falsch: Die Hirnanhangsdrüse bildet Hormone und liegt an der Schädelbasis.

Die Antwort „Im Hypothalamus“ ist falsch: Der Hypothalamus steuert Temperatur, Hunger, Durst und Hormonhaushalt.

Die Antwort „Im Hirnstamm“ ist falsch: Im Hirnstamm werden die Gleichgewichtssignale zwar verarbeitet, doch das Sinnesorgan selbst liegt im Innenohr. Diese Unterscheidung zwischen Wahrnehmungsort und Verarbeitungsort ist der eigentliche Kern der Aufgabe.

Zum Weiterdenken: Das Gehirn gleicht Signale aus Innenohr, Augen und Muskeln ab. Warum entsteht Übelkeit gerade dann, wenn diese Quellen einander widersprechen?

MERKE

Gemessen wird im Innenohr, verrechnet im Hirnstamm – Sinnesorgan und Verarbeitung sind zweierlei.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Das Gleichgewichtsorgan erneut verorten

B265 D salzig

Welchen Sinneseindruck können die Geschmacksknospen der Zunge wahrnehmen?

Richtig ist die Antwort „salzig“. Die Geschmacksknospen der Zunge nehmen fünf Grundqualitäten wahr: süß, sauer, salzig, bitter und umami, also herzhaft. Salzig gehört damit eindeutig dazu und wird über Ionenkanäle in den Sinneszellen erfasst. Alles Übrige, was wir als Geschmack empfinden, entsteht zum weitaus größten Teil im Geruchssinn – weshalb Speisen bei verstopfter Nase fade schmecken.

Die Antwort „scharf“ ist falsch: Scharf ist kein Geschmack, sondern eine Schmerz- und Wärmeempfindung. Capsaicin aus Chilischoten reizt Rezeptoren, die eigentlich auf Hitze ansprechen, weshalb Schärfe als Brennen empfunden wird.

Die Antwort „pfeffrig“ ist falsch: Pfeffrig beruht ebenfalls auf einer Reizung von Schmerzfasern.

Die Antwort „flüssig“ ist falsch: Flüssig ist eine Eigenschaft des Aggregatzustands und wird über Tastempfindungen wahrgenommen.

Die Antwort „würzig“ ist falsch: Würzig ist eine zusammengesetzte Empfindung, die überwiegend über den Geruchssinn entsteht.

Zum Weiterdenken: Schärfe wird über Hitze- und Schmerzrezeptoren wahrgenommen. Warum hilft ausgerechnet Milch besser gegen Schärfe als Wasser?

MERKE

Fünf Geschmacksqualitäten: süß, sauer, salzig, bitter, umami – scharf gehört nicht dazu.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Grundqualitäten des Geschmackssinns benennen

B266 B Stäbchen sind zum Farbsehen und Zapfen zum Schwarz/Weiß-Sehen

Welche Aussage zum Auge ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Stäbchen sind zum Farbsehen und Zapfen zum Schwarz/Weiß-Sehen“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Die Zuordnung ist vertauscht: Stäbchen sind für das Sehen bei wenig Licht zuständig und unterscheiden keine Farben, Zapfen ermöglichen das Farbsehen und brauchen dafür mehr Licht. Diese Verwechslung wurde in mehreren Jahrgängen als Distraktor angeboten und ist damit ein lohnender Merkposten.

Die Antwort „Am blinden Fleck befindet sich die Austrittsstelle des Sehnervs“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Am blinden Fleck verlässt der Sehnerv das

Auge, weshalb dort keine Lichtsinneszellen sitzen und man an dieser Stelle nichts sieht.

Die Antwort „Rhodopsin befindet sich in den Stäbchen“ ist richtig: Rhodopsin ist der Sehfärbstoff der Stäbchen. Er zerfällt bei Lichteinfall und muss im Dunkeln neu gebildet werden – daher die Zeit, die das Auge zur Dunkeladaptation braucht.

Die Antwort „Die Brechkraft der Linse wird durch den Ziliarmuskel angepasst“ ist richtig: Der Ziliarmuskel verändert über die Aufhängefasern die Wölbung der Linse.

Die Antwort „Die Netzhaut enthält Fotorezeptoren und Nerven“ ist richtig: Die Netzhaut enthält die Lichtsinneszellen sowie mehrere nachgeschaltete Nervenzellschichten, in denen bereits eine erste Verarbeitung stattfindet.

Zum Weiterdenken: Am blinden Fleck fehlt jede Wahrnehmung, und doch bemerkt man keine Lücke im Gesichtsfeld. Wie erklärt sich das aus der Arbeitsweise des Gehirns?

MERKE

Stäbchen für Dämmerung ohne Farbe, Zapfen für Farbe bei Licht – Rhodopsin sitzt im Stäbchen.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Stäbchen und Zapfen erneut richtig zuordnen

B267 E Gleichgewicht

Welcher Sinn hat im Innenohr seine Verankerung?

Richtig ist die Antwort „Gleichgewicht“. Im Innenohr sitzt neben dem Gehör auch der Gleichgewichtssinn, und zwar im Vestibularorgan mit seinen drei Bogengängen und den beiden Vorhofsäckchen. Beide Sinne teilen sich das knöcherne Labyrinth und denselben Hirnnerv.

Die Antwort „Temperatur“ ist falsch: Die Temperaturwahrnehmung erfolgt über freie Nervenendigungen in der Haut und über Sensoren im Hypothalamus, der die Bluttemperatur misst.

Die Antwort „Druck“ ist falsch: Druck wird über Tastkörperchen in der Haut wahrgenommen.

Die Antwort „Geruch“ ist falsch: Der Geruchssinn sitzt in der Riechschleimhaut im Dach der Nasenhöhle. Bemerkenswert ist, dass seine Fasern als einzige Sinnesbahn nicht über den Thalamus umgeschaltet werden.

Die Antwort „Geschmack“ ist falsch: Der Geschmackssinn sitzt in den Geschmacksknospen der Zunge.

Zum Weiterdenken: Gehör und Gleichgewicht sitzen im selben Organ und teilen sich einen Nerv. Welchen entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang legt diese enge Nachbarschaft nahe?

MERKE

Ein Labyrinth, zwei Sinne: Hören und Gleichgewicht.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Gleichgewichtssinn im Innenohr verankern

B268 E Bogengänge

Welcher Teil gehört zum Gleichgewichtsorgan?

Richtig ist die Antwort „Bogengänge“. Zum Gleichgewichtsorgan gehören die drei Bogengänge, ergänzt um die beiden Vorhofsäckchen. Die Bogengänge erfassen Drehbeschleunigungen, die Säckchen mit ihren Kalkkristallen geradlinige Beschleunigung und die Stellung des Kopfes im Schwerfeld.

Die Antwort „Schnecke“ ist falsch: Die Schnecke ist der Hörteil des Innenohrs.

Die Antwort „Corti-Organ“ ist falsch: Das Corti-Organ liegt in der Schnecke und wandelt Schall in Nervenimpulse um.

Die Antwort „Steigbügel“ ist falsch: Der Steigbügel ist das dritte und kleinste Gehörknöchelchen des Mittelohrs und überträgt die Schwingung auf das ovale Fenster.

Die Antwort „Paukenhöhle“ ist falsch: Die Paukenhöhle ist der luftgefüllte Raum des Mittelohrs, in dem die Gehörknöchelchen liegen.

Zum Weiterdenken: Bogengänge und Vorhofsäckchen messen Verschiedenes, arbeiten aber nach demselben Grundprinzip. Worin besteht dieses gemeinsame Prinzip?

MERKE

Bogengänge für Drehung, Vorhofsäckchen für Lage — Schnecke und Corti-Organ fürs Hören.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Bestandteile des Gleichgewichtsorgans erneut bestimmen

B269 A Nasenraum

Wohin wird die Tränenflüssigkeit abgeleitet?

Richtig ist die Antwort „Nasenraum“. Die Tränenflüssigkeit wird in die Nasenhöhle abgeleitet. Gebildet wird sie von der Tränendrüse im äußeren oberen Winkel der Augenhöhle, verteilt sich beim Lidschlag über die Hornhaut und sammelt sich im inneren Augenwinkel. Dort führen zwei winzige Öffnungen in die Tränenkanälchen, weiter in den Tränensack und über den Tränennasengang in den unteren Nasengang. Genau deshalb läuft beim Weinen die Nase.

Die Antwort „äußerer Augenwinkel“ ist falsch: Im äußeren Augenwinkel liegt die Drüse, die die Tränen bildet. Der Abfluss geschieht auf der gegenüberliegenden Seite, also

innen — Bildungsort und Abflusssort werden hier vertauscht.

Die Antwort „Mundraum“ ist falsch: In den Mundraum gelangt die Tränenflüssigkeit nicht unmittelbar.

Die Antwort „Augenlid“ ist falsch: Das Augenlid verteilt die Flüssigkeit beim Lidschlag, nimmt sie aber nicht auf.

Die Antwort „Rachenraum“ ist falsch: Über die Nase gelangt die Flüssigkeit letztlich zwar auch in den Rachen, doch die unmittelbare Mündung liegt in der Nasenhöhle.

Zum Weiterdenken: Tränenflüssigkeit reinigt, befeuchtet, ernährt die gefäßlose Hornhaut und enthält zudem keimtötende Stoffe. Warum ist ein trockenes Auge deshalb mehr als eine Unannehmlichkeit?

MERKE

Gebildet außen oben, abgefließen innen unten — und von dort in die Nase.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Den Abflussweg der Tränenflüssigkeit verfolgen

B270 A Steigbügel

Wie heißt der Knochen, über den ein Muskel im Ohr sehr laute Geräusche dämpfen kann?

Richtig ist die Antwort „Steigbügel“. Der Steigbügel ist das dritte und kleinste Gehörknöchelchen und zugleich der kleinste Knochen des menschlichen Körpers. An ihm setzt der Steigbügelmuskel an, der bei sehr lautem Schall reflektorisch anspannt und die Beweglichkeit der Gehörknöchelchenkette einschränkt. Dadurch gelangt weniger Schallenergie ins Innenohr, und die empfindlichen Haarzellen werden geschützt. Der Schutz hat allerdings eine Grenze: Er setzt mit einer kurzen Verzögerung ein und hilft deshalb gegen plötzliche Knalle kaum.

Die Antwort „Sattel“ ist falsch: Ein Sattel ist kein Gehörknöchelchen; der Begriff bezeichnet einen Gelenktyp, etwa im Daumen.

Die Antwort „Trense“ ist falsch: Eine Trense gehört zum Zaumzeug eines Pferdes und passt lediglich in die Reihe der Reitbegriffe, mit denen diese Aufgabe spielt.

Die Antwort „Gerte“ ist falsch: Auch eine Gerte ist ein Reitutensil und kein Knochen.

Die Antwort „Hufeisen“ ist falsch: Ein Hufeisen ist ebenfalls kein anatomischer Begriff des Ohrs.

Zum Weiterdenken: Der Schutzreflex braucht einige Zehntelsekunden, bis er wirkt. Warum sind plötzliche Knalle für das Gehör deshalb gefährlicher als anhaltender Lärm gleicher Lautstärke?

MERKE

Hammer, Amboss, Steigbügel — der Steigbügel ist der kleinste Knochen und trägt den Schutzmuskel.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Den Steigbügel und den Schutzreflex des Mittelohrs benennen

B271 E Zapfen sind für Hell-Dunkel-Sehen, Stäbchen für Farbsehen zuständig

Welche Aussage zum Auge trifft nicht zu?

Richtig ist die Antwort „Zapfen sind für Hell-Dunkel-Sehen, Stäbchen für Farbsehen zuständig“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die Zuordnung ist vertauscht: Stäbchen sind für das Hell-Dunkel-Sehen zuständig, Zapfen für das Farbsehen. Diese Verwechslung wurde in mindestens drei Jahrgängen als Falschaussage angeboten und ist damit einer der lohnendsten Merkposten der gesamten Sinnesphysiologie.

Die Antwort „Brechkraft kann durch den Ziliarmuskel verändert werden“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Der Ziliarmuskel verändert die Wölbung der Linse und damit ihre Brechkraft.

Die Antwort „Sehfarbstoff der Stäbchen ist Rhodopsin“ ist richtig: Rhodopsin ist der Sehfarbstoff der Stäbchen und zerfällt bei Lichteinfall.

Die Antwort „Der Sehnerv tritt am blinden Fleck aus“ ist richtig: Am blinden Fleck verlässt der Sehnerv das Auge; dort fehlen Lichtsinneszellen.

Die Antwort „Die Netzhaut enthält Photorezeptoren und Nervenzellen“ ist richtig: Die Netzhaut enthält neben den Lichtsinneszellen mehrere nachgeschaltete Nervenzellschichten.

Zum Weiterdenken: Wenn dieselbe Falschaussage über Jahre hinweg wiederkehrt, sagt das etwas über die Prüfungspraxis aus. Wie planst du deine Vorbereitung, wenn du solche Muster erkennst?

MERKE

Stäbchen für Dämmerung, Zapfen für Farbe – und Rhodopsin gehört zum Stäbchen.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Zuordnung von Stäbchen und Zapfen abschließend sichern

B272 E Das Mittelohr wird vom Gehörgang durch das Trommelfell abgegrenzt

Welche Aussage zum Ohr trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Mittelohr wird vom Gehörgang durch das Trommelfell abgegrenzt“. Das Trommelfell bildet die Grenze zwischen äußerem Gehörgang und Mittelohr. Es ist eine dünne, straff gespannte Membran, die durch Schallwellen in Schwingung versetzt wird und diese auf den Hammer überträgt.

Die Antwort „Die Bogengänge im Mittelohr haben die Aufgabe der Schallweiterleitung“ ist falsch: Die Bogengänge liegen im Innenohr und dienen dem Gleichgewicht, nicht der Schallweiterleitung.

Die Antwort „Die Sinnesrezeptoren für das Hören liegen im Trommelfell“ ist falsch: Das Trommelfell ist eine dünne Membran, die den Schall lediglich in mechanische Schwingungen umsetzt und an die Gehörknöchelchen weitergibt. Sinneszellen trägt es nicht – diese sitzen als Haarzellen im Corti-Organ der Schnecke.

Die Antwort „Der Gehörgang stellt eine Verbindung zwischen Paukenhöhle und Rachen her“ ist falsch: Die Verbindung zwischen Paukenhöhle und Rachen stellt die Ohrtrompete her; der Gehörgang führt von außen zum Trommelfell.

Die Antwort „Im Innenohr liegen drei miteinander verbundene Gehörknöchelchen“ ist falsch: Die drei Gehörknöchelchen liegen im Mittelohr.

Zum Weiterdenken: Das Trommelfell hat etwa die siebzehnfache Fläche des ovalen Fensters. Wie führt allein dieser Unterschied dazu, dass der Schalldruck auf dem Weg ins Innenohr steigt?

MERKE

Trommelfell trennt außen von Mitte, Schnecke hört, Bogengänge halten das Gleichgewicht.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Abschnitte des Ohrs abschließend ordnen

B273 D Ziliarkörper

Welche Struktur ist für die Scharfstellung des Bildes auf der Netzhaut (Akkommodation) verantwortlich?

Richtig ist die Antwort „Ziliarkörper“. Für die Scharfstellung sorgt der Ziliarkörper mit seinem ringförmigen Muskel. Er verändert über die Aufhängefasern die Wölbung der Linse: Bei Anspannung erschlaffen die Fasern, die elastische Linse kugelt sich ab und bricht das Licht stärker, sodass Nahes scharf erscheint. Bei Erschlaffung wird die Linse flach gespannt, und das Auge stellt auf die Ferne ein.

Die Antwort „äußere Augenmuskeln“ ist falsch: Die äußeren Augenmuskeln richten den Augapfel aus und sorgen dafür, dass beide Augen dasselbe Ziel erfassen.

Die Antwort „Regenbogenhaut“ ist falsch: Die Regenbogenhaut regelt über die Pupillenweite die einfallende Lichtmenge. Sie beeinflusst zwar nebenbei die Schärfentiefe, aber nicht die Brechkraft.

Die Antwort „Pupille“ ist falsch: Die Pupille ist lediglich die Öffnung in der Regenbogenhaut.

Die Antwort „Hornhaut“ ist falsch: Die Hornhaut hat mit etwa zwei Dritteln zwar den größten Anteil an der gesamten Brechkraft, ist aber starr und lässt sich nicht verstellen.

Zum Weiterdenken: Die Hornhaut bricht am stärksten, kann aber nichts anpassen; die Linse bricht schwächer und ist dafür verstellbar. Warum ist diese Arbeitsteilung günstiger als eine einzige, sehr stark brechende Struktur?

MERKE

Die Hornhaut bricht am meisten, die Linse stellt scharf, der Ziliarkörper verstellt sie.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Akkommodation dem Ziliarkörper zuordnen

B274 A Knick in der Dunkeladaptationskurve (Sehsinn)

Was ist der Kohlrausch-Knick?

Richtig ist die Antwort „Knick in der Dunkeladaptationskurve (Sehsinn)“. Der Kohlrausch-Knick ist ein Wendepunkt in der Kurve der Dunkeladaptation. Tritt man aus dem Hellen ins Dunkle, verbessert sich die Empfindlichkeit des Auges zunächst rasch – das ist die Anpassung der Zapfen, die nach etwa fünf bis zehn Minuten abgeschlossen ist. Danach flacht die Kurve kurz ab und steigt erneut an, weil nun die deutlich empfindlicheren Stäbchen übernehmen, deren Anpassung rund dreißig Minuten dauert. Genau dieser Übergang von Zapfen- zu Stäbchensehen erzeugt den Knick.

Die Antwort „Ein Phänomen des Hörsinns bei älteren Menschen“ ist falsch: Mit dem Hören hat der Begriff nichts zu tun; die Altersschwerhörigkeit heißt anders.

Die Antwort „Ein Phänomen des Gleichgewichtssinns“ ist falsch: Auch der Gleichgewichtssinn ist nicht gemeint.

Die Antwort „Fehlende Mobilität im Alter“ ist falsch: Eingeschränkte Beweglichkeit im Alter ist kein sinnesphysiologischer Begriff.

Die Antwort „Ein Phänomen des Geruchsinns“ ist falsch: Der Geruchssinn spielt hier keine Rolle.

Zum Weiterdenken: Die vollständige Dunkeladaptation dauert etwa eine halbe Stunde, die Helladaptation nur Sekunden. Warum ist diese Ungleichheit sinnvoll?

MERKE

Der Knick markiert den Wechsel von den Zapfen zu den Stäbchen.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Den Kohlrausch-Knick der Dunkeladaptation zuordnen

B275 A süß

Wie schmeckt Weißbrot, wenn man es lange kaut?

Richtig ist die Antwort „süß“. Weißbrot schmeckt beim langen Kauen zunehmend süß. Der Grund liegt im Speichel: Er enthält ein stärke-spaltendes Enzym, das die langen Ketten der Stärke in kürzere Bruchstücke und schließlich in Malzzucker zerlegt. Stärke selbst schmeckt nach nichts, weil ihre Moleküle zu groß sind, um an die Geschmacksrezeptoren zu passen; die entstehenden Zuckermoleküle dagegen werden als süß erkannt. Damit beginnt die Verdauung bereits im Mund.

Die Antwort „sauer“ ist falsch: Sauer würde es nur schmecken, wenn Säure entstünde, was hier nicht der Fall ist.

Die Antwort „fettig“ ist falsch: Fettig schmeckt Weißbrot nicht, denn es enthält kaum Fett, und der Speichel spaltet ohnehin vor allem Stärke.

Die Antwort „umami“ ist falsch: Umami ist der herzhafteste Geschmack, der auf bestimmte Aminosäuren zurückgeht.

Die Antwort „bitter“ ist falsch: Bitter schmecken viele pflanzliche Abwehrstoffe; beim Abbau von Stärke entsteht nichts dergleichen.

Zum Weiterdenken: Der Speichel beginnt die Kohlenhydratverdauung, im Magen wird das Enzym durch die Säure aber gestoppt. Welchen Sinn hat es dann, überhaupt im Mund zu beginnen?

MERKE

Stärke schmeckt nach nichts, ihr Abbauprodukt nach süß – das Enzym sitzt schon im Speichel.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Stärkeverdauung im Mund erklären

B276 A 250–4000 Hz

In welchem Frequenzbereich liegt der Hauptanteil der menschlichen Sprachinformation?

Richtig ist die Antwort „250–4000 Hz“. Der wesentliche Teil der Sprachinformation liegt zwischen etwa 250 und 4000 Hertz. Deshalb ist genau dieser Bereich in der Hörprüfung besonders wichtig, und deshalb überträgt auch das Telefon nur diesen Ausschnitt und bleibt dennoch verständlich. Das gesamte menschliche Hörvermögen reicht mit etwa 20 bis 20000 Hertz deutlich darüber hinaus, doch für das Verstehen von Sprache genügt der mittlere Bereich.

Die Antwort „25–400 Hz“ ist falsch: 25 bis 400 Hertz deckt nur die Grundfrequenzen der Stimme ab. Die für die Unterscheidung von Lauten entscheidenden Obertöne, besonders bei Zischlauten, liegen darüber und fehlen.

Die Antwort „2,5–4 Hz“ ist falsch: 2,5 bis 4 Hertz liegt weit unterhalb der Hörschwelle; solche Schwingungen nimmt man allenfalls als Vibration wahr.

Die Antwort „24-40 Hz“ ist falsch: 24 bis 40 Hertz liegt an der unteren Grenze des Hörbaren.

Die Antwort „2500-40000 Hz“ ist falsch: 2500 bis 40000 Hertz reicht weit über die obere Hörgrenze hinaus und ließe zugleich die tieferen Sprachanteile aus.

Zum Weiterdenken: Bei Altersschwerhörigkeit gehen zuerst die hohen Frequenzen verloren. Warum ist gerade das Verstehen von Zischlauten dann als Erstes beeinträchtigt?

MERKE

Sprache spielt sich zwischen 250 und 4000 Hertz ab — Hören insgesamt zwischen 20 und 20000.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Den Frequenzbereich der Sprache einordnen

B277 A Ohr

In welchem Organ befindet sich das Corti-Organ?

Richtig ist die Antwort „Ohr“. Das Corti-Organ liegt im Innenohr, genauer in der Hörschnecke auf der Basilarmembran. Dort sitzen die Haarzellen, deren feine Fortsätze bei Schwingungen der Membran ausgelenkt werden; diese mechanische Auslenkung öffnet Ionenkanäle und erzeugt so das elektrische Signal, das über den Hörnerv weiterläuft. Das Corti-Organ ist damit die eigentliche Umwandlungsstelle von Schall in Nervenimpulse.

Die Antwort „Zunge“ ist falsch: Auf der Zunge sitzen die Geschmacksknospen.

Die Antwort „Haut“ ist falsch: In der Haut liegen Tast-, Druck-, Temperatur- und Schmerzsensoren.

Die Antwort „Nase“ ist falsch: In der Nase liegt die Riechschleimhaut.

Die Antwort „Auge“ ist falsch: Im Auge liegen die Lichtsinneszellen der Netzhaut.

Zum Weiterdenken: Die Haarzellen des Corti-Organes erneuern sich beim Menschen nicht. Welche Folge hat das für Lärmschäden am Gehör?

MERKE

Corti-Organ heißt Hören — es sitzt in der Schnecke des Innenohrs.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Das Corti-Organ dem Ohr zuordnen

B278 E rötlich (Komplementärfarbe)

Welche Farbe nimmt man wahr, wenn man nach langem Betrachten eines grünen Bildes auf eine weiße Wand schaut?

Richtig ist die Antwort „rötlich (Komplementärfarbe)“. Betrachtet man lange etwas Grünes und blickt dann auf eine weiße Fläche, erscheint ein rötliches Nachbild. Die Erklärung liegt in der Ermüdung der Lichtsinneszellen: Die für Grün empfindlichen Zapfen sind durch die Dauerreizung erschöpft, während die übrigen ausgeruht sind. Weiß enthält alle Farben; weil der grüne Anteil nun schwächer beantwortet wird, überwiegt der Eindruck der Gegenfarbe. Dass ausgerechnet die Gegenfarbe erscheint, erklärt die Gegenfarbtheorie, nach der Grün und Rot in derselben Verrechnungseinheit gegeneinander verschaltet sind.

Die Antwort „Grün“ ist falsch: Dieselbe Farbe erschiene nur, wenn keine Ermüdung einträte.

Die Antwort „Blau“ ist falsch: Blau ist nicht die Gegenfarbe von Grün; die Gegenfarbpaare lauten Rot gegen Grün und Blau gegen Gelb.

Die Antwort „Gelb“ ist falsch: Gelb ist die Gegenfarbe von Blau.

Die Antwort „Weiß“ ist falsch: Reines Weiß nähme man nur ohne vorherige Ermüdung wahr.

Zum Weiterdenken: Die Gegenfarbpaare sind Rot gegen Grün und Blau gegen Gelb. Wie erklärt diese Verschaltung, dass es kein rötliches Grün und kein bläuliches Gelb zu sehen gibt?

MERKE

Nachbilder zeigen immer die Gegenfarbe — Rot gegen Grün, Blau gegen Gelb.

LEHRTEXT IM KURS

Sinnesorgane und Haut

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Das Nachbild über die Ermüdung der Zapfen erklären

B279 D Berührung

Wofür sind Meißner-Körperchen zuständig?

Richtig ist die Antwort „Berührung“. Meißner-Körperchen sind Berührungssensoren. Sie liegen dicht unter der Oberhaut, besonders zahlreich an Fingerkuppen, Handflächen und Lippen, und sprechen auf leichte Berührung und auf Veränderungen an. Weil sie sich rasch anpassen, melden sie vor allem den Beginn eines Reizes — deshalb spürt man das Anziehen eines Hemdes und nach kurzer Zeit nicht mehr.

Die Antwort „Schmerz“ ist falsch: Schmerz wird über freie Nervenendigungen wahrgenommen, die keine besondere Endstruktur besitzen.

Die Antwort „Druck“ ist falsch: Für tiefen Druck und Vibration sind die Vater-Pacini-Körperchen zuständig, die deutlich tiefer in der Unterhaut liegen und aus zwiebelartig geschichteten Hüllen bestehen.

Die Antwort „Chemische Reize“ ist falsch: Chemische Reize nehmen Geschmacks- und Riechsinneszellen wahr.

Die Antwort „Temperatur“ ist falsch: Temperatur melden Kalt- und Warmsensoren, ebenfalls freie Nervenendigungen.

Zum Weiterdenken: Meißner-Körperchen passen sich rasch an, andere Sensoren kaum. Welchen Vorteil hat es, dass manche Sensoren nur den Beginn eines Reizes melden und andere seinen Fortbestand?

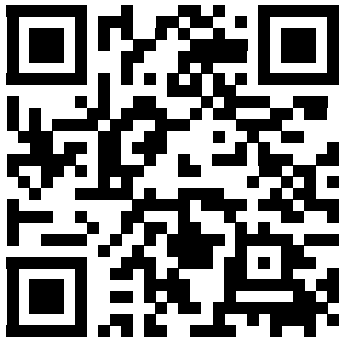
MERKE

Meißner ganz oben für leichte Berührung, Vater-Pacini tief unten für Druck und Vibration.

LEHRTEXT IM KURS**Sinnesorgane und Haut**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Die Tastkörperchen ihren Reizarten zuordnen

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

**LEHRTEXT IM KURS**

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B280 C Myoglobin

Wie heißt der rote Muskelfarbstoff?

Richtig ist die Antwort „Myoglobin“. Der rote Muskelfarbstoff heißt Myoglobin. Er ähnelt dem Hämoglobin, besteht aber nur aus einer einzigen Kette mit einer Häm-Gruppe und bindet deshalb genau ein Sauerstoffmolekül. Weil seine Bindung deutlich fester ist als die des Hämoglobins, nimmt er Sauerstoff aus dem Blut auf und gibt ihn erst ab, wenn der Muskel wirklich Mangel leidet. Er ist damit kein Transporter, sondern ein Zwischenspeicher — deshalb sind Muskeln mit hoher Ausdauerleistung besonders dunkelrot.

Die Antwort „Hämoglobin“ ist falsch: Hämoglobin ist der Farbstoff der roten Blutkörperchen und transportiert Sauerstoff im Blut.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin ist ein Motorprotein und bildet zusammen mit Aktin den Kontraktionsapparat. Die Namensähnlichkeit zu Myoglobin ist die eigentliche Falle.

Die Antwort „Aktin“ ist falsch: Aktin ist der dünne Faden im Muskel, an dem die Myosinköpfe ziehen.

Die Antwort „Ferritin“ ist falsch: Ferritin ist das Speicherprotein für Eisen in Leber, Milz und Knochenmark.

Zum Weiterdenken: Myoglobin bindet Sauerstoff fester als Hämoglobin. Warum ist gerade dieser Unterschied die Voraussetzung dafür, dass der Sauerstoff vom Blut in den Muskel übergeht?

MERKE

Hämoglobin transportiert im Blut, Myoglobin speichert im Muskel — Myosin dagegen bewegt.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Myoglobin als Sauerstoffspeicher des Muskels benennen

B281 B Myoglobin

Welcher Stoff sorgt für die rote Farbe in den Muskeln?

Richtig ist die Antwort „Myoglobin“. Für die rote Farbe des Muskels sorgt das Myoglobin. Es enthält wie das Hämoglobin eine Häm-Gruppe mit Eisen, und dieses Eisen ist es, das die rote Farbe erzeugt. Anders als das Hämoglobin besteht Myoglobin nur aus einer einzigen Kette und dient als Sauerstoffspeicher unmittelbar im Muskelgewebe. Je mehr Myoglobin ein Muskel enthält, desto dunkler ist er und desto besser eignet er sich für Dauerleistung.

Die Antwort „Hämoglobin“ ist falsch: Hämoglobin sitzt in den roten Blutkörperchen und färbt das Blut, nicht den Muskel.

Die Antwort „Myosin“ ist falsch: Myosin ist das dicke Motorprotein des Muskels und zieht am Aktin. Die Namensähnlichkeit zu Myoglobin ist beabsichtigt.

Die Antwort „Aktin“ ist falsch: Aktin bildet die dünnen Fäden, an denen die Myosinköpfchen ansetzen.

Die Antwort „Kreatin“ ist falsch: Kreatin ist an der schnellen Energiebereitstellung beteiligt, indem es als Kreatinphosphat eine Phosphatgruppe für die rasche Wiederherstellung von ATP bereithält.

Zum Weiterdenken: Zugmuskeln für Dauerleistung sind dunkelrot, schnelle Muskeln für kurze Spitzenleistung heller. Wie erklärt sich dieser Farbunterschied unmittelbar aus dem Myoglobingehalt?

MERKE

Myoglobin färbt und speichert, Myosin bewegt — beide beginnen mit Myo, meinen aber Verschiedenes.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den Muskelfarbstoff erneut sicher benennen

B282 B Synzytium mit vielen Zellkernen, entstanden durch Verschmelzung einkerniger Vorläuferzellen

Welche Beschreibung für die Zellen in Skelettmuskelfasern ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Synzytium mit vielen Zellkernen, entstanden durch Verschmelzung einkerniger Vorläuferzellen“. Eine Skelettmuskelfaser entsteht, indem viele einkernige Vorläuferzellen miteinander verschmelzen. Das Ergebnis ist eine einzige, sehr lange Zelle mit vielen Zellkernen, die randständig direkt unter der Zellmembran liegen — ein Synzytium. Die randständige Lage der Kerne ist im Präparat das sicherste Unterscheidungsmerkmal gegenüber der Herzmuskulatur, deren Kerne mittig liegen.

Die Antwort „Einkernige Zelle mit einem zentral gelegenen, runden Zellkern“ ist falsch: Eine einkernige Zelle mit zentralem Kern beschreibt keine Skelettmuskelfaser. Zentral gelegene Kerne finden sich in der Herzmuskulatur, und dort liegen je Zelle nur ein oder zwei.

Die Antwort „Spindelförmige Zellen mit einem Zellkern“ ist falsch: Spindelförmige Zellen mit einem Kern beschreiben die glatte Muskulatur der inneren Organe.

Die Antwort „Retikuläre Zellen mit einem Zellkern“ ist falsch: Retikuläre Zellen bilden ein Netzwerk im lymphatischen Gewebe.

Die Antwort „Epitheloide Zellen mit Mikrotubulioberfläche“ ist falsch: Epitheloide Zellen finden sich in bestimmten Entzündungsformen und haben mit dem Muskel nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Herzmuskelzellen sind ein- bis zweikernig und über Schaltstücke verbunden, Skelettmuskelfasern vielkernig und verschmolzen. Welcher Unterschied in der Arbeitsweise steckt hinter diesem Bauunterschied?

MERKE

Skelettmuskelfaser: vielkernig, Kerne am Rand, entstanden durch Verschmelzung vieler Vorläuferzellen.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Die Skelettmuskelfaser als vielkernige Einheit beschreiben

B283 B zusammenziehen

Welche der folgenden Aktionen wird vom Skelettmuskel AKTIV durchgeführt?

Richtig ist die Antwort „zusammenziehen“. Ein Muskel kann aktiv nur eines: sich zusammenziehen. Beim Gleitfilamentmechanismus greifen die Köpfchen des Myosins an den Aktinfäden an und ziehen diese unter Verbrauch von ATP aneinander vorbei, wodurch die Muskeleinheit kürzer wird. Umgekehrt kann er sich nicht aus eigener Kraft verlängern. Genau daraus folgt, dass Muskeln fast immer paarweise als Gegenspieler angeordnet sind: Der eine zieht, und der andere zieht ihn wieder auseinander.

Die Antwort „dehnen“ ist falsch: Gedeht wird ein Muskel von außen, sei es durch seinen Gegenspieler oder durch Schwerkraft.

Die Antwort „spreizen“ ist falsch: Spreizen ist eine Bewegungsrichtung im Gelenk und entsteht ebenfalls durch Zusammenziehen bestimmter Muskeln.

Die Antwort „drehen“ ist falsch: Auch Drehen ist eine Bewegung, die aus dem Zusammenziehen entsprechend angeordneter Muskeln hervorgeht, und keine eigene Fähigkeit des Muskelgewebes.

Die Antwort „verlängern“ ist falsch: Verlängern kann sich ein Muskel nicht aktiv; er lässt sich nur verlängern.

Zum Weiterdenken: Weil Muskeln nur ziehen können, gibt es zu fast jedem Beuger einen Strecker. Wie erklärt dieses Prinzip den Aufbau des gesamten Bewegungsapparats?

MERKE

Muskeln können nur ziehen — für die Gegenrichtung braucht es immer einen Gegenspieler.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die einzige aktive Leistung des Muskels benennen

B284 E Antagonistischer Muskel

Ein Muskel kann sich zusammenziehen – wie gelangt er wieder in seine Ausgangsposition zurück?

Richtig ist die Antwort „Antagonistischer Muskel“. Ein Muskel kann sich nur aktiv zusammenziehen, nicht aber aktiv verlängern. In seine Ausgangslage gelangt er deshalb allein dadurch, dass ein anderer Muskel ihn wieder auseinanderzieht – sein Gegenspieler. Deshalb sind Muskeln fast überall paarweise angeordnet, etwa Bizeps und Trizeps am Oberarm: Der eine beugt den Ellenbogen, der andere streckt ihn und dehnt dabei den ersten wieder.

Die Antwort „Durch die aufgebaute Spannung in den Gelenken“ ist falsch: Gelenke bauen keine Spannung auf, die einen Muskel zurückziehen könnte. Sie geben lediglich die Bewegungsrichtung vor.

Die Antwort „Nach einer gewissen Zeit springt er automatisch wieder zurück“ ist falsch: Von selbst springt ein Muskel nicht zurück; ohne Gegenkraft bliebe er verkürzt.

Die Antwort „Nach aktiver Kontraktion folgt spontane Rückkehr in den Normalzustand“ ist falsch: Eine spontane Rückkehr in den Normalzustand gibt es nicht. Der Muskel erschlafft zwar, doch Erschlaffung allein bewirkt noch keine Bewegung.

Die Antwort „Bindegewebshülle führt Muskel über Elastizität zurück“ ist falsch: Die Bindegewebshüllen sind zwar elastisch und tragen ein wenig bei, doch sie reichen bei Weitem nicht aus, um ein Gelenk zurückzubewegen.

Zum Weiterdenken: Bizeps und Trizeps arbeiten gegeneinander und dennoch zusammen. Was geschieht mit einem Gelenk, dessen einer Muskel gelähmt ist?

MERKE

Muskeln ziehen nur – zurück kommt der Muskel allein durch seinen Gegenspieler.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Das Prinzip der Gegenspieler im Bewegungsapparat verstehen

B285 B Ausdauernde Tätigkeit

Was sind typische Eigenschaften der glatten Muskulatur des Darms?

Richtig ist die Antwort „Ausdauernde Tätigkeit“. Die glatte Muskulatur des Darms arbeitet langsam, gleichmäßig und außerordentlich ausdauernd. Sie ermüdet kaum, verbraucht wenig Energie und kann eine Spannung über lange Zeit halten – genau das braucht ein Organ, das rund um die Uhr arbeitet. Gesteuert wird sie unwillkürlich über das vegetative Nervensystem und über einen eigenen Nervengeflechtapparat in der Darmwand.

Die Antwort „Willentliche Beeinflussbarkeit“ ist falsch: Willentlich beeinflussbar ist allein die quergestreifte Skelettmuskulatur. Die Darmtätigkeit entzieht sich dem

Willen vollständig.

Die Antwort „Rasche Ermüdung“ ist falsch: Rasch ermüdet die Skelettmuskulatur, besonders bei schneller Kraftentfaltung. Die glatte Muskulatur ist gerade dafür bekannt, nicht zu ermüden.

Die Antwort „Schnelle Kontraktion“ ist falsch: Schnelle Kontraktionen sind Sache der Skelettmuskulatur. Glatte Muskulatur zieht sich langsam zusammen.

Die Antwort „Aktive Streckung“ ist falsch: Aktiv strecken kann sich kein Muskel, auch die glatte Muskulatur nicht.

Zum Weiterdenken: Der Darm muss Tag und Nacht arbeiten, ein Bizeps nur gelegentlich und dafür kräftig. Wie spiegeln sich diese unterschiedlichen Anforderungen im Bau der beiden Muskelarten wider?

MERKE

Glatt heißt langsam, unwillkürlich und unermüdet – quergestreift heißt schnell, willkürlich und ermüdbar.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Eigenschaften der glatten Muskulatur beschreiben

B286 E Fingerendgelenk

Welches der folgenden Gelenke ist ein Scharniergelenk?

Richtig ist die Antwort „Fingerendgelenk“. Das Fingerendgelenk ist ein Scharniergelenk und lässt Bewegung nur in einer einzigen Ebene zu, nämlich Beugen und Strecken. Solche Gelenke haben einen Freiheitsgrad und werden durch straffe Seitenbänder auf diese eine Richtung festgelegt. Weitere Beispiele sind das Ellenbogengelenk zwischen Oberarm und Elle sowie das obere Sprunggelenk.

Die Antwort „Hüftgelenk“ ist falsch: Das Hüftgelenk ist ein Kugelgelenk mit drei Freiheitsgraden und erlaubt Beugen und Strecken, Abspreizen und Heranführen sowie Drehen. Wegen der tiefen Pfanne ist es allerdings ein besonders geführtes Kugelgelenk.

Die Antwort „Schulter“ ist falsch: Das Schultergelenk ist das beweglichste Kugelgelenk des Körpers, weil seine Pfanne flach ist – der Preis dafür ist eine hohe Neigung zur Auskugelung.

Die Antwort „Zehengrundgelenk“ ist falsch: Zehengrundgelenke sind Eigelenke und lassen zwei Bewegungsebenen zu.

Die Antwort „Handgelenk“ ist falsch: Das Handgelenk ist ein Eigelenk und erlaubt Beugen und Strecken sowie Bewegung zur Speichen- und Ellenseite.

Zum Weiterdenken: Je beweglicher ein Gelenk, desto geringer seine Stabilität. Wie zeigt sich dieser Zusammenhang im Vergleich von Schulter und Hüfte?

MERKE

Scharnier heißt eine Ebene, Kugel heißt drei – mehr Beweglichkeit bedeutet weniger Führung.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Gelenktypen an Beispielen erkennen

B287 B halbmondförmig

Welche Form hat der Meniskus?

Richtig ist die Antwort „halbmondförmig“. Die beiden Menisken des Kniegelenks sind halbmondförmig, was ihnen ihren Namen eingetragen hat – das griechische Wort bedeutet Möndchen. Sie bestehen aus Faserknorpel und gleichen die Formunterschiede zwischen dem gerundeten Oberschenkelknochen und dem nahezu flachen Schienbeinkopf aus. Dadurch vergrößern sie die Auflagefläche, verteilen den Druck und wirken zugleich als Stoßdämpfer.

Die Antwort „Kreisförmig“ ist falsch: Kreisförmig sind die Menisken nicht, denn dann könnten sie das Gelenk nicht seitlich umschließen und zugleich in der Mitte Raum lassen.

Die Antwort „Quadratisch“ ist falsch: Quadratisch ist keine im Bewegungsapparat vorkommende Form für ein Zwischengelenkstück.

Die Antwort „vollmondförmig“ ist falsch: Vollmondförmig wäre gleichbedeutend mit kreisförmig und ist hier nur eine Umschreibung derselben falschen Antwort.

Die Antwort „trapezförmig“ ist falsch: Trapezförmig beschreibt einen Handwurzelknochen, nicht den Meniskus.

Zum Weiterdenken: Der innere Meniskus ist fest mit dem Innenband verwachsen, der äußere beweglicher. Warum reißt bei Drehbewegungen im gebeugten Knie deshalb häufiger der innere?

MERKE

Meniskus heißt Möndchen – halbmondförmiger Faserknorpel als Puffer im Knie.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Form und Aufgabe des Meniskus beschreiben

B288 B 3 Frau / 2 Mann

Wie viele Öffnungen hat der Beckenboden bei Frau bzw. Mann?

Richtig ist die Antwort „3 Frau / 2 Mann“. Der Beckenboden ist eine mehrschichtige Muskel-Bindegewebs-Platte, die den Bauchraum nach unten abschließt und die Organe trägt. Bei der Frau durchziehen

ihn drei Öffnungen – Harnröhre, Scheide und Enddarm –, beim Mann nur zwei, nämlich Harnröhre und Enddarm. Jede zusätzliche Öffnung schwächt die Platte, und genau darin liegt einer der Gründe, warum eine Beckenbodenschwäche bei Frauen häufiger auftritt, verstärkt durch die Belastung bei Schwangerschaft und Geburt.

Die Antwort „2 Frau / 1 Mann“ ist falsch: Zwei bei der Frau ließe die Scheide außer Acht, und eine beim Mann übersähe den Enddarm.

Die Antwort „2 Mann / 2 Frau“ ist falsch: Zwei bei beiden Geschlechtern übersieht die zusätzliche Öffnung bei der Frau.

Die Antwort „2 Frau / 3 Mann“ ist falsch: Die Zahlen sind hier vertauscht.

Die Antwort „1 Frau / 3 Mann“ ist falsch: Eine Öffnung bei der Frau und drei beim Mann kehrt die Verhältnisse vollständig um.

Zum Weiterdenken: Der Beckenboden trägt sämtliche Bauchorgane gegen die Schwerkraft und muss zugleich mehrfach durchbrochen sein. Warum ist diese Doppelanforderung anatomisch so anspruchsvoll?

MERKE

Drei Öffnungen bei der Frau, zwei beim Mann – die Scheide macht den Unterschied.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Durchtrittsstellen des Beckenbodens zählen

B289 E Myosine

Welches Motorprotein gleitet an Aktin entlang und ist an der Kontraktion der quergestreiften Muskulatur beteiligt?

Richtig ist die Antwort „Myosine“. Myosine sind die Motorproteine, die an den Aktinfäden entlanggleiten und so die Muskelkontraktion bewirken. Ihre Köpfchen binden an das Aktin, kippen unter Verbrauch von ATP um und ziehen den Faden dabei ein Stück weit mit; anschließend lösen sie sich, richten sich auf und greifen erneut. Weil sich die Fäden dabei ineinanderschieben, ohne selbst kürzer zu werden, spricht man vom Gleitfilamentmodell.

Die Antwort „Titine“ ist falsch: Titin ist mit Abstand das größte Eiweiß des menschlichen Körpers und wirkt im Muskel wie eine Feder, die die Fäden in Lage hält und für die Rückstellkraft sorgt. Ein Motor ist es nicht.

Die Antwort „Desmine“ ist falsch: Desmin gehört zu den Intermediärfilamenten und verbindet die Muskeleinheiten seitlich miteinander.

Die Antwort „Tubuline“ ist falsch: Tubulin ist der Baustein der Mikrotubuli und gehört zum Zytoskelett.

Die Antwort „Mikrotubuli“ ist falsch: Mikrotubuli sind Bestandteile des Zytoskeletts; an ihnen arbeiten die Motorproteine Dynein und Kinesin.

Zum Weiterdenken: Ohne ATP lösen sich die Myosinköpfchen nicht mehr vom Aktin. Wie erklärt das die Totenstarre?

MERKE

Myosin zieht am Aktin, Titin federt zurück – beide brauchen einander.

LEHRTEXT IM KURS**Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Myosin als Motorprotein des Muskels benennen

B290 A Osteoklasten

Welche Zellen sind für den Abbau von Knochengewebe zuständig?

Richtig ist die Antwort „Osteoklasten“. Osteoklasten bauen Knochengewebe ab. Es sind große, vielkernige Zellen, die aus derselben Vorläuferreihe stammen wie die Fresszellen des Blutes. Sie legen sich der Knochenoberfläche dicht auf, säuern den abgeschlossenen Raum darunter an und lösen so die Mineralien heraus, während Enzyme das Eiweißgerüst abbauen. Zusammen mit den Osteoblasten sorgen sie für den ständigen Umbau, durch den sich der Knochen an Belastung anpassen kann.

Die Antwort „Osteoblasten“ ist falsch: Osteoblasten bauen Knochensubstanz auf. Die beiden Namen unterscheiden sich nur in einer Silbe, weshalb es hilft, sich klast wie zerklüften und blast wie bilden zu merken.

Die Antwort „Osteozyten“ ist falsch: Osteozyten sind die reifen Knochenzellen, die eingemauert in der Matrix liegen. Sie sind aus Osteoblasten hervorgegangen und überwachen die Belastung.

Die Antwort „Osteophyten“ ist falsch: Osteophyten sind knöcherne Anbauten, wie sie bei Gelenkverschleiß entstehen, also ein Krankheitsbefund und keine Zellart.

Die Antwort „Osteophagen“ ist falsch: Osteophagen gibt es als Fachbegriff nicht.

Zum Weiterdenken: Aufbau und Abbau laufen im Knochen lebenslang parallel. Warum führt ein Ungleichgewicht zwischen beiden zur Osteoporose, und welche Rolle spielt dabei die Belastung?

MERKE

Blast baut auf, Klast bricht ab, Zyt sitzt eingemauert und überwacht.

LEHRTEXT IM KURS**Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen**

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die drei Zelltypen des Knochens unterscheiden

B291 B Aktin und Myosin

Welche Proteine sind hauptsächlich an der Muskelkontraktion beteiligt?

Richtig ist die Antwort „Aktin und Myosin“. Die Kontraktion beruht auf dem Zusammenspiel von Aktin und Myosin. Die dicken Myosinfilamente tragen bewegliche Köpfchen, die an den dünnen Aktinfilamenten ansetzen, unter ATP-Verbrauch umkippen und diese ein Stück weit mitziehen. Weil sich die beiden Filamentarten dabei ineinanderschieben, ohne selbst kürzer zu werden, spricht man vom Gleitfilamentmodell.

Die Antwort „Dynein und Kinesin“ ist falsch: Dynein und Kinesin sind ebenfalls Motorproteine, arbeiten aber an den Mikrotubuli und übernehmen Transportaufgaben in der Zelle sowie den Antrieb von Geißeln.

Die Antwort „Tubulin“ ist falsch: Tubulin ist der Baustein der Mikrotubuli.

Die Antwort „Troponin und Tropomyosin“ ist falsch: Troponin und Tropomyosin sind an der Kontraktion beteiligt, allerdings als Regler und nicht als Ausführende. Im Ruhezustand blockiert Tropomyosin die Bindungsstellen am Aktin; erst wenn Calcium an Troponin bindet, gibt es sie frei. Diese Antwort ist der anspruchsvollste Distraktor, weil sie inhaltlich nahe liegt – gefragt sind jedoch die hauptsächlich beteiligten Proteine.

Die Antwort „Desmin und Vimentin“ ist falsch: Desmin und Vimentin gehören zu den Intermediärfilamenten und dienen der mechanischen Festigkeit.

Zum Weiterdenken: Calcium gibt über Troponin die Bindungsstellen am Aktin frei. Warum ist damit der Calciumspiegel im Inneren der Muskelzelle der eigentliche Schalter für jede Kontraktion?

MERKE

Aktin und Myosin führen aus, Troponin und Tropomyosin geben frei, Calcium schaltet.

LEHRTEXT IM KURS**Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die beiden Hauptproteine der Muskelkontraktion benennen

B292 C Sie kann vom vegetativen Nervensystem beeinflusst werden

Welche Aussage zur glatten Muskulatur trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sie kann vom vegetativen Nervensystem beeinflusst werden“. Die glatte Muskulatur wird vom vegetativen Nervensystem beeinflusst, also von Sympathikus und Parasympathikus, und zusätzlich von Hormonen und örtlichen Dehnungsreizen. Genau das entspricht ihrer Aufgabe: Sie arbeitet in den Wänden von Hohlorganen und Gefäßen, wo eine bewusste Steuerung weder nötig noch praktikabel wäre.

Die Antwort „Sie besitzt bis zu 100 Zellkerne pro Zelle“ ist falsch: Viele Zellkerne je Zelle sind kennzeichnend für die Skelettmuskelfaser. Glatte Muskelzellen sind spindelförmig und besitzen genau einen Kern.

Die Antwort „Sie kann willkürlich beeinflusst werden“ ist falsch: Willkürlich steuerbar ist allein die Skelettmuskulatur.

Die Antwort „Sie kann als Synzytium mit quergestreiften Fasern vorliegen“ ist falsch: Glatte und quergestreifte Fasern bilden kein gemeinsames Gebilde; es handelt sich um getrennte Gewebearten.

Die Antwort „Eine einzelne Muskelfaser kann mehrere Zentimeter lang sein“ ist falsch: Mehrere Zentimeter lang werden Skelettmuskelfasern. Glatte Muskelzellen messen je nach Organ nur einige Zehntel Millimeter, in der Gebärmutter während der Schwangerschaft allerdings deutlich mehr.

Zum Weiterdenken: Glatte Muskulatur reagiert auch unmittelbar auf Dehnung, ganz ohne Nervenbefehl. Welchen Vorteil hat diese Eigensteuerung für ein Hohlorgan, das sich unterschiedlich stark füllt?

MERKE

Glatt heißt einkerniger, spindelförmiger Bau und unwillkürliche Steuerung.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Eigenschaften der glatten Muskulatur prüfen

B293 E Das Rückenmark wird von speziellen Bindegewebsschichten (Meningen) umhüllt

Welche Aussage zur Wirbelsäule bzw. zum Rückenmark trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Rückenmark wird von speziellen Bindegewebsschichten (Meningen) umhüllt“.

Das Rückenmark ist wie das Gehirn von drei Häuten umgeben, den Hirn- beziehungsweise Rückenmarkshäuten. Zwischen den beiden inneren zirkuliert Hirnwasser, das als Polster wirkt und Erschütterungen abfängt.

Die Antwort „Weiße Substanz liegt innen, graue außen“ ist falsch: Im Rückenmark liegt die graue Substanz innen in Schmetterlingsform und die weiße außen. Im Gehirn ist es umgekehrt.

Die Antwort „Es gibt 20 Spinalnervenpaare“ ist falsch: Es gibt einunddreißig und nicht zwanzig Spinalnervenpaare.

Die Antwort „In der weißen Substanz liegen die Zellkörper der Neurone“ ist falsch: Die Zellkörper der Nervenzellen liegen in der grauen Substanz. Die weiße Substanz verdankt ihre Farbe dem Myelin der Nervenfortsätze, die dort in Bahnen verlaufen.

Die Antwort „Spinalnerven haben nur sensorische Axone“ ist falsch: Spinalnerven sind gemischte Nerven und führen sowohl empfindende als auch bewegende Fasern. Sie

entstehen aus dem Zusammenschluss einer hinteren, empfindenden und einer vorderen, bewegenden Wurzel.

Zum Weiterdenken: Graue Substanz enthält Zellkörper, weiße die myelinisierten Bahnen. Warum liegt die graue Substanz im Rückenmark innen und im Gehirn außen?

MERKE

Grau ist Zellkörper, weiß ist Bahn — im Rückenmark grau innen, im Gehirn grau außen.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Aussagen zu Rückenmark und Spinalnerven prüfen

B294 B hoher Myoglobingehalt

Welche Merkmale zeichnen Skelettmuskelzellen vom Typ I aus?

Richtig ist die Antwort „hoher Myoglobingehalt“.

Muskelfasern vom Typ I sind die langsamen, ausdauernden Fasern. Sie enthalten viel Myoglobin, das ihnen die dunkelrote Farbe gibt und Sauerstoff im Gewebe zwischenspeichert, dazu zahlreiche Mitochondrien und eine dichte Kapillarversorgung. Sie arbeiten überwiegend mit Sauerstoff, ermüden kaum und eignen sich für Haltearbeit und Ausdauerleistung.

Die Antwort „rasche Ermüdung“ ist falsch: Rasch ermüden die Fasern vom Typ II, die auf kurze, kräftige Leistungen ausgelegt sind.

Die Antwort „schnelle Kontraktion“ ist falsch: Schnell kontrahieren ebenfalls die Typ-II-Fasern.

Die Antwort „niedrige Mitochondriendichte“ ist falsch: Die Mitochondriendichte ist bei Typ I gerade hoch, denn sie arbeiten mit Sauerstoff.

Die Antwort „erhöhte (anaerobe) Glykolyseaktivität“ ist falsch: Die Zuckerverwertung ohne Sauerstoff überwiegt bei den Typ-II-Fasern, weshalb dort auch mehr Milchsäure anfällt.

Zum Weiterdenken: Ausdauersportler haben anteilig mehr Typ-I-Fasern, Sprinter mehr Typ-II-Fasern. Wie viel davon ist Veranlagung und wie viel Folge des Trainings?

MERKE

Typ I ist rot, langsam und ausdauernd — Typ II ist blass, schnell und schnell erschöpft.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Rote und weiße Muskelfasern unterscheiden

B295 A Osteoklasten

Welche Zellen sind für den Abbau von Knochengewebe zuständig?

Richtig ist die Antwort „Osteoklasten“. Osteoklasten bauen Knochengewebe ab. Sie sind vielkernige Riesenzellen, die aus derselben Vorläuferreihe stammen wie die Fresszellen des Blutes, und lösen den Knochen auf, indem sie den abgeschlossenen Raum unter sich ansäuern und Enzyme abgeben. Ihre Tätigkeit ist kein Schaden, sondern Teil des lebenslangen Umbaus, durch den sich der Knochen an veränderte Belastung anpasst und Mikroschäden beseitigt werden.

Die Antwort „Osteoblasten“ ist falsch: Osteoblasten bauen auf. Als Merkhilfe hilft die Ähnlichkeit von klast und zerklüften gegenüber blast und bilden.

Die Antwort „Osteozyten“ ist falsch: Osteozyten sind die eingemauerten reifen Knochenzellen und überwachen die Belastung.

Die Antwort „Osteophyten“ ist falsch: Osteophyten sind knöcherne Anbauten bei Gelenkverschleiß und keine Zellart.

Die Antwort „Osteophagen“ ist falsch: Osteophagen gibt es nicht.

Zum Weiterdenken: Osteoklasten stammen aus derselben Reihe wie die Fresszellen des Blutes. Wie erklärt diese Verwandtschaft ihre Arbeitsweise mit Säure und Enzymen?

MERKE

Klast bricht ab, Blast baut auf, Zyt sitzt drin und meldet.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die knochenabbauenden Zellen erneut benennen

B296 B Osteozyten

Welche Zellen liegen mineralisiert in der Knochenmatrix eingemauert vor?

Richtig ist die Antwort „Osteozyten“. Osteozyten sind die reifen Knochenzellen und liegen eingemauert in kleinen Höhlen der mineralisierten Matrix. Sie entstehen aus Osteoblasten, die sich beim Aufbau selbst eingeschlossen haben, und stehen über feine Fortsätze in winzigen Kanälchen miteinander in Verbindung. Über dieses Netzwerk nehmen sie mechanische Belastung wahr und melden, wo mehr oder weniger Knochen gebraucht wird – sie sind also die Sensoren des Umbaus.

Die Antwort „Mesenchymzellen“ ist falsch: Mesenchymzellen sind embryonale Bindegewebszellen und die gemeinsame Vorstufe.

Die Antwort „Osteoblasten“ ist falsch: Osteoblasten sitzen an der Oberfläche und bauen neue Substanz an. Erst wenn sie sich selbst einschließen, werden aus ihnen Osteozyten.

Die Antwort „Osteoklasten“ ist falsch: Osteoklasten sitzen ebenfalls der Oberfläche auf und bauen ab.

Die Antwort „Progenitorzellen“ ist falsch: Vorläuferzellen sind noch nicht ausdifferenziert.

Zum Weiterdenken: Die eingemauerten Osteozyten melden über ihr Netzwerk, wo Belastung auftritt. Wie erklärt das, dass Knochen bei Sportlern dicker und bei Bettlägerigen dünner werden?

MERKE

Osteoblast baut an der Oberfläche, mauert sich ein und wird zum Osteozyten.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die eingemauerten Knochenzellen benennen

B297 E Atrophie

Wie nennt man die Abnahme von Muskelgewebe?

Richtig ist die Antwort „Atrophie“. Die Abnahme von Gewebe heißt Atrophie. Beim Muskel tritt sie ein, wenn die Belastung fehlt, etwa im Gips oder bei langer Bettlägerigkeit, aber auch, wenn der versorgende Nerv ausfällt. Die Zellen werden dabei kleiner, ohne dass ihre Zahl zwangsläufig abnimmt.

Die Antwort „Neoplasie“ ist falsch: Neoplasie bezeichnet eine Neubildung von Gewebe, wie sie gutartigen und bösartigen Geschwülsten zugrunde liegt.

Die Antwort „Hypertrophie“ ist falsch: Hypertrophie ist die Zunahme des Zellvolumens ohne Zunahme der Zellzahl, also genau das Gegenteil.

Die Antwort „Hyperplasie“ ist falsch: Hyperplasie ist die Zunahme der Zellzahl durch Teilung.

Die Antwort „Metaplasie“ ist falsch: Metaplasie bezeichnet die Umwandlung eines Gewebetyps in einen anderen, etwa wenn Flimmerepithel bei Rauchen in widerstandsfähigeres Plattenepithel übergeht.

Zum Weiterdenken: Die fünf Begriffe unterscheiden sich nur in ihren Vorsilben und beschreiben doch ganz verschiedene Vorgänge. Wie ordnest du sie dir über die Bedeutung von a, hyper, neo und meta dauerhaft zu?

MERKE

A heißt weg, hyper heißt mehr, neo heißt neu, meta heißt umgewandelt.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Begriffe für Gewebeveränderungen unterscheiden

B298 B Myosin

Welches Motorprotein von Aktin ist an der Muskelkontraktion beteiligt?

Richtig ist die Antwort „Myosin“: Myosin ist das Motorprotein, das am Aktin ansetzt und die Kontraktion bewirkt. Seine Köpfe binden an das Aktinfilament, kippen unter Verbrauch von ATP um und ziehen den Faden dabei mit; anschließend lösen sie sich, richten sich auf und greifen weiter vorn erneut zu. Dieser Zyklus läuft in jeder Muskelzelle vielfach je Sekunde ab.

Die Antwort „Troponin“ ist falsch: Troponin ist ein Regelprotein. Es bindet Calcium und gibt dadurch die Bindungsstellen am Aktin frei, zieht aber selbst nicht.

Die Antwort „Tubulin“ ist falsch: Tubulin ist der Baustein der Mikrotubuli.

Die Antwort „Lamin“ ist falsch: Laminae bilden die Kernlamina an der Innenseite der Kernhülle.

Die Antwort „Desmin“ ist falsch: Desmin gehört zu den Intermediärfilamenten und verbindet die Muskeleinheiten seitlich.

Zum Weiterdenken: Myosin führt aus, Troponin gibt frei, Calcium schaltet. Warum lässt sich die gesamte Muskelkontraktion mit diesen drei Rollen beschreiben?

MERKE

Myosin ist der Motor, Aktin die Schiene, Troponin der Schalter.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Myosin erneut als Motorprotein benennen

B299 A Muskulatur (Rotatorenmanschette)

Was ist am wichtigsten für die Stabilisierung des Schultergelenks?

Richtig ist die Antwort „Muskulatur (Rotatorenmanschette)“: Das Schultergelenk wird ganz überwiegend durch Muskulatur stabilisiert, insbesondere durch die Rotatorenmanschette aus vier Muskeln, deren Sehnen den Oberarmkopf wie eine Manschette umgreifen und ihn in die flache Pfanne ziehen. Das ist notwendig, weil die knöcherne Führung hier so gering ist wie in keinem anderen Gelenk: Die Pfanne ist klein und flach, der Kopf groß. Genau diese Bauweise ermöglicht die enorme Beweglichkeit der Schulter – und erklärt zugleich, warum sie so leicht auskugelt.

Die Antwort „Schlüsselbein“ ist falsch: Das Schlüsselbein verbindet Schulterblatt und Brustbein und hält die Schulter auf Abstand vom Rumpf, führt aber nicht das Gelenk selbst.

Die Antwort „Gelenkkapsel“ ist falsch: Die Gelenkkapsel ist weit und schlaff, damit sie die Beweglichkeit nicht einschränkt. Sie trägt zur Stabilität wenig bei.

Die Antwort „Erste Rippe“ ist falsch: Die erste Rippe hat mit dem Schultergelenk nichts zu tun.

Die Antwort „Bänder“ ist falsch: Bänder sichern das Gelenk nur ergänzend; anders als etwa im Knie sind sie hier nicht die Hauptträger.

Zum Weiterdenken: Die Schulter ist das beweglichste und zugleich das am leichtesten auskugelnde Gelenk. Warum sind Beweglichkeit und Stabilität hier zwangsläufig gegenläufig?

MERKE

In der Schulter hält der Muskel, nicht der Knochen – deshalb beweglich und deshalb anfällig.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Stabilisierung des Schultergelenks der Muskulatur zuordnen

B300 D Platter Knochen

Welchem Knochentyp entspricht das Brustbein (Sternum)?

Richtig ist die Antwort „Platter Knochen“: Das Brustbein ist ein platter Knochen. Diese Gruppe umfasst flache, breite Knochen wie Schädeldach, Schulterblatt, Rippen, Beckenschaufel und eben das Brustbein. Sie bieten Schutz und Ansatzfläche für Muskeln und enthalten zwischen zwei dünnen festen Schichten eine Schicht schwammartigen Knochens, in dem beim Erwachsenen rotes Knochenmark liegt – weshalb man zur Knochenmarkpunktion gern das Brustbein oder den Beckenkamm wählt.

Die Antwort „Ungleichmäßiger Knochen“ ist falsch: Unregelmäßige Knochen sind etwa die Wirbel, deren Form sich keiner einfachen Gruppe zuordnen lässt.

Die Antwort „Sesamknochen“ ist falsch: Sesambeine sind in Sehnen eingelagerte Knochen; der größte ist die Kniescheibe.

Die Antwort „Röhrenknochen“ ist falsch: Röhrenknochen sind die langen Knochen der Gliedmaßen mit einem Schaft und zwei Enden.

Die Antwort „Kurzer Knochen“ ist falsch: Kurze Knochen sind etwa die Hand- und Fußwurzelknochen.

Zum Weiterdenken: In platten Knochen liegt beim Erwachsenen rotes Knochenmark, in den Röhrenknochen überwiegend Fettmark. Wie erklärt das die Wahl der Punktionsstellen in der Medizin?

MERKE

Platte Knochen schützen und beherbergen rotes Mark – Brustbein, Rippen, Beckenschaufel, Schädeldach.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Knochentypen an Beispielen zuordnen

B301 E Menisken

Wo findet man Faserknorpel?

Richtig ist die Antwort „Menisken“. Faserknorpel findet sich in den Menisken sowie in den Bandscheiben und im Schambeinfugenknorpel. Er enthält besonders viele kräftige Kollagenfasern und hält dadurch hohen Druck- und Zugkräften stand — genau das, was an diesen Stellen gebraucht wird.

Die Antwort „Lufröhre“ ist falsch: Die Luftröhre besteht aus hyalinem Knorpel, dem häufigsten Typ. Er ist glasig-durchscheinend und findet sich außerdem an den Gelenkflächen und an den Rippenenden.

Die Antwort „Ohr“ ist falsch: Die Ohrmuschel besteht aus elastischem Knorpel, der reich an elastischen Fasern ist und sich nach Verformung wieder zurückstellt.

Die Antwort „Nase“ ist falsch: Der Nasenknorpel ist überwiegend hyalin.

Die Antwort „Kehlkopfdeckel“ ist falsch: Der Kehlkopf besteht aus elastischem Knorpel, denn er muss sich beim Schlucken biegen und danach zurückfedern.

Zum Weiterdenken: Faserknorpel hält Druck, elastischer Knorpel federt zurück, hyaliner Knorpel gleitet. Wie lässt sich aus der Aufgabe einer Stelle jeweils der passende Knorpeltyp vorhersagen?

MERKE

Faserknorpel dort, wo gedrückt wird; elastischer, wo gefedert wird; hyaliner, wo geglitten wird.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Die drei Knorpelarten an ihren Vorkommen unterscheiden

B302 E Zusammenziehen (Kontraktion)

Welche Bewegung können spindelförmige Skelettmuskelfasern aktiv bewirken?

Richtig ist die Antwort „Zusammenziehen (Kontraktion)“. Muskelfasern können aktiv ausschließlich eines: sich zusammenziehen. Alles Weitere ergibt sich daraus, wo der Muskel ansetzt und über welches Gelenk er zieht. Dehnen, Verlängern, Drehen und Spreizen sind entweder Ergebnisse dieses Zuges an bestimmten Ansatzpunkten oder Vorgänge, die von außen bewirkt werden.

Die Antwort „Dehnen“ ist falsch: Gedeht wird ein Muskel von seinem Gegenspieler oder von äußeren Kräften.

Die Antwort „Verlängern“ ist falsch: Aktiv verlängern kann sich kein Muskel.

Die Antwort „Drehen“ ist falsch: Drehbewegungen entstehen dadurch, dass ein Muskel schräg über ein Gelenk zieht — auch das ist letztlich eine Kontraktion.

Die Antwort „Spreizen“ ist falsch: Auch das Abspreizen entsteht durch Kontraktion entsprechend angeordneter Muskeln.

Zum Weiterdenken: Alle Bewegungsrichtungen des Körpers gehen auf eine einzige aktive Leistung zurück. Wie erklärt das die enorme Zahl an Muskeln, die der Mensch besitzt?

MERKE

Nur ziehen — jede Bewegungsrichtung entsteht aus der Lage von Ursprung und Ansatz.

LEHRTEXT IM KURS

Skelettsystem mit Knochen, Knorpel, Gelenken, Muskeln und Begleitstrukturen

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die aktive Leistung des Muskels abschließend bestimmen

Verdauungssystem: Mund, Speiseröhre, Magen-Darm-Kanal

**LEHRTEXT IM KURS****Verdauungssystem**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B303 E Resorption der Nährstoffe

Welcher Verdauungsschritt findet hauptsächlich im Dünndarm statt?

Richtig ist die Antwort „Resorption der Nährstoffe“. Im

Dünndarm findet die Aufnahme der Nährstoffe ins Blut statt, also die Resorption. Dafür ist er in einzigartiger Weise gebaut: Ringförmige Falten, Zotten und Mikrovilli vergrößern seine Oberfläche auf weit über hundert

Quadratmeter. Zugleich werden hier die Nährstoffe durch Enzyme aus Bauchspeicheldrüse und Darmschleimhaut sowie mithilfe der Galle endgültig in ihre kleinsten Bausteine zerlegt.

Die Antwort „Eindickung des Stuhls durch Wasserresorption“ ist falsch: Die Eindickung des Stuhls durch Wasserentzug ist die Hauptaufgabe des Dickdarms. Er entzieht dem Darminhalt täglich mehrere Liter Wasser.

Die Antwort „Bildung von Salzsäure“ ist falsch: Salzsäure bilden die Belegzellen der Magenschleimhaut.

Die Antwort „Ansäuerung des Speisebreis“ ist falsch: Angesäuert wird der Speisebrei ebenfalls im Magen. Im Zwölffingerdarm wird er anschließend durch Bikarbonat aus der Bauchspeicheldrüse wieder neutralisiert, weil die Enzyme des Dünndarms im Säuren nicht arbeiten könnten.

Die Antwort „Hauptsächliche Bakterienbesiedelung“ ist falsch: Die dichte Bakterienbesiedelung findet sich im Dickdarm, wo mehr als hundert Billionen Bakterien leben.

Zum Weiterdenken: Der Magen arbeitet stark sauer, der Dünndarm leicht basisch. Warum muss der Speisebrei zwischen beiden Abschnitten umgestellt werden, statt eine einheitliche Umgebung beizubehalten?

MERKE

Dünndarm nimmt auf, Dickdarm dickt ein, Magen säuert an.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Hauptaufgabe des Dünndarms benennen

B304 D Zotten

Welche Dünndarmstruktur zur Oberflächenvergrößerung kann man noch mit freiem Auge erkennen?

Richtig ist die Antwort „Zotten“. Die Zotten sind mit etwa einem halben bis einem Millimeter Länge gerade noch mit bloßem Auge als samtige Beschaffenheit der Schleimhaut zu erkennen. Sie bilden die mittlere der drei Ebenen der Oberflächenvergrößerung: Darüber liegen die ringförmigen Kerkring-Falten, die deutlich sichtbar sind, darunter die Mikrovilli, die man nur im Elektronenmikroskop sieht.

Die Antwort „Längsfalten“ ist falsch: Längsfalten gibt es im Dünndarm nicht. Die Falten dort verlaufen ringförmig quer und heißen Kerkring-Falten – der Begriff ist also inhaltlich falsch angelegt.

Die Antwort „Mikrovilli“ ist falsch: Mikrovilli messen nur etwa einen Mikrometer und sind selbst im Lichtmikroskop nur als Bürstensaum zu erahnen.

Die Antwort „Krypten“ ist falsch: Krypten sind Einsenkungen zwischen den Zotten, in denen sich Nachschubzellen teilen. Sie vergrößern die Oberfläche nur wenig und sind mit bloßem Auge nicht erkennbar.

Die Antwort „Becherzellen“ ist falsch: Becherzellen sind einzelne schleimbildende Zellen und mikroskopisch klein.

Zum Weiterdenken: Die Zellen der Darmschleimhaut werden alle paar Tage vollständig erneuert. Welchen Vorteil hat dieser rasche Austausch an einer Oberfläche, die ständig mit Nahrung und Keimen in Berührung kommt?

MERKE

Falten mit dem Auge, Zotten gerade noch, Mikrovilli nur im Elektronenmikroskop.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Größenordnungen der Oberflächenvergrößerung im Darm unterscheiden

B305 C Ascorbinsäure (Vitamin C)

Welches ist ein wichtiges Vitamin?

Richtig ist die Antwort „Ascorbinsäure (Vitamin C)“. Ascorbinsäure ist der chemische Name des Vitamins C. Vitamine sind organische Stoffe, die der Körper für lebenswichtige Vorgänge braucht, aber nicht oder nicht in ausreichender Menge selbst herstellen kann, weshalb er sie mit der Nahrung aufnehmen muss. Vitamin C ist unter anderem für den Aufbau von Kollagen nötig; sein Fehlen führt zum Skorbut, an dem früher zahllose Seeleute starben. Der Name Ascorbinsäure erinnert unmittelbar daran, denn er bedeutet so viel wie gegen Skorbut.

Die Antwort „Zitronensäure“ ist falsch: Zitronensäure ist ein Zwischenprodukt im Citratzyklus und wird vom Körper selbst gebildet. Sie ist damit kein Vitamin.

Die Antwort „Essigsäure“ ist falsch: Essigsäure entsteht im Stoffwechsel als aktivierte Essigsäure und ist ebenfalls körpereigen.

Die Antwort „Milchsäure“ ist falsch: Milchsäure entsteht im Muskel bei Sauerstoffmangel aus Traubenzucker.

Die Antwort „Fettsäure“ ist falsch: Fettsäuren sind Bausteine der Fette. Zwar gibt es essenzielle Fettsäuren, die man aufnehmen muss, doch Vitamine sind sie deshalb nicht.

Zum Weiterdenken: Die meisten Säugetiere stellen Vitamin C selbst her, der Mensch nicht. Was sagt dieser Verlust darüber aus, wie eng Ernährung und Evolution zusammenhängen?

MERKE

Vitamin heißt: lebenswichtig und nicht selbst herstellbar – Zitronen-, Essig- und Milchsäure macht der Körper selbst.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Vitamine von gewöhnlichen organischen Säuren unterscheiden

B306 C Am Magenausgang

Wo befindet sich der Pförtner?

Richtig ist die Antwort „Am Magenausgang“. Der Pförtner, lateinisch Pylorus, sitzt am Magenausgang und bildet dort einen ringförmigen Schließmuskel zum Zwölffingerdarm hin. Seinen Namen verdankt er seiner Aufgabe: Er gibt den Speisebrei portionsweise weiter, sodass der Dünndarm ihn bewältigen kann, und verhindert zugleich, dass Darminhalt in den Magen zurückfließt. Am Mageneingang liegt sein Gegenstück, die Kardia.

Die Antwort „Am Mageneingang“ ist falsch: Der Mageneingang heißt Kardia und liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zum Herzen, woher auch der Name rührt.

Die Antwort „Am Ende des Dünndarms“ ist falsch: Am Ende des Dünndarms liegt die Ileozäkalklappe, die den Übergang zum Dickdarm sichert.

Die Antwort „Am Anfang des Dickdarms“ ist falsch: Der Anfang des Dickdarms ist der Blinddarm mit dem Wurmfortsatz.

Die Antwort „In der Mitte des Magens“ ist falsch: In der Mitte des Magens liegt sein Körper, der Corpus, ohne eigenen Schließmuskel.

Zum Weiterdenken: Der Pförtner gibt den Speisebrei nur in kleinen Portionen weiter. Warum ist diese Zurückhaltung für die Verdauung im Dünndarm entscheidend?

MERKE

Kardia am Eingang, Pylorus am Ausgang — der Pförtner portioniert.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Den Pylorus als Magenausgang verorten

B307 C Im Magen

Wo wird Salzsäure gebildet?

Richtig ist die Antwort „Im Magen“. Salzsäure wird im Magen gebildet, und zwar von den Belegzellen der Magenschleimhaut. Sie senkt den pH-Wert auf etwa 1 bis 2 und erfüllt damit gleich mehrere Aufgaben: Sie tötet die meisten mit der Nahrung aufgenommenen Keime ab, entfaltet Eiweiße, sodass Enzyme sie besser angreifen können, und wandelt das inaktive Pepsinogen in das aktive Pepsin um. Vor der eigenen Säure schützt sich der Magen durch eine dicke Schleimschicht mit Bikarbonat.

Die Antwort „In der Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse gibt ein basisches Sekret mit Bikarbonat ab, das die Säure im Zwölffingerdarm gerade neutralisiert.

Die Antwort „In der Leber“ ist falsch: Die Leber bildet die Galle, die Fette emulgiert und ebenfalls basisch wirkt.

Die Antwort „Im Dünndarm“ ist falsch: Der Dünndarm arbeitet im leicht basischen Bereich, weil seine Enzyme dort ihr Wirkungsoptimum haben.

Die Antwort „In der Gallenblase“ ist falsch: Die Gallenblase speichert die Galle und dickt sie ein, sie bildet sie aber nicht.

Zum Weiterdenken: Der Magen produziert eine Säure, die ihn selbst zersetzen könnte. Welche zwei Schutzmechanismen verhindern das, und was geschieht, wenn sie versagen?

MERKE

Belegzellen im Magen machen Salzsäure — die Bauchspeicheldrüse neutralisiert sie gleich danach.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Den Bildungsort der Salzsäure benennen

B308 E Nucleinsäuren

Welcher der folgenden Stoffe zählt nicht zu den klassischen Hauptnährstoffen der Nahrung?

Richtig ist die Antwort „Nucleinsäuren“. Als klassische Hauptnährstoffe gelten Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße, denn sie liefern dem Körper Energie und Baustoffe und machen den weitaus größten Teil der Nahrung aus. Nucleinsäuren nimmt man mit jeder Zelle pflanzlicher und tierischer Nahrung zwar auf, doch sie zählen nicht zu den Nährstoffgruppen: Der Körper baut sie im Darm vollständig ab und stellt die benötigten Bausteine ganz überwiegend selbst her.

Die Antwort „Lipide“ ist falsch: Lipide, also Fette, sind mit gut neun Kilokalorien je Gramm der energiereichste Hauptnährstoff.

Die Antwort „Proteine“ ist falsch: Proteine liefern die Aminosäuren, aus denen der Körper seine eigenen Eiweiße aufbaut.

Die Antwort „Kohlenhydrate“ ist falsch: Kohlenhydrate sind der wichtigste unmittelbare Energielieferant und für das Gehirn praktisch unverzichtbar.

Die Antwort „Stärke“ ist falsch: Stärke ist ein Kohlenhydrat und damit ein klassischer Hauptnährstoff. Sie ist die Speicherform der Glucose in Pflanzen und der mengenmäßig wichtigste Kohlenhydratlieferant unserer Nahrung.

Zum Weiterdenken: Wasser liefert keine Energie und ist dennoch lebensnotwendiger als jeder Hauptnährstoff. Was sagt das darüber aus, wie sinnvoll eine Einteilung allein nach dem Energiegehalt ist?

MERKE

Drei energieliefernde Hauptnährstoffe: Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße — Nucleinsäuren gehören nie dazu.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die energieliefernden Hauptnährstoffe benennen

B309 C Dünndarm

Wo findet die Verdauung hauptsächlich statt?

Richtig ist die Antwort „Dünndarm“. Die Verdauung findet hauptsächlich im Dünndarm statt. Dort treffen die Enzyme der Bauchspeicheldrüse und der Darmschleimhaut auf den Speisebrei und zerlegen Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette bis zu den kleinsten Bausteinen, während die Galle die Fette zuvor in feinste Tröpfchen zerteilt. Unmittelbar anschließend werden die Bausteine über die riesige Oberfläche aus Falten, Zotten und Mikrovilli aufgenommen. Aufspaltung und Aufnahme geschehen also am selben Ort.

Die Antwort „Magen“ ist falsch: Im Magen beginnt die Eiweißverdauung durch Pepsin, und der Speisebrei wird durchmischt und angesäuert. Der weitaus größere Teil der Arbeit steht danach noch aus.

Die Antwort „Dickdarm“ ist falsch: Der Dickdarm entzieht dem Rest Wasser und Salze; die Bakterien dort spalten zwar noch Ballaststoffe, doch die eigentliche Verdauung ist abgeschlossen.

Die Antwort „Speiseröhre“ ist falsch: Die Speiseröhre transportiert den Bissen nur durch wellenförmige Bewegungen weiter.

Die Antwort „Mundhöhle“ ist falsch: In der Mundhöhle beginnt die Verdauung mit dem Zerkleinern und mit der Stärkespaltung durch das Enzym im Speichel.

Zum Weiterdenken: Der Dünndarm zerlegt und nimmt zugleich auf. Warum ist es günstig, beide Schritte am selben Ort ablaufen zu lassen?

MERKE

Der Magen bereitet vor, der Dünndarm verdaut und nimmt auf, der Dickdarm dickt ein.

LEHRTEXT IM KURS**Verdauungssystem**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den Dünndarm als Hauptort der Verdauung benennen

B310 D Rechter Unterbauch

Wo befindet sich der Blinddarm?

Richtig ist die Antwort „Rechter Unterbauch“. Der Blinddarm liegt im rechten Unterbauch, dort, wo der Dünndarm in den Dickdarm übergeht. Er ist ein kurzer, blind endender Sack, an dem der Wurmfortsatz hängt – und dieser ist es, der sich entzünden kann, während man umgangssprachlich vom Blinddarm spricht. Der typische Druckschmerz wird an bestimmten Punkten zwischen Nabel und rechtem Beckenkamm geprüft.

Die Antwort „Linker Unterbauch“ ist falsch: Im linken Unterbauch verläuft der S-förmige Abschnitt des Dickdarms. Entzünden sich dort Ausstülpungen, spricht man von einer Divertikulitis, die man wegen der ähnlichen Beschwerden gelegentlich Linksappendizitis nennt.

Die Antwort „Kleines Becken“ ist falsch: Im kleinen Becken liegen Harnblase, Enddarm und die inneren Geschlechtsorgane.

Die Antwort „Hinter dem Nabel“ ist falsch: Hinter dem Nabel verlaufen Dünndarmschlingen, doch der Blinddarm liegt tiefer und weiter rechts.

Die Antwort „Linker Oberbauch“ ist falsch: Im linken Oberbauch liegen Magen und Milz.

Zum Weiterdenken: Bei einer Blinddarmentzündung wandert der Schmerz oft erst vom Nabel nach rechts unten. Was sagt dieser Verlauf über die Nervenversorgung innerer Organe aus?

MERKE

Blinddarm rechts unten am Übergang zum Dickdarm – entzündet ist eigentlich der Wurmfortsatz.

LEHRTEXT IM KURS**Verdauungssystem**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Den Blinddarm im Bauchraum verorten

B311 B Magenschleimhaut

Wo wird Pepsinogen (Vorstufe zu Pepsin) produziert?

Richtig ist die Antwort „Magenschleimhaut“. Pepsinogen wird von den Hauptzellen der Magenschleimhaut gebildet. Es ist bewusst eine unwirksame Vorstufe, denn ein fertiges eiweißspaltendes Enzym würde die Zelle, die es herstellt, sofort selbst angreifen. Erst im sauren Milieu des Magens spaltet sich ein Stück ab, und das aktive Pepsin entsteht. Die dafür nötige Salzsäure liefern die Belegzellen derselben Schleimhaut – Enzymvorstufe und Aktivator entstehen also nebeneinander und treffen erst außerhalb der Zellen zusammen.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse bildet ebenfalls eiweißspaltende Enzyme, etwa Trypsin, jedoch als eigene Vorstufen und für den Dünndarm.

Die Antwort „Dünndarmschleimhaut“ ist falsch: Die Dünndarmschleimhaut bildet unter anderem Enzyme für die Spaltung von Zweifachzuckern, aber kein Pepsinogen.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber bildet die Galle, die Fette emulgiert, aber keine Verdauungsenzyme.

Die Antwort „Speicheldrüsen“ ist falsch: Die Speicheldrüsen liefern ein stärke-spaltendes Enzym, mit dem die Verdauung im Mund beginnt.

Zum Weiterdenken: Eiweißspaltende Enzyme werden fast immer als unwirksame Vorstufe gebildet und erst am Zielort aktiviert. Welches Problem löst dieses Prinzip, und was geschieht, wenn es versagt?

MERKE

Hauptzellen liefern Pepsinogen, Belegzellen die Säure – aktiv wird das Enzym erst im Magen.

LEHRTEXT IM KURS**Verdauungssystem**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Pepsinogen der Magenschleimhaut zuordnen

B312 D Fette sind wichtige Energielieferanten und bestehen aus Glycerin und Fettsäuren, nicht aus Aminosäuren

Welche Aussage zu Fetten als Energielieferanten trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Fette sind wichtige Energielieferanten und bestehen aus Glycerin und Fettsäuren, nicht aus Aminosäuren“. Fette bestehen aus Glycerin und Fettsäuren; im gewöhnlichen Neutralfett hängen drei Fettsäuren an einem Glyceringerüst. Mit gut neun Kilokalorien je Gramm liefern sie mehr als doppelt so viel Energie wie Kohlenhydrate oder Eiweiße, und weil sie zudem ohne Wasser gespeichert werden, sind sie der mit Abstand kompakteste Energiespeicher des Körpers.

Die Antwort „Fette sind aus Aminosäuren aufgebaut“ ist falsch: Aus Aminosäuren bestehen Eiweiße. Die Verwechslung der Bausteine ist der Kern dieser Aufgabe.

Die Antwort „Fette liefern weniger Energie pro Gramm als Kohlenhydrate“ ist falsch: Fette liefern mehr Energie je Gramm als Kohlenhydrate, nämlich rund neun gegenüber vier Kilokalorien.

Die Antwort „Fette bestehen ausschließlich aus Kohlenhydraten“ ist falsch: Kohlenhydrate sind eine eigene Stoffgruppe aus Zuckerbausteinen.

Die Antwort „Fette können vom Körper nicht gespeichert werden“ ist falsch: Fett ist gerade die wichtigste Speicherform des Körpers und wird im Unterhautfettgewebe sowie um die inneren Organe abgelegt.

Zum Weiterdenken: Glykogen wird zusammen mit Wasser gespeichert, Fett nicht. Wie erklärt dieser Unterschied, warum der Körper langfristig auf Fett und kurzfristig auf Glykogen setzt?

MERKE

Fett gleich Glycerin plus Fettsäuren, rund neun Kilokalorien je Gramm — Eiweiße bestehen aus Aminosäuren.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Bau der Fette und ihren Energiegehalt beschreiben

B313 C Resorption von Wasser

Was passiert im Dickdarm?

Richtig ist die Antwort „Resorption von Wasser“. Im Dickdarm wird dem Darminhalt Wasser entzogen, dazu Salze wie Natrium und Chlorid. Täglich gelangen mehrere Liter dünnflüssiger Brei aus dem Dünndarm dorthin, und am Ende bleiben nur etwa hundert bis zweihundert

Milliliter Stuhl übrig. Daneben leben im Dickdarm die Darmbakterien, die unverdauliche Ballaststoffe vergären und dabei Vitamine bilden, unter anderem Vitamin K.

Die Antwort „Resorption von Vitamin B12“ ist falsch: Vitamin B12 wird im letzten Abschnitt des Dünndarms aufgenommen, und zwar nur gebunden an einen Faktor aus der Magenschleimhaut. Fehlt dieser, entsteht trotz ausreichender Zufuhr ein Mangel.

Die Antwort „Produktion von Verdauungsenzymen“ ist falsch: Verdauungsenzyme stammen aus Speicheldrüsen, Magen, Bauchspeicheldrüse und Dünndarmschleimhaut, nicht aus dem Dickdarm.

Die Antwort „Hauptresorption der Nährstoffe“ ist falsch: Die Hauptaufnahme der Nährstoffe geschieht im Dünndarm.

Die Antwort „Bildung von Salzsäure“ ist falsch: Salzsäure wird im Magen gebildet.

Zum Weiterdenken: Bei einer Durchfallerkrankung verliert der Körper rasch viel Flüssigkeit. Wie erklärt sich das unmittelbar aus der Aufgabe des Dickdarms?

MERKE

Dünndarm nimmt Nährstoffe auf, Dickdarm holt das Wasser zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Hauptaufgabe des Dickdarms benennen

B314 E Magenausgang

Wo liegt der Pförtner?

Richtig ist die Antwort „Magenausgang“. Der Pförtner sitzt am Magenausgang und regelt als ringförmiger Schließmuskel den Übergang zum Zwölffingerdarm. Er öffnet sich in kurzen Abständen und gibt jeweils nur kleine Portionen weiter, sodass der Dünndarm die Säure neutralisieren und die Nährstoffe verarbeiten kann. Zugleich verhindert er, dass Darminhalt in den Magen zurückfließt.

Die Antwort „Mageneingang“ ist falsch: Am Mageneingang liegt die Kardia, benannt nach ihrer Nähe zum Herzen.

Die Antwort „Ende des Dickdarms“ ist falsch: Am Ende des Dickdarms liegt der Enddarm mit dem Schließmuskel des Afters.

Die Antwort „Anfang des Dickdarms“ ist falsch: Am Anfang des Dickdarms liegt der Blinddarm mit dem Wurmfortsatz.

Die Antwort „Übergang Dünndarm-Dickdarm“ ist falsch: Am Übergang zwischen Dün- und Dickdarm sitzt die Ileozäkalklappe, die den Rückfluss aus dem Dickdarm verhindert.

Zum Weiterdenken: Im Verdauungsrohr sitzen mehrere Schließmuskeln an den Übergängen. Welche gemeinsame Aufgabe erfüllen sie alle, unabhängig von ihrer Lage?

MERKE

Kardia oben, Pylorus unten — der Pförtner steht am Ausgang.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Pylorus erneut sicher verorten

B315 D Magen

Wo wird Salzsäure gebildet?

Richtig ist die Antwort „Magen“. Salzsäure wird im Magen gebildet, und zwar von den Belegzellen seiner Schleimhaut. Der dabei erreichte pH-Wert von etwa 1 bis 2 ist der niedrigste im gesamten Körper. Er tötet Keime ab, entfaltet Eiweiße für den enzymatischen Angriff und aktiviert das Pepsinogen zum wirksamen Pepsin. Geschützt wird der Magen durch eine zähe Schleimschicht, in die Bikarbonat abgegeben wird.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse gibt ein basisches Sekret ab, das die Säure im Zwölffingerdarm neutralisiert.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber bildet Galle, die Fette emulgiert und ebenfalls basisch wirkt.

Die Antwort „Dünndarm“ ist falsch: Der Dünndarm arbeitet im leicht basischen Bereich.

Die Antwort „Speicheldrüsen“ ist falsch: Die Speicheldrüsen liefern ein leicht basisches Sekret mit einem stärke-spaltenden Enzym.

Zum Weiterdenken: Der Magen ist der einzige Ort im Körper mit derart niedrigem pH-Wert. Warum wird der Speisebrei unmittelbar danach wieder neutralisiert, statt die Säure weiter zu nutzen?

MERKE

Salzsäure nur im Magen — davor und danach wird es basisch.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Bildungsort der Magensäure erneut bestimmen

B316 D Magenschleimhaut

Wo wird Pepsinogen produziert?

Richtig ist die Antwort „Magenschleimhaut“. Pepsinogen entsteht in den Hauptzellen der Magenschleimhaut und ist die unwirksame Vorstufe des eiweißspaltenden Pepsins. Erst die Salzsäure im Mageninneren spaltet ein hemmendes Stück ab und macht das Enzym wirksam. Dieses Vorsichtsprinzip zieht sich durch den gesamten Verdauungstrakt: Auch die eiweißspaltenden Enzyme der Bauchspeicheldrüse werden als Vorstufen abgegeben und erst im Dünndarm aktiviert.

Die Antwort „Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse bildet eigene Vorstufen wie das Trypsinogen, aber kein Pepsinogen.

Die Antwort „Dünndarmschleimhaut“ ist falsch: Die Dünndarmschleimhaut liefert unter anderem das Enzym, das die Aktivierungskette der Bauchspeicheldrüsenenzyme in Gang setzt.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: Die Leber bildet Galle, aber keine Verdauungsenzyme.

Die Antwort „Speicheldrüsen“ ist falsch: Die Speicheldrüsen liefern ein stärke-spaltendes Enzym.

Zum Weiterdenken: Alle eiweißspaltenden Verdauungsenzyme werden als Vorstufen gebildet. Was geschieht, wenn dieses Prinzip versagt und die Enzyme bereits in der Bauchspeicheldrüse aktiv werden?

MERKE

Eiweißspalter entstehen immer als Vorstufe und werden erst am Zielort scharfgeschaltet.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Pepsinogen erneut der Magenschleimhaut zuordnen

B317 B Zotten

Welche Strukturen des Dünndarms sind makroskopisch erkennbar?

Richtig ist die Antwort „Zotten“. Von den genannten Strukturen sind die Zotten die kleinsten, die man ohne Hilfsmittel gerade noch wahrnimmt: Mit einem halben bis einem Millimeter Länge verleihen sie der Schleimhaut ihre samtige Beschaffenheit. Alles Kleinere braucht ein Mikroskop.

Die Antwort „Mikrovilli“ ist falsch: Mikrovilli messen etwa einen Mikrometer und sind rund tausendmal kleiner als Zotten. Im Lichtmikroskop erscheinen sie nur als Saum, erkennbar werden sie erst im Elektronenmikroskop.

Die Antwort „Krypten“ ist falsch: Krypten sind die Einsenkungen zwischen den Zotten, in denen sich Nachschubzellen teilen. Sie sind mikroskopisch klein.

Die Antwort „Becherzellen einzeln“ ist falsch: Einzelne Becherzellen sind Zellen und damit ohne Mikroskop unsichtbar.

Die Antwort „Muskelschicht“ ist falsch: Die Muskelschicht der Darmwand ist zwar im Anschnitt sichtbar, gehört aber nicht zu den Strukturen der Oberflächenvergrößerung, um die es in dieser Aufgabenreihe geht.

Zum Weiterdenken: Falten, Zotten und Mikrovilli liegen jeweils rund eine Größenordnung auseinander. Warum vergrößert diese Staffelung die Fläche wirkungsvoller als eine einzelne, sehr feine Struktur?

MERKE

Zotten sind die Grenze des bloßen Auges — Krypten, Becherzellen und Mikrovilli brauchen das Mikroskop.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Sichtbarkeitsgrenzen der Dünndarmstrukturen einordnen

B318 D Vor dem Durchbruch der Zähne

Wann ist der Zahnschmelz vollständig ausgebildet?

Richtig ist die Antwort „Vor dem Durchbruch der Zähne“.

Der Zahnschmelz ist vollständig ausgebildet, bevor der Zahn durchbricht. Gebildet wird er von besonderen Zellen, die den heranwachsenden Zahn umgeben und nach getaner Arbeit zugrunde gehen. Genau darin liegt die entscheidende Folge: Zahnschmelz ist das einzige Gewebe des Körpers, das sich nicht erneuern kann. Ist er einmal verloren, bleibt der Schaden bestehen und muss künstlich ersetzt werden. Er ist zugleich die härteste Substanz des menschlichen Körpers und besteht zu etwa siebenundneunzig Prozent aus Mineralien.

Die Antwort „In der Pubertät“ ist falsch: In der Pubertät ist die Schmelzbildung längst abgeschlossen.

Die Antwort „In der Fetalzeit“ ist falsch: Die Anlagen der Milchzähne entstehen zwar in der Fetalzeit, doch die Schmelzbildung reicht bei den bleibenden Zähnen weit in die Kindheit hinein.

Die Antwort „Nach dem Durchbruch der Zähne“ ist falsch: Nach dem Durchbruch findet keine Neubildung mehr statt. Möglich ist lediglich eine begrenzte Wiedereinlagerung von Mineralien aus dem Speichel.

Die Antwort „Ein Leben lang“ ist falsch: Ein Leben lang gebildet wird der Schmelz gerade nicht — das unterscheidet ihn vom Knochen, der ständig umgebaut wird.

Zum Weiterdenken: Knochen bauen sich lebenslang um, Zahnschmelz nicht. Welche Folge hat dieser Unterschied für den Umgang mit Karies?

MERKE

Schmelz entsteht nur vor dem Durchbruch — danach kann der Körper ihn nie wieder neu bilden.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Den Zeitpunkt der Zahnschmelzbildung einordnen

B319 D Am Ausgang vom Magen

Wo liegt der Pförtner (Pylorus)?

Richtig ist die Antwort „Am Ausgang vom Magen“. Der Pförtner liegt am Ausgang des Magens und regelt als ringförmiger Schließmuskel den Übergang zum Zwölffingerdarm. Diese Fassung der Aufgabe bietet den Mageneingang gleich zweimal an, einmal in eigenen Worten und einmal als anatomische Umschreibung — ein

Muster, das dir hilft: Zwei Antworten, die dasselbe meinen, können nicht beide richtig sein und scheiden damit gemeinsam aus.

Die Antwort „Eingang des Magens“ ist falsch: Am Mageneingang liegt die Kardia.

Die Antwort „Am Übergang vom Ösophagus zum Magen“ ist falsch: Der Übergang von der Speiseröhre zum Magen ist genau derselbe Ort wie in Option B, nur anders benannt.

Die Antwort „Im mittleren Teil des Dünndarms“ ist falsch: Im mittleren Dünndarmabschnitt gibt es keinen Schließmuskel.

Die Antwort „Am Übergang vom Dünndarm zum Dickdarm“ ist falsch: Am Übergang vom Dünn- zum Dickdarm sitzt die Ileozäkalklappe.

Zum Weiterdenken: Zwei der fünf Optionen beschreiben denselben anatomischen Ort. Wie oft lohnt es sich, Antwortmöglichkeiten zuerst untereinander zu vergleichen, bevor man sie einzeln prüft?

MERKE

Pförtner am Ausgang, Kardia am Eingang — und der Übergang von der Speiseröhre ist die Kardia.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Pylorus gegen den Mageneingang abgrenzen

B320 E Dickdarm

Wo wird im Rahmen der Verdauung viel Wasser rückresorbiert?

Richtig ist die Antwort „Dickdarm“. Der Dickdarm gewinnt den größten Teil des Wassers zurück. Täglich gelangen etwa ein bis anderthalb Liter dünnflüssiger Inhalt aus dem Dünndarm dorthin, und übrig bleiben nur rund hundert bis zweihundert Milliliter Stuhl. Rechnet man alle Verdauungssäfte zusammen, bewegt der Körper täglich mehrere Liter Flüssigkeit durch den Darm und holt sie fast vollständig zurück.

Die Antwort „Dünndarm“ ist falsch: Der Dünndarm nimmt zwar ebenfalls erhebliche Mengen Wasser auf, doch seine Hauptaufgabe ist die Aufnahme der Nährstoffe. Die eigentliche Eindickung geschieht danach.

Die Antwort „Magen“ ist falsch: Im Magen wird kaum Wasser aufgenommen; dort wird zerkleinert, angesäuert und durchmischt.

Die Antwort „Speiseröhre“ ist falsch: Die Speiseröhre transportiert nur.

Die Antwort „Rektum“ ist falsch: Der Enddarm ist der letzte Abschnitt des Dickdarms und dient vor allem der Speicherung. Die Rückgewinnung geschieht weiter oben.

Zum Weiterdenken: Der Körper gibt täglich mehrere Liter Verdauungssäfte ab und holt sie fast vollständig zurück. Warum ist anhaltender Durchfall deshalb so rasch bedrohlich?

MERKE

Der Dünndarm holt die Nährstoffe, der Dickdarm das Wasser.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Die Wasserrückgewinnung dem Dickdarm zuordnen

B321 B Mikrovilli

Was macht die große Absorptionsoberfläche des Dünndarms aus?

Richtig ist die Antwort „Mikrovilli“. Den größten Beitrag zur riesigen Aufnahme­fläche des Dünndarms leisten die Mikrovilli. Jede einzelne Zelle trägt an ihrer freien Oberfläche mehrere Tausend dieser fingerförmigen Ausstülpungen, die im Inneren durch Aktinfilamente versteift sind und zusammen den Bürstensaum bilden. Zusammen mit den Kerkring-Falten und den Zotten steigern sie die Fläche von rechnerisch einem halben Quadratmeter auf über hundert.

Die Antwort „Einschichtiges Epithel“ ist falsch: Das einschichtige Epithel ist zwar eine Voraussetzung für den raschen Durchtritt, vergrößert die Fläche aber nicht.

Die Antwort „Glatte Muskulatur“ ist falsch: Die glatte Muskulatur bewegt den Darminhalt weiter und durchmischt ihn.

Die Antwort „Doppelschichtiges Epithel“ ist falsch: Ein doppelschichtiges Epithel gibt es im Dünndarm nicht; es würde die Aufnahme sogar behindern.

Die Antwort „Große Anzahl an Becherzellen“ ist falsch: Becherzellen bilden Schleim, der die Oberfläche schützt und gleitfähig macht. Zur Vergrößerung tragen sie nichts bei.

Zum Weiterdenken: Falten, Zotten und Mikrovilli wirken auf drei Größenordnungen zusammen. Warum lässt sich die Gesamtwirkung durch Malnehmen und nicht durch Zusammenzählen abschätzen?

MERKE

Mikrovilli bringen den größten Faktor – sie sitzen auf jeder einzelnen Zelle.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Die Mikrovilli als feinste Ebene der Oberflächenvergrößerung erkennen

B322 A Resorption von Wasser

Was ist die Hauptaufgabe des Dickdarms?

Richtig ist die Antwort „Resorption von Wasser“. Die Hauptaufgabe des Dickdarms ist die Rückgewinnung von Wasser und Salzen. Daneben beherbergt er die Darmflora,

deren Bakterien unverdauliche Ballaststoffe vergären und dabei kurzkettige Fettsäuren sowie Vitamine bilden, unter anderem Vitamin K und einige Vitamine der B-Gruppe.

Die Antwort „Resorption von Vitamin B12“ ist falsch:

Vitamin B12 wird im letzten Abschnitt des Dünndarms aufgenommen, und zwar nur im Verbund mit einem Faktor aus der Magenschleimhaut.

Die Antwort „Bereitstellen von fettlöslichen Substanzen“ ist falsch: Fettlösliche Stoffe werden im Dünndarm mithilfe der Galle aufgenommen.

Die Antwort „Sekretion von Verdauungsenzymen“ ist falsch: Verdauungsenzyme stammen aus Speicheldrüsen, Magen, Bauchspeicheldrüse und Dünndarmschleimhaut.

Die Antwort „Aufspaltung von Proteinen in Aminosäuren“ ist falsch: Eiweiße werden im Magen begonnen und im Dünndarm vollständig in Aminosäuren zerlegt.

Zum Weiterdenken: Die Darmbakterien bilden Vitamin K, das der Körper für die Blutgerinnung braucht. Welche Folge kann eine langdauernde Antibiotikabehandlung deshalb haben?

MERKE

Dickdarm heißt Wasser zurückholen und Bakterien beherbergen.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Hauptaufgabe des Dickdarms erneut bestimmen

B323 A in der Magenschleimhaut

Wo wird das proteinspaltende Enzym Pepsin als inaktive Vorstufe Pepsinogen gebildet?

Richtig ist die Antwort „in der Magenschleimhaut“.

Pepsinogen entsteht in den Hauptzellen der Magenschleimhaut. Als unwirksame Vorstufe schützt es die bildende Zelle vor der eigenen Verdauung; erst die Salzsäure im Magenlumen spaltet ein hemmendes Stück ab und macht daraus das aktive Pepsin. Dieses arbeitet bei einem pH-Wert um zwei optimal und zerlegt Eiweiße in kürzere Bruchstücke.

Die Antwort „in den Mundspeicheldrüsen“ ist falsch: Die Mundspeicheldrüsen liefern ein stärke­spaltendes Enzym und ein fettspaltendes in geringer Menge.

Die Antwort „in der Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Bauchspeicheldrüse bildet eigene Vorstufen wie Trypsinogen und Chymotrypsinogen für den Dünndarm.

Die Antwort „in der Darmschleimhaut“ ist falsch: Die Darmschleimhaut liefert unter anderem das Enzym, das die Aktivierungskette der Bauchspeicheldrüsenenzyme in Gang setzt.

Die Antwort „in der Leber“ ist falsch: Die Leber bildet Galle ohne Verdauungsenzyme.

Zum Weiterdenken: Pepsin arbeitet nur im stark sauren Bereich, die Enzyme der Bauchspeicheldrüse nur im leicht basischen. Welchen Vorteil hat diese Aufteilung auf zwei Abschnitte mit verschiedenen pH-Werten?

MERKE

Pepsinogen aus dem Magen, aktiviert durch die eigene Salzsäure.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Pepsinogen erneut sicher zuordnen

B324 C am Magenausgang

Wo liegt der Pförtner (Pylorus)?

Richtig ist die Antwort „am Magenausgang“. Der Pförtner sitzt am Magenausgang und regelt den Übergang zum Zwölffingerdarm. Er öffnet sich in kurzen Abständen und lässt jeweils nur wenige Milliliter Speisebrei durch, damit der Dünndarm die Säure neutralisieren und die Nährstoffe verarbeiten kann. Diese Aufgabe erschien in zahlreichen Jahrgängen und wurde stets gleich beantwortet.

Die Antwort „am Mageneingang“ ist falsch: Am Mageneingang liegt die Kardia.

Die Antwort „Dickdarmeingang“ ist falsch: Am Eingang des Dickdarms sitzt die Ileozäkalklappe.

Die Antwort „Dickdarmausgang“ ist falsch: Am Ausgang des Dickdarms liegen die Schließmuskeln des Afters.

Die Antwort „Übergang von Duodenum zu Jejunum“ ist falsch: Zwischen Zwölffingerdarm und Leerdarm gibt es keinen Schließmuskel, sondern nur eine anatomische Grenze.

Zum Weiterdenken: Der Pylorus gibt jeweils nur kleine Mengen weiter. Welche Beschwerden entstehen, wenn er nach einer Operation fehlt und der Speisebrei ungebremst in den Dünndarm stürzt?

MERKE

Pförtner unten am Magen, Kardia oben — dazwischen der Magenkörper.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Den Pylorus abschließend verorten

B325 D Glatte Muskulatur des Dünndarms

Wodurch wird die Peristaltik im Darm gewährleistet?

Richtig ist die Antwort „Glatte Muskulatur des Dünndarms“. Die Peristaltik, also die wellenförmige Weiterbewegung des Darminhalts, leistet die glatte Muskulatur der Darmwand. Sie ist in zwei Schichten angeordnet: Eine Ringmuskelschicht schnürt ein, eine Längsmuskelschicht verkürzt den Abschnitt. Vor dem Inhalt erschlafft die Ringmuskulatur, dahinter zieht sie

sich zusammen, sodass eine Welle entsteht. Gesteuert wird das von einem eigenen Nervengeflecht in der Darmwand, das so umfangreich ist, dass man es gelegentlich Bauchhirn nennt.

Die Antwort „Quergestreifte Skelettmuskulatur“ ist falsch: Quergestreifte Skelettmuskulatur findet sich im Verdauungstrakt nur ganz am Anfang und ganz am Ende, nämlich im oberen Teil der Speiseröhre und im äußeren Schließmuskel des Afters — genau dort, wo willkürliche Kontrolle sinnvoll ist.

Die Antwort „Herzmuskulatur“ ist falsch: Herzmuskulatur kommt ausschließlich im Herzen vor.

Die Antwort „Bindegewebe der Darmwand“ ist falsch: Bindegewebe kann sich nicht aktiv zusammenziehen.

Die Antwort „Sympathisches Nervensystem allein“ ist falsch: Der Sympathikus hemmt die Verdauung eher; angeregt wird sie vom Parasympathikus, und die Grundbewegung entsteht ohnehin im darmeigenen Nervengeflecht.

Zum Weiterdenken: Am Anfang und am Ende des Verdauungswegs sitzt willkürlich steuerbare Muskulatur, dazwischen nicht. Warum ist gerade diese Verteilung sinnvoll?

MERKE

Ringmuskel schnürt, Längsmuskel verkürzt — beide glatt und unwillkürlich.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Peristaltik der glatten Muskulatur zuordnen

B326 A Vor dem Durchbruch der Zähne

Wann ist der Zahnschmelz vollständig ausgebildet?

Richtig ist die Antwort „Vor dem Durchbruch der Zähne“. Der Zahnschmelz ist fertig, bevor der Zahn durchbricht. Die Zellen, die ihn bilden, gehen mit dem Durchbruch zugrunde, weshalb Schmelz das einzige Gewebe des Körpers ist, das nicht nachgebildet werden kann. Möglich ist lediglich die Wiedereinlagerung von Mineralien aus dem Speichel in oberflächlich entkalkte Bereiche — echte Neubildung findet nicht statt.

Die Antwort „Nach dem Durchbruch der Zähne“ ist falsch: Nach dem Durchbruch kann kein neuer Schmelz mehr entstehen.

Die Antwort „Vor der Geburt“ ist falsch: Vor der Geburt sind lediglich die Milchzahnkronen teilweise mineralisiert. Die bleibenden Zähne bilden ihren Schmelz über Jahre der Kindheit hinweg.

Die Antwort „Nach dem Ausfallen der Zähne“ ist falsch: Nach dem Ausfallen eines Zahns geschieht an ihm nichts mehr.

Die Antwort „Am Lebensende“ ist falsch: Am Lebensende ist der Schmelz eher abgenutzt als vollendet.

Zum Weiterdenken: Schmelz kann nicht nachwachsen, Knochen dagegen ständig. Welche Folgerung ergibt sich daraus für den Umgang mit den eigenen Zähnen?

MERKE

Schmelz entsteht nur vor dem Durchbruch — danach nie wieder.

LEHRTEXT IM KURS**Verdauungssystem**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Den Zeitpunkt der Schmelzbildung erneut bestimmen

B327 C Zotten

Wie nennt man die Ausstülpungen der Darmschleimhaut zur Oberflächenvergrößerung?

Richtig ist die Antwort „Zotten“. Die Zotten sind fingerförmige Ausstülpungen der Darmschleimhaut und die mittlere der drei Ebenen der Oberflächenvergrößerung. Jede Zotte enthält im Inneren ein Netz feinsten Blutgefäße für die Aufnahme von Zuckern und Aminosäuren sowie ein zentrales Lymphgefäß für die Fette.

Die Antwort „Krypten“ ist falsch: Krypten sind gerade das Gegenteil, nämlich Einsenkungen zwischen den Zotten. Dort teilen sich die Nachschubzellen, die anschließend zur Zottenspitze wandern und dort abgestoßen werden.

Die Antwort „Kinozilien“ ist falsch: Kinozilien sind bewegliche Flimmerhärchen und kommen im Atemwegsepithel und im Eileiter vor, nicht im Dünndarm.

Die Antwort „Kerckring-Falten“ ist falsch: Die Kerckring-Falten sind Aufwerfungen der gesamten Darmwand und damit die größte Ebene.

Die Antwort „Mikrovilli“ ist falsch: Mikrovilli sind Ausstülpungen der Zellmembran einer einzelnen Zelle und die feinste Ebene.

Zum Weiterdenken: Ausstülpung und Einsenkung liegen unmittelbar nebeneinander und erfüllen ganz verschiedene Aufgaben. Warum ist es sinnvoll, die Zellteilung in der geschützten Tiefe stattfinden zu lassen?

MERKE

Zotten stülpen sich vor, Krypten senken sich ein — die einen nehmen auf, die anderen liefern Nachschub.

LEHRTEXT IM KURS**Verdauungssystem**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Zotten als Ausstülpungen der Darmschleimhaut benennen

B328 D Chylomikronen

Wie heißen die Fett-Eiweiß-Komplexe, die vom Darm aus über die Lymphe transportiert werden?

Richtig ist die Antwort „Chylomikronen“. Chylomikronen sind große Fett-Eiweiß-Komplexe, die in den Zellen der Dünndarmschleimhaut zusammengebaut werden. Weil sie zu groß sind, um in die feinen Blutgefäße der Darmzotten zu gelangen, nehmen sie den Weg über die Lymphgefäße, umgehen damit zunächst die Leber und gelangen erst am Venenwinkel ins Blut. Genau deshalb sieht die Lymphe nach einer fettreichen Mahlzeit milchig aus.

Die Antwort „HDL“ ist falsch: HDL transportiert Cholesterin von den Geweben zurück zur Leber und wird deshalb umgangssprachlich das gute Cholesterin genannt.

Die Antwort „LDL“ ist falsch: LDL bringt Cholesterin von der Leber zu den Geweben; ein hoher Wert gilt als Risikofaktor für Gefäßverkalkung.

Die Antwort „Micellen“ ist falsch: Mizellen sind kleine Kügelchen aus Gallensalzen und Fettbestandteilen, die im Darmlumen entstehen und die Fette an die Schleimhaut heranbringen. Sie sind also die Vorstufe im Darm, nicht die Transportform im Körper — ein besonders naheliegender Distraktor.

Die Antwort „Mikrovilli“ ist falsch: Mikrovilli sind Ausstülpungen der Zellmembran zur Oberflächenvergrößerung.

Zum Weiterdenken: Nährstoffe aus Kohlenhydraten und Eiweißen nehmen den Weg über die Pfortader zur Leber, Fette dagegen über die Lymphe. Welche Folge hat dieser Umweg dafür, wo die Fette zuerst ankommen?

MERKE

Mizellen im Darmlumen, Chylomikronen in der Lymphe — Fett umgeht zunächst die Leber.

LEHRTEXT IM KURS**Verdauungssystem**

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Chylomikronen als Transportform der Nahrungsfette benennen

Verdauungssystem: Anhangsdrüsen (Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse)

B329 C Leberzellen

Wo wird Glykogen gespeichert?

Richtig ist die Antwort „Leberzellen“. Glykogen ist die Speicherform des Traubenzuckers und wird vor allem in den Leberzellen abgelegt. Der entscheidende Punkt ist, wofür dieser Vorrat dient: Nur die Leber kann den gespeicherten Zucker wieder ins Blut abgeben und damit den Blutzuckerspiegel des gesamten Körpers stabil halten, etwa über Nacht. Sie besitzt dafür ein Enzym, das dem Muskel fehlt.

Die Antwort „Fettzellen“ ist falsch: Fettzellen speichern Energie in Form von Fett und nicht als Glykogen. Fett ist der langfristige Speicher mit weit höherer Energiedichte, lässt sich aber nicht so schnell mobilisieren.

Die Antwort „Inselzellen des Pankreas“ ist falsch: Die Inselzellen der Bauchspeicheldrüse bilden Insulin und Glukagon und steuern damit den Blutzucker, speichern ihn aber nicht.

Die Antwort „Muskelzellen ausschließlich“ ist falsch: Der Muskel speichert sehr wohl Glykogen, sogar mengenmäßig mehr als die Leber. Das Wort ausschließlich macht die Aussage jedoch falsch, und zudem behält der Muskel seinen Vorrat für sich, weil ihm das Enzym zur Abgabe ins Blut fehlt.

Die Antwort „Nierenzellen“ ist falsch: Die Nieren speichern kein nennenswertes Glykogen.

Zum Weiterdenken: Der Muskel speichert mehr Glykogen als die Leber, kann aber nichts davon abgeben. Warum ist der kleinere Lebervorrat für den Gesamtorganismus dennoch der wichtigere?

MERKE

Der Muskel speichert für sich, die Leber für alle.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die Leber als zentralen Glykogenspeicher erkennen

B330 B Leberzellen

In welchen Zellen wird Glykogen gespeichert?

Richtig ist die Antwort „Leberzellen“. Glykogen wird vor allem in den Leberzellen gespeichert. Die Leber hält damit einen Vorrat bereit, aus dem sie bei Bedarf Traubenzucker ins Blut abgeben kann — sie ist das einzige Organ, das dazu in der Lage ist, weil ihr allein das nötige Enzym zur Verfügung steht. Der Vorrat reicht etwa für einen halben bis einen ganzen Tag ohne Nahrungsaufnahme.

Die Antwort „Fettzellen“ ist falsch: Fettzellen speichern Energie als Fett, nicht als Glykogen.

Die Antwort „Inselzellen der Bauchspeicheldrüse“ ist falsch: Die Inselzellen steuern den Blutzucker über Insulin und Glukagon, speichern ihn aber nicht.

Die Antwort „Nervenzellen“ ist falsch: Nervenzellen legen keine nennenswerten Vorräte an und sind deshalb unmittelbar auf den Blutzucker angewiesen — was erklärt, warum Unterzucker so rasch das Bewusstsein beeinträchtigt.

Die Antwort „Erythrozyten“ ist falsch: Rote Blutkörperchen besitzen weder Kern noch Mitochondrien und legen keine Speicher an.

Zum Weiterdenken: Das Gehirn hat keinen eigenen Zuckervorrat und verbraucht dennoch etwa ein Fünftel der Energie. Welche Bedeutung hat die Leber damit für die Nacht?

MERKE

Nur die Leber kann gespeicherten Zucker wieder abgeben — der Muskel behält seinen für sich.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Glykogenspeicher erneut der Leber zuordnen

B331 D Dünndarm

Wohin wird die in der Gallenblase vorhandene Galle abgegeben?

Richtig ist die Antwort „Dünndarm“. Die Galle wird in den Zwölffingerdarm abgegeben, also in den ersten Abschnitt des Dünndarms. Gebildet wird sie fortlaufend in der Leber, in der Gallenblase gespeichert und eingedickt und bei einer fettreichen Mahlzeit ausgeschüttet, angeregt durch ein Hormon aus der Dünndarmschleimhaut. Ihre Aufgabe ist es, Fette in feinste Tröpfchen zu zerteilen, damit die fettspaltenden Enzyme angreifen können; verdauen kann die Galle selbst nichts, denn sie enthält keine Enzyme.

Die Antwort „Dickdarm“ ist falsch: In den Dickdarm gelangen allenfalls Reste. Die Fettverdauung ist zu diesem Zeitpunkt längst abgeschlossen.

Die Antwort „Magen“ ist falsch: In den Magen fließt keine Galle; geschieht es doch, reizt sie dessen Schleimhaut.

Die Antwort „Pfortader“ ist falsch: Die Pfortader führt nährstoffreiches Blut vom Darm zur Leber, ist also ein Blutgefäß und kein Gallenweg.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: In der Leber wird die Galle gebildet, dorthin fließt sie nicht zurück.

Zum Weiterdenken: Galle enthält keine Verdauungsenzyme und ist für die Fettverdauung dennoch unentbehrlich. Wie lässt sich ihre Wirkung mit der von Spülmittel vergleichen?

MERKE

Gebildet in der Leber, gespeichert in der Blase, abgegeben in den Zwölffingerdarm — und sie emulgiert nur, sie verdaut nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Den Weg der Galle bis zum Darm verfolgen

B332 D Dünndarm

Wohin wird die in der Gallenblase vorhandene Galle abgegeben?

Richtig ist die Antwort „Dünndarm“. Die Galle wird in den Zwölffingerdarm abgegeben, also in den ersten Abschnitt des Dünndarms. Dort trifft sie mit dem Sekret der Bauchspeicheldrüse zusammen, denn beide Gänge münden gemeinsam an einer Erhebung der Darmwand. Die Galle emulgiert die Fette, zerteilt sie also in feinste Tröpfchen, sodass die fettspaltenden Enzyme eine viel größere Angriffsfläche vorfinden.

Die Antwort „Dickdarm“ ist falsch: Im Dickdarm ist die Fettverdauung längst abgeschlossen.

Die Antwort „Magen“ ist falsch: In den Magen fließt keine Galle.

Die Antwort „Pfortader“ ist falsch: Die Pfortader führt nährstoffreiches Blut vom Darm zur Leber und ist kein Gallenweg.

Die Antwort „Leber“ ist falsch: In der Leber entsteht die Galle; dorthin fließt sie nicht zurück.

Zum Weiterdenken: Gallengang und Bauchspeicheldrüsengang münden gemeinsam. Welche Folge hat es, wenn ein Gallenstein diese gemeinsame Mündung verlegt?

MERKE

Galle und Bauchspeichel treffen sich im Zwölffingerdarm — an einer gemeinsamen Mündung.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Den Zielort der Galle erneut bestimmen

B333 C Leberzellen

Wo werden etwa 20% des Glykogens gespeichert?

Richtig ist die Antwort „Leberzellen“. Glykogen wird beim Menschen in nennenswertem Umfang nur an zwei Orten gespeichert, nämlich in der Leber und im Muskel. Von den angebotenen Möglichkeiten trifft allein die Leberzelle zu. Der Leberanteil ist der kleinere, aber der wichtigere, denn nur die Leber kann den gespeicherten Zucker wieder ins Blut abgeben und so den Blutzucker aller übrigen Organe stabil halten. Dem Muskel fehlt das dafür nötige Enzym, weshalb er seinen Vorrat ausschließlich selbst verbraucht.

Die Antwort „Langerhans-Inseln“ ist falsch: Die Langerhans-Inseln steuern den Zuckerhaushalt über Insulin und Glukagon, speichern aber nicht.

Die Antwort „Fettzellen“ ist falsch: Fettzellen speichern Energie als Fett, das mit gut neun Kilokalorien je Gramm weit mehr Energie auf gleichem Raum unterbringt.

Die Antwort „Nervenzellen“ ist falsch: Nervenzellen legen keine Vorräte an und sind deshalb unmittelbar vom Blutzucker abhängig.

Die Antwort „Erythrozyten“ ist falsch: Rote Blutkörperchen besitzen keinerlei Speicher.

Zum Weiterdenken: Fett speichert je Gramm mehr als doppelt so viel Energie wie Glykogen und braucht kein Wasser dazu. Warum unterhält der Körper trotzdem einen Glykogenvorrat?

MERKE

Glykogen nur in Leber und Muskel — abgeben kann es allein die Leber.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Verteilung des Glykogens auf Leber und Muskel einordnen

B334 B Verdickung (Eindickung) der Galle

Was ist die Aufgabe der Gallenblase?

Richtig ist die Antwort „Verdickung (Eindickung) der Galle“. Die Gallenblase speichert die Galle und dickt sie dabei erheblich ein, indem sie ihr Wasser und Salze entzieht — die Galle wird auf diesem Weg etwa auf ein Zehntel ihres Volumens eingeeengt. Bei einer fettreichen Mahlzeit zieht sie sich zusammen und gibt den Vorrat in den Zwölffingerdarm ab. Genau diese Eindickung ist übrigens der Grund, warum sich in ihr Steine bilden können.

Die Antwort „Produktion der Galle“ ist falsch: Gebildet wird die Galle in der Leber, und zwar fortlaufend.

Die Antwort „Hinzufügen von Salzsäure (HCl) zur Galle“ ist falsch: Salzsäure entsteht im Magen. Die Galle ist im Gegenteil basisch und hilft mit, die Säure im Darm zu neutralisieren.

Die Antwort „Abgabe von Verdauungsenzymen“ ist falsch: Verdauungsenzyme gibt die Bauchspeicheldrüse ab. Galle enthält keine Enzyme, sondern Gallensalze, die Fette lediglich zerteilen.

Die Antwort „Speicherung von Verdauungsenzymen“ ist falsch: Gespeichert wird Galle und nicht Enzyme.

Zum Weiterdenken: Die Gallenblase dickt ihren Inhalt auf etwa ein Zehntel ein. Wie erklärt das, warum gerade dort Steine entstehen?

MERKE

Die Leber bildet, die Blase dickt ein und gibt bei Bedarf ab — Enzyme sind keine dabei.

LEHRTEXT IM KURS

Verdauungssystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Aufgabe der Gallenblase bestimmen

Grundlagen der Frühentwicklung des Menschen

BEFRUCHTUNG BIS EINNISTUNG



LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B335 C Im Eileiter

Wo findet beim Menschen normalerweise die Befruchtung der Eizelle statt?

Richtig ist die Antwort „Im Eileiter“. Die Befruchtung findet im Eileiter statt, und zwar in dessen weitem äußerem Abschnitt, der Ampulle. Nach dem Eisprung wird die Eizelle vom Trichter des Eileiters aufgenommen und langsam durch Flimmerhärchen und Muskelbewegungen Richtung Gebärmutter transportiert. Die Spermien wandern ihr entgegen, und die Begegnung geschieht typischerweise im ersten Drittel des Eileiters. Die Eizelle ist dabei nur etwa zwölf bis vierundzwanzig Stunden befruchtungsfähig.

Die Antwort „In der Gebärmutter“ ist falsch: In der Gebärmutter kommt die befruchtete Eizelle erst rund fünf bis sechs Tage später an, dann bereits als Blastozyste. Dort findet die Einnistung statt, nicht die Befruchtung.

Die Antwort „Im Eierstock“ ist falsch: Im Eierstock reift die Eizelle heran und wird beim Eisprung abgegeben. Kommt es dort ausnahmsweise doch zur Befruchtung, handelt es sich um eine seltene und gefährliche Fehllage.

Die Antwort „In der Scheide“ ist falsch: Die Scheide ist der Ort, an dem die Spermien abgegeben werden. Von dort ist es noch ein weiter Weg durch Gebärmutterhals und Gebärmutter bis zum Eileiter.

Die Antwort „Im Gebärmutterhals“ ist falsch: Der Gebärmutterhals wirkt vor allem als Filter und Reservoir. Sein Schleim verändert um den Eisprung herum seine Beschaffenheit und wird für Spermien durchlässiger.

Zum Weiterdenken: Nistet sich die Blastozyste bereits im Eileiter ein, spricht man von einer Eileiterschwangerschaft. Warum ist diese Lage für die Mutter gefährlich?

MERKE

Befruchtet wird im Eileiter, eingenistet wird in der Gebärmutter.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Den Ort der Befruchtung im weiblichen Genitaltrakt benennen

B336 E Die Zellkerne verschmelzen und es entsteht eine diploide Zygote

Was passiert bei der Verschmelzung von Eizelle und Spermium?

Richtig ist die Antwort „Die Zellkerne verschmelzen und es entsteht eine diploide Zygote“. Eizelle und Spermium sind beide haploid und tragen je 23 Chromosomen. Bei der Befruchtung dringt das Spermium in die Eizelle ein, beide Kerne treten als Vorkerne aneinander heran und vereinigen ihre Chromosomensätze. Damit entsteht die Zygote mit dem vollständigen diploiden Satz von 46 Chromosomen, und die Zelle enthält erstmals eine Erbinformation, die es in dieser Kombination zuvor nicht gab.

Die Antwort „Es entsteht eine haploide Zelle“ ist falsch: Eine haploide Zelle entstünde, wenn sich der Satz halbierte. Genau das Gegenteil geschieht hier, denn zwei haploide Sätze vereinigen sich zu einem diploiden.

Die Antwort „Die Eizelle teilt sich sofort in zwei Zellen“ ist falsch: Die erste Furchungsteilung folgt zwar bald, aber nicht sofort. Zuvor müssen die Vorkerne verschmelzen und die DNA verdoppelt werden.

Die Antwort „Es kommt zur Meiose der Zygote“ ist falsch: Die Meiose ist die Reifeteilung der Keimzellen und findet vor der Befruchtung statt, nämlich in Eierstock und Hoden. Die Zygote und alle folgenden Zellen teilen sich dagegen durch Mitose.

Die Antwort „Die Zellmembranen bleiben getrennt“ ist falsch: Die Zellmembranen verschmelzen bei der Befruchtung, denn sonst könnte der Spermienkern gar nicht ins Innere der Eizelle gelangen.

Zum Weiterdenken: Nach dem Eindringen des ersten Spermiums verändert die Eizelle sofort ihre Hülle. Welches Problem verhindert dieser Vorgang?

MERKE

Haploid plus haploid ergibt diploid — aus 23 und 23 wird die Zygote mit 46.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Befruchtung als Wiederherstellung des diploiden Satzes begreifen

B337 E Blastozyste

Wie heißt die befruchtete Eizelle, die nach 5-6 Tagen in den Uterus gewandert ist und sich gefurcht hat?

Richtig ist die Antwort „Blastozyste“. Nach der Befruchtung teilt sich die Zygote wiederholt, ohne dass die Zellen dabei wachsen; man nennt das Furchung. Etwa am dritten Tag liegt ein kompakter Zellhaufen vor, die Morula. Anschließend dringt Flüssigkeit ein und schafft im Inneren einen Hohlraum, sodass am fünften bis sechsten Tag die Blastozyste entsteht. Sie besteht aus dem äußeren Trophoblasten, aus dem später der kindliche Teil des Mutterkuchens hervorgeht, und dem innen anliegenden Embryoblasten, aus dem der Embryo selbst wird. In genau diesem Stadium erreicht der Keim die Gebärmutter.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Die Morula ist das frühere Stadium und noch ein dichter Zellhaufen ohne Hohlraum. Sie befindet sich um den dritten Tag herum meist noch im Eileiter.

Die Antwort „Zygote“ ist falsch: Als Zygote bezeichnet man ausschließlich die einzelne befruchtete Eizelle unmittelbar nach der Kernverschmelzung, also lange vor der Furchung.

Die Antwort „Gastrula“ ist falsch: Die Gastrula ist ein deutlich späteres Stadium. Erst in der dritten Woche entstehen durch die Gastrulation die drei Keimblätter.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast ist kein eigenständiges Stadium, sondern die äußere Zellschicht der Blastozyste. Er stellt später den Kontakt zur Gebärmutterschleimhaut her.

Zum Weiterdenken: Die Blastozyste teilt sich früh in eine äußere und eine innere Zellgruppe. Welche Bedeutung hat diese erste Arbeitsteilung für die weitere Entwicklung?

MERKE

Zygote am Tag null, Morula am dritten Tag, Blastozyste am fünften bis sechsten.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Furchungsstadien bis zur Blastozyste zeitlich einordnen

B338 E Bei der Einnistung befindet sich die Eizelle im Stadium der Morula

Welche Aussage zur Einnistung der befruchteten Eizelle ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Bei der Einnistung befindet sich die Eizelle im Stadium der Morula“, denn gesucht ist hier die falsche Aussage. Bei der Einnistung befindet sich der Keim nicht im Morula-, sondern im Blastozystenstadium. Die Morula ist der kompakte Zellhaufen um den dritten Tag; erst danach bildet sich der Hohlraum, und mit ihm

entsteht der Trophoblast, der für die Einnistung überhaupt erst gebraucht wird. Ohne diese äußere Zellschicht gäbe es weder das Eindringen in die Schleimhaut noch die hCG-Produktion.

Die Antwort „hCG wird vom Trophoblasten produziert“ ist richtig und deshalb hier nicht zu wählen: hCG wird tatsächlich vom Trophoblasten gebildet. Es erhält den Gelbkörper im Eierstock, der daraufhin weiter Progesteron ausschüttet und die Gebärmutterschleimhaut stabil hält.

Die Antwort „Am 20. Zyklustag nistet sich die Eizelle ein“ ist richtig: Rechnet man vom Zyklusbeginn, fällt der Eisprung etwa auf den vierzehnten Tag, und die Einnistung folgt rund sechs Tage später. Der zwanzigste Zyklustag passt damit gut.

Die Antwort „Nach ca. einer Woche findet die Einnistung statt“ ist richtig: Zwischen Befruchtung und Einnistung liegt etwa eine Woche, genauer fünf bis sieben Tage. Diese Angabe ist nur die andere Betrachtungsweise derselben Zeitspanne wie in Option C.

Die Antwort „Die Einnistung erfolgt in der Gebärmutterschleimhaut“ ist richtig: Die Einnistung erfolgt in der Gebärmutterschleimhaut, dem Endometrium, das unter dem Einfluss von Progesteron zuvor aufgebaut und gut durchblutet wurde.

Zum Weiterdenken: Zwei der Antwortmöglichkeiten beschreiben denselben Sachverhalt aus unterschiedlicher Perspektive. Wenn zwei Aussagen inhaltlich übereinstimmen, was folgt daraus für eine Aufgabe, die nur eine falsche Aussage sucht?

MERKE

Bei der Einnistung ist es immer die Blastozyste — die Morula ist dafür noch zu früh dran.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Ablauf und Zeitpunkt der Einnistung prüfen und Fehlaussagen erkennen

B339 B Blastozyste

In welchem Stadium nistet sich die Zelle in die Gebärmutter ein?

Richtig ist die Antwort „Blastozyste“. Die Einnistung erfolgt im Stadium der Blastozyste. Sie erreicht die Gebärmutter rund fünf bis sechs Tage nach der Befruchtung, streift zunächst ihre schützende Hülle ab und tritt dann mit ihrem äußeren Zellmantel, dem Trophoblasten, in Kontakt mit der Gebärmutterschleimhaut. Der Trophoblast dringt in die Schleimhaut ein und beginnt zugleich, das Schwangerschaftshormon hCG zu bilden, das den Gelbkörper erhält und damit die Schleimhaut stabil hält.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Die Morula ist noch ein kompakter Zellhaufen ohne Hohlraum und ohne den ausdifferenzierten Trophoblasten. Sie ist damit gar nicht in der Lage, sich einzunisten.

Die Antwort „Zygote“ ist falsch: Die Zygote ist die einzelne befruchtete Eizelle und befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch im Eileiter.

Die Antwort „Gastrula“ ist falsch: Die Gastrula entsteht erst in der dritten Woche, also deutlich nach der Einnistung, und bringt die drei Keimblätter hervor.

Die Antwort „Embryoblast“ ist falsch: Der Embryoblast ist die innere Zellmasse der Blastozyste und damit ein Bestandteil, nicht ein eigenes Stadium. Für den Kontakt zur Schleimhaut ist zudem der äußere Trophoblast zuständig.

Zum Weiterdenken: Ein Schwangerschaftstest weist hCG nach, und dieses Hormon stammt vom Trophoblasten.

Warum kann der Test deshalb erst nach der Einnistung anschlagen und nicht schon nach der Befruchtung?

MERKE

Eingenistet wird als Blastozyste — der Trophoblast stellt den Kontakt her und bildet hCG.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Das Stadium der Einnistung sicher benennen

B340 C Blastozyste

In welchem Stadium befindet sich die sich gerade einnistende Eizelle 5-6 Tage nach der Befruchtung?

Richtig ist die Antwort „Blastozyste“. Fünf bis sechs Tage nach der Befruchtung liegt die Blastozyste vor, und genau in diesem Stadium beginnt die Einnistung in die Gebärmutter Schleimhaut. Sie besteht aus einer äußeren Zellschicht, dem Trophoblasten, einem flüssigkeitsgefüllten Hohlraum und der innen anliegenden Zellmasse, dem Embryoblasten. Diese Dreiteilung ist der entscheidende Fortschritt gegenüber dem vorherigen Stadium, denn erst der Trophoblast ermöglicht den Kontakt zur Schleimhaut.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Die Morula ist um den dritten Tag zu finden und damit rund zwei Tage zu früh. Sie ist noch ein kompakter Haufen aus etwa sechzehn Zellen ohne Hohlraum.

Die Antwort „Zygote“ ist falsch: Die Zygote ist die eine befruchtete Eizelle unmittelbar nach der Kernverschmelzung.

Die Antwort „Zweiblättriges Keimblatt-Stadium“ ist falsch: Die zweiblättrige Keimscheibe entsteht erst in der zweiten Entwicklungswoche, also nach der Einnistung.

Die Antwort „Dreiblättriges Keimblatt-Stadium“ ist falsch: Die dreiblättrige Keimscheibe mit Ektoderm, Mesoderm und Entoderm bildet sich sogar erst in der dritten Woche während der Gastrulation.

Zum Weiterdenken: Zwischen Blastozyste und dreiblättriger Keimscheibe liegen nur gut zwei Wochen. Was sagt dieses Tempo über die Empfindlichkeit dieser Phase gegenüber Schadstoffen aus?

MERKE

Tag fünf bis sechs heißt Blastozyste — Keimblätter kommen erst in Woche zwei und drei.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Das Stadium fünf bis sechs Tage nach der Befruchtung bestimmen

B341 C Uterus

Wo nistet sich der Embryo normalerweise ein?

Richtig ist die Antwort „Uterus“. Der Embryo nistet sich regelhaft im Uterus ein, also in der Gebärmutter, und zwar in deren Schleimhaut, dem Endometrium. Diese ist unter dem Einfluss von Progesteron aus dem Gelbkörper zuvor aufgebaut, stark durchblutet und mit Drüsen versehen worden, sodass sie den Keim versorgen kann. Bevorzugt geschieht dies an der Hinterwand im oberen Bereich der Gebärmutterhöhle.

Die Antwort „Eileiter“ ist falsch: Der Eileiter ist der Ort der Befruchtung, nicht der Einnistung. Nistet sich der Keim dennoch dort ein, entsteht eine Eileiterschwangerschaft, die nicht ausgetragen werden kann und für die Mutter gefährlich ist.

Die Antwort „Vagina“ ist falsch: Die Vagina ist der Begattungsweg und bietet weder die Schleimhaut noch die Durchblutung, die ein Keim zum Überleben bräuchte.

Die Antwort „Ovarien“ ist falsch: In den Eierstöcken reifen die Eizellen heran. Eine Einnistung dort ist eine seltene Fehllage.

Die Antwort „Vulva“ ist falsch: Die Vulva bezeichnet die äußeren Geschlechtsorgane und liegt damit vollständig außerhalb des Weges, den der Keim nimmt.

Zum Weiterdenken: Für eine erfolgreiche Einnistung müssen der Reifezustand des Keims und der Zustand der Schleimhaut zusammenpassen. Warum spricht man deshalb von einem eng begrenzten Zeitfenster?

MERKE

Befruchtung im Eileiter, Einnistung im Uterus — alles andere ist eine Fehllage.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Den regelhaften Ort der Einnistung benennen

B342 C Morula

Wie wird der Zellhaufen 100 Stunden nach der Befruchtung genannt?

Richtig ist die Antwort „Morula“. Hundert Stunden entsprechen gut vier Tagen, und in diesem Zeitraum liegt der Keim als Morula vor. Der Name kommt vom lateinischen Wort für Maulbeere, denn der Zellhaufen aus etwa sechzehn bis zweiunddreißig Zellen sieht unter dem

Mikroskop genau so aus. Kennzeichnend ist, dass die Zellen bei jeder Teilung kleiner werden und der gesamte Keim dabei nicht wächst; er hat noch immer etwa die Größe der ursprünglichen Eizelle und besitzt noch keinen Hohlraum.

Die Antwort „Blastula“ ist falsch: Blastula ist ein Begriff aus der allgemeinen Embryologie, wie man ihn bei Amphibien oder Seeiegeln verwendet. Beim Menschen spricht man stattdessen von der Blastozyste.

Die Antwort „Blastozyste“ ist falsch: Die Blastozyste entsteht erst am fünften bis sechsten Tag, wenn Flüssigkeit eindringt und den Hohlraum schafft. Nach hundert Stunden ist es dafür noch etwas zu früh.

Die Antwort „Zytoblast“ ist falsch: Zytoblast ist kein Stadium der Frühentwicklung, sondern ein veralteter Ausdruck aus der Zellenlehre. Er dient hier allein als Ablenkung.

Die Antwort „Zygote“ ist falsch: Die Zygote ist die einzelne Zelle direkt nach der Befruchtung und damit rund vier Tage zu früh.

Zum Weiterdenken: Bei der Furchung teilen sich die Zellen, ohne dass der Keim größer wird. Welchen Zweck hat es, die Zellzahl zu erhöhen und die Gesamtgröße zunächst gleich zu lassen?

MERKE

Morula wie Maulbeere um Tag drei bis vier, Blastozyste mit Hohlraum ab Tag fünf.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Das Morula-Stadium über den Zeitpunkt erschließen

B343 E Blastozyste

Wie bezeichnet man die befruchtete Eizelle 5-6 Tage nach der Befruchtung, wenn sie sich einnisten will?

Richtig ist die Antwort „Blastozyste“. Fünf bis sechs Tage nach der Befruchtung liegt die Blastozyste vor, und sie ist das einzige Stadium, das sich überhaupt einnisten kann. Der Grund liegt in ihrem Bau: Erst hier hat sich die äußere Zellschicht als Trophoblast abgegrenzt, und nur dieser kann die Gebärmutterschleimhaut angreifen, in sie eindringen und anschließend hCG bilden. Innen liegt der Embryoblast, aus dem der Embryo selbst hervorgeht, dazwischen der flüssigkeitsgefüllte Hohlraum.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Die Morula ist der kompakte Zellhaufen um den dritten Tag. Ihr fehlen sowohl der Hohlraum als auch der ausdifferenzierte Trophoblast, und damit fehlt ihr das Werkzeug für die Einnistung.

Die Antwort „Zygote“ ist falsch: Die Zygote ist die eine befruchtete Eizelle unmittelbar nach der Kernverschmelzung und befindet sich noch im Eileiter.

Die Antwort „dreiblättriges Keimblatt“ ist falsch: Die dreiblättrige Keimscheibe mit Ektoderm, Mesoderm und Entoderm entsteht erst in der dritten Woche, also gut zwei Wochen nach der Einnistung.

Die Antwort „zweiblättriges Keimblatt“ ist falsch: Auch die zweiblättrige Keimscheibe bildet sich erst nach der Einnistung, nämlich in der zweiten Woche.

Zum Weiterdenken: Die Einnistung gelingt nur, wenn Keim und Schleimhaut gleichzeitig bereit sind. Warum ist dieses enge Zeitfenster ein häufiger Grund dafür, dass eine Schwangerschaft gar nicht erst zustande kommt?

MERKE

Nur die Blastozyste hat einen Trophoblasten — und nur mit ihm gelingt die Einnistung.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Das einnistungsfähige Stadium erneut sicher zuordnen

B344 D Blastomere

Welche Zellen teilen sich bei der Furchung?

Richtig ist die Antwort „Blastomere“. Als Blastomere bezeichnet man die Zellen, die während der Furchung durch die schnell aufeinanderfolgenden Teilungen der Zygote entstehen. Das Besondere an der Furchung ist, dass die Zellen sich zwar teilen, zwischen den Teilungen aber nicht wachsen. Der Keim bleibt deshalb insgesamt etwa so groß wie die ursprüngliche Eizelle, und die einzelnen Blastomere werden mit jeder Runde kleiner. Erst dadurch entsteht innerhalb weniger Tage aus einer einzigen großen Zelle ein vielzelliger Verband.

Die Antwort „Finger“ ist falsch: Finger entstehen erst viele Wochen später während der Entwicklung der Gliedmaßen, und zwar unter anderem dadurch, dass Zellen zwischen den Fingeranlagen gezielt absterben. Mit der Furchung hat das nichts zu tun.

Die Antwort „Hoden von Nebenhoden“ ist falsch: Hoden und Nebenhoden sind fertige Organe des erwachsenen Körpers. Sie teilen sich nicht als Ganzes, sondern enthalten teilungsfähige Zellen.

Die Antwort „Schilddrüse von der Nebenschilddrüse“ ist falsch: Auch Schilddrüse und Nebenschilddrüse sind ausgebildete Organe und keine Zellen eines Furchungsstadiums.

Die Antwort „Pankreaszellen“ ist falsch: Pankreaszellen sind spezialisierte Zellen der Bauchspeicheldrüse. Sie entstehen erst weit nach der Furchung durch Differenzierung.

Zum Weiterdenken: Bei der Furchung nimmt die Zellzahl zu, die Gesamtgröße aber nicht. Wie verändert sich dabei das Verhältnis von Zelloberfläche zu Zellvolumen, und warum ist das für die Versorgung günstig?

MERKE

Blastomere sind die Furchungszellen — sie werden mehr, aber jede einzelne wird kleiner.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Blastomere als die sich furchenden Zellen benennen

B345 A Durch Furchung von Blastomeren

Wie entsteht die Morula?

Richtig ist die Antwort „Durch Furchung von Blastomeren“. Die Morula entsteht dadurch, dass sich die Zygote furcht und die dabei entstehenden Blastomere sich weiter teilen. Um den dritten Tag liegt so ein kompakter Haufen aus etwa sechzehn bis zweiunddreißig Zellen vor, der wegen seines Aussehens den Namen Maulbeere trägt. Kurz darauf rücken die Zellen enger zusammen, ein Vorgang, den man Kompaktierung nennt, und erst danach dringt Flüssigkeit ein und schafft den Hohlraum der Blastozyste.

Die Antwort „Durch Furchung von Mesomeren“ ist falsch: Mesomere sind Blastomere mittlerer Größe, wie man sie bei ungleicher Furchung etwa beim Seeigel unterscheidet. Beim Menschen verläuft die Furchung annähernd gleichmäßig, weshalb dieser Begriff hier nicht passt.

Die Antwort „Durch Gastrulation der Blastozyste“ ist falsch: Die Gastrulation ist ein viel späterer Vorgang und läuft in der umgekehrten Richtung der zeitlichen Abfolge. Aus der Blastozyste entsteht keine Morula, sondern die Morula geht der Blastozyste voraus.

Die Antwort „Durch Verschmelzung zweier Blastozysten“ ist falsch: Zwei Blastozysten verschmelzen nicht miteinander. Der Keim entsteht aus einer einzigen befruchteten Eizelle; teilt er sich früh, entstehen eineiige Zwillinge, was genau der umgekehrte Vorgang wäre.

Die Antwort „Durch Invagination des Trophoblasten“ ist falsch: Eine Einstülpung des Trophoblasten gibt es nicht. Der Trophoblast entsteht überhaupt erst mit der Blastozyste und wächst später in die Gebärmutterschleimhaut ein.

Zum Weiterdenken: Die zeitliche Reihenfolge lautet Zygote, Morula, Blastozyste. Wie kannst du eine Antwortmöglichkeit allein daran als falsch erkennen, dass sie diese Reihenfolge umkehrt?

MERKE

Furchung macht Blastomere, Blastomere machen die Morula, erst dann kommt der Hohlraum.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Entstehung der Morula aus der Furchung herleiten

KEIMBLÄTTER

B346 B Ektoderm

Aus welchem Keimblatt entwickelt sich das Nervensystem?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm“. Das gesamte Nervensystem geht aus dem Ektoderm hervor, also aus dem äußeren der drei Keimblätter. In der dritten Woche verdickt sich das Ektoderm über der Chorda dorsalis zur Neuralplatte, senkt sich zur Neuralrinne ein und schließt sich schließlich zum Neuralrohr, aus dem Gehirn und Rückenmark entstehen. Aus dem Ektoderm stammt außerdem die Oberhaut mit ihren Anhangsgebilden, was auf den ersten Blick überrascht — Haut und Nerven haben also denselben Ursprung.

Die Antwort „Entoderm“ ist falsch: Aus dem Entoderm entstehen die Auskleidungen des Verdauungs- und Atemtrakts sowie Leber, Bauchspeicheldrüse und Schilddrüse.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm liefert Muskulatur, Knochen, Knorpel, Bindegewebe, Herz, Blutgefäße, Blut, Nieren und Keimdrüsen.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast ist kein Keimblatt, sondern die äußere Zellschicht der Blastozyste, aus der der kindliche Anteil des Mutterkuchens hervorgeht.

Die Antwort „Chorion“ ist falsch: Das Chorion ist eine Eihaut und gehört ebenfalls zu den Anhangsgebilden, nicht zu den Keimblättern.

Zum Weiterdenken: Haut und Nervensystem stammen beide aus dem Ektoderm. Wie erklärt diese gemeinsame Herkunft, dass manche Erkrankungen gleichzeitig Haut und Nerven betreffen?

MERKE

Ektoderm liefert außen und Nerven, Mesoderm die Mitte, Entoderm die inneren Auskleidungen.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Das Nervensystem dem Ektoderm zuordnen

B347 A Ektoderm

Welches ist das äußere Keimblatt?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm“. Die drei Keimblätter sind nach ihrer Lage benannt, und die Vorsilben verraten sie unmittelbar: „ekto-“ bedeutet außen, „meso-“ Mitte und „ento-“ beziehungsweise „endo-“ innen. Das äußere Keimblatt ist damit das Ektoderm. Aus ihm gehen die Oberhaut mit Haaren und Nägeln, das gesamte Nervensystem sowie die Sinneszellen hervor.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm ist das mittlere Keimblatt und bildet Muskeln, Knochen, Bindegewebe, Herz, Gefäße, Blut und Nieren.

Die Antwort „Entoderm“ ist falsch: Das Entoderm ist das innere Keimblatt und liefert die Auskleidung von Verdauungs- und Atemwegen sowie Leber und Bauchspeicheldrüse.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast gehört nicht zu den Keimblättern. Er entsteht früher, nämlich mit der Blastozyste, und wird zum kindlichen Anteil der Plazenta.

Die Antwort „Chorion“ ist falsch: Das Chorion ist eine Eihaut und damit ein Anhangsgebilde des Keims.

Zum Weiterdenken: Die Namen der Keimblätter beschreiben ihre Lage im Embryo. Wie hilft dir dieses Benennungsprinzip, auch bei anderen anatomischen Begriffen die Bedeutung zu erschließen?

MERKE

Ekto außen, meso Mitte, ento innen — die Vorsilbe verrät die Lage.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Lage der drei Keimblätter benennen

B348 A Ektoderm

Wie wird das äußere Keimblatt genannt?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm“. Das äußere Keimblatt heißt Ektoderm. Es entsteht in der dritten Woche während der Gastrulation, wenn sich aus der zweiblättrigen eine dreiblättrige Keimscheibe bildet. Aus ihm gehen alle Strukturen hervor, die entweder nach außen abschließen oder mit der Außenwelt in Verbindung stehen: die Oberhaut samt Haaren, Nägeln und Drüsen, der Zahnschmelz, die Linse des Auges sowie das gesamte Nervensystem mit den Sinneszellen.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm liegt in der Mitte und bildet die Stütz- und Bewegungsstrukturen sowie Herz, Blut und Nieren.

Die Antwort „Entoderm“ ist falsch: Das Entoderm liegt innen und kleidet die inneren Hohlgänge aus.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast ist die äußere Schicht der Blastozyste und entsteht deutlich früher als die Keimblätter.

Die Antwort „Chorion“ ist falsch: Das Chorion ist eine Eihaut und geht seinerseits aus dem Trophoblasten hervor.

Zum Weiterdenken: Sowohl das Ektoderm als auch der Trophoblast liegen außen und werden deshalb gern verwechselt. Woran erkennst du zuverlässig, dass nur eines von beiden ein Keimblatt ist?

MERKE

Das Ektoderm ist ein Keimblatt der dritten Woche, der Trophoblast eine Hülle der ersten.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Das äußere Keimblatt zuverlässig benennen

B349 E Ektoderm

Wie heißt das äußerste Keimblatt?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm“. Das äußerste Keimblatt heißt Ektoderm. Diese Fassung der Aufgabe arbeitet mit Ablenkungen, die zwar nach Fachsprache klingen, in der Embryologie aber keine Keimblätter bezeichnen — ein häufiges Muster, dem du am besten begegnest, indem du die drei richtigen Namen sicher parat hast, statt die falschen einzeln zu prüfen.

Die Antwort „Endoderm“ ist falsch: Das Endoderm, auch Entoderm geschrieben, ist das innere und nicht das äußere Keimblatt.

Die Antwort „Epiderm“ ist falsch: Epiderm ist kein Keimblatt. Die Epidermis ist die Oberhaut, also ein Gewebe, das aus dem Ektoderm hervorgeht — Ergebnis und Ursprung werden hier bewusst vertauscht.

Die Antwort „Periderm“ ist falsch: Als Periderm bezeichnet man eine vorübergehende Deckschicht der embryonalen Haut. Ein Keimblatt ist es nicht.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm ist das mittlere Keimblatt.

Zum Weiterdenken: Zwei der Ablenkungen sind echte Fachbegriffe, nur eben aus einem anderen Zusammenhang. Warum sind solche Distraktoren wirksamer als frei erfundene Wörter?

MERKE

Es gibt genau drei Keimblätter: Ektoderm, Mesoderm, Entoderm — alles andere ist kein Keimblatt.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Das Ektoderm gegen erfundene Begriffe abgrenzen

B350 E Ektoderm, Mesoderm und Entoderm

Welche drei Keimblätter entstehen während der Embryonalentwicklung?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm, Mesoderm und Entoderm“. Während der Gastrulation in der dritten Entwicklungswoche entstehen aus der zweiblättrigen Keimscheibe drei Keimblätter: Ektoderm außen, Mesoderm in der Mitte und Entoderm innen. Aus diesen dreien geht der gesamte Körper hervor. Das Ektoderm liefert Haut und Nervensystem, das Mesoderm Muskeln, Knochen, Bindegewebe, Herz, Blut, Gefäße und Nieren, das Entoderm die Auskleidung von Verdauungs- und Atemtrakt samt Leber und Bauchspeicheldrüse.

Die Antwort „Nur Ektoderm und Entoderm“ ist falsch: Zwei Keimblätter gibt es nur vorübergehend in der zweiten Woche. Mit der Gastrulation kommt das Mesoderm hinzu, und erst dann ist der Bauplan vollständig.

Die Antwort „Trophoblast und Embryoblast“ ist falsch: Trophoblast und Embryoblast sind die beiden Zellgruppen der Blastozyste und damit deutlich früher angelegt als die Keimblätter.

Die Antwort „Nur Mesoderm“ ist falsch: Ein einzelnes Keimblatt reichte nicht aus, um die Vielfalt der Gewebe hervorzubringen.

Die Antwort „Amnion und Chorion“ ist falsch: Amnion und Chorion sind Eihäute und gehören zu den Anhangsgebilden, die den Embryo umgeben und versorgen.

Zum Weiterdenken: Alle Organe des Körpers lassen sich auf nur drei Keimblätter zurückführen. Warum ist diese Zuordnung für das Verständnis von Fehlbildungen hilfreich, die mehrere Organe zugleich betreffen?

MERKE

Drei Keimblätter, drei Zuständigkeiten: außen Haut und Nerv, Mitte Stütze und Kreislauf, innen die Auskleidung.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die drei Keimblätter vollständig aufzählen

B351 C Ektoderm

Aus welchem Keimblatt entwickelt sich das Neuralrohr?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm“. Das Neuralrohr entsteht aus dem Ektoderm. In der dritten Woche verdickt sich das Ektoderm oberhalb der Chorda dorsalis zur Neuralplatte, deren Ränder sich aufwerfen und aufeinander zubewegen, bis sie in der vierten Woche zum Neuralrohr verschmelzen. Aus dessen vorderem Abschnitt entsteht das Gehirn, aus dem hinteren das Rückenmark. Schließt sich das Rohr unvollständig, kommt es zu Fehlbildungen wie der Spina bifida, weshalb Folsäure schon vor der Empfängnis empfohlen wird.

Die Antwort „Entoderm“ ist falsch: Das Entoderm bildet die Auskleidung der inneren Hohlorgane und hat mit dem Nervensystem nichts zu tun.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm liefert Stütz- und Bewegungsapparat sowie Kreislauf und Nieren. Es liegt beim Verschluss des Neuralrohrs allerdings unmittelbar daneben und beeinflusst ihn.

Die Antwort „Mesenchym“ ist falsch: Als Mesenchym bezeichnet man embryonales Bindegewebe, das überwiegend aus dem Mesoderm hervorgeht. Ein Keimblatt ist es nicht.

Die Antwort „Chorda dorsalis“ ist falsch: Die Chorda dorsalis ist eine stabförmige Struktur aus dem Mesoderm. Sie bildet das Neuralrohr nicht selbst, sondern gibt dem darüberliegenden Ektoderm das Signal, sich einzusenken.

Zum Weiterdenken: Die Chorda dorsalis veranlasst das Ektoderm, sich zum Neuralrohr einzufalten. Was sagt dieses Zusammenspiel darüber aus, wie sich Gewebe in der Entwicklung gegenseitig steuern?

MERKE

Neuralrohr kommt aus dem Ektoderm — die Chorda gibt nur das Signal, sie ist aus dem Mesoderm.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Herkunft des Neuralrohrs bestimmen

B352 B Entoderm

Aus welchem Keimblatt entsteht das Epithelgewebe des Urdarms?

Richtig ist die Antwort „Entoderm“. Der Urdarm ist die Anlage des späteren Verdauungsrohrs, und sein Epithel geht aus dem Entoderm hervor, dem inneren Keimblatt. Aus dieser Auskleidung entstehen später die Schleimhäute von Speiseröhre, Magen und Darm, außerdem das Epithel der Atemwege sowie Leber, Bauchspeicheldrüse und Schilddrüse, die als Ausstülpungen des Urdarms angelegt werden.

Die Antwort „Ektoderm“ ist falsch: Aus dem Ektoderm entstehen Haut und Nervensystem. Nur ganz am Anfang und ganz am Ende des Verdauungsrohrs, also im Mundbereich und am Analkanal, stammt die Auskleidung vom Ektoderm.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm liefert nicht das Epithel, wohl aber die umgebenden Schichten des Darmrohrs, nämlich Muskulatur und Bindegewebe.

Die Antwort „Exoderm“ ist falsch: Exoderm ist kein Begriff der Embryologie und dient hier allein als Ablenkung.

Die Antwort „Uroderm“ ist falsch: Auch Uroderm gibt es nicht. Die Ähnlichkeit zum Wort Urdarm soll den Eindruck erwecken, es gehöre dazu.

Zum Weiterdenken: Das Epithel des Darms stammt vom Entoderm, seine Muskelschicht vom Mesoderm. Warum ist ein Organ also fast nie das Werk eines einzigen Keimblatts?

MERKE

Urdarm heißt Entoderm — die Auskleidung innen, die Muskelwand drumherum aus dem Mesoderm.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Urdarm dem Entoderm zuordnen

B353 E Ektoderm

Wie bezeichnet man das äußere Keimblatt?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm“. Das äußere Keimblatt ist das Ektoderm. Auch diese Fassung der Aufgabe setzt darauf, dass Begriffe angeboten werden, die fachlich klingen, aber keine Keimblätter benennen. Wer die drei richtigen Namen sicher beherrscht, erkennt die Ablenkungen sofort und braucht sie gar nicht einzeln zu prüfen.

Die Antwort „Endoderm“ ist falsch: Das Endoderm ist das innere Keimblatt und damit das genaue Gegenteil des Gesuchten.

Die Antwort „Periderm“ ist falsch: Periderm bezeichnet eine vorübergehende Deckschicht der embryonalen Haut, aber kein Keimblatt.

Die Antwort „Uroderm“ ist falsch: Uroderm existiert als Begriff nicht.

Die Antwort „Exoderm“ ist falsch: Auch Exoderm gehört nicht zur Fachsprache der Embryologie. Die Vorsilbe „exo-“ bedeutet zwar ebenfalls außen, doch das ändert nichts daran, dass der Begriff nicht gebräuchlich ist.

Zum Weiterdenken: Eine Ablenkung kann sprachlich völlig sinnvoll gebildet sein und trotzdem kein Fachbegriff sein. Was folgt daraus für die Frage, ob man sich auf sein Sprachgefühl verlassen sollte?

MERKE

Nur drei Namen sind echt: Ektoderm, Mesoderm, Entoderm.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Das äußere Keimblatt gegen Scheinbegriffe sichern

B354 B Nierenkörperchen

Was entwickelt sich aus dem Mesoderm?

Richtig ist die Antwort „Nierenkörperchen“. Die Nierenkörperchen gehen aus dem Mesoderm hervor. Das mittlere Keimblatt bildet einen breiten Streifen an Strukturen: die gesamte Muskulatur, Knochen und Knorpel, das Bindegewebe, das Herz mit allen Blutgefäßen und dem Blut selbst, die Nieren mit den ableitenden Harnwegen sowie die Keimdrüsen. Als Faustregel gilt, dass alles Stützende, Bewegende und Transportierende mesodermalen Ursprungs ist.

Die Antwort „Nervensystem“ ist falsch: Das Nervensystem stammt aus dem Ektoderm und entsteht aus dem Neuralrohr.

Die Antwort „Augenlinse“ ist falsch: Die Augenlinse geht ebenfalls aus dem Ektoderm hervor, und zwar aus einer Verdickung der Oberflächenhaut, die sich einsenkt und abschnürt.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast ist gar kein Abkömmling eines Keimblatts, sondern entsteht bereits mit der Blastozyste.

Die Antwort „Epidermis“ ist falsch: Die Epidermis, also die Oberhaut, stammt aus dem Ektoderm.

Zum Weiterdenken: Herz, Blut, Knochen und Nieren wirken auf den ersten Blick sehr verschieden und haben doch denselben Ursprung. Welche gemeinsame Rolle im Körper verbindet sie?

MERKE

Mesoderm ist die Mitte: Stützen, Bewegen, Transportieren, Ausscheiden.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Abkömmlinge des Mesoderms erkennen

B355 C Ektoderm, Mesoderm und Entoderm

Was entsteht bei der Gastrulation?

Richtig ist die Antwort „Ektoderm, Mesoderm und Entoderm“. Bei der Gastrulation in der dritten Entwicklungswoche entstehen die drei Keimblätter Ektoderm, Mesoderm und Entoderm. Dabei wandern Zellen der oberen Schicht durch eine Rinne, den Primitivstreifen, in die Tiefe und ordnen sich neu an, sodass aus einer zweiblättrigen eine dreiblättrige Keimscheibe wird. Damit ist der Bauplan festgelegt, aus dem sich alle Organe entwickeln.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast entsteht bereits mit der Blastozyste am fünften bis sechsten Tag und damit gut zwei Wochen früher.

Die Antwort „Der Magen-Darm-Trakt bildet sich vollständig aus“ ist falsch: Der Magen-Darm-Trakt bildet sich erst im weiteren Verlauf aus dem Urdarm heraus. Die Gastrulation legt nur das Keimblatt an, aus dem er später hervorgeht — der Name führt hier bewusst in die Irre.

Die Antwort „Blastozyste“ ist falsch: Die Blastozyste geht der Gastrulation voraus, sie entsteht nicht durch sie.

Die Antwort „Amnionhöhle“ ist falsch: Die Amnionhöhle bildet sich in der zweiten Woche und gehört zu den Anhangsgebilden.

Zum Weiterdenken: Der Name Gastrulation leitet sich vom griechischen Wort für Magen ab, obwohl dabei noch kein Magen entsteht. Warum ist es hilfreich, bei Fachbegriffen zwischen Wortherkunft und tatsächlicher Bedeutung zu unterscheiden?

MERKE

Gastrulation macht drei Keimblätter — nicht den Magen, trotz des Namens.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Das Ergebnis der Gastrulation benennen

B356 C Entoderm

Aus welchem Keimblatt entsteht das Epithelgewebe des Urdarms?

Richtig ist die Antwort „Entoderm“. Das Epithel des Urdarms geht aus dem Entoderm hervor. Diese Aufgabe kam in identischer Form bereits in einem früheren Jahrgang vor, und die Überlegung bleibt dieselbe: Das innere Keimblatt liefert die Auskleidung aller Hohlorgane,

die aus dem Urdarm hervorgehen, also Verdauungsrohr, Atemwege sowie die daraus ausknospenden Drüsen Leber, Bauchspeicheldrüse und Schilddrüse.

Die Antwort „Ektoderm“ ist falsch: Das Ektoderm bildet Haut und Nervensystem. Lediglich die äußersten Enden des Verdauungsrohrs im Mund- und Analbereich stammen von ihm.

Die Antwort „Mesoderm“ ist falsch: Das Mesoderm bildet die Muskel- und Bindegewebsschichten der Darmwand, nicht aber die innere Auskleidung.

Die Antwort „Exoderm“ ist falsch: Exoderm ist kein Fachbegriff der Embryologie.

Die Antwort „Uroderm“ ist falsch: Uroderm gibt es ebenfalls nicht; die Ähnlichkeit zum Wort Urdarm ist beabsichtigt.

Zum Weiterdenken: Die Aufgabe wurde samt aller Ablenkungen unverändert wiederverwendet. Was sagt dir das über den Wert, alte Prüfungsaufgaben systematisch durchzuarbeiten?

MERKE

Innen ist Entoderm: Urdarm, Atemwege, Leber, Pankreas, Schilddrüse.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Zuordnung des Urdarms zum Entoderm wiederholen

B357 D Bindegewebe

Welches Gewebe entwickelt sich aus dem Mesoderm?

Richtig ist die Antwort „Bindegewebe“. Das Bindegewebe entwickelt sich aus dem Mesoderm, und zwar über eine Zwischenstufe, die man Mesenchym nennt – ein lockeres embryonales Bindegewebe, aus dem später Bindegewebe, Knorpel, Knochen, Blut und Gefäße hervorgehen. Damit stammen alle Gewebe, die stützen, verbinden und transportieren, aus dem mittleren Keimblatt.

Die Antwort „Sinneszellen des Auges“ ist falsch: Die Sinneszellen des Auges gehören zum Nervengewebe und stammen aus dem Ektoderm; die Netzhaut entsteht sogar als Ausstülpung des Zwischenhirns.

Die Antwort „Nervengewebe“ ist falsch: Nervengewebe geht aus dem Ektoderm hervor.

Die Antwort „Epithelgewebe der Lunge“ ist falsch: Das Epithel der Lunge stammt aus dem Entoderm, denn die Lungenanlage knospt aus dem Vorderdarm aus. Das umgebende Bindegewebe und die Gefäße kommen dagegen aus dem Mesoderm.

Die Antwort „Haut“ ist falsch: Die Haut, genauer ihre Oberhaut, stammt aus dem Ektoderm. Die darunterliegende Lederhaut mit ihrem Bindegewebe kommt allerdings aus dem Mesoderm – auch hier arbeiten zwei Keimblätter zusammen.

Zum Weiterdenken: Bei Haut und Lunge liefert je ein Keimblatt die Auskleidung und ein anderes den Unterbau. Warum ist dieses Zusammenspiel eher die Regel als die Ausnahme?

MERKE

Bindegewebe, Knorpel, Knochen, Blut – alles Mesoderm, alles über das Mesenchym.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Bindegewebe als mesodermales Gewebe einordnen

ENTWICKLUNG DES EMBRYOS

B358 A Blastozyste

In welchem Entwicklungsstadium befindet sich die befruchtete Eizelle etwa 5-6 Tage nach der Befruchtung?

Richtig ist die Antwort „Blastozyste“. Fünf bis sechs Tage nach der Befruchtung liegt die Blastozyste vor. Sie hat einen flüssigkeitsgefüllten Hohlraum, außen den Trophoblasten und innen den Embryoblasten. In diesem Zustand erreicht sie die Gebärmutter und beginnt sich einzunisten.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Die Morula ist der kompakte Zellhaufen um den dritten Tag und damit etwa zwei Tage zu früh.

Die Antwort „Zygote“ ist falsch: Die Zygote ist die eine befruchtete Eizelle unmittelbar nach der Kernverschmelzung.

Die Antwort „Gastrula“ ist falsch: Die Gastrula entsteht erst in der dritten Woche, wenn sich durch die Gastrulation die drei Keimblätter bilden.

Die Antwort „Neurula“ ist falsch: Die Neurula folgt sogar noch danach, wenn sich aus dem Ektoderm die Neuralplatte einsenkt und zum Neuralrohr schließt.

Zum Weiterdenken: Zygote, Morula, Blastozyste, Gastrula, Neurula bilden eine feste Reihenfolge. Warum lohnt es sich, diese Kette einmal fest einzuprägen, statt jede Aufgabe einzeln zu bedenken?

MERKE

Zygote, Morula, Blastozyste, Gastrula, Neurula – die Reihenfolge trägt durch fast jede Aufgabe.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Frühentwicklung bis zur dritten Woche zeitlich ordnen

B359 B 3 cm

Wie groß ist der Embryo nach 8 Wochen?

Richtig ist die Antwort „3 cm“. Am Ende der achten Entwicklungswoche misst der Embryo etwa drei Zentimeter Scheitel-Steiß-Länge. Dieser Zeitpunkt ist ein

wichtiger Einschnitt, denn mit dem Abschluss der achten Woche endet die Embryonalperiode und die Fetalperiode beginnt. Bis dahin sind alle Organanlagen gebildet, weshalb gerade diese Wochen die empfindlichste Zeit für Fehlbildungen sind; danach geht es vor allem um Wachstum und Ausreifung.

Die Antwort „1 cm“ ist falsch: Etwa einen Zentimeter misst der Embryo bereits um die sechste Woche, also deutlich früher.

Die Antwort „8 cm“ ist falsch: Acht Zentimeter erreicht der Fetus erst gegen Ende des vierten Monats.

Die Antwort „30 cm“ ist falsch: Dreißig Zentimeter entsprechen ungefähr der Größe um den sechsten Monat.

Die Antwort „15 cm“ ist falsch: Fünfzehn Zentimeter passen etwa zum fünften Monat und sind damit ebenfalls weit vom Ende der achten Woche entfernt.

Zum Weiterdenken: In den ersten acht Wochen entstehen alle Organanlagen, danach wächst der Körper vor allem. Warum sind Medikamente und Infektionen gerade in dieser frühen Zeit besonders gefährlich?

MERKE

Ende der achten Woche: rund drei Zentimeter, alle Organanlagen fertig, ab jetzt heißt es Fetus.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Die Größe des Embryos am Ende der Embryonalperiode abschätzen

B360 E Blastomere

Welche Zellen sind totipotent?

Richtig ist die Antwort „Blastomere“. Totipotent heißt allmächtig: Eine solche Zelle kann sich zu jedem Zelltyp entwickeln und darüber hinaus einen vollständigen Organismus samt Mutterkuchen hervorbringen. Diese Fähigkeit besitzen die Zygote und die Blastomere der frühen Furchungsstadien bis etwa zum Achtzellstadium. Deshalb kann sich der Keim in dieser Phase teilen und zu eineiigen Zwillingen führen.

Die Antwort „Trophoblastzellen“ ist falsch:

Trophoblastzellen sind bereits festgelegt und bilden den kindlichen Teil des Mutterkuchens. Einen ganzen Organismus können sie nicht mehr hervorbringen.

Die Antwort „Embryoblastzellen“ ist falsch:

Embryoblastzellen sind pluripotent. Aus ihnen entstehen zwar alle Gewebe des Embryos, aber nicht mehr die Anhangsgebilde wie der Mutterkuchen, weshalb aus ihnen allein kein vollständiger Organismus wird.

Die Antwort „Ausdifferenzierte Hautzellen“ ist falsch:

Ausdifferenzierte Hautzellen sind auf ihre Aufgabe festgelegt. Erst durch Umprogrammierung im Labor lassen sie sich in einen pluripotenten Zustand zurückversetzen.

Die Antwort „Blutstammzellen“ ist falsch:

Blutstammzellen sind multipotent und können nur die verschiedenen Blutzellen hervorbringen.

Zum Weiterdenken: Totipotent, pluripotent, multipotent und unipotent bilden eine absteigende Reihe. Woran erkennst du an der Vorsilbe jeweils, wie weit die Möglichkeiten reichen?

MERKE

Totipotent heißt: ganzer Organismus samt Plazenta – das können nur Zygote und frühe Blastomere.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Totipotenz von Pluripotenz unterscheiden

B361 E Embryoblast

Aus welcher Zelle entwickelt sich der Embryo?

Richtig ist die Antwort „Embryoblast“. Der Embryo geht aus dem Embryoblasten hervor, also aus der inneren Zellmasse der Blastozyste. Diese Zellen liegen dem Trophoblasten innen an und sind pluripotent, können also alle Gewebe des künftigen Körpers bilden. Der Trophoblast übernimmt dagegen die Verbindung zur Mutter und wird zum kindlichen Teil des Mutterkuchens. Diese Arbeitsteilung ist die erste Weichenstellung der gesamten Entwicklung.

Die Antwort „Blastozyste“ ist falsch: Die Blastozyste ist das gesamte Stadium und umfasst beide Zellgruppen. Sie ist deshalb keine Antwort auf die Frage nach der einen Zellart, aus der der Embryo entsteht.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Aus dem Trophoblasten entsteht der kindliche Anteil der Plazenta, nicht der Embryo.

Die Antwort „Blastomere“ ist falsch: Blastomere sind die Zellen der Furchungsstadien und damit ein früherer Zustand. Aus ihnen gehen erst Embryoblast und Trophoblast hervor.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Die Morula ist ebenfalls ein früheres Stadium, in dem die Aufteilung noch gar nicht vollzogen ist.

Zum Weiterdenken: Schon im Blastozystenstadium teilen sich die Zellen in eine Gruppe für das Kind und eine für die Versorgung. Warum ist es sinnvoll, dass diese Entscheidung so früh fällt?

MERKE

Embryoblast wird zum Kind, Trophoblast wird zum Mutterkuchen.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Embryoblast und Trophoblast ihren Abkömmlingen zuordnen

B362 E Morula

Was zählt zu den totipotenten Zellen?

Richtig ist die Antwort „Morula“. Die Zellen der Morula sind totipotent, können also jeweils für sich einen vollständigen Organismus einschließlich der Anhangsgebilde hervorbringen. Die Morula ist der kompakte Zellhaufen um den dritten Tag, in dem die Blastomere noch nicht festgelegt sind. Genau darauf beruht die Möglichkeit, dass sich der Keim in diesem Stadium teilt und eineiige Zwillinge entstehen.

Die Antwort „Embryoblast“ ist falsch: Der Embryoblast ist bereits pluripotent und nicht mehr totipotent. Aus ihm entstehen alle Gewebe des Embryos, aber nicht mehr der Mutterkuchen – und damit kein vollständiger Organismus aus eigener Kraft.

Die Antwort „Blastozyste“ ist falsch: Die Blastozyste ist ein Stadium und keine Zellart, und ihre Zellen haben sich bereits in Trophoblast und Embryoblast aufgeteilt.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Trophoblastzellen sind auf die Bildung des Mutterkuchens festgelegt.

Die Antwort „Ektoderm“ ist falsch: Das Ektoderm ist eines der drei Keimblätter und entsteht erst in der dritten Woche. Aus ihm gehen Haut und Nervensystem hervor, womit die Festlegung bereits weit fortgeschritten ist.

Zum Weiterdenken: Mit jedem Entwicklungsschritt nehmen die Möglichkeiten einer Zelle ab. Warum ist diese fortschreitende Einschränkung für einen vielzelligen Körper nicht ein Verlust, sondern eine Voraussetzung?

MERKE

Bis zur Morula totipotent, ab dem Embryoblasten nur noch pluripotent.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2015 · schwer · Lernziel: Totipotenz dem richtigen Entwicklungsstadium zuordnen

B363 E Morula

In welchem Zellstadium befindet sich der kugelförmige Zellhaufen nach 100 Stunden?

Richtig ist die Antwort „Morula“. Hundert Stunden entsprechen gut vier Tagen, und in diesem Zeitraum liegt der Keim als Morula vor – ein kugelförmiger, kompakter Zellhaufen aus etwa sechzehn bis zweiunddreißig Zellen, der wegen seines Aussehens nach der Maulbeere benannt ist. Kennzeichnend ist das Fehlen eines Hohlraums; die Zellen liegen dicht an dicht.

Die Antwort „Blastozyste“ ist falsch: Die Blastozyste bildet sich erst am fünften bis sechsten Tag, wenn Flüssigkeit eindringt und den Hohlraum schafft.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Der Trophoblast ist die äußere Zellschicht der Blastozyste und damit ein Bestandteil, kein eigenes Stadium.

Die Antwort „Keimblatt“ ist falsch: Keimblätter entstehen erst in der dritten Woche während der Gastrulation.

Die Antwort „Embryoblast“ ist falsch: Auch der Embryoblast ist ein Bestandteil der Blastozyste und kein Stadium für sich.

Zum Weiterdenken: Der Unterschied zwischen Morula und Blastozyste ist im Kern der Hohlraum. Warum ist ausgerechnet dieser Hohlraum die Voraussetzung dafür, dass sich innere und äußere Zellen unterschiedlich entwickeln?

MERKE

Kompakt ohne Hohlraum heißt Morula, mit Hohlraum heißt Blastozyste.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Das Morula-Stadium über die Zeitangabe bestimmen

B364 D Blastomere

Welcher Zelltyp ist totipotent?

Richtig ist die Antwort „Blastomere“. Blastomere sind die Zellen, die in den frühen Furchungsteilungen aus der Zygote hervorgehen, und bis etwa zum Achtzellstadium sind sie totipotent. Jede einzelne von ihnen könnte für sich einen vollständigen Organismus samt Mutterkuchen hervorbringen. Diese Eigenschaft erklärt die Entstehung eineiiger Mehrlinge und ist zugleich die Grundlage der Präimplantationsdiagnostik, bei der eine einzelne Zelle entnommen werden kann, ohne die weitere Entwicklung zu verhindern.

Die Antwort „Embryoblasten“ ist falsch: Embryoblasten sind pluripotent. Sie bilden alle Gewebe des Embryos, aber nicht die Anhangsgebilde.

Die Antwort „Blastozyste“ ist falsch: Die Blastozyste ist ein Entwicklungsstadium und keine Zellart.

Die Antwort „Morula“ ist falsch: Auch die Morula ist ein Stadium. Ihre Zellen sind zwar totipotent, doch gefragt ist hier ausdrücklich nach einem Zelltyp, und das ist das Blastomer.

Die Antwort „Trophoblast“ ist falsch: Trophoblastzellen sind auf die Bildung des kindlichen Anteils der Plazenta festgelegt.

Zum Weiterdenken: Bei der Präimplantationsdiagnostik entnimmt man eine einzelne Zelle, und der Keim entwickelt sich dennoch weiter. Welche Eigenschaft der Blastomere macht das überhaupt möglich?

MERKE

Blastomer ist die Zelle, Morula das Stadium – beide totipotent, aber die Frage entscheidet.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den totipotenten Zelltyp sicher benennen

B365 B linke 4. Schlundbogenarterie

Welche Struktur entwickelt sich zum Aortenbogen?

Richtig ist die Antwort „linke 4. Schlundbogenarterie“. In der Embryonalzeit entstehen sechs Paare von Schlundbogenarterien, die zunächst symmetrisch angelegt sind und anschließend sehr ungleich umgebaut werden. Aus der linken vierten Schlundbogenarterie geht der endgültige Aortenbogen hervor. Der Umbau verläuft bewusst asymmetrisch, und genau daraus erklärt sich eine bekannte anatomische Eigentümlichkeit: Weil der Nervus laryngeus recurrens unter der jeweils letzten erhaltenen Arterie hindurchzieht, schlingt er sich links um den Aortenbogen und rechts nur um die Arteria subclavia.

Die Antwort „linke und rechte 2. Schlundbogenarterie“ ist falsch: Die zweiten Schlundbogenarterien bilden sich weitgehend zurück und tragen nur zu kleinen Gefäßen im Kopfbereich bei.

Die Antwort „rechte 2. Schlundbogenarterie“ ist falsch: Die rechte zweite Schlundbogenarterie bildet sich ebenfalls zurück.

Die Antwort „rechte 4. Schlundbogenarterie“ ist falsch: Aus der rechten vierten Schlundbogenarterie entsteht nicht der Aortenbogen, sondern der erste Abschnitt der rechten Arteria subclavia. Diese Option ist die schwierigste Falle der Aufgabe, weil nur die Seite abweicht.

Die Antwort „linke 2. Schlundbogenarterie/Kiemenbogen“ ist falsch: Auch hier ist der zweite Bogen genannt, der für den Aortenbogen keine Rolle spielt.

Zum Weiterdenken: Der Nervus laryngeus recurrens nimmt links einen deutlich längeren Weg als rechts. Wie erklärt sich dieser Unterschied unmittelbar aus dem Umbau der Schlundbogenarterien?

MERKE

Links vier wird zum Aortenbogen, rechts vier zur Arteria subclavia.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Herkunft des Aortenbogens aus den Schlundbogenarterien benennen

ENTWICKLUNG DES FETUS**B366 A Ausdifferenzierung der Gewebe**

Was zeichnet die Periode der Fetogenese aus?

Richtig ist die Antwort „Ausdifferenzierung der Gewebe“. Die Fetogenese beginnt nach Abschluss der achten Woche und dauert bis zur Geburt. Ihr Kennzeichen ist nicht mehr das Anlegen neuer Organe, denn das ist bereits geschehen, sondern das Wachstum und die Ausdifferenzierung der Gewebe: Organe reifen aus, nehmen ihre Arbeit auf, Knochen verknöchern, das Nervensystem verschaltet sich. Deshalb führen Schäden in dieser Zeit seltener zu groben Fehlbildungen und häufiger zu Funktionsstörungen oder Wachstumsverzögerungen.

Die Antwort „Ausbildung der Organanlagen“ ist falsch:

Die Organanlagen entstehen in der Embryonalperiode, also in den ersten acht Wochen. Diesen Vorgang nennt man Organogenese.

Die Antwort „Schließung des Neuralrohrs“ ist falsch: Das Neuralrohr schließt sich bereits in der vierten Woche und damit weit vor Beginn der Fetalperiode.

Die Antwort „Ausbildung des Dottersacks“ ist falsch: Der Dottersack wird sehr früh angelegt und bildet sich im weiteren Verlauf zurück.

Die Antwort „Verkleinerung der Plazenta“ ist falsch: Die Plazenta wird im Verlauf der Schwangerschaft größer und leistungsfähiger, denn der wachsende Fetus braucht zunehmend mehr Versorgung.

Zum Weiterdenken: In der Embryonalperiode drohen Fehlbildungen, in der Fetalperiode eher Funktionsstörungen. Wie folgt dieser Unterschied unmittelbar daraus, was in der jeweiligen Phase gerade geschieht?

MERKE

Embryonalzeit legt an, Fetalzeit reift aus – Organogenese bis Woche acht, danach Wachstum.

LEHRTEXT IM KURS**Embryologie**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Embryonal- und Fetalperiode in ihren Schwerpunkten unterscheiden

PLAZENTA UND EHAUT**B367 A Plazenta**

Womit verbindet die Nabelschnur den Embryo?

Richtig ist die Antwort „Plazenta“. Die Nabelschnur verbindet den Embryo mit der Plazenta. Sie enthält zwei Arterien und eine Vene, eingebettet in gallertiges Bindegewebe, und ist am Ende der Schwangerschaft etwa fünfzig bis sechzig Zentimeter lang. Wichtig ist der Endpunkt: Sie führt zur Plazenta und nicht unmittelbar zur Gebärmutterwand – die Plazenta ist die Zwischenstation, an der der Austausch stattfindet.

Die Antwort „Gebärmutterwand direkt“ ist falsch: Eine unmittelbare Verbindung zur Gebärmutterwand gibt es nicht. Erst die Plazenta stellt den Kontakt zum mütterlichen Gewebe her.

Die Antwort „Eileiter“ ist falsch: Der Eileiter liegt außerhalb dieses Zusammenhangs.

Die Antwort „Amnionhöhle“ ist falsch: Die Amnionhöhle ist der flüssigkeitsgefüllte Raum, in dem der Embryo schwimmt; die Nabelschnur durchquert ihn lediglich.

Die Antwort „Dottersack“ ist falsch: Der Dottersack ist eine frühe Struktur, die sich im Verlauf zurückbildet.

Zum Weiterdenken: Die Nabelschnur endet an der Plazenta, nicht an der Gebärmutter. Warum ist diese Zwischenstation nötig, statt Mutter und Kind unmittelbar zu verbinden?

MERKE

Kind, Nabelschnur, Plazenta — und erst die Plazenta berührt die Gebärmutter.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Nabelschnur ihrem Verbindungsziel zuordnen

B368 E Die Plazenta ist über die Nabelschnur mit der Uteruswand verbunden

Was stimmt nicht zur Plazenta?

Richtig ist die Antwort „Die Plazenta ist über die Nabelschnur mit der Uteruswand verbunden“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die Nabelschnur verbindet nicht die Plazenta mit der Gebärmutterwand, sondern das Kind mit der Plazenta. Die Plazenta selbst haftet mit ihren Zotten unmittelbar an der Gebärmutter Schleimhaut und braucht dafür keine Nabelschnur.

Die Antwort „Mütterliches und fetales Blut bilden getrennte Kreisläufe“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Mütterliches und kindliches Blut bleiben durch die Plazentaschranke getrennt und vermischen sich nicht.

Die Antwort „Medikamente können die Plazenta überwinden (plazentagängig sein)“ ist richtig: Viele Medikamente überwinden die Schranke, weshalb in der Schwangerschaft besondere Vorsicht gilt.

Die Antwort „Die Plazenta produziert Hormone wie hCG“ ist richtig: Die Plazenta bildet hCG und später auch Progesteron und Östrogen.

Die Antwort „Die Nabelschnur verbindet den Fetus mit der Plazenta“ ist richtig: Genau das ist die Aufgabe der Nabelschnur.

Zum Weiterdenken: Zwei Aussagen dieser Aufgabe beschreiben denselben Sachverhalt, einmal richtig und einmal falsch. Wie hilft dir der unmittelbare Vergleich zweier Optionen, die Falschaussage zu finden?

MERKE

Die Nabelschnur verbindet Kind und Plazenta — niemals Plazenta und Gebärmutter.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Falschaussagen zur Plazenta erkennen

B369 B Die Nabelschnur verbindet den Embryo mit der Plazenta

Welche Aussage über den Embryo ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Die Nabelschnur verbindet den Embryo mit der Plazenta“. Die Nabelschnur verbindet den Embryo mit der Plazenta. In ihr verlaufen zwei

Nabelarterien, die sauerstoff- und nährstoffarmes Blut vom Kind zur Plazenta führen, sowie eine Nabelvene, die frisch angereichertes Blut zurückbringt.

Die Antwort „Die Nabelschnur verbindet den Embryo direkt mit der Gebärmutterwand“ ist falsch: Eine unmittelbare Verbindung zur Gebärmutterwand besteht nicht.

Die Antwort „Die Nabelschnur verbindet den Embryo mit dem Eileiter“ ist falsch: Der Eileiter spielt hier keine Rolle.

Die Antwort „Die Plazenta verbindet Mutter- und Fetalblut ohne Barriere“ ist falsch: Mütterliches und kindliches Blut werden gerade nicht ohne Barriere verbunden. Zwischen beiden liegt stets eine Trennschicht aus kindlichem Gewebe.

Die Antwort „Die Nabelschnur enthält keine Blutgefäße“ ist falsch: Die Nabelschnur enthält sehr wohl Blutgefäße — ohne sie hätte sie keinen Zweck.

Zum Weiterdenken: In der Nabelschnur führt die Vene das sauerstoffreiche und die Arterien das sauerstoffarme Blut. Welche Definition von Arterie und Vene löst diesen scheinbaren Widerspruch auf?

MERKE

Zwei Arterien hin zur Plazenta, eine Vene zurück zum Kind.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Verbindung von Embryo und Plazenta bestätigen

B370 D Plazenta-Schranke

Welche Schranke wird nicht ausschließlich von dem Körper gebildet, in dem sie sich befindet?

Richtig ist die Antwort „Plazenta-Schranke“. Die Plazentaschranke ist die einzige der genannten Grenzen, an deren Bildung zwei Organismen beteiligt sind. Sie besteht wesentlich aus kindlichem Gewebe, das vom mütterlichen Blut umspült wird, und trennt damit zwei verschiedene Individuen voneinander. Alle übrigen Schranken bildet der Körper vollständig selbst.

Die Antwort „Blut-Hirn-Schranke“ ist falsch: Die Blut-Hirn-Schranke wird von den besonders dicht verbundenen Zellen der Hirnkapillaren und den Fortsätzen der Gliazellen gebildet, sämtlich körpereigen.

Die Antwort „Blut-Luft-Schranke“ ist falsch: Die Blut-Luft-Schranke besteht aus dem Epithel der Lungenbläschen, der Basalmembran und der Kapillarwand — ebenfalls alles körpereigen.

Die Antwort „Blut-Hoden-Schranke“ ist falsch: Die Blut-Hoden-Schranke wird von den Sertoli-Zellen gebildet.

Die Antwort „Nieren-Darm-Schranke“ ist falsch: Eine Nieren-Darm-Schranke gibt es nicht.

Zum Weiterdenken: An der Plazenta grenzen zwei genetisch verschiedene Organismen unmittelbar aneinander. Warum stößt das mütterliche Immunsystem den Fetus dennoch nicht ab?

MERKE

Nur die Plazentaschranke trennt zwei Organismen — alle anderen Schranken baut ein Körper allein.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Die Plazentaschranke als gemeinsam gebildete Grenze erkennen

B371 C 1 Vene, 2 Arterien

Wie viele Arterien und Venen befinden sich in der Nabelschnur?

Richtig ist die Antwort „1 Vene, 2 Arterien“. Die Nabelschnur enthält zwei Arterien und eine Vene. Die beiden Arterien führen sauerstoff- und nährstoffarmes Blut vom Kind zur Plazenta, die eine Vene bringt das dort angereicherte Blut zurück. Die ungleiche Zahl hat einen einfachen Grund: Der Rückweg sammelt sich in einem Gefäß, während der Hinweg aus den beiden inneren Beckenarterien des Kindes hervorgeht. Fehlt eine der beiden Arterien, gilt das als Hinweis, nach weiteren Fehlbildungen zu suchen.

Die Antwort „1 Vene, 1 Arterie“ ist falsch: Eine einzelne Arterie ist der auffällige Sonderfall, nicht der Regelfall.

Die Antwort „2 Venen, 1 Arterie“ ist falsch: Zwei Venen kommen nicht vor.

Die Antwort „2 Vene, 2 Arterien“ ist falsch: Vier Gefäße insgesamt entsprechen nicht dem menschlichen Bauplan.

Die Antwort „3 Venen, 1 Arterie“ ist falsch: Drei Venen gibt es nicht.

Zum Weiterdenken: Die Nabelvene führt sauerstoffreiches, die Nabelarterien führen sauerstoffarmes Blut. Wie passt das zur Regel, dass Arterien vom Herzen wegführen?

MERKE

Zwei Arterien hin, eine Vene zurück — und der Sauerstoffgehalt ist wie im Lungenkreislauf vertauscht.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Gefäße der Nabelschnur zählen

B372 D durch eine Schicht kindlicher Zellen und eine Schicht mütterlicher Zellen

Durch welche Zellen/Gewebe wird die Plazenta vom Fetus getrennt?

Richtig ist die Antwort „durch eine Schicht kindlicher Zellen und eine Schicht mütterlicher Zellen“. Zwischen kindlichem und mütterlichem Blut liegt eine Trennschicht, an der Gewebe beider Seiten beteiligt sind: die Zellschicht der kindlichen Zotten samt ihrer Kapillarwand auf der einen Seite, das Gewebe der Gebärmutterschleimhaut auf

der anderen. Entscheidend ist, dass es überhaupt eine Trennschicht gibt und die beiden Blutkreisläufe sich nie unmittelbar berühren; ausgetauscht wird nur durch Diffusion und über Transportproteine hindurch.

Die Antwort „durch eine einzige Basalmembran“ ist falsch: Eine einzelne Basalmembran wäre viel zu wenig, um zwei Kreisläufe zu trennen.

Die Antwort „durch 2 Zellschichten der Mutter“ ist falsch: Ausschließlich mütterliche Zellschichten liegen nicht vor, denn die Zotten sind kindlichen Ursprungs.

Die Antwort „durch 2 Zellschichten des Embryos“ ist falsch: Ausschließlich kindliche Zellschichten greifen ebenfalls zu kurz.

Die Antwort „durch drei Zellschichten mütterlichen Ursprungs“ ist falsch: Drei Zellschichten mütterlichen Ursprungs entsprechen nicht dem Aufbau.

Zum Weiterdenken: Die Schranke wird im Verlauf der Schwangerschaft immer dünner. Welchen Vorteil bringt das für den Austausch, und welches Risiko entsteht dadurch?

MERKE

Kindliche Zotte, mütterliches Gewebe — dazwischen nie ein unmittelbarer Blutkontakt.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Den Aufbau der Plazentaschranke beschreiben

B373 C Nabelschnur verbindet Plazenta mit Uteruswand

Welche Aussage zur Plazenta ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Nabelschnur verbindet Plazenta mit Uteruswand“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Die Nabelschnur verbindet die Plazenta mit dem Kind und nicht mit der Gebärmutterwand. Diese Verwechslung wurde in mehreren Jahrgängen als Falschaussage angeboten und ist damit ein lohnender Merkposten.

Die Antwort „Verbindet die zwei Kreisläufe nicht direkt“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Die beiden Kreisläufe werden nicht unmittelbar verbunden.

Die Antwort „Bildet Barriere zwischen fetalem und mütterlichem Blutkreislauf“ ist richtig: Die Plazenta bildet eine Barriere zwischen den Blutkreisläufen von Mutter und Kind.

Die Antwort „Medikamente können die Plazentaschranke passieren“ ist richtig: Zahlreiche Medikamente überwinden diese Barriere.

Die Antwort „Die Plazenta produziert Hormone wie hCG und Progesteron“ ist richtig: Die Plazenta bildet hCG und später Progesteron sowie Östrogen.

Zum Weiterdenken: Die Plazenta trennt und verbindet zugleich. Wie lässt sich dieser scheinbare Widerspruch mit dem Begriff der selektiven Durchlässigkeit auflösen?

MERKE

Nabelschnur immer zum Kind — die Plazenta selbst haftet an der Gebärmutter.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Falschaussagen zur Plazenta erneut erkennen

B374 E Sauerstoff- und nährstoffarmes Blut vom Baby zur Plazenta

Was befördern die beiden Nabelschnurarterien?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoff- und nährstoffarmes Blut vom Baby zur Plazenta“. Die beiden Nabelarterien führen sauerstoff- und nährstoffarmes Blut vom Kind zur Plazenta. Dort gibt es Kohlenstoffdioxid und Abfallstoffe an das mütterliche Blut ab und nimmt Sauerstoff und Nährstoffe auf; das angereicherte Blut kehrt über die eine Nabelvene zum Kind zurück. Die Benennung folgt dabei wie überall der Flussrichtung bezogen auf das Herz des Kindes: weg vom Herzen heißt Arterie, auch wenn das Blut sauerstoffarm ist.

Die Antwort „Sauerstoffreiches, nährstoffreiches Blut zum Kind“ ist falsch: Sauerstoffreiches Blut zum Kind führt die Nabelvene.

Die Antwort „Sauerstoffarmes, nährstoffreiches Blut vom Baby zur Plazenta“ ist falsch: Nährstoffreich ist das Blut in den Arterien gerade nicht; die Nährstoffe werden ja erst in der Plazenta aufgenommen.

Die Antwort „Sauerstoffreiches, nährstoffreiches Blut von der Plazenta zum Kind“ ist falsch: Diese Beschreibung passt zur Nabelvene.

Die Antwort „Ausschließlich fetale Abwehrzellen enthaltendes Blut“ ist falsch: Abwehrzellen sind zwar enthalten, doch das beschreibt weder die Aufgabe noch den Inhalt zutreffend.

Zum Weiterdenken: Im Nabelkreislauf und im Lungenkreislauf ist der Sauerstoffgehalt gegenüber der Gewohnheit vertauscht. Was haben beide Kreisläufe gemeinsam, das diese Umkehrung erklärt?

MERKE

Arterien tragen das verbrauchte Blut zur Plazenta, die Vene bringt das frische zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Flussrichtung in den Nabelarterien bestimmen

B375 C Zotten

Welche Strukturen der Plazenta ragen in die Schleimhaut ein?

Richtig ist die Antwort „Zotten“. Die Plazenta bildet Zotten, die in die Gebärmutter Schleimhaut hineinragen und von mütterlichem Blut umspült werden. In ihrem Inneren verlaufen die kindlichen Kapillaren. Das Bauprinzip ist dasselbe wie im Dünndarm: Durch die vielfache Verzweigung entsteht eine riesige Austauschfläche von mehreren Quadratmetern auf engstem Raum — und je größer diese Fläche, desto besser die Versorgung.

Die Antwort „Lamellen“ ist falsch: Lamellen sind flache Blättchen, wie man sie etwa bei Pilzen findet.

Die Antwort „Krypten“ ist falsch: Krypten sind Einsenkungen und damit das Gegenteil von Ausstülpungen.

Die Antwort „Trabekel“ ist falsch: Trabekel sind feine Bälkchen, wie sie im Knocheninneren oder in der Milz vorkommen.

Die Antwort „Falten“ ist falsch: Falten vergrößern die Oberfläche ebenfalls, sind aber nicht die Struktur der Plazenta.

Zum Weiterdenken: Darmzotten und Plazentazotten folgen demselben Bauprinzip für ganz verschiedene Aufgaben. Welches gemeinsame Problem lösen beide?

MERKE

Zotten überall dort, wo auf kleinem Raum viel Fläche gebraucht wird.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Zotten als austauschende Struktur der Plazenta benennen

B376 C Trophoblast bildet Zotten, die von mütterlichem Blut umspült werden

Wie grenzt der Trophoblast an das mütterliche Gewebe an?

Richtig ist die Antwort „Trophoblast bildet Zotten, die von mütterlichem Blut umspült werden“. Der Trophoblast bildet Zotten, die in Räume hineinragen, in denen mütterliches Blut frei strömt. Die Zotten werden also umspült, ohne dass ein unmittelbarer Kontakt zwischen den beiden Blutkreisläufen entsteht: Zwischen mütterlichem Blut und kindlichen Kapillaren liegt stets die Zellschicht der Zotte. Der Austausch geschieht durch diese Schicht hindurch.

Die Antwort „Trophoblast legt sich an Gebärmutter Schleimhaut an“ ist falsch: Ein bloßes Anlegen an die Schleimhaut beschreibt allenfalls den allerersten Schritt der Einnistung, nicht den fertigen Zustand.

Die Antwort „Trophoblast bildet Labyrinth in dem mütterliches Blut fließt“ ist falsch: Ein Labyrinth bildet die Plazenta mancher Tierarten; beim Menschen spricht man von einer Zottenplazenta.

Die Antwort „Trophoblast bildet Zapfen, die in mütterliche Blutgefäße hineinreichen“ ist falsch: In die mütterlichen Blutgefäße hinein reichen die Zotten nicht; die Gefäße sind vielmehr eröffnet, sodass das Blut in die Zwischenräume austritt.

Die Antwort „Trophoblast bildet keine direkte Verbindung zum mütterlichen Blutkreislauf“ ist falsch: Ein Kontakt zum mütterlichen Blut besteht sehr wohl, nur eben nicht zwischen den Blutkreisläufen selbst.

Zum Weiterdenken: Mütterliches Blut umspült kindliches Gewebe, ohne dass sich die Kreisläufe berühren. Warum ist dieser Bau die Voraussetzung dafür, dass unterschiedliche Blutgruppen kein Problem darstellen?

MERKE

Kindliche Zotten im mütterlichen Blutsee — umspült, aber nie verbunden.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Den Kontakt zwischen Trophoblast und mütterlichem Blut beschreiben

B377 C 1:1-2

Welches Verhältnis von Neugeborenen zu Plazenten gibt es beim Menschen üblicherweise?

Richtig ist die Antwort „1:1-2“. Im Regelfall gehört zu einem Kind genau eine Plazenta. Bei Zwillingen hängt es von der Art ab: Zweieiige Zwillinge haben stets zwei getrennte Plazenten, eineiige je nach Zeitpunkt der Teilung entweder zwei oder eine gemeinsame. Deshalb deckt die Angabe eins zu eins bis zwei die vorkommenden Fälle ab.

Die Antwort „1:5-6“ ist falsch: Fünf bis sechs Plazenten je Kind gibt es nicht.

Die Antwort „1:8-10“ ist falsch: Acht bis zehn ebenso wenig.

Die Antwort „1:3-4“ ist falsch: Drei bis vier entspricht keinem bekannten Fall.

Die Antwort „2:1“ ist falsch: Zwei Kinder auf eine Plazenta kommt bei eineiigen Zwillingen zwar vor, ist aber nicht der Regelfall, nach dem gefragt ist.

Zum Weiterdenken: Ob eineiige Zwillinge eine gemeinsame oder zwei getrennte Plazenten haben, hängt vom Zeitpunkt der Teilung ab. Was verrät der Befund am Ende der Schwangerschaft damit über die frühe Entwicklung?

MERKE

Ein Kind, eine Plazenta — nur bei eineiigen Zwillingen kann es eine gemeinsame sein.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das Verhältnis von Kind und Plazenta einordnen

B378 D mütterliches und kindliches Blut

Was trennt die Plazentaschranke?

Richtig ist die Antwort „mütterliches und kindliches Blut“. Die Plazentaschranke trennt mütterliches von kindlichem Blut. Beide Kreisläufe kommen einander sehr nahe, berühren sich aber nie unmittelbar; ausgetauscht werden Sauerstoff, Nährstoffe, Abfallstoffe und Antikörper durch die Trennschicht hindurch, während Blutzellen zurückgehalten werden.

Die Antwort „Plazenta von Kind“ ist falsch: Die Plazenta ist mit dem Kind über die Nabelschnur verbunden und wird von ihm nicht getrennt.

Die Antwort „mütterliches von kindlichem Gewebe“ ist falsch: Diese Formulierung ist zu weit gefasst. Kindliches und mütterliches Gewebe liegen in der Plazenta gerade unmittelbar beieinander; getrennt werden ausdrücklich die Blutkreisläufe.

Die Antwort „Nabelschnur“ ist falsch: Die Nabelschnur ist keine Schranke, sondern eine Verbindung.

Die Antwort „Chorion von Amnion“ ist falsch: Chorion und Amnion sind Eihäute; ihre gegenseitige Abgrenzung ist nicht Aufgabe der Plazentaschranke.

Zum Weiterdenken: Antikörper der Mutter gelangen zum Kind, ihre Blutzellen dagegen nicht. Was sagt diese Auswahl über die Arbeitsweise der Schranke aus?

MERKE

Getrennt werden die Blutkreisläufe, nicht die Gewebe.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Aufgabe der Plazentaschranke bestimmen

B379 D Plazenta

In welchem Organ fließt Blut ohne eigene versorgende Arterien oder Venen (umspülend)?

Richtig ist die Antwort „Plazenta“. In der Plazenta strömt das mütterliche Blut nicht in eigenen Gefäßen, sondern frei in weiten Zwischenräumen, in die die kindlichen Zotten hineinragen. Die Spiralarterien der Gebärmutterwand münden dort offen, und das Blut umspült die Zotten, bevor es über Venen wieder abfließt. Man spricht deshalb an dieser Stelle von einem offenen Kreislaufabschnitt — eine Ausnahme in einem ansonsten durchgehend geschlossenen Gefäßsystem.

Die Antwort „Herz“ ist falsch: Das Herz besitzt mit den Herzkranzgefäßen eine eigene, geschlossene Versorgung.

Die Antwort „Gehirn“ ist falsch: Das Gehirn wird über ein dichtes, geschlossenes Gefäßnetz versorgt, dessen Kapillaren sogar besonders dicht abschließen.

Die Antwort „Darm“ ist falsch: Der Darm hat eine reiche, geschlossene Gefäßversorgung.

Die Antwort „Prostata“ ist falsch: Auch die Vorsteherdrüse ist regulär durchblutet.

Zum Weiterdenken: Die Plazenta arbeitet mit einem offenen Blutsee, der übrige Körper mit geschlossenen Gefäßen. Welchen Vorteil bietet der offene Bau ausgerechnet für den Stoffaustausch?

MERKE

In der Plazenta umspült mütterliches Blut die kindlichen Zotten frei – sonst ist der Kreislauf geschlossen.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Besonderheit der Durchblutung in der Plazenta erkennen

B380 C Plazentazotten

Was entsteht aus dem Trophoblast?

Richtig ist die Antwort „Plazentazotten“. Aus dem Trophoblasten gehen die Plazentazotten hervor, also der kindliche Anteil des Mutterkuchens. Der Trophoblast ist die äußere Zellschicht der Blastozyste; er dringt bei der Einnistung in die Gebärmutterwand ein, bildet hCG und entwickelt sich zu dem verzweigten Zottenbaum, über den später der gesamte Stoffaustausch läuft.

Die Antwort „Augenlinsen“ ist falsch: Die Augenlinse entsteht aus dem Ektoderm und damit aus dem Embryoblasten.

Die Antwort „Darmzotten“ ist falsch: Darmzotten entstehen aus dem Entoderm und dem Mesoderm des Embryos.

Die Antwort „Gliazellen des Gehirns“ ist falsch: Gliazellen gehen aus dem Ektoderm hervor.

Die Antwort „Nabelschnurgefäße“ ist falsch: Die Nabelschnurgefäße entstehen aus dem Mesoderm des Embryos und nicht aus dem Trophoblasten.

Zum Weiterdenken: Der Trophoblast ist die erste Zellgruppe, die sich festlegt, und bildet nichts vom Kind selbst. Warum ist es sinnvoll, die Versorgung noch vor dem Körper anzulegen?

MERKE

Trophoblast wird zur Plazenta, Embryoblast wird zum Kind.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Abkömmlinge des Trophoblasten benennen

B381 C Trennung von mütterlichem und kindlichem Blutkreislauf bei gleichzeitigem Stoffaustausch

Was ist die Funktion der Plazentaschranke?

Richtig ist die Antwort „Trennung von mütterlichem und kindlichem Blutkreislauf bei gleichzeitigem Stoffaustausch“. Die Plazentaschranke leistet zweierlei zugleich: Sie hält die beiden Blutkreisläufe getrennt und ermöglicht dennoch den Austausch von Sauerstoff, Nährstoffen, Abfallstoffen und Antikörpern. Sie ist also keine dichte Wand, sondern eine auswählende Grenze – genau darin liegt ihre Leistung.

Die Antwort „Vollständige Barriere für Alkohol“ ist falsch: Für Alkohol ist sie keineswegs undurchlässig. Alkohol tritt praktisch ungehindert über und erreicht beim Kind ähnliche Werte wie bei der Mutter.

Die Antwort „Vollständige Barriere für alle Viren“ ist falsch: Manche Erreger überwinden die Schranke sehr wohl, etwa Röteln-, Zytomegalie- und Toxoplasmaerreger.

Die Antwort „Vollständige Barriere für Sauerstoff und Kohlendioxid“ ist falsch: Sauerstoff und Kohlendioxid müssen die Schranke gerade passieren, sonst könnte das Kind nicht atmen.

Die Antwort „Aktive Immunisierung des Fetus gegen mütterliche Antigene“ ist falsch: Eine aktive Immunisierung findet nicht statt. Das Kind erhält jedoch fertige mütterliche Antikörper, was einer passiven Immunisierung entspricht.

Zum Weiterdenken: Die Schranke lässt Alkohol durch und hält Blutzellen zurück. Nach welchen Eigenschaften entscheidet sich offenbar, was passieren kann?

MERKE

Trennen und tauschen zugleich – dicht ist die Plazentaschranke für nichts.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Trennung und Austausch als Doppelaufgabe der Plazenta verstehen

B382 A Epithel der Plazentazotten

Was entwickelt sich aus dem Trophoblast?

Richtig ist die Antwort „Epithel der Plazentazotten“. Aus dem Trophoblasten entsteht das Epithel der Plazentazotten, also jene Zellschicht, die das mütterliche Blut unmittelbar berührt und den gesamten Stoffaustausch vermittelt. Sie bildet zugleich die entscheidende Trennschicht zwischen den beiden Blutkreisläufen.

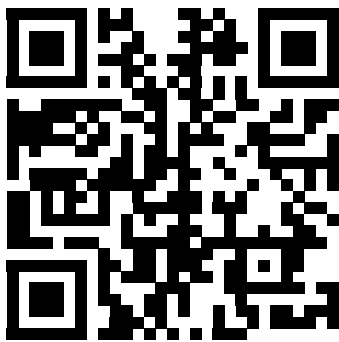
Die Antwort „Gliazellen im Gehirn“ ist falsch: Gliazellen entstehen aus dem Ektoderm des Embryos.

Die Antwort „Epithel der Darmzotten“ ist falsch: Das Epithel der Darmzotten stammt aus dem Entoderm.

Die Antwort „Nabelschnurgefäße“ ist falsch: Die Nabelschnurgefäße gehen aus dem Mesoderm des Embryos hervor. Bemerkenswert ist damit, dass die Plazenta aus zwei verschiedenen Quellen aufgebaut wird: dem Trophoblasten für das Zottenepithel und dem embryonalen Mesoderm für die Gefäße.

Die Antwort „Amnionepithel“ ist falsch: Das Amnionepithel geht aus dem Embryoblasten hervor.

Zum Weiterdenken: Zottenepithel und Zottengefäße stammen aus verschiedenen Quellen und arbeiten dennoch als Einheit. Was sagt das über die Entstehung zusammengesetzter Organe allgemein aus?



LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B383 E 9:3:3:1

Wie ist das Phänotypen-Aufspaltungsverhältnis in der F₂-Generation bei einer dihybriden Kreuzung AaBb × AaBb (unabhängige Vererbung)?

Richtig ist die Antwort „9:3:3:1“. Kreuzt man zwei doppelt mischerbige Individuen AaBb × AaBb, und liegen die beiden Gene auf verschiedenen Chromosomen, ergibt sich im Erscheinungsbild der zweiten Tochtergeneration:

$$(3:1) \times (3:1) = 9 : 3 : 3 : 1$$

Jedes Merkmal spaltet für sich im Verhältnis drei zu eins auf, und weil beide unabhängig voneinander vererbt werden, malt man die Anteile miteinander: $3 \cdot 3 = 9$ für beide dominanten Merkmale, $3 \cdot 1 = 3$ für die Mischformen und $1 \cdot 1 = 1$ für die doppelt rezessive Kombination.

Die Antwort „3:1“ ist falsch: Drei zu eins ist das Verhältnis bei nur einem betrachteten Merkmal, also bei einer monohybriden Kreuzung.

Die Antwort „1:2:1“ ist falsch: Eins zu zwei zu eins beschreibt die Aufspaltung im Erbbild bei einem Merkmal oder das Erscheinungsbild bei einem Zwischenerbgang.

Die Antwort „1:1:1:1“ ist falsch: Eins zu eins zu eins zu eins entsteht bei einer Rückkreuzung mit einem doppelt rezessiven Partner.

Die Antwort „15:1“ ist falsch: Fünfzehn zu eins ergibt sich, wenn zwei Gene dasselbe Merkmal beeinflussen und einander vertreten können — ein Sonderfall, der die

MERKE

Trophoblast liefert die Hülle der Zotten, das embryonale Mesoderm die Gefäße darin.

LEHRTEXT IM KURS

Embryologie

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Das Zottenepithel dem Trophoblasten zuordnen

Genetik

MENDELSCHE REGELN

Mendelschen Regeln bereits überschreitet.

Zum Weiterdenken: Neun zu drei zu drei zu eins entsteht, indem man zweimal drei zu eins miteinander malnimmt. Welches Verhältnis erwartest du entsprechend, wenn du drei unabhängige Merkmale zugleich verfolgst?

MERKE

$(3:1)^2 = 9:3:3:1$ — unabhängige Merkmale werden malgenommen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Das Aufspaltungsverhältnis der dihybriden Kreuzung angeben

B384 B Alle Individuen der F₁-Generation haben die gleiche Form

Bei der Kreuzung Aabb × AaBB (A = Farbe, B = Form): Welche Aussage zur F₁-Generation trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Alle Individuen der F₁-Generation haben die gleiche Form“. Betrachte die beiden Merkmale getrennt. Bei der Form steht bb × BB, also reinerbig gegen reinerbig, sodass alle Nachkommen Bb sind und einheitlich dieselbe Form zeigen. Bei der Farbe steht

dagegen Aa × Aa, und diese Kreuzung spaltet nach $\frac{1}{4}$ AA :

$\frac{1}{2}$ Aa : $\frac{1}{4}$ aa auf. Ein Viertel der Nachkommen zeigt also eine andere Farbe, weshalb die Farbe gerade nicht einheitlich ist.

Die Antwort „Alle Individuen der F1-Generation haben die gleiche Farbe“ ist falsch: Bei der Farbe liegt keine Uniformität vor, denn beide Eltern sind dort mischerbig.

Die Antwort „Die F1-Generation spaltet im Phänotyp 9:3:3:1 auf“ ist falsch: Das Verhältnis neun zu drei zu drei zu eins gilt für die zweite Tochtergeneration einer dihybriden Kreuzung und nicht für die erste.

Die Antwort „Die F2-Generation spaltet im Genotyp 9:3:3:1 auf“ ist falsch: Im Erbbild spaltet die zweite Tochtergeneration nicht neun zu drei zu drei zu eins auf, sondern in neun verschiedene Genotypklassen. Das genannte Verhältnis beschreibt ausschließlich das Erscheinungsbild.

Die Antwort „Es entsteht kein einheitliches Merkmal in der F1-Generation“ ist falsch: Ein einheitliches Merkmal entsteht sehr wohl, nämlich die Form.

Zum Weiterdenken: Die Uniformitätsregel gilt nur, wenn beide Eltern für das betrachtete Merkmal reinerbig sind. Warum lohnt es sich deshalb, bei dihybriden Aufgaben jedes Merkmal zuerst einzeln zu betrachten?

MERKE

Uniform wird nur, was von reinerbigen Eltern kommt – jedes Merkmal einzeln prüfen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Uniformität nur für das reinerbige Merkmal erkennen

B385 E AaBb

Bei der Kreuzung aaBB × AAbb: Welchen Genotyp haben alle Individuen der F1-Generation?

Richtig ist die Antwort „AaBb“. Beide Eltern sind für beide Merkmale reinerbig, der eine kann nur aB weitergeben, der andere nur Ab:

$$aaBB \times AAbb \Rightarrow 100\% AaBb$$

Alle Nachkommen sind also doppelt mischerbig und untereinander gleich – genau das besagt die Uniformitätsregel.

Die Antwort „aabb“ ist falsch: Der Genotyp aabb entstünde nur, wenn beide Eltern jeweils a und b weitergeben könnten, was hier ausgeschlossen ist.

Die Antwort „AABB“ ist falsch: AABB kann nicht entstehen, denn kein Elternteil kann sowohl A als auch B liefern.

Die Antwort „Aabb“ ist falsch: Aabb setzt voraus, dass beide Eltern ein b beisteuern, doch der eine trägt ausschließlich B.

Die Antwort „aaBb“ ist falsch: aaBb setzt voraus, dass beide Eltern ein a beisteuern, doch der eine trägt ausschließlich A.

Zum Weiterdenken: Reinerbige Eltern haben je nur eine mögliche Keimzelle. Wie verkürzt diese Einsicht die Arbeit gegenüber dem vollständigen Kreuzungsquadrat mit sechzehn Feldern?

MERKE

Reinerbig mal reinerbig ergibt immer einen einzigen, doppelt mischerbigen Genotyp.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Den Genotyp der ersten Tochtergeneration bestimmen

B386 D Das Allel „grün“ wird rezessiv vererbt und äußert sich somit nur bei Homozygotie (grün-grün)

Homozygote Erbsen werden nach den Mendelschen Regeln gekreuzt: eine Sorte ist gelb, die andere grün. Die F1-Generation ist einheitlich gelb, erst in der F2-Generation treten wieder grüne Erbsen auf. Worauf ist das zurückzuführen?

Richtig ist die Antwort „Das Allel „grün“ wird rezessiv vererbt und äußert sich somit nur bei Homozygotie (grün-grün)“. Die Beobachtung erklärt sich vollständig aus der Rezessivität, denn das Allel für grün prägt sich nur aus, wenn es doppelt vorliegt. In der ersten Tochtergeneration ist jede Pflanze Gg und sieht wegen der Dominanz gelb aus, obwohl das grüne Allel unverändert vorhanden ist. Kreuzt

man diese Pflanzen untereinander, ergibt $Gg \times Gg \Rightarrow \frac{1}{4} gg$, und die grüne Farbe erscheint wieder.

Die Antwort „Uniformitätsregel im Verhältnis 3:1“ ist falsch: Die Uniformitätsregel beschreibt gerade die Einheitlichkeit der ersten Tochtergeneration. Das Verhältnis drei zu eins gehört zur Spaltungsregel und betrifft die zweite.

Die Antwort „Uniformitätsregel und Aufspaltung der Allele in der F2-Generation“ ist falsch: Die Aussage nennt zwar beide Regeln, benennt aber nicht die eigentliche Ursache. Gefragt ist, worauf das Wiederauftreten zurückgeht, und das ist die Rezessivität selbst.

Die Antwort „Das Allel „gelb“ wird rezessiv vererbt“ ist falsch: Gerade weil die gesamte F1-Generation gelb ist, muss gelb das dominante Allel sein. Ein rezessives Merkmal könnte sich bei mischerbigen Nachkommen nicht durchsetzen.

Die Antwort „Das Allel „grün“ überspringt eine Generation“ ist falsch: Eine Generation überspringen kann ein Allel nicht. Es ist die ganze Zeit vorhanden und nur im Erscheinungsbild nicht sichtbar.

Zum Weiterdenken: Das grüne Allel war in der ersten Tochtergeneration die ganze Zeit da, nur unsichtbar. Warum ist die Unterscheidung zwischen Vorhandensein und Sichtbarkeit der Kern des gesamten Mendelschen Denkens?

MERKE

$Gg \times Gg \Rightarrow \frac{1}{4}$ – rezessiv heißt verborgen, nicht verschwunden.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das Wiederauftreten eines Merkmals über Rezessivität erklären

B387 C rr x Rr oder Rr x Rr

Welche Kreuzung von Erbsenpflanzen (gelb rezessiv r, rot dominant R) kann eine F1-Generation mit sowohl gelben (rr) als auch roten Blüten (Rr, RR) hervorbringen?

Richtig ist die Antwort „rr x Rr oder Rr x Rr“. Damit gelbe Nachkommen rr entstehen können, muss jeder Elternteil mindestens ein r beisteuern können, und damit zugleich rote möglich sind, muss wenigstens ein Elternteil ein R besitzen. Beide Bedingungen erfüllen genau zwei

Kreuzungen, nämlich $rr \times Rr \Rightarrow \frac{1}{2} Rr : \frac{1}{2} rr$ und $Rr \times Rr \Rightarrow \frac{1}{4} RR : \frac{1}{2} Rr : \frac{1}{4} rr$. In beiden Fällen treten rote und gelbe Blüten nebeneinander auf.

Die Antwort „Rr x RR oder Rr x Rr“ ist falsch: Bei Rr mal RR kann kein Nachkomme rr sein, weil der reinerbig rote Elternteil kein r besitzt.

Die Antwort „RR x rr oder Rr x Rr“ ist falsch: RR mal rr ergibt ausnahmslos Rr, also durchweg rote Blüten.

Die Antwort „rr x rr oder Rr x rr“ ist falsch: rr mal rr liefert ausschließlich gelbe Nachkommen, weil kein R im Spiel ist.

Die Antwort „rr x rr oder Rr x Rr“ ist falsch: Auch hier ist rr mal rr enthalten, das nur gelbe Nachkommen hervorbringt.

Zum Weiterdenken: Für beide Farben zugleich braucht es zwei Bedingungen: mindestens ein r auf jeder Seite und mindestens ein R überhaupt. Wie schnell lässt sich damit jede angebotene Kreuzung prüfen?

MERKE

Beide Farben nur, wenn jeder Elternteil ein r hat und wenigstens einer ein R.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Kreuzungen finden, die beide Erscheinungsbilder hervorbringen

B388 B das Merkmal prägt sich bei allen Nachkommen unterschiedlich aus

Bei der autosomalen Vererbung eines monogenen Merkmals von zwei heterozygoten Eltern (Aa, A dominant) – welche Aussage trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „das Merkmal prägt sich bei allen Nachkommen unterschiedlich aus“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Dass sich das Merkmal bei allen Nachkommen unterschiedlich ausprägt, trifft nicht zu: Aus $Aa \times Aa$ gehen im Erbbild drei Gruppen im Verhältnis 1:2:1 hervor, im Erscheinungsbild jedoch nur zwei im Verhältnis 3:1. Innerhalb dieser Gruppen sehen die Nachkommen gleich aus, und AA und Aa lassen sich äußerlich gar nicht unterscheiden.

Die Antwort „Etwa die Hälfte der Kinder sind heterozygot“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Etwa die Hälfte der Kinder ist mischerbig, denn zwei der vier Felder im Kreuzungsquadrat sind Aa.

Die Antwort „Wenn das merkmalsbestimmende Allel rezessiv ist, prägt es sich unterschiedlich aus“ ist richtig: Ist das merkmalsbestimmende Allel rezessiv, zeigt es sich nur bei den Nachkommen, die es doppelt tragen – die Ausprägung fällt also unterschiedlich aus, je nach Erbbild.

Die Antwort „Mögliches Crossing-over ist nicht relevant“ ist richtig: Bei einem einzigen betrachteten Genort spielt ein Crossing-over keine Rolle, denn es tauscht Abschnitte zwischen homologen Chromosomen aus und ändert an einem einzelnen Genort nichts an der Verteilung.

Die Antwort „Etwa ein Viertel der Nachkommen ist homozygot rezessiv (aa)“ ist richtig: Ein Viertel der Nachkommen ist reinerbig rezessiv.

Zum Weiterdenken: Im Erbbild entstehen drei Gruppen, im Erscheinungsbild nur zwei. Welche der beiden Ebenen siehst du einem Lebewesen an, und welche musst du erschließen?

MERKE

1:2:1 im Erbbild, 3:1 im Erscheinungsbild – AA und Aa sehen gleich aus.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Aussagen zur monogenen Vererbung auf ihre Reichweite prüfen

B389 A F2-Generation: Genotypen spalten sich 9:3:3:1

Bei einer dihybriden Kreuzung AABb x aabb nach der 3. Mendelschen Regel – welche Aussage trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „F2-Generation: Genotypen spalten sich 9:3:3:1“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Das Verhältnis 9:3:3:1 gilt ausschließlich für das Erscheinungsbild. Im Erbbild entstehen in der zweiten Tochtergeneration neun verschiedene Genotypklassen, die sich nach 1:2:1:2:4:2:1:2:1 verteilen. Wer 9:3:3:1 auf das Erbbild überträgt, hat die beiden Ebenen verwechselt – und genau darauf zielt die Aufgabe.

Die Antwort „F2-Generation: Phänotypen spalten sich 9:3:3:1“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Im Erscheinungsbild spaltet die zweite Tochtergeneration tatsächlich neun zu drei zu drei zu eins auf.

Die Antwort „Alle Nachkommen der F1-Generation haben gleiche Farbe“ ist richtig: Die Eltern sind reinerbig, also ist die erste Tochtergeneration in der Farbe einheitlich.

Die Antwort „Alle Nachkommen der F1-Generation haben gleiche Form“ ist richtig: Dasselbe gilt für die Form.

Die Antwort „Alle Nachkommen der F1-Generation haben den gleichen Genotyp“ ist richtig: Alle Nachkommen der ersten Tochtergeneration haben den Genotyp AaBb und sind damit auch im Erbbild gleich.

Zum Weiterdenken: In der ersten Tochtergeneration stimmen Erbbild und Erscheinungsbild in ihrer Einheitlichkeit überein, in der zweiten nicht mehr. Woran liegt dieser Unterschied?

MERKE

9:3:3:1 gilt nur für das Aussehen — im Erbbild sind es neun Klassen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Erbbild und Erscheinungsbild bei der dihybriden Kreuzung trennen

B390 B Spaltungsregel (2. Mendelsche Regel)

Gelbe und grüne Erbsen werden gekreuzt: In der F1-Generation sind alle Erbsen gelb, in der F2 treten im Verhältnis 3:1 wieder grüne Erbsen auf. Auf welche Mendelsche Regel ist dies zurückzuführen?

Richtig ist die Antwort „Spaltungsregel (2. Mendelsche Regel)“. Beschrieben ist das Wiederauftreten des grünen Merkmals in der zweiten Tochtergeneration im Verhältnis 3:1, und genau das ist die Aussage der Spaltungsregel, also der zweiten Mendelschen Regel. Sie besagt, dass sich die Nachkommen mischerbiger Eltern in einem festen Zahlenverhältnis aufspalten, nämlich 3:1 im Erscheinungsbild und 1:2:1 im Erbbild.

Die Antwort „Uniformitätsregel (1. Mendelsche Regel)“ ist falsch: Die Uniformitätsregel beschreibt nur den ersten Teil der Beobachtung, nämlich dass alle Pflanzen der ersten Tochtergeneration gleich aussehen. Gefragt ist hier aber nach dem Wiederauftreten in der zweiten.

Die Antwort „Unabhängigkeitsregel / Neukombinationsregel (3. Mendelsche Regel)“ ist falsch: Die Unabhängigkeitsregel gilt erst, wenn man zwei oder mehr Merkmale zugleich verfolgt. Hier geht es nur um die Farbe.

Die Antwort „Das Allel für grüne Erbsen ist dominant“ ist falsch: Grün ist rezessiv und nicht dominant, denn sonst wären bereits die Pflanzen der ersten Tochtergeneration grün gewesen.

Die Antwort „Die Erbsenfarbe wird kodominant vererbt“ ist falsch: Bei Kodominanz prägen sich beide Allele nebeneinander aus, und es entstünde eine Mischform oder

beide Merkmale zugleich. Die erste Tochtergeneration war jedoch einheitlich gelb.

Zum Weiterdenken: Uniformität, Spaltung und Unabhängigkeit gehören zu jeweils einer bestimmten Beobachtung. Woran erkennst du in einer Aufgabe zuverlässig, welche der drei gemeint ist?

MERKE

Erste Regel Einheitlichkeit, zweite 3:1, dritte erst ab zwei Merkmalen mit 9:3:3:1.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Mendelschen Regeln ihrer jeweiligen Beobachtung zuordnen

B391 A Rr × Rr und rr × Rr

Bei Blumen ist Rot (R) dominant und Gelb (r) rezessiv. Welche zwei Kreuzungen liefern jeweils Nachkommen mit beiden Blütenfarben (rot und gelb)?

Richtig ist die Antwort „Rr×Rr und rr×Rr“. Damit gelbe Nachkommen entstehen können, muss jeder Elternteil ein r weitergeben können, und damit rote möglich sind, muss mindestens ein Elternteil ein R besitzen. Beide Bedingungen erfüllen genau zwei der angebotenen Kreuzungen, nämlich $Rr \times Rr \Rightarrow 3:1$ sowie $Rr \times rr \Rightarrow 1:1$. In beiden Fällen treten rote und gelbe Blüten nebeneinander auf.

Die Antwort „RR×Rr und Rr×Rr“ ist falsch: Bei RR mal Rr kann kein Nachkomme zweimal r erhalten, weil der reinerbig rote Elternteil kein r besitzt. Alle Nachkommen sind rot.

Die Antwort „rr×RR und RR×Rr“ ist falsch: rr mal RR ergibt ausnahmslos Rr und damit durchweg rote Blüten; RR mal Rr liefert ebenfalls nur rote.

Die Antwort „Rr×Rr und rr×rr“ ist falsch: rr mal rr bringt ausschließlich gelbe Nachkommen hervor.

Die Antwort „RR×RR und rr×rr“ ist falsch: RR mal RR liefert nur rote und rr mal rr nur gelbe Nachkommen — beide Kreuzungen sind für sich genommen einheitlich.

Zum Weiterdenken: Für gemischte Nachkommen genügt eine einfache Prüfung: Hat jeder Elternteil ein r, und hat mindestens einer ein R? Warum ist eine solche Regel im Test schneller als das Aufstellen aller Kreuzungsquadrate?

MERKE

$Rr \times Rr \Rightarrow 3:1$, $Rr \times rr \Rightarrow 1:1$ — beide zeigen beide Farben.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Kreuzungen mit gemischtem Erscheinungsbild bestimmen

KERNTEILUNG

B392 B Bei der Replikation werden haploide Zellen zu diploiden Zellen

Bezogen auf eine diploide, eukaryote Zelle: Was ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Bei der Replikation werden haploide Zellen zu diploiden Zellen“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Bei der Replikation werden haploide Zellen nicht zu diploiden. Die Verdopplung der DNA verändert den Ploidiegrad überhaupt nicht: Aus jedem Chromosom mit einem Chromatid wird ein Chromosom mit zwei Chromatiden, doch die Zahl der Chromosomen bleibt gleich. Diploid oder haploid beschreibt, wie viele Chromosomensätze vorliegen, und nicht, wie viele Chromatiden ein Chromosom hat.

Die Antwort „Bei der Mitose werden Schwesterchromatiden aufgeteilt“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: In der Mitose werden tatsächlich die Schwesterchromatiden aufgeteilt.

Die Antwort „Bei der Meiose werden replizierte homologe Chromosomen aufgeteilt“ ist richtig: In der ersten Reifeteilung werden die bereits verdoppelten homologen Chromosomen auf zwei Zellen verteilt.

Die Antwort „Zwischen Meiose I und II findet keine erneute Replikation statt“ ist richtig: Zwischen den beiden meiotischen Teilungen findet keine erneute Verdopplung statt — genau deshalb entstehen haploide Zellen.

Die Antwort „Der Ablauf ist Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase“ ist richtig: Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase ist die korrekte Abfolge.

Zum Weiterdenken: Eine Zelle kann verdoppelte DNA tragen und dennoch haploid sein. Warum ist die Unterscheidung zwischen Chromosomenzahl und Chromatidenzahl gerade beim Verständnis der Meiose so entscheidend?

MERKE

Replikation verdoppelt Chromatiden, nicht Chromosomensätze — haploid bleibt haploid.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Replikation und Ploidiegrad sauber auseinanderhalten

B393 E In der Meiose I erfolgt die Trennung der replizierten, homologen Chromosomen.

Welche Aussage zur Teilung von Zellen bei Eukaryonten trifft zu?

Richtig ist die Antwort „In der Meiose I erfolgt die Trennung der replizierten, homologen Chromosomen“. In der ersten Reifeteilung werden die homologen Chromosomen voneinander getrennt, und zwar in bereits verdoppeltem Zustand, also mit je zwei Schwesterchromatiden. Genau dieser Schritt halbiert den Chromosomensatz und macht aus einer diploiden Zelle zwei haploide. Erst in der zweiten Reifeteilung werden dann die Schwesterchromatiden getrennt, ganz ähnlich wie in einer Mitose.

Die Antwort „Die menschlichen Geschlechtszellen haben nur einen diploiden Chromosomensatz“ ist falsch: Geschlechtszellen sind haploid und nicht diploid. Sie tragen 23 Chromosomen, während Körperzellen 46 besitzen.

Die Antwort „Der Zellzyklus ist üblicherweise die Abfolge folgender Phasen: G1 - G2 - S - M“ ist falsch: Die Reihenfolge lautet G1, S, G2 und dann M. In der Aufzählung stehen G2 und S vertauscht, obwohl die Verdopplung zwingend vor der Vorbereitungsphase liegen muss.

Die Antwort „Für die mitotische Teilung wird das Kerngenom in Mitochondrien verpackt“ ist falsch: Das Kerngenom wird für die Teilung nicht in Mitochondrien verpackt. Es wird lediglich verdichtet, indem sich das Chromatin eng um die Histone windet.

Die Antwort „Durch das Crossing-over in der Prophase I werden diploide Zellen zu haploiden“ ist falsch: Das Crossing-over tauscht Abschnitte aus, verändert aber die Zahl der Chromosomen nicht. Haploid wird die Zelle erst durch die Trennung in der Anaphase I.

Zum Weiterdenken: Meiose I trennt homologe Chromosomen, Meiose II trennt Schwesterchromatiden. Warum entstehen nur durch diese Reihenfolge vier verschiedene und nicht bloß zwei Zellen?

MERKE

Miose I trennt die Homologen und halbiert, Meiose II trennt die Chromatiden.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Trennung homologer Chromosomen der Meiose I zuordnen

Miose

B394 C Crossing-over zwischen homologen Chromosomen findet in der Prophase I der Meiose statt

Welche Aussage zu Mitose und Meiose trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Crossing-over zwischen homologen Chromosomen findet in der Prophase I der Meiose statt“. Das Crossing-over zwischen homologen Chromosomen findet in der Prophase der ersten Reifeteilung statt und kommt ausschließlich in der Meiose vor. Nur dort legen sich die homologen Chromosomen der Länge nach aneinander, sodass ein Austausch überhaupt möglich wird.

Die Antwort „Zwischen den beiden meiotischen Teilungen findet erneut eine DNA-Replikation statt“ ist falsch: Zwischen der ersten und der zweiten Reifeteilung findet keine erneute Verdopplung der DNA statt. Genau das ist der Grund, warum am Ende haploide Zellen stehen: einmal verdoppeln, zweimal teilen.

Die Antwort „Die Meiose besteht aus zwei komplett identischen Mitosen“ ist falsch: Die beiden meiotischen Teilungen sind nicht identisch. In der ersten werden die

homologen Chromosomen getrennt, in der zweiten die Schwesterchromatiden — nur die zweite ähnelt im Ablauf einer Mitose.

Die Antwort „Bei der Mitose werden homologe Chromosomen getrennt“ ist falsch: In der Mitose werden die Schwesterchromatiden getrennt und nicht die homologen Chromosomen. Deshalb bleibt der Chromosomensatz erhalten.

Die Antwort „Die Meiose führt zu zwei diploiden Tochterzellen“ ist falsch: Die Meiose führt zu vier haploiden und nicht zu zwei diploiden Tochterzellen.

Zum Weiterdenken: Einmal verdoppeln und zweimal teilen ergibt die Halbierung. Warum ist gerade diese Abfolge der einfachste denkbare Weg, aus einer diploiden Zelle haploide zu machen?

MERKE

Einmal verdoppeln, zweimal teilen — deshalb vier haploide Zellen aus einer diploiden.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Besonderheiten der Meiose gegenüber der Mitose prüfen

B395 **A** 23

Alle Körperzellen besitzen einen diploiden Chromosomensatz. Wie viele Chromosomen hat eine reife Keimzelle?

Richtig ist die Antwort „23“. Körperzellen sind diploid und tragen 46 Chromosomen, also 23 Paare. Reife Keimzellen entstehen durch die Meiose, in der dieser Satz halbiert wird, und besitzen deshalb 23 Chromosomen. Diese Halbierung ist zwingend notwendig, denn nur so ergibt die Verschmelzung von Eizelle und Spermium wieder 46 und nicht 92 — die Chromosomenzahl bliebe sonst über die Generationen nicht konstant.

Die Antwort „46“ ist falsch: 46 Chromosomen hat die Körperzelle und nicht die reife Keimzelle.

Die Antwort „22“ ist falsch: 22 wäre die Zahl der Autosomen ohne das Geschlechtschromosom. Dieses gehört jedoch dazu, sodass es 23 sind.

Die Antwort „44“ ist falsch: 44 wären die Autosomen einer Körperzelle ohne die beiden Geschlechtschromosomen.

Die Antwort „24“ ist falsch: 24 passt zu keinem menschlichen Chromosomensatz und ist eine reine Ablenkung.

Zum Weiterdenken: Die Halbierung in der Meiose und die Verdopplung bei der Befruchtung heben einander auf. Was geschähe über wenige Generationen, wenn einer der beiden Schritte fehlte?

MERKE

46 in der Körperzelle, 23 in der Keimzelle — die Meiose halbiert, die Befruchtung stellt wieder her.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den haploiden Chromosomensatz der Keimzelle angeben

B396 **A** 23

Wie viele Chromosomen besitzt ein Polkörperchen?

Richtig ist die Antwort „23“. Ein Polkörperchen besitzt 23 Chromosomen, ist also haploid wie die Eizelle selbst. Bei der Reifung der weiblichen Keimzelle teilt sich das Zytoplasma äußerst ungleich: Die Eizelle behält nahezu den gesamten Zellinhalt mit allen Nährstoffen und Organellen, während der überzählige Chromosomensatz in einer winzigen Zelle abgeschnürt wird. Diese Polkörperchen gehen zugrunde. Der Sinn liegt auf der Hand, denn die Eizelle muss den Embryo in den ersten Tagen allein versorgen und darf ihre Vorräte nicht auf vier Zellen verteilen.

Die Antwort „46“ ist falsch: 46 Chromosomen hätte eine diploide Zelle. Das Polkörperchen entsteht jedoch durch die Meiose und ist haploid.

Die Antwort „22“ ist falsch: 22 ließe das Geschlechtschromosom außer Acht.

Die Antwort „XY“ ist falsch: XY ist gar keine Chromosomenzahl, sondern die Angabe der Geschlechtschromosomen — und in weiblichen Zellen ohnehin nicht zu finden.

Die Antwort „44“ ist falsch: 44 entspräche den Autosomen einer Körperzelle.

Zum Weiterdenken: Bei der Spermienbildung entstehen vier gleich große Zellen, bei der Eireifung eine große und drei winzige. Wie erklärt sich dieser Unterschied aus den jeweiligen Aufgaben der beiden Keimzellen?

MERKE

Polkörperchen sind haploid mit 23 Chromosomen — sie nehmen Erbgut mit, aber kaum Zellinhalt.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Das Polkörperchen als haploides Nebenprodukt der Eireifung verstehen

B397 **C** 23

Wie viele Chromosomen besitzt eine reife menschliche Keimzelle?

Richtig ist die Antwort „23“. Eine reife menschliche Keimzelle, also Eizelle oder Spermium, besitzt 23 Chromosomen. Sie ist haploid, trägt von jedem der 23 Chromosomenpaare also genau ein Exemplar: 22 Autosomen und ein Geschlechtschromosom. Bei der Befruchtung ergänzen sich zwei solche Sätze wieder zu den 46 Chromosomen der Körperzelle.

Die Antwort „22“ ist falsch: 22 wären nur die Autosomen und ließen das Geschlechtschromosom außer Acht.

Die Antwort „44“ ist falsch: 44 entspräche den Autosomen einer diploiden Körperzelle.

Die Antwort „45“ ist falsch: 45 Chromosomen findet man bei bestimmten Fehlverteilungen, etwa beim Turner-Syndrom mit nur einem X-Chromosom, nicht aber in einer regelrechten Keimzelle.

Die Antwort „46“ ist falsch: 46 ist die Zahl der Körperzelle.

Zum Weiterdenken: Die Zahlen 22, 23, 44 und 46 unterscheiden sich nur darin, ob Geschlechtschromosomen mitgezählt werden und ob der Satz einfach oder doppelt vorliegt. Wie ordnest du sie dir dauerhaft zu?

MERKE

23 gleich 22 Autosomen plus ein Geschlechtschromosom — verdoppelt ergibt das die 46 der Körperzelle.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Chromosomenzahl der reifen Keimzelle sicher abrufen

B398 D eine ausgereifte Keimzelle besitzt 23 Chromosomen

Welche Aussage zu Chromosomen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „eine ausgereifte Keimzelle besitzt 23 Chromosomen“. Eine ausgereifte Keimzelle besitzt 23 Chromosomen, denn sie ist durch die Meiose haploid geworden. Diese Aussage ist die einzige zutreffende der fünf.

Die Antwort „Chromosomenzahl wird erst in der 4. Schwangerschaftswoche festgelegt“ ist falsch: Die Chromosomenzahl steht bereits mit der Befruchtung fest, also am ersten Tag, und nicht erst in der vierten Schwangerschaftswoche. Jede Zelle des Körpers gibt sie bei jeder Teilung unverändert weiter.

Die Antwort „Frauen haben weniger Genmaterial als Männer“ ist falsch: Frauen haben nicht weniger Erbmaterial als Männer, sondern eher etwas mehr, denn das zweite X-Chromosom ist deutlich größer und genreicher als das Y-Chromosom. In jeder weiblichen Zelle wird allerdings eines der beiden X-Chromosomen weitgehend stillgelegt und liegt als Barr-Körperchen vor.

Die Antwort „Bei Mitose zwei Teilungen“ ist falsch: Zwei aufeinanderfolgende Teilungen gehören zur Meiose. Die Mitose besteht aus einer einzigen Teilung.

Die Antwort „Bei der Prophase 1 werden die replizierten homologen Chromosomen auseinander gezogen“ ist falsch: In der Prophase I werden die homologen Chromosomen gerade nicht auseinandergezogen, sondern eng aneinandergelegt und über Chiasmata verknüpft. Getrennt werden sie erst in der Anaphase I.

Zum Weiterdenken: In jeder weiblichen Körperzelle wird eines der beiden X-Chromosomen stillgelegt, und zwar zufällig das väterliche oder das mütterliche. Welche Folge

hat das für Frauen, die Trägerinnen eines X-chromosomal vererbten Leidens sind?

MERKE

23 in der Keimzelle, eine Teilung in der Mitose, zwei in der Meiose — und getrennt wird immer erst in der Anaphase.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Aussagen zu Chromosomen und Teilung auf ihre Richtigkeit prüfen

B399 B Crossing-over entsteht zwischen homologen Chromosomen

Welche Aussage zu Meiose I und II trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Crossing-over entsteht zwischen homologen Chromosomen“. Das Crossing-over findet zwischen homologen Chromosomen statt, also zwischen dem väterlichen und dem mütterlichen Exemplar desselben Chromosoms, und zwar in der Prophase der ersten Reifeteilung. Nur dort legen sich die Partner eng aneinander, sodass ein Austausch überhaupt möglich wird.

Die Antwort „Eine Meiose besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Mitosen“ ist falsch: Die Meiose besteht nicht aus zwei gewöhnlichen Mitosen. Die erste Teilung trennt die homologen Chromosomen und halbiert damit den Satz; nur die zweite ähnelt einer Mitose.

Die Antwort „Zwischen Meiose I und Meiose II erfolgt eine DNA-Replikation“ ist falsch: Zwischen den beiden Reifeteilungen findet gerade keine erneute Verdopplung statt. Genau deshalb sind die vier entstehenden Zellen haploid.

Die Antwort „Die Meiose besteht aus zwei Äquationsteilungen ohne Reduktionsteilung“ ist falsch: Die erste Teilung ist eine Reduktionsteilung, die zweite eine Äquationsteilung. Zwei Äquationsteilungen würden den Satz nie halbieren.

Die Antwort „Miose findet ausschließlich in somatischen Zellen statt“ ist falsch: Die Meiose läuft ausschließlich in den Keimzellen ab, also in Eierstock und Hoden. Somatische Zellen teilen sich durch Mitose.

Zum Weiterdenken: Reduktion und Äquation beschreiben, ob der Satz halbiert oder erhalten bleibt. Wie ordnest du die beiden Reifeteilungen mit diesen zwei Wörtern dauerhaft zu?

MERKE

Erste Teilung reduziert, zweite hält gleich — dazwischen wird nichts verdoppelt.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Aussagen zu beiden Reifeteilungen prüfen

B400 **C** 23

Wie viele Chromosomen besitzt eine reife menschliche Keimzelle?

Richtig ist die Antwort „23“. Eine reife menschliche Keimzelle trägt 23 Chromosomen, also 22 Autosomen und ein Geschlechtschromosom. Sie ist haploid, weil die Meiose den doppelten Satz der Ursprungszelle halbiert hat. Bei der Befruchtung ergänzen sich zwei solche Sätze wieder zu den 46 Chromosomen der Zygote.

Die Antwort „22“ ist falsch: 22 zählt nur die Autosomen und lässt das Geschlechtschromosom aus.

Die Antwort „44“ ist falsch: 44 sind die Autosomen einer diploiden Körperzelle.

Die Antwort „45“ ist falsch: 45 tritt bei Fehlverteilungen auf, etwa beim Turner-Syndrom mit nur einem X-Chromosom, nicht aber in einer regelrechten Keimzelle.

Die Antwort „46“ ist falsch: 46 ist die Zahl der Körperzelle.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien mit identischen Antwortmöglichkeiten in mehreren Jahren. Was folgt daraus für den Nutzen, alte Aufgaben systematisch durcharbeiten?

MERKE

23 in der Keimzelle, 46 in der Körperzelle — 22 und 44 lassen jeweils das Geschlechtschromosom weg.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die haploide Chromosomenzahl erneut sicher abrufen

B401 **C** Prophase 1, Metaphase 1, Anaphase 1, Telophase 1

In welcher Reihenfolge laufen die Phasen der Meiose I ab?

Richtig ist die Antwort „Prophase 1, Metaphase 1, Anaphase 1, Telophase 1“. Die erste Reifeteilung durchläuft dieselben vier Phasen wie eine Mitose, nur mit dem Zusatz eins: Prophase I, Metaphase I, Anaphase I und Telophase I. Die Namen beschreiben wieder, was geschieht — in der Prophase I paaren sich die homologen Chromosomen und tauschen Abschnitte aus, in der Metaphase I ordnen sich die Paare in der Mitte an, in der Anaphase I werden die Partner zu den Polen gezogen, und in der Telophase I ist die Teilung abgeschlossen.

Die Antwort „Metaphase 1, Prophase 1, Telophase 1, Anaphase 1“ ist falsch: Die Metaphase kann nicht vor der Prophase liegen, denn zuerst muss sich der Spindelapparat bilden.

Die Antwort „Anaphase 1, Telophase 1, Prophase 1, Metaphase 1“ ist falsch: Die Anaphase am Anfang würde bedeuten, dass getrennt wird, bevor überhaupt gepaart und aufgereiht wurde.

Die Antwort „Telophase 1, Anaphase 1, Metaphase 1, Prophase 1“ ist falsch: Diese Reihenfolge kehrt die richtige vollständig um.

Die Antwort „Prophase 1, Anaphase 1, Metaphase 1, Telophase 1“ ist falsch: Anaphase vor Metaphase ist die häufigste Verwechslung, weil beide Namen ähnlich klingen. Erst wird in der Mitte aufgereiht, dann auseinandergezogen.

Zum Weiterdenken: Die Phasennamen sind in Mitose und Meiose dieselben, die Vorgänge dahinter unterscheiden sich jedoch. Worin genau besteht der Unterschied zwischen einer Anaphase und einer Anaphase I?

MERKE

Pro, Meta, Ana, Telo — dieselbe Reihenfolge in Mitose und in beiden Reifeteilungen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Phasenfolge der ersten Reifeteilung wiedergeben

Mitose

B402 **D** Prophase - Metaphase - Anaphase - Telophase

Welche Reihenfolge der Mitosephasen ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Prophase - Metaphase - Anaphase - Telophase“. Die Mitose läuft in vier Phasen ab, deren Reihenfolge lautet: Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase. In der Prophase verdichten sich die Chromosomen, die Kernhülle löst sich auf und der Spindelapparat baut sich auf. In der Metaphase ordnen sich die Chromosomen in der Äquatorialebene an — die Vorsilbe „meta-“ steht dabei für die Mitte. In der Anaphase werden die Schwesterchromatiden zu den Polen gezogen, und „ana-“ bedeutet hinauf oder auseinander. In der Telophase, vom griechischen Wort für Ende, entstehen neue Kernhüllen, und die Chromosomen entspiralisieren sich wieder.

Die Antwort „Metaphase - Prophase - Telophase - Anaphase“ ist falsch: Metaphase vor Prophase kehrt Anordnung und Vorbereitung um. Ohne den Spindelapparat könnten sich die Chromosomen gar nicht ausrichten.

Die Antwort „Anaphase - Prophase - Metaphase - Telophase“ ist falsch: Anaphase am Anfang würde bedeuten, dass getrennt wird, bevor überhaupt angeordnet wurde.

Die Antwort „Telophase - Anaphase - Metaphase - Prophase“ ist falsch: Diese Reihenfolge kehrt die richtige exakt um.

Die Antwort „Prophase - Anaphase - Metaphase - Telophase“ ist falsch: Anaphase vor Metaphase ist die verbreitetste Verwechslung, weil beide Namen ähnlich klingen. Erst wird in der Mitte aufgereiht, dann auseinandergezogen.

Zum Weiterdenken: Die Namen der Phasen beschreiben jeweils, was gerade geschieht. Wie hilft dir das, die Reihenfolge herzuleiten, statt sie auswendig zu lernen?

MERKE

Pro, Meta, Ana, Telo — erst vorbereiten, dann in die Mitte, dann auseinander, dann Ende.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die vier Mitosephasen in die richtige Reihenfolge bringen

B403 D DNA-Replikation → Ausbildung des Spindelapparats → Anordnung der Chromosomen in der Äquatorialebene → Trennung der Chromosomen → Dekondensation der Chromosomen → Einschnürung der Zelle

Welche Reihenfolge der Ereignisse während der Mitose ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „DNA-Replikation → Ausbildung des Spindelapparats → Anordnung der Chromosomen in der Äquatorialebene → Trennung der Chromosomen → Dekondensation der Chromosomen → Einschnürung der Zelle“. Die Reihenfolge folgt zwingend der Logik des Vorgangs. Zuerst wird die DNA in der S-Phase verdoppelt, denn ohne zwei Chromatiden gäbe es nichts zu verteilen. Dann baut sich der Spindelapparat auf, weil ohne ihn kein Zug ausgeübt werden kann. Anschließend ordnen sich die Chromosomen in der Äquatorialebene an, werden getrennt und zu den Polen gezogen. Danach entspiralisieren sie sich wieder, damit die Gene abgelesen werden können, und ganz zum Schluss schnürt sich die Zelle durch.

Die Antwort „DNA-Replikation → Trennung der Chromosomen → Spindelapparat → Anordnung in der Ebene → Einschnürung → Dekondensation“ ist falsch: Eine Trennung vor dem Aufbau des Spindelapparats ist unmöglich, denn dieser leistet die Trennung überhaupt erst.

Die Antwort „Dekondensation → Spindelapparat → DNA-Replikation → Anordnung → Trennung → Einschnürung“ ist falsch: Die Dekondensation am Anfang widerspricht dem Ablauf, denn verdichtet wird zu Beginn der Teilung und entspiralisiert am Ende.

Die Antwort „Einschnürung → DNA-Replikation → Spindelapparat → Anordnung → Trennung → Dekondensation“ ist falsch: Die Einschnürung ist der letzte Schritt und kann nicht am Anfang stehen.

Die Antwort „Spindelapparat → DNA-Replikation → Trennung → Anordnung → Einschnürung → Dekondensation“ ist falsch: Hier steht der Spindelapparat vor der Verdopplung und die Trennung vor der Anordnung — gleich zwei Schritte sind vertauscht.

Zum Weiterdenken: Jeder Schritt setzt den vorherigen voraus. Wie kannst du dir mit dieser Einsicht eine Reihenfolge selbst herleiten, statt sie auswendig zu behalten?

MERKE

Erst verdoppeln, dann Werkzeug bauen, dann aufreihen, trennen, entpacken und durchschnüren.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Gesamttablauf von Verdopplung und Teilung ordnen

B404 B DNA-Replikation → G2-Phase → Prophase → Metaphase → Anaphase → Telophase → Zytokinese → G1-Phase

Wie lautet die richtige Reihenfolge der Phasen von Interphase und M-Phase bei der Mitose?

Richtig ist die Antwort „DNA-Replikation → G2-Phase → Prophase → Metaphase → Anaphase → Telophase → Zytokinese → G1-Phase“. Der Zellzyklus ist ein Kreislauf, und die Aufgabe greift ihn an der S-Phase heraus. Nach der Verdopplung der DNA folgt die G2-Phase, in der die Zelle die Verdopplung überprüft und die Teilung vorbereitet. Dann beginnt die eigentliche Mitose mit Prophase, Metaphase, Anaphase und Telophase, an die sich die Zytokinese anschließt, also die Durchschnürung des Zellplasmas. Danach befinden sich die Tochterzellen wieder in der G1-Phase, womit sich der Kreis schließt.

Die Antwort „G1-Phase → Prophase → DNA-Replikation → G2-Phase → Metaphase → Anaphase → Telophase → Zytokinese“ ist falsch: Die Verdopplung der DNA kann nicht nach der Prophase liegen, denn zu diesem Zeitpunkt sind die Chromosomen bereits verdichtet und die Verdopplung längst abgeschlossen.

Die Antwort „DNA-Replikation → Prophase → G2-Phase → Anaphase → Metaphase → Telophase → Zytokinese → G1-Phase“ ist falsch: Hier stehen Anaphase und Metaphase in umgekehrter Reihenfolge; erst wird aufgereiht, dann auseinandergezogen.

Die Antwort „G2-Phase → DNA-Replikation → Metaphase → Prophase → Telophase → Anaphase → Zytokinese → G1-Phase“ ist falsch: Die G2-Phase vor der Verdopplung zu setzen kehrt die Interphase um, und auch Metaphase vor Prophase ist vertauscht.

Die Antwort „DNA-Replikation → G2-Phase → Metaphase → Prophase → Telophase → Anaphase → G1-Phase → Zytokinese“ ist falsch: Gleich mehrere Schritte stehen falsch, unter anderem Metaphase vor Prophase und die Zytokinese nach der G1-Phase.

Zum Weiterdenken: Zwischen den Phasen liegen Kontrollpunkte, an denen die Zelle prüft, ob sie fortfahren darf. Warum sitzt einer davon ausgerechnet in der G2-Phase, also unmittelbar nach der Verdopplung?

MERKE

G1, S, G2, dann Mitose und Zytokinese — der Zyklus endet dort, wo er begonnen hat.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Interphase und Mitose zu einem vollständigen Zellzyklus verbinden

B405 D Synthese - G2 - Prophase - Metaphase - Anaphase - Telophase - Zytokinese - G1

Wie lautet die richtige Reihenfolge der Mitosephasen im Zellzyklus?

Richtig ist die Antwort „Synthese - G2 - Prophase - Metaphase - Anaphase - Telophase - Zytokinese - G1“. Die Kette beginnt mit der Synthesephase, in der die DNA verdoppelt wird, gefolgt von der G2-Phase als Vorbereitung und Kontrolle. Dann läuft die eigentliche Mitose mit Prophase, Metaphase, Anaphase und Telophase ab, an die sich die Zytokinese anschließt, also die Durchschnürung des Zellplasmas. Danach befindet sich jede Tochterzelle in der G1-Phase und der Kreis schließt sich.

Die Antwort „Synthese - G1 - Anaphase - Metaphase - Telophase - Prophase - G2-Phase“ ist falsch: Hier stehen Anaphase, Metaphase, Telophase und Prophase in wilder Reihenfolge, und die G2-Phase steht ganz am Ende statt vor der Mitose.

Die Antwort „Anaphase - Metaphase - Telophase - G2 - Synthese - G1“ ist falsch: Die Anaphase kann nicht am Anfang stehen, denn getrennt wird erst, wenn zuvor verdoppelt und aufgereiht wurde.

Die Antwort „Synthese - G2 - Prophase - Metaphase - Anaphase - Telophase - G1 - Zytokinese“ ist falsch: Diese Fassung ist besonders heimtückisch, denn sie stimmt bis zur Telophase vollständig und vertauscht erst danach Zytokinese und G1-Phase. Die Durchschnürung gehört jedoch noch zur Teilung und liegt damit vor der G1-Phase der Tochterzellen.

Die Antwort „Prophase - Metaphase - Anaphase - Telophase - G1 - Zytokinese - G2“ ist falsch: Hier fehlt die Synthesephase am Anfang, und auch Zytokinese und G1-Phase stehen falsch.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten unterscheiden sich nur in den letzten beiden Gliedern. Warum lohnt es sich, bei Reihenfolgeaufgaben gerade das Ende besonders genau zu prüfen?

MERKE

Zytokinese schließt die Teilung ab und kommt vor der G1-Phase, nicht danach.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Zellzyklus und Mitosephasen in eine Kette bringen

B406 B DNA-Replikation → G2-Phase → Prophase → Metaphase → Anaphase → Telophase → Zytokinese → G1-Phase

In welcher Reihenfolge laufen die Phasen der Mitose (inkl. Zellzyklus) ab?

Richtig ist die Antwort „DNA-Replikation → G2-Phase → Prophase → Metaphase → Anaphase → Telophase → Zytokinese → G1-Phase“. Zuerst wird die DNA verdoppelt, dann folgt die G2-Phase mit ihrer Kontrolle, anschließend die vier Mitosephasen in der Reihenfolge Prophase,

Metaphase, Anaphase und Telophase, danach die Zytokinese und schließlich die G1-Phase der neuen Tochterzellen. Die Logik dahinter lässt sich in einem Satz fassen: erst kopieren, dann prüfen, dann verteilen, dann trennen.

Die Antwort „G1-Phase → Prophase → Metaphase → Anaphase → Telophase → G2-Phase → Zytokinese → DNA-Replikation“ ist falsch: Die Verdopplung der DNA steht hier ganz am Ende, obwohl ohne sie gar nichts zu verteilen wäre.

Die Antwort „Prophase → DNA-Replikation → Metaphase → Anaphase → G2-Phase → Telophase → Zytokinese → G1-Phase“ ist falsch: Die Prophase vor der Verdopplung ist unmöglich, denn zu Beginn der Mitose sind die Chromosomen bereits zweichromatidig.

Die Antwort „G2-Phase → DNA-Replikation → Anaphase → Prophase → Metaphase → Telophase → G1-Phase → Zytokinese“ ist falsch: Die G2-Phase steht vor der Verdopplung, und zusätzlich sind Anaphase und Metaphase vertauscht.

Die Antwort „DNA-Replikation → Prophase → G2-Phase → Anaphase → Metaphase → Telophase → G1-Phase → Zytokinese“ ist falsch: Auch hier stehen Anaphase und Metaphase in umgekehrter Reihenfolge, und die G2-Phase sitzt an der falschen Stelle.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in mehreren Jahrgängen mit denselben Ablenkungen. Welche zwei Vertauschungen tauchen dabei immer wieder auf?

MERKE

Erst kopieren, dann prüfen, dann verteilen, dann trennen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Abfolge von Replikation, Mitose und Zytokinese sicher wiedergeben

CHROMOSOMENTHEORIE DER VERERBUNG

Crossing-over

B407 D Gene auf homologen Chromosomen können durch Crossing-over ausgetauscht werden

Welche Aussagen zu Chromosomen treffen zu?

Richtig ist die Antwort „Gene auf homologen Chromosomen können durch Crossing-over ausgetauscht werden“. Homologe Chromosomen sind die beiden Ausgaben desselben Chromosoms, von denen eine vom Vater und eine von der Mutter stammt. Sie tragen dieselben Gene an denselben Stellen, aber nicht zwingend dieselben Allele. In der Prophase der ersten Reifeteilung legen sie sich aneinander, und an Überkreuzungspunkten tauschen sie Abschnitte aus. Dieses Crossing-over erzeugt Chromosomen, die väterliche und mütterliche Abschnitte in neuer Kombination tragen, und ist damit neben der zufälligen Verteilung der Chromosomen die zweite große Quelle genetischer Vielfalt.

Die Antwort „Gene können nur innerhalb desselben Chromosoms ausgetauscht werden“ ist falsch: Der Austausch findet gerade zwischen den beiden homologen Chromosomen statt und nicht innerhalb eines einzelnen. Ein Austausch zwischen nicht homologen Chromosomen wäre dagegen eine Translokation und damit eine Chromosomenmutation.

Die Antwort „Chromosomen bestehen ausschließlich aus RNA“ ist falsch: Chromosomen bestehen aus DNA und Proteinen, vor allem Histonen. RNA ist die Abschrift, die beim Ablesen entsteht, und kein Baustein des Chromosoms.

Die Antwort „Jedes Chromosom enthält nur ein einziges Gen“ ist falsch: Auf einem einzigen menschlichen Chromosom liegen je nach Größe einige hundert bis über zweitausend Gene.

Die Antwort „Homologe Chromosomen tragen immer identische Allele“ ist falsch: Homologe Chromosomen tragen dieselben Genorte, aber häufig unterschiedliche Allele. Genau darauf beruht überhaupt die Unterscheidung zwischen reinerbig und mischerbig.

Zum Weiterdenken: Zwei Gene, die nahe beieinander auf demselben Chromosom liegen, werden selten durch Crossing-over getrennt. Wie ließe sich aus dieser Beobachtung die Reihenfolge von Genen auf einem Chromosom bestimmen?

MERKE

Crossing-over tauscht zwischen homologen Chromosomen — innerhalb eines Chromosoms tauscht nichts.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Crossing-over als Austausch zwischen homologen Chromosomen verstehen

B408 A Prophase I

In welcher Phase der Meiose findet das Crossing-over statt?

Richtig ist die Antwort „Prophase I“. Das Crossing-over findet in der Prophase der ersten Reifeteilung statt. Dort lagern sich die homologen Chromosomen der Länge nach aneinander, ein Vorgang, den man Paarung oder Synapsis nennt, und bilden ein Vierergebirge aus vier Chromatiden. An Überkreuzungsstellen, die man unter dem Mikroskop als Chiasmata sieht, brechen die Chromatiden und werden über Kreuz wieder verknüpft. Nur in dieser einen Phase liegen die homologen Chromosomen so eng beieinander, dass ein Austausch überhaupt möglich ist.

Die Antwort „Metaphase I“ ist falsch: In der Metaphase I ordnen sich die gepaarten homologen Chromosomen bereits in der Äquatorialebene an. Der Austausch ist zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen, die Chiasmata halten die Partner nur noch zusammen.

Die Antwort „Anaphase I“ ist falsch: In der Anaphase I werden die homologen Chromosomen zu den Zellpolen gezogen und damit voneinander getrennt. Danach besteht

kein Kontakt mehr, über den etwas ausgetauscht werden könnte.

Die Antwort „Prophase II“ ist falsch: In der Prophase II liegen nur noch Chromosomen mit je zwei Schwesterchromatiden vor, und der homologe Partner befindet sich längst in einer anderen Zelle.

Die Antwort „Telophase II“ ist falsch: In der Telophase II ist die Meiose praktisch beendet, die Kerne bilden sich neu und die vier haploiden Zellen entstehen.

Zum Weiterdenken: Crossing-over ist nur möglich, solange die homologen Partner beieinanderliegen. Wie folgt daraus zwingend, dass es vor der Anaphase I geschehen muss?

MERKE

Nur in der Prophase I liegen die homologen Chromosomen eng genug beieinander, um Abschnitte zu tauschen.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Das Crossing-over zeitlich in der Meiose verorten

B409 B Crossing-over zwischen homologen Chromosomen findet in der Prophase I statt

Welche Aussage zu Mitose und Meiose trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Crossing-over zwischen homologen Chromosomen findet in der Prophase I statt“. Das Crossing-over zwischen homologen Chromosomen gehört ausschließlich zur Meiose und findet dort in der Prophase der ersten Reifeteilung statt. Es ist einer der beiden Gründe, warum aus der Meiose vier genetisch verschiedene Zellen hervorgehen, während die Mitose zwei identische Tochterzellen liefert. Der zweite Grund ist die zufällige Verteilung der väterlichen und mütterlichen Chromosomen auf die Tochterzellen in der Anaphase I.

Die Antwort „Zwischen Mitose und Meiose gibt es keinerlei Unterschiede“ ist falsch: Die Unterschiede sind grundlegend. Die Mitose läuft in einer Teilung ab und erhält den Chromosomensatz, die Meiose läuft in zwei Teilungen ab und halbiert ihn.

Die Antwort „Die Meiose besteht nur aus einer Reduktionsteilung ohne Äquationsteilung“ ist falsch: Die Meiose besteht aus beiden Schritten. Die erste Teilung ist die Reduktionsteilung, in der die homologen Chromosomen getrennt werden, die zweite die Äquationsteilung, in der wie bei einer Mitose die Schwesterchromatiden getrennt werden.

Die Antwort „Bei der Mitose werden homologe Chromosomen getrennt“ ist falsch: In der Mitose werden nicht die homologen Chromosomen getrennt, sondern die beiden Schwesterchromatiden eines jeden Chromosoms. Genau deshalb erhalten beide Tochterzellen einen vollständigen doppelten Satz.

Die Antwort „Crossing-over findet in der Metaphase II statt“ ist falsch: In der Metaphase II ordnen sich die Chromosomen lediglich in der Äquatorialebene an, und der homologe Partner ist zu diesem Zeitpunkt bereits in einer anderen Zelle.

Zum Weiterdenken: Aus einer Urkeimzelle entstehen durch Meiose vier verschiedene Zellen, durch Mitose dagegen zwei gleiche. Welche der beiden Teilungsformen taugt für Wachstum und Reparatur, und warum wäre die andere dafür ungeeignet?

MERKE

Mitose trennt Schwesterchromatiden, Meiose I trennt homologe Chromosomen — Crossing-over gibt es nur in der Meiose.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Mitose und Meiose in ihren Kernvorgängen gegenüberstellen

B410 E Durch Crossing-over werden gekoppelte Gene, die auf demselben Chromosom liegen, entkoppelt

Was passiert beim Crossing-over hinsichtlich des Kopplungsbruchs?

Richtig ist die Antwort „Durch Crossing-over werden gekoppelte Gene, die auf demselben Chromosom liegen, entkoppelt“. Gene, die auf demselben Chromosom liegen, sind zunächst aneinander gekoppelt und würden ohne weiteres Zutun stets gemeinsam weitergegeben. Das Crossing-over durchbricht genau diese Kopplung: In der Prophase I brechen Chromatiden homologer Chromosomen an derselben Stelle und werden über Kreuz wieder verbunden, sodass Abschnitte den Partner wechseln. Dadurch entstehen Chromosomen mit Allelkombinationen, die es in keinem der beiden Elternchromosomen gab.

Die Antwort „Crossing-over verhindert grundsätzlich den Austausch von Genen“ ist falsch: Das Crossing-over verhindert den Austausch nicht, sondern ist der Austausch. Die Aussage kehrt den Vorgang in sein Gegenteil.

Die Antwort „Gekoppelte Gene können nie durch Crossing-over getrennt werden“ ist falsch: Getrennt werden können gekoppelte Gene sehr wohl, und zwar umso häufiger, je weiter sie auf dem Chromosom auseinanderliegen.

Die Antwort „Crossing-over findet nur bei der Mitose statt“ ist falsch: In der Mitose findet regulär kein Crossing-over statt, denn dort paaren sich die homologen Chromosomen nicht. Der Vorgang gehört zur Meiose.

Die Antwort „Crossing-over betrifft nur nicht-homologe Chromosomen“ ist falsch: Das Crossing-over betrifft gerade die homologen Chromosomen, die dieselben Gene tragen. Ein Austausch zwischen nicht homologen Chromosomen wäre eine Translokation und damit eine Mutation.

Zum Weiterdenken: Ohne Crossing-over würden ganze Chromosomen unverändert über Generationen weitergegeben. Welche Folge hätte das für die genetische Vielfalt einer Bevölkerung?

MERKE

Crossing-over ist der Kopplungsbruch — es tauscht Abschnitte zwischen homologen Chromosomen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Das Crossing-over als Ursache des Kopplungsbruchs benennen

B411 B Austausch von Chromosomenabschnitten zwischen mütterlichem und väterlichem Chromosom in der Meiose

Was versteht man unter Crossing-over?

Richtig ist die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten zwischen mütterlichem und väterlichem Chromosom in der Meiose“. Beim Crossing-over tauschen ein mütterliches und ein väterliches Chromosom Abschnitte gegeneinander aus, und zwar in der Prophase der ersten Reifeteilung der Meiose. Beide Bestimmungstücke gehören zur Definition: der Partner, nämlich das homologe Chromosom des anderen Elternteils, und der Zeitpunkt, nämlich die Meiose. Nur so entstehen Chromosomen, die väterliches und mütterliches Erbgut neu gemischt tragen.

Die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten in der Meiose innerhalb der Telophase“ ist falsch: In der Telophase ist die Teilung bereits abgeschlossen, die Chromosomen sind an den Polen angekommen und die Kernhüllen bilden sich neu. Ein Austausch ist dann nicht mehr möglich.

Die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten in der Mitose“ ist falsch: In der Mitose paaren sich die homologen Chromosomen nicht, weshalb dort regulär kein Crossing-over stattfindet.

Die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten der Schwesterchromatiden eines homologen Chromosomenpaars“ ist falsch: Schwesterchromatiden sind die beiden identischen Hälften ein und desselben Chromosoms. Ein Austausch zwischen ihnen brächte nichts Neues hervor, weil sie ohnehin dieselbe Erbinformation tragen — genau darin liegt der Unterschied zum echten Crossing-over.

Die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten nach der Meiose“ ist falsch: Nach der Meiose liegen die fertigen haploiden Keimzellen vor, deren Chromosomen sich nicht mehr paaren.

Zum Weiterdenken: Ein Austausch zwischen Schwesterchromatiden verändert das Ergebnis nicht, ein Austausch zwischen homologen Chromosomen schon. Woran liegt dieser Unterschied, obwohl in beiden Fällen dieselben Gene betroffen sind?

MERKE

Crossing-over heißt: mütterlich gegen väterlich, und zwar in der Meiose.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das Crossing-over vollständig und präzise definieren

B412 C Austausch von mütterlichen & väterlichen Chromosomenabschnitten während der Meiose

Was beschreibt „Crossing-over“?

Richtig ist die Antwort „Austausch von mütterlichen & väterlichen Chromosomenabschnitten während der Meiose“. Gesucht ist die Aussage, die den Vorgang vollständig beschreibt, und dazu gehören beide Bestimmungsstücke: Es tauschen mütterliche und väterliche Chromosomenabschnitte, und es geschieht in der Meiose, genauer in der Prophase I.

Die Antwort „Austausch ganzer Chromosomen zwischen zwei Keimzellen“ ist falsch: Beim Crossing-over werden Abschnitte ausgetauscht, keine vollständigen Chromosomen, und der Vorgang läuft innerhalb einer Zelle ab, nicht zwischen zwei Keimzellen.

Die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten während der Telophase“ ist falsch: In der Telophase ist die Teilung bereits beendet, die Chromosomen sind an den Polen angelangt.

Die Antwort „Austausch von mütterlichen & väterlichen Chromosomenabschnitten während der Mitose“ ist falsch: In der Mitose paaren sich homologe Chromosomen nicht, weshalb dort regulär kein Austausch zwischen mütterlichen und väterlichen Abschnitten stattfindet.

Die Antwort „Austausch von Chromosomenabschnitten zwischen den beiden Schwesterchromatiden desselben Chromosoms“ ist falsch: Schwesterchromatiden sind genetisch identisch, ein Austausch zwischen ihnen brächte keine neue Kombination. Das Crossing-over findet zwischen Nicht-Schwesterchromatiden homologer Chromosomen statt.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten können beide zutreffen und sich nur in der Genauigkeit unterscheiden. Welche Strategie hilft dir, im Test die präzisere von beiden zu erkennen?

MERKE

Vollständig heißt: mütterlich gegen väterlich, und in der Meiose — beides muss in der Antwort stehen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die genaueste Definition des Crossing-over auswählen

Gen-Kopplung

B413 D Die Wahrscheinlichkeit einer Genentkopplung durch Crossing-over steigt mit größerem Abstand zwischen den beiden Genen

Zwei Gene liegen gekoppelt auf einem homologen Chromosomenpaar. Welche Aussage zur Vererbung trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Wahrscheinlichkeit einer Genentkopplung durch Crossing-over steigt mit größerem Abstand zwischen den beiden Genen“. Ein Crossing-over kann an vielen Stellen entlang des Chromosoms geschehen, und die Bruchpunkte verteilen sich näherungsweise zufällig. Liegen zwei Gene weit auseinander, gibt es zwischen ihnen viele mögliche Stellen für einen Austausch, und die Kopplung bricht entsprechend häufig; liegen sie dicht beieinander, bleibt nur ein kurzer Abschnitt dazwischen. Genau dieser Zusammenhang macht die Rekombinationshäufigkeit $RF = \frac{\text{rekombinante Nachkommen}}{\text{alle Nachkommen}}$ zu einem Maß für den

Abstand, wobei $1 \% RF \approx 1 \text{ cM}$ entspricht und Genkarten zu zeichnen erlaubt.

Die Antwort „Gekoppelte Gene werden immer gemeinsam vererbt“ ist falsch: Gekoppelte Gene werden gerade nicht immer gemeinsam vererbt, sonst gäbe es das Phänomen des Kopplungsbruchs nicht. Nur vollständig unmittelbar benachbarte Gene kommen dem nahe.

Die Antwort „Die Entfernung zwischen den Genen hat keinen Einfluss auf die Kopplung“ ist falsch: Der Abstand ist sogar der entscheidende Einflussfaktor. Ohne ihn ließe sich aus Kreuzungsergebnissen keine Reihenfolge der Gene ableiten.

Die Antwort „Gekoppelte Gene liegen immer auf verschiedenen Chromosomen“ ist falsch: Kopplung setzt gerade voraus, dass die Gene auf demselben Chromosom liegen. Gene auf verschiedenen Chromosomen werden unabhängig voneinander vererbt.

Die Antwort „Je näher zwei Gene beieinander liegen, desto häufiger werden sie getrennt“ ist falsch: Die Aussage kehrt den Zusammenhang um. Je näher zwei Gene beieinanderliegen, desto seltener werden sie getrennt.

Zum Weiterdenken: Aus der Häufigkeit, mit der zwei Gene getrennt werden, lässt sich ihr Abstand schätzen. Wie ließe sich mit drei Genen und drei solchen Häufigkeiten ihre Reihenfolge auf dem Chromosom bestimmen?

MERKE

$1 \% RF \approx 1 \text{ cM}$ — weit auseinander heißt oft getrennt.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den Zusammenhang zwischen Genabstand und Kopplungsbruch herstellen

B414 D Die Häufigkeit des Crossing-over hängt vom Abstand der Gene A und B auf dem Chromosom ab.

Bei einer Person liegen die gekoppelten Allele AB und aB auf je einem Chromosom (A/a und $\frac{B}{b}$, A und B dominant). Welche Aussage zu Crossing-over und Genkopplung dieser Allele trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Häufigkeit des Crossing-over hängt vom Abstand der Gene A und B auf dem Chromosom ab“. Die Häufigkeit des Crossing-over hängt vom Abstand der beteiligten Gene ab, denn die Bruchstellen verteilen sich näherungsweise zufällig über das Chromosom, sodass ein größerer Abschnitt mehr Gelegenheiten für einen Austausch bietet. Diese Regel gilt unabhängig davon, welche Allele im Einzelfall vorliegen, und macht die Rekombinationshäufigkeit RF zum Maß für den Genabstand. Im vorliegenden Fall ist der Genort B mit BB reinerbig, weshalb ein Austausch dort nichts Sichtbares verändert.

Die Antwort „Die Kopplung von A und B kann durch Crossing-over aufgehoben werden“ ist falsch, und zwar wegen der besonderen Konstellation dieser Aufgabe: Auf dem einen Chromosom liegen A und B, auf dem anderen a und B. Am Genort $\frac{B}{b}$ trägt die Person also zweimal dasselbe Allel B, ist dort somit reinerbig. Ein Austausch zwischen den beiden Genorten führt deshalb wieder nur zu den Kombinationen A mit B und a mit B – sichtbar ändert sich nichts. Genau darauf zielt die Aufgabe ab.

Die Antwort „Jedes Chromosom der Nachkommen enthält zwingend ein dominantes und ein rezessives Allel“ ist falsch: Dass jedes Chromosom der Nachkommen zwingend ein dominantes und ein rezessives Allel enthielte, lässt sich aus der Angabe nicht ableiten. Da B doppelt vorliegt, kann sehr wohl ein Chromosom mit A und B, also mit zwei dominanten Allelen, entstehen.

Die Antwort „Crossing-over findet in der Mitose statt und sorgt dort für die Neuverteilung der Allele“ ist falsch: Crossing-over ereignet sich in der Prophase der ersten Reifeteilung, also in der Meiose. Die Mitose liefert genetisch identische Tochterzellen und kennt keine Rekombination.

Die Antwort „Crossing-over findet ausschließlich zwischen Schwesterchromatiden statt“ ist falsch: Zwischen Schwesterchromatiden findet das genetisch wirksame Crossing-over gerade nicht statt, denn diese sind identisch. Der Austausch betrifft die homologen Chromosomen.

Zum Weiterdenken: Ist jemand an einem Genort reinerbig, bleibt ein Crossing-over dort ohne sichtbare Folge. Was bedeutet das für die Frage, ob man Rekombination an solchen Kreuzungen überhaupt nachweisen kann?

MERKE

Reinerbige Genorte bleiben unsichtbar — messbar ist nur, was verschieden ist.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Kopplung und Crossing-over an einer konkreten Allelkonstellation prüfen

B415 A Eng gekoppelte Gene unterliegen niemals Crossing-over

Welche Aussage zur Genkopplung ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Eng gekoppelte Gene unterliegen niemals Crossing-over“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Auch eng gekoppelte Gene können durch Crossing-over getrennt werden, nur geschieht das eben selten: Die Rekombinationshäufigkeit sinkt mit dem Abstand, wird aber niemals null, solange $RF > 0$ gilt, also überhaupt ein Stück Chromosom zwischen den beiden Genorten liegt. Ein Wort wie „niemals“ ist in solchen Aufgaben ohnehin ein Warnsignal, denn absolute Aussagen sind in der Biologie selten haltbar.

Die Antwort „Gekoppelte Gene liegen räumlich nahe beieinander auf demselben Chromosom“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Gekoppelte Gene liegen definitionsgemäß auf demselben Chromosom, und je näher beieinander, desto stärker die Kopplung.

Die Antwort „Crossing-over kann gekoppelte Gene voneinander trennen“ ist richtig: Genau das ist die Wirkung des Crossing-over, das in der Prophase I Abschnitte zwischen homologen Chromosomen austauscht.

Die Antwort „Alle Individuen der F1-Generation eines dihybriden reinerbigen Erbgangs besitzen denselben Genotyp“ ist richtig: Kreuzt man zwei reinerbige Eltern, die sich in zwei Merkmalen unterscheiden, sind alle Nachkommen der ersten Tochtergeneration in Genotyp und Erscheinungsbild gleich. Das ist die erste Mendelsche Regel, die Uniformitätsregel.

Die Antwort „Erbanlagen auf verschiedenen Chromosomen werden unabhängig voneinander vererbt (freie Kombination)“ ist richtig: Erbanlagen auf verschiedenen Chromosomen werden unabhängig voneinander vererbt, weil sich die Chromosomenpaare in der Meiose zufällig verteilen. Das ist die dritte Mendelsche Regel.

Zum Weiterdenken: Wörter wie immer, nie und ausschließlich stehen in Aufgaben auffällig oft in falschen Aussagen. Wie kannst du diese Beobachtung nutzen, ohne dich blind darauf zu verlassen?

MERKE

$RF > 0$, solange Abstand besteht — enge Kopplung macht die Trennung selten, nicht unmöglich.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Falschaussagen zur Genkopplung erkennen

Grundlagen

B416 D Einschnürung an Chromosomen

Was wird als „Centromer“ bezeichnet?

Richtig ist die Antwort „Einschnürung an Chromosomen“.

Das Centromer ist die Einschnürung am Chromosom, an der die beiden Schwesterchromatiden zusammenhängen. Es ist keine eigenständige Struktur der Zelle, sondern ein Abschnitt des Chromosoms selbst mit besonderer DNA-Sequenz. Dort lagert sich ein Proteinkomplex an, das Kinetochor, an dem die Mikrotubuli des Spindelapparats ansetzen und die Chromatiden auseinanderziehen. Je nachdem, wo das Centromer sitzt, unterscheidet man metazentrische, submetazentrische und akrozentrische Chromosomen.

Die Antwort „befindet sich an den Zellpolen“ ist falsch: An den Zellpolen liegen die Zentrosomen mit den Zentriolen, von denen der Spindelapparat ausgeht. Die Ähnlichkeit der Namen ist die eigentliche Falle dieser Aufgabe.

Die Antwort „stammt aus dem ER“ ist falsch: Aus dem endoplasmatischen Retikulum stammen weder Chromosomen noch ihre Bestandteile. Das ER stellt Proteine und Lipide her.

Die Antwort „liegt in Zellkernnähe“ ist falsch: Chromosomen samt ihrem Centromer liegen im Zellkern und nicht in dessen Nähe. Während der Teilung zerfällt die Kernhülle sogar vorübergehend.

Die Antwort „Verbindungsstelle zwischen Spindelapparat und Zellmembran“ ist falsch: Eine Verbindung zur Zellmembran gibt es nicht. Der Spindelapparat setzt am Kinetochor des Centromers an und zieht zu den Polen, nicht zur Membran.

Zum Weiterdenken: Centromer und Zentriol klingen fast gleich, liegen aber an entgegengesetzten Enden des Spindelapparats. Wie lässt sich diese Verwechslung dauerhaft vermeiden?

MERKE

Centromer sitzt am Chromosom, Zentriol sitzt am Zellpol — der Spindelfaden spannt sich dazwischen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Das Centromer als Einschnürung des Chromosoms beschreiben

B417 C Chromosomen erlauben die freie Kombination der Gene

Welche Aussage zu Chromosomen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Chromosomen erlauben die freie Kombination der Gene“. Dass Chromosomen die freie Kombination der Gene erlauben, meint die dritte Mendelsche Regel: Gene, die auf verschiedenen Chromosomen liegen, werden unabhängig voneinander weitergegeben, weil sich die Chromosomenpaare in der Meiose zufällig auf die Tochterzellen verteilen. Bei 23

Paaren ergeben sich allein daraus über acht Millionen Kombinationen, und das Crossing-over erhöht diese Zahl noch einmal erheblich.

Die Antwort „Während der Prophase I werden die homologen Chromosomen durch Crossing-over getrennt“ ist falsch: In der Prophase I werden die homologen Chromosomen durch das Crossing-over gerade nicht getrennt, sondern eng aneinandergelegt und teilweise miteinander verknüpft. Getrennt werden sie erst in der Anaphase I.

Die Antwort „Das Zentromer ist der Bereich eines Chromosoms, der die zwei Chromatiden miteinander verbindet, hier als Zentriolen bezeichnet“ ist falsch: Der erste Teil der Aussage stimmt, denn das Zentromer verbindet tatsächlich die beiden Chromatiden. Der Zusatz ist jedoch falsch, weil diese Stelle nicht Zentriol heißt. Zentriolen sind die zylindrischen Strukturen an den Zellpolen, von denen der Spindelapparat ausgeht.

Die Antwort „Außerhalb des Zellkerns sind Chromosomen in Mitochondrien und im ER zu finden“ ist falsch: Außerhalb des Zellkerns gibt es Erbinformation nur in den Mitochondrien, und dort als ringförmiges DNA-Molekül und nicht als Chromosom im eigentlichen Sinn. Im endoplasmatischen Retikulum findet sich keine DNA.

Die Antwort „Der Mensch besitzt in jeder Körperzelle 24 Chromosomenpaare“ ist falsch: Der Mensch besitzt 23 Chromosomenpaare, also 46 Chromosomen. Die Zahl 24 stammt aus alten Zählungen und ist ein beliebter Distraktor.

Zum Weiterdenken: Allein die zufällige Verteilung von 23 Chromosomenpaaren ergibt über acht Millionen mögliche Keimzellen. Warum sind Geschwister einander trotzdem oft ähnlich?

MERKE

23 Paare, freie Kombination auf verschiedenen Chromosomen — Zentromer am Chromosom, Zentriol am Pol.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Aussagen zu Chromosomen auf typische Fehlvorstellungen prüfen

NICHTCHROMOSOMALE VERERBUNG**Mitochondrien****B418 E Mitochondriale Vererbung**

Eine Mutter vererbt ein Merkmal unabhängig vom Geschlecht an alle Nachkommen, wobei es unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Welcher Erbgang liegt vor?

Richtig ist die Antwort „Mitochondriale Vererbung“. Zwei Angaben zusammen weisen eindeutig auf die mitochondriale Vererbung. Erstens gibt allein die Mutter das Merkmal weiter, und zwar an alle Kinder unabhängig vom Geschlecht — denn die Mitochondrien der Zygote stammen sämtlich aus der Eizelle, während die des Spermiums nach der Befruchtung abgebaut werden.

Zweitens ist die Ausprägung unterschiedlich stark, und das erklärt sich aus der Heteroplasmie: Eine Zelle enthält Hunderte Mitochondrien, von denen nur ein Teil verändert sein kann, und je nach Anteil fallen die Beschwerden schwerer oder leichter aus.

Die Antwort „X-chromosomal-dominant“ ist falsch: Bei X-chromosomal-dominanter Vererbung gäbe eine betroffene Mutter das Merkmal nur an etwa die Hälfte ihrer Kinder weiter und nicht an alle.

Die Antwort „X-chromosomal-rezessiv“ ist falsch: Bei X-chromosomal-rezessiver Vererbung wären ganz überwiegend Söhne betroffen, das Muster wäre also gerade nicht geschlechtsunabhängig.

Die Antwort „Autosomal-dominant“ ist falsch: Bei autosomal-dominanter Vererbung erkrankte etwa die Hälfte der Kinder, und auch ein betroffener Vater gäbe das Merkmal weiter.

Die Antwort „Autosomal-rezessiv“ ist falsch: Bei autosomal-rezessiver Vererbung müsste auch der Vater mindestens Träger sein, und es wären keineswegs alle Kinder betroffen.

Zum Weiterdenken: Eine Zelle trägt Hunderte Mitochondrien mit jeweils eigener DNA. Wie erklärt allein diese Vielzahl, dass dieselbe Veränderung bei Geschwistern unterschiedlich schwer ausfallen kann?

MERKE

Nur von der Mutter, an alle Kinder, unterschiedlich stark — das ist mitochondrial.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Den mitochondrialen Erbgang an seinem Muster erkennen

AUFBAU DES GENOMS BEI EUKARYONTEN

B419 B Aus DNA und Proteinen (Histonen); sie können zu Chromatin dekondensieren

Aus was bestehen Chromosomen, und können sie dekondensieren?

Richtig ist die Antwort „Aus DNA und Proteinen (Histonen); sie können zu Chromatin dekondensieren“. Ein Chromosom besteht aus DNA und Proteinen, vor allem aus den basischen Histonen, um die sich die negativ geladene DNA wickelt. Diese Einheit aus DNA und Histonen heißt Chromatin, und Chromosom und Chromatin sind damit nicht zwei verschiedene Dinge, sondern zwei Zustände derselben Struktur. Nur während der Zellteilung liegt die DNA so stark verdichtet vor, dass man die typischen Chromosomen im Lichtmikroskop sieht; danach dekondensiert sie wieder, damit die Gene überhaupt abgelesen werden können.

Die Antwort „Nur aus DNA; sie können nicht dekondensieren“ ist falsch: Aus nackter DNA allein besteht kein Chromosom. Ohne Histone ließen sich die rund zwei Meter DNA einer menschlichen Zelle gar nicht in einem Kern von wenigen Mikrometern unterbringen.

Die Antwort „Aus RNA und Proteinen; sie dekondensieren“ ist falsch: Der Informationsträger im Chromosom ist DNA und nicht RNA. RNA entsteht erst beim Ablesen als Abschrift eines Genabschnitts.

Die Antwort „Aus Lipiden und DNA; sie bleiben stets kondensiert“ ist falsch: Lipide sind Bausteine von Membranen und kommen im Chromosom nicht als Strukturbestandteil vor. Zudem ist die Aussage, Chromosomen blieben stets kondensiert, schon für sich genommen falsch.

Die Antwort „Aus Proteinen allein; sie dekondensieren“ ist falsch: Aus Proteinen allein bestünde ein Chromosom nur, wenn man die DNA weglässt — und damit genau den Teil, der die Erbinformation trägt.

Zum Weiterdenken: Die DNA muss dicht gepackt werden, um zu passen, und zugleich zugänglich bleiben, um abgelesen zu werden. Wie löst die Zelle diesen Zielkonflikt im Laufe des Zellzyklus?

MERKE

Chromatin und Chromosom sind dasselbe Material in zwei Packungsgraden — DNA plus Histone.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Chromosom und Chromatin als zwei Verpackungszustände derselben Struktur verstehen

B420 C In jeder Körperzelle sowie in den Keimzellen

Wo findet man Autosomen?

Richtig ist die Antwort „In jeder Körperzelle sowie in den Keimzellen“. Als Autosomen bezeichnet man alle Chromosomen mit Ausnahme der beiden Geschlechtschromosomen. Der Mensch besitzt 46 Chromosomen, davon 44 Autosomen in 22 Paaren sowie zwei Gonosomen, also XX oder XY. Autosomen findest du in jeder kernhaltigen Zelle des Körpers, und zwar sowohl in den somatischen Zellen als auch in den Keimzellen. Der Unterschied liegt allein im Satz: Körperzellen sind diploid und tragen jedes Autosom doppelt, reife Keimzellen sind haploid und tragen von jedem Autosom nur eines.

Die Antwort „Nur in den Telomeren“ ist falsch: Telomere sind die Endstücke der Chromosomen und schützen sie vor dem Verschleiß bei jeder Verdopplung. Sie sind ein Bestandteil von Chromosomen und kein eigener Aufbewahrungsort.

Die Antwort „Nur in den Genen“ ist falsch: Der Zusammenhang läuft andersherum, denn Gene liegen auf den Chromosomen und nicht die Chromosomen in den Genen.

Die Antwort „Nur in den Mitochondrien“ ist falsch: In Mitochondrien liegt eine eigene, ringförmige DNA, die nur wenige Gene trägt und rein mütterlich vererbt wird. Autosomen im eigentlichen Sinn befinden sich dort nicht.

Die Antwort „Nur in somatischen Zellen, nicht in Keimzellen“ ist falsch: Keimzellen enthalten selbstverständlich Autosomen, sonst könnte kein vollständiger Chromosomensatz entstehen, wenn Eizelle und Spermium verschmelzen. Sie tragen sie lediglich in einfacher Ausführung.

Zum Weiterdenken: Eine reife Keimzelle trägt 23 Chromosomen, eine Körperzelle 46. Warum ist genau diese Halbierung die Voraussetzung dafür, dass die Chromosomenzahl über Generationen konstant bleibt?

MERKE

44 Autosomen plus 2 Gonosomen — in jeder kernhaltigen Zelle, in Körperzellen doppelt, in Keimzellen einfach.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Autosomen von Gonosomen abgrenzen und ihr Vorkommen benennen

B421 B Gene liegen beim Menschen nur im Zellkern und in den Mitochondrien

Welche Aussage zu Genen beim Menschen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Gene liegen beim Menschen nur im Zellkern und in den Mitochondrien“. Der Mensch bewahrt seine Erbinformation an zwei Orten auf. Der weitaus größte Teil liegt als Kern-DNA auf den 46 Chromosomen im Zellkern, ein kleiner, aber wichtiger Rest als ringförmige mitochondriale DNA in den Mitochondrien. Diese mitochondriale DNA umfasst nur 37 Gene, kodiert aber unter anderem Bestandteile der Atmungskette und wird ausschließlich mütterlich vererbt, weil die Mitochondrien des Spermiums nach der Befruchtung abgebaut werden.

Die Antwort „Gene sind frei untereinander kombinierbar unabhängig von ihrer Lage auf dem Chromosom“ ist falsch: Frei kombinierbar sind Gene gerade nicht, wenn sie nahe beieinander auf demselben Chromosom liegen. Solche Gene werden gemeinsam weitergegeben, ein Phänomen, das man Kopplung nennt und das Mendels Regel der freien Kombinierbarkeit begrenzt.

Die Antwort „Gene liegen ausschließlich im Zellkern“ ist falsch: Der Zellkern allein ist eine zu enge Antwort, denn die mitochondriale DNA wird dabei übersehen. Genau auf diese Unterscheidung zielt die Aufgabe ab.

Die Antwort „Gene liegen auch im Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat sortiert, verändert und verpackt Proteine. Erbinformation enthält er nicht.

Die Antwort „Alle Gene eines Chromosoms werden immer gemeinsam vererbt“ ist falsch: Gene desselben Chromosoms werden nicht immer gemeinsam vererbt, denn in der Meiose tauschen homologe Chromosomen Abschnitte aus. Dieses Crossing-over trennt auch benachbarte Gene, und je weiter sie voneinander entfernt liegen, desto wahrscheinlicher geschieht das.

Zum Weiterdenken: Mitochondriale Erkrankungen werden nur von der Mutter weitergegeben. Wie ließe sich allein aus einem Stammbaum erkennen, dass ein Leiden dem mitochondrialen Erbgang folgt?

MERKE

Erbinformation steckt beim Menschen im Zellkern und in den Mitochondrien — sonst nirgends.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die beiden Orte menschlicher Erbinformation benennen

MUTATIONEN

B422 D Spontane Änderung der DNA-Sequenz und Entstehung neuer Allele

Was versteht man unter einer Mutation?

Richtig ist die Antwort „Spontane Änderung der DNA-Sequenz und Entstehung neuer Allele“. Eine Mutation ist eine spontane, dauerhafte Veränderung der DNA-Sequenz, aus der neue Allele hervorgehen können. Entscheidend ist das Wort spontan, denn Mutationen geschehen zufällig und nicht auf Bestellung. Sie sind zusammen mit der Rekombination die Grundlage der genetischen Vielfalt, wobei allein die Mutation wirklich Neues hervorbringt, während die Rekombination Vorhandenes nur neu mischt.

Die Antwort „Gezielte Anpassung an Umweltfaktoren“ ist falsch: Eine gezielte Anpassung an Umweltfaktoren gibt es nicht. Umweltfaktoren können die Häufigkeit von Mutationen erhöhen, aber nicht deren Richtung bestimmen — bakterielle Resistenzen entstehen zufällig und werden durch das Antibiotikum lediglich ausgelesen.

Die Antwort „Sie betrifft ausschließlich Körperzellen“ ist falsch: Mutationen betreffen keineswegs nur Körperzellen. Man unterscheidet gerade somatische Mutationen in Körperzellen von Keimbahnmutationen.

Die Antwort „Sie betrifft ausschließlich Keimzellen“ ist falsch: Ebenso wenig sind allein Keimzellen betroffen.

Die Antwort „Sie ist grundsätzlich nicht vererbbar“ ist falsch: Vererbbar sind Mutationen sehr wohl, sofern sie in Keimzellen auftreten. Nur somatische Mutationen bleiben auf den betroffenen Menschen beschränkt.

Zum Weiterdenken: Resistente Bakterien entstehen nicht, weil ein Antibiotikum sie dazu bringt, sondern weil es die bereits vorhandenen auswählt. Warum ist diese Unterscheidung für den Umgang mit Antibiotika so wichtig?

MERKE

Mutationen sind zufällig und ungerichtet — die Umwelt wählt aus, sie bestellt nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Mutation als ungerichtete, vererbare Veränderung definieren

Chromosomen-Mutationen

B423 D Chromosomenmutation

Welche Mutationsart beruht auf einer Strukturveränderung des Chromosoms?

Richtig ist die Antwort „Chromosomenmutation“.

Mutationen unterscheidet man nach der Größenordnung des Betroffenen. Eine Genmutation verändert einzelne Basen innerhalb eines Gens. Eine Chromosomenmutation verändert den Bau eines Chromosoms, etwa durch Verlust eines Stücks, durch Verdopplung, durch Umdrehung eines Abschnitts oder durch Verlagerung auf ein anderes Chromosom. Eine Genommutation schließlich verändert die Anzahl ganzer Chromosomen. Gefragt ist nach der Strukturveränderung, und das ist die Chromosomenmutation.

Die Antwort „Genmutation“ ist falsch: Die Genmutation betrifft die Basenfolge innerhalb eines einzelnen Gens und damit eine deutlich kleinere Größenordnung.

Die Antwort „Genommutation“ ist falsch: Die Genommutation verändert die Chromosomenzahl, wie beim Down-Syndrom mit einem zusätzlichen Chromosom 21, lässt den Bau der einzelnen Chromosomen aber unangetastet.

Die Antwort „Punktmutation“ ist falsch: Die Punktmutation ist eine besondere Form der Genmutation, bei der genau eine Base ausgetauscht wird.

Die Antwort „Stille Mutation“ ist falsch: Die stille Mutation ist ebenfalls eine Genmutation, bei der die veränderte Base wegen der Mehrdeutigkeit des genetischen Codes dieselbe Aminosäure ergibt und deshalb folgenlos bleibt.

Zum Weiterdenken: Gen, Chromosom und Genom bilden eine aufsteigende Reihe von Größenordnungen. Wie hilft dir diese Staffelung, jede Mutationsart ohne Auswendiglernen einzuordnen?

MERKE

Gen ist die Base, Chromosom der Bau, Genom die Anzahl.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Die drei Ebenen der Mutation voneinander abgrenzen

B424 B Zahlenmäßige Chromosomenmutationen betreffen ausschließlich einzelne Basenpaare.

Welche Aussage zu Mutationen (u.a. Chromosomenaberrationen, Klinefelter-, Turner- und Down-Syndrom) trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Zahlenmäßige Chromosomenmutationen betreffen ausschließlich einzelne Basenpaare“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Zahlenmäßige

Chromosomenmutationen betreffen gerade nicht einzelne Basenpaare, sondern ganze Chromosomen. Bei ihnen liegt ein Chromosom zusätzlich vor oder es fehlt eines, wie bei

der Trisomie 21 oder beim Turner-Syndrom. Einzelne Basenpaare sind Sache der Genmutation und damit eine völlig andere Größenordnung.

Die Antwort „Strukturelle Chromosomenaberrationen entstehen durch Abschnittsverdopplung, -verlust oder Fehlkopieren“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Strukturelle Veränderungen entstehen durch Verdopplung, Verlust, Umkehrung oder Verlagerung von Abschnitten.

Die Antwort „Bei mehreren X-Chromosomen werden alle bis auf eines inaktiviert, wobei einzelne Gene trotzdem exprimiert werden können“ ist richtig: Liegen mehrere X-Chromosomen vor, wird bis auf eines jedes weitgehend stillgelegt und als Barr-Körperchen sichtbar. Vollständig ist diese Stilllegung allerdings nicht, denn einige Gene entgehen ihr — genau deshalb bleiben zusätzliche X-Chromosomen nicht folgenlos.

Die Antwort „Das Down-Syndrom entspricht dem Karyotyp 47,XY+21 bzw. 47,XX+21“ ist richtig: Der Karyotyp beim Down-Syndrom lautet 47,XY+21 beziehungsweise 47,XX+21, also 47 Chromosomen mit einem zusätzlichen Chromosom 21.

Die Antwort „Karyogramme werden zur Analyse numerischer Chromosomenmutationen genutzt“ ist richtig: Ein Karyogramm ordnet die angefärbten Chromosomen nach Größe und Bandenmuster und macht damit gerade zahlenmäßige Abweichungen unmittelbar sichtbar.

Zum Weiterdenken: Ein Karyogramm zeigt fehlende oder zusätzliche Chromosomen sofort, eine ausgetauschte Base dagegen nie. Woran liegt das, und welche Untersuchung bräuchte man stattdessen?

MERKE

Zahlenmäßig heißt ganze Chromosomen, Basenpaare sind immer Sache der Genmutation.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Zahlenmäßige von strukturellen Chromosomenveränderungen trennen

Gen-Mutationen

B425 B Punktmutation

Bei einer Mutation von TTA zu TTT, um welche Art von Mutation handelt es sich?

Richtig ist die Antwort „Punktmutation“. Von TTA zu TTT ändert sich genau eine Base, nämlich das Adenin an dritter Stelle zu einem Thymin. Eine Veränderung, die sich auf eine einzige Stelle beschränkt, heißt Punktmutation. Ihre Folgen hängen davon ab, welches Basentriplett entsteht: Codiert es dieselbe Aminosäure, bleibt die Mutation stumm; codiert es eine andere, spricht man von einer Missense-Mutation; entsteht ein Stoppsignal, bricht die Proteinkette vorzeitig ab.

Die Antwort „Insertion“ ist falsch: Bei einer Insertion würden zusätzliche Basen eingeschoben, und die Sequenz würde länger. Hier bleibt die Länge gleich.

Die Antwort „Deletion“ ist falsch: Bei einer Deletion gingen Basen verloren, und die Sequenz würde kürzer.

Die Antwort „Inversion“ ist falsch: Bei einer Inversion würde ein ganzer Abschnitt herausgetrennt, umgedreht und wieder eingesetzt. Das ist eine Chromosomenmutation und betrifft weit mehr als eine Base.

Die Antwort „Leserasterverschiebung“ ist falsch: Eine Leserasterverschiebung entsteht nur, wenn Basen eingefügt oder entfernt werden und sich die Zahl der Basen dadurch nicht mehr glatt durch drei teilen lässt. Beim reinen Austausch einer Base bleibt das Leseraster unberührt.

Zum Weiterdenken: Punktmutation beschreibt den Ort der Veränderung, Substitution die Art. Warum können in einer Aufgabe beide Begriffe zugleich zutreffen, und welcher ist der Oberbegriff?

MERKE

Gleiche Länge, eine Base anders — das ist eine Punktmutation vom Typ Substitution.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Austausch einer einzelnen Base benennen

B426 D Replikation

Welcher Begriff bezeichnet keine Gen-Mutation?

Richtig ist die Antwort „Replikation“. Die Replikation ist keine Mutation, sondern der regelrechte Vorgang der Verdopplung der DNA vor jeder Zellteilung. Sie ist im Gegenteil außerordentlich genau, weil die DNA-Polymerase ihre eigene Arbeit korrekturliest und weitere Reparatursysteme verbliebene Fehler beheben. Allerdings ist sie die Gelegenheit, bei der Mutationen entstehen können, wenn ein Fehler unbemerkt bleibt — Anlass und Fehler sind hier also zweierlei.

Die Antwort „Punktmutation“ ist falsch: Die Punktmutation betrifft eine einzelne Base und ist damit der Grundfall der Genmutation.

Die Antwort „Substitution“ ist falsch: Die Substitution, also der Austausch einer Base, ist eine klassische Genmutation.

Die Antwort „Deletion“ ist falsch: Bei der Deletion geht eine oder gehen mehrere Basen verloren.

Die Antwort „Insertion“ ist falsch: Bei der Insertion werden Basen zusätzlich eingeschoben.

Zum Weiterdenken: Die Replikation ist der Vorgang, bei dem die meisten Mutationen überhaupt erst entstehen. Warum macht sie das dennoch nicht selbst zu einer Mutation?

MERKE

Replikation ist der Vorgang, Mutation ist der Fehler dabei — beides nicht verwechseln.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Genmutationen von normalen Zellvorgängen abgrenzen

B427 A Substitution

ATT-GCC-TTA wird zu ATT-GCC-TTT verändert - welche Mutationsart liegt hier vor?

Richtig ist die Antwort „Substitution“. Vergleicht man ATT-GCC-TTA mit ATT-GCC-TTT, so ist allein die letzte Base ausgetauscht: Aus Adenin wird Thymin. Ein solcher Austausch ohne Änderung der Gesamtlänge heißt Substitution. Sie ist die häufigste Form der Genmutation und zugleich die harmloseste, weil das Leseraster erhalten bleibt und nur ein einziges Basentriplett betroffen ist.

Die Antwort „Transition“ ist falsch: Eine Transition ist der Austausch einer Purinbase gegen eine andere Purinbase oder einer Pyrimidinbase gegen eine andere Pyrimidinbase. Hier wird Adenin, eine Purinbase, gegen Thymin, eine Pyrimidinbase, getauscht — das ist gerade der andere Fall, nämlich eine Transversion.

Die Antwort „Deletion“ ist falsch: Bei einer Deletion würde eine Base wegfallen und die Sequenz kürzer werden.

Die Antwort „Insertion“ ist falsch: Bei einer Insertion käme eine Base hinzu. Deletion und Insertion sind gefährlicher als die Substitution, weil sie das Leseraster verschieben und dadurch alle folgenden Triplets unbrauchbar machen.

Die Antwort „Inversion“ ist falsch: Bei einer Inversion würde ein Abschnitt umgekehrt wieder eingebaut. Das ist eine Chromosomenmutation.

Zum Weiterdenken: Eine Substitution lässt das Leseraster unberührt, eine Insertion oder Deletion einzelner Basen verschiebt es. Warum sind die Folgen dadurch so unterschiedlich schwer?

MERKE

Gleiche Länge heißt Substitution — Purin gegen Pyrimidin nennt man genauer Transversion.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Den Basenaustausch als Substitution benennen

Genom-Mutationen

B428 A Es fehlen einzelne Chromosomen oder es sind einzelne zu viel vorhanden

Was versteht man unter einer Aneuploidie?

Richtig ist die Antwort „Es fehlen einzelne Chromosomen oder es sind einzelne zu viel vorhanden“. Bei einer Aneuploidie weicht die Zahl einzelner Chromosomen vom Regelfall ab: Es fehlt eines oder es ist eines zu viel vorhanden. Die Ursache ist meist eine Fehlverteilung während der Meiose, bei der die homologen Chromosomen

oder die Schwesterchromatiden nicht sauber getrennt werden. Bekannte Beispiele sind die Trisomie 21 mit einem zusätzlichen Chromosom 21, das Turner-Syndrom mit nur einem X-Chromosom und das Klinefelter-Syndrom mit einem zusätzlichen X-Chromosom.

Die Antwort „Der gesamte Chromosomensatz ist vervielfacht“ ist falsch: Die Vervielfachung des gesamten Chromosomensatzes heißt Polyploidie. Beim Menschen ist sie nicht lebensfähig, bei Pflanzen dagegen häufig und oft sogar mit größeren Früchten verbunden.

Die Antwort „Es liegt eine Punktmutation in einem einzelnen Gen vor“ ist falsch: Eine Punktmutation in einem einzelnen Gen ist eine Genmutation und betrifft eine ganz andere Größenordnung.

Die Antwort „Es fehlt ein ganzes Genom“ ist falsch: Ein vollständig fehlendes Genom wäre mit Leben nicht vereinbar.

Die Antwort „Die Chromosomenzahl ist immer verdoppelt“ ist falsch: Verdoppelt ist die Chromosomenzahl bei einer Aneuploidie gerade nicht; es geht um einzelne zusätzliche oder fehlende Chromosomen.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilbe „an-“ verneint, „eu-“ bedeutet gut und „ploid“ bezieht sich auf den Chromosomensatz. Wie ergibt sich die Bedeutung des Begriffs schon allein aus diesen drei Bausteinen?

MERKE

Aneuploidie zählt einzelne Chromosomen falsch, Polyploidie vervielfacht den ganzen Satz.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Aneuploidie und Polyploidie unterscheiden

B429 B Genommutationen verändern die Anzahl einzelner Chromosomen oder ganzer Chromosomensätze

Welche Aussage zu Genom-Mutationen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Genommutationen verändern die Anzahl einzelner Chromosomen oder ganzer Chromosomensätze“. Genommutationen betreffen die Zahl der Chromosomen: Entweder fehlt oder fehlt ein einzelnes Chromosom, dann spricht man von Aneuploidie wie bei der Trisomie 21, oder es liegt ein vollständiger zusätzlicher Chromosomensatz vor, dann spricht man von Polyploidie. Die drei Mutationsebenen lassen sich zusammenfassen: Genmutation betrifft einzelne Basen, Chromosomenmutation die Struktur eines Chromosoms, Genommutation die Anzahl.

Die Antwort „Genommutationen betreffen nur einzelne Basenpaare“ ist falsch: Nur einzelne Basenpaare betrifft die Genmutation. Genommutationen verändern dagegen die Anzahl ganzer Chromosomen.

Die Antwort „Eine Aneuploidie entsteht nie durch Fehler in der Meiose“ ist falsch: Aneuploidien entstehen gerade typischerweise durch Fehlverteilungen in der Meiose, wenn homologe Chromosomen oder Schwesterchromatiden nicht sauber getrennt werden.

Die Antwort „Genommutationen sind durch Translokationen bedingt“ ist falsch: Translokationen, also Verlagerungen von Abschnitten auf ein anderes Chromosom, sind Chromosomenmutationen und verändern den Bau, nicht die Anzahl.

Die Antwort „Genommutationen verändern nur die Struktur einzelner Chromosomen“ ist falsch: Die Struktur einzelner Chromosomen verändert die Chromosomenmutation. Die Genommutation betrifft die Zahl.

Zum Weiterdenken: Die Aufgabe fragt nach Genommutationen, die richtige Antwort spricht von Genmutationen. Wie gehst du im Test damit um, wenn nur eine Option überhaupt eine zutreffende Aussage enthält?

MERKE

Gen ist die Base, Chromosom der Bau, Genom die Zahl – die Mutationsrate gilt für alle Ebenen.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Mutationsrate und Mutationsebenen einordnen

B430 E Genommutation der Autosomen

Welche Aussage zum Down-Syndrom ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Genommutation der Autosomen“. Beim Down-Syndrom liegt das Chromosom 21 dreifach statt zweifach vor, und weil die Anzahl ganzer Chromosomen verändert ist, handelt es sich um eine Genommutation. Chromosom 21 ist ein Autosom, also kein Geschlechtschromosom, weshalb man von einer autosomalen Genommutation spricht. Entstanden ist sie meist durch eine Fehlverteilung in der Meiose der Eizelle.

Die Antwort „Wenn eine Eizelle von 2 Spermien befruchtet wird, ist das eine Aneuploidie“ ist falsch: Wird eine Eizelle von zwei Spermien befruchtet, entsteht ein dreifacher Chromosomensatz mit 69 Chromosomen. Das ist eine Polyploidie und gerade keine Aneuploidie, denn betroffen ist der gesamte Satz und nicht ein einzelnes Chromosom.

Die Antwort „Genommutation der Gonosomen“ ist falsch: Gonosomen sind die Geschlechtschromosomen. Deren Zahl ist beim Down-Syndrom unverändert; Beispiele für gonosomale Genommutationen wären das Turner- und das Klinefelter-Syndrom.

Die Antwort „Risiko wird geringer durch steigendes Alter der Mutter“ ist falsch: Das Risiko steigt mit dem Alter der Mutter deutlich an, weil ihre Eizellen seit der eigenen Embryonalzeit in der Meiose verharren und die Fehlverteilung mit den Jahren häufiger wird.

Die Antwort „Genmutation eines einzelnen Gens auf Chromosom 21“ ist falsch: Es ist kein einzelnes Gen verändert, sondern ein ganzes Chromosom zusätzlich vorhanden.

Zum Weiterdenken: Eizellen beginnen ihre Meiose bereits vor der Geburt und schließen sie erst Jahrzehnte später ab. Wie erklärt dieser lange Stillstand den Anstieg des Risikos mit dem Alter?

MERKE

Trisomie 21 ist eine autosomale Genommutation – ein Chromosom zu viel, kein Gen verändert.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Das Down-Syndrom als autosomale Genommutation einordnen

B431 C Mutationshäufigkeit hängt von der Mutationsrate ab

Welche Aussage zu Genommutationen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Mutationshäufigkeit hängt von der Mutationsrate ab“. Wie oft Mutationen auftreten, hängt von der Mutationsrate ab. Sie beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der sich das Erbgut je Gen und Generation verändert, und ist damit das eigentliche Maß für die Häufigkeit. Erhöht wird sie durch Mutagene wie ultraviolette und ionisierende Strahlung, durch bestimmte Chemikalien und durch manche Viren.

Die Antwort „Beispiele für Genommutationen sind Deletion, Insertion“ ist falsch: Deletion und Insertion, also Verlust und Einschub von Basen, sind Genmutationen. Beispiele für Genommutationen wären dagegen Trisomien und Monosomien.

Die Antwort „Genommutationen können rezessiv oder dominant sein“ ist falsch: Die Einteilung in rezessiv und dominant beschreibt, wie sich Allele zueinander verhalten. Auf Genommutationen, bei denen ganze Chromosomen fehlen oder zusätzlich vorliegen, lässt sie sich so nicht anwenden.

Die Antwort „Genommutationen betreffen nur einzelne Basenpaare“ ist falsch: Einzelne Basenpaare betrifft die Genmutation.

Die Antwort „Genommutationen sind stets tödlich“ ist falsch: Tödlich sind Genommutationen keineswegs immer. Trisomie 21, das Turner-Syndrom und das Klinefelter-Syndrom sind mit dem Leben durchaus vereinbar.

Zum Weiterdenken: Die Zellen besitzen mehrere Reparatursysteme und halten die Mutationsrate dadurch sehr niedrig. Warum wäre eine Rate von null für eine Art dennoch nachteilig?

MERKE

Die Mutationsrate misst die Häufigkeit – Deletion und Insertion gehören dagegen zur Genmutation.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Mutationsrate als Häufigkeitsmaß erkennen

B432 A Genommutation

Welcher Mutationstyp liegt bei der Trisomie 21 vor?

Richtig ist die Antwort „Genommutation“. Bei der Trisomie 21 ist die Anzahl der Chromosomen verändert, denn Chromosom 21 liegt dreifach vor. Veränderungen der Chromosomenzahl heißen Genommutationen, weil das gesamte Erbgut, also das Genom, in seiner Zusammensetzung betroffen ist. Der Bau der einzelnen Chromosomen ist dabei völlig unauffällig, und auch die Basenfolge der Gene ist unverändert – es ist schlicht eines zu viel da.

Die Antwort „Chromosomenmutation“ ist falsch: Eine Chromosomenmutation verändert den Bau eines Chromosoms, etwa durch Verlust, Verdopplung, Umkehrung oder Verlagerung eines Abschnitts.

Die Antwort „Genmutation“ ist falsch: Eine Genmutation betrifft die Basenfolge innerhalb eines Gens.

Die Antwort „Punktmutation“ ist falsch: Die Punktmutation ist eine Unterform der Genmutation und betrifft eine einzige Base.

Die Antwort „Strukturelle Chromosomenaberration“ ist falsch: Eine strukturelle Chromosomenaberration ist ein anderer Ausdruck für die Chromosomenmutation und meint ebenfalls den Bau, nicht die Zahl.

Zum Weiterdenken: Beim Down-Syndrom ist kein einziges Gen verändert, und dennoch entstehen erhebliche Auswirkungen. Wie erklärt sich das allein aus der zusätzlichen Menge an sonst normalem Erbgut?

MERKE

Trisomie ist immer Genommutation – die Zahl stimmt nicht, der Bau schon.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Trisomie 21 der richtigen Mutationsebene zuordnen

B433 B 46,XX

Welcher der folgenden Chromosomensätze ist euploid?

Richtig ist die Antwort „46,XX“. Euploid bedeutet, dass der Chromosomensatz ein ganzzahliges Vielfaches des einfachen Satzes darstellt, beim Menschen also $2n = 46$. Der Karyotyp 46,XX beschreibt genau das, nämlich eine regelrechte weibliche Zelle. Alle anderen angebotenen Karyotypen wie 47,XX+21 oder 45,X weichen um einzelne Chromosomen ab und sind damit aneuploid.

Die Antwort „47,XXY“ ist falsch: 47,XXY beschreibt das Klinefelter-Syndrom mit einem zusätzlichen X-Chromosom.

Die Antwort „45,X“ ist falsch: 45,X ist das Turner-Syndrom, bei dem ein Geschlechtschromosom fehlt.

Die Antwort „47,XX,+21“ ist falsch: 47,XX,+21 ist das Down-Syndrom mit einem zusätzlichen Chromosom 21.

Die Antwort „45,XY,-21“ ist falsch: 45,XY,-21 beschreibt eine Monosomie 21, bei der ein Chromosom 21 fehlt. Sie ist mit dem Leben nicht vereinbar.

Zum Weiterdenken: Die Schreibweise nennt zuerst die Gesamtzahl, dann die Geschlechtschromosomen und schließlich Abweichungen mit Plus oder Minus. Wie liest du damit jeden Karyotyp ohne Vorwissen ab?

MERKE

2n = 46 ist euploid — jede andere Zahl wie 47 oder 45 ist eine Abweichung.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Euploide von aneuploiden Chromosomensätzen unterscheiden

B434 C Autosomale numerische Chromosomenaberration

Welche Art von Chromosomenaberration liegt beim Down-Syndrom vor?

Richtig ist die Antwort „Autosomale numerische Chromosomenaberration“. Die Einordnung verlangt zwei Entscheidungen. Erstens: Welcher Chromosomentyp ist betroffen? Chromosom 21 ist ein Autosom und kein Geschlechtschromosom, also autosomal. Zweitens: Ist die Zahl oder der Bau verändert? Es liegt ein zusätzliches Chromosom vor, der Bau ist unauffällig, also numerisch. Zusammen ergibt das eine autosomale numerische Chromosomenaberration.

Die Antwort „Gonosomale numerische Chromosomenaberration“ ist falsch: Gonosomal wäre es, wenn die Geschlechtschromosomen betroffen wären, wie beim Turner- oder Klinefelter-Syndrom.

Die Antwort „Autosomale strukturelle Chromosomenaberration“ ist falsch: Strukturell hieße, dass der Bau eines Chromosoms verändert ist, etwa durch einen Verlust oder eine Verlagerung. Beim gewöhnlichen Down-Syndrom ist das nicht der Fall.

Die Antwort „Gonosomale strukturelle Chromosomenaberration“ ist falsch: Diese Antwort kombiniert gleich zwei falsche Bestimmungen.

Die Antwort „Genmutation (Punktmutation)“ ist falsch: Eine Punktmutation betrifft eine einzelne Base und liegt hier in keiner Weise vor.

Zum Weiterdenken: Autosomal oder gonosomal, numerisch oder strukturell — mit diesen zwei Fragen lässt sich jede Chromosomenaberration einordnen. Wie ordnest du damit das Klinefelter-Syndrom ein?

MERKE

Zwei Fragen genügen: welches Chromosom, und Zahl oder Bau.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Das Down-Syndrom nach Chromosomentyp und Veränderungsart einordnen

VERERBUNG DES GESCHLECHTS**B435 A Bei der Befruchtung**

Wann entscheidet sich das Geschlecht?

Richtig ist die Antwort „Bei der Befruchtung“. Das Geschlecht entscheidet sich bei der Befruchtung. Die Eizelle trägt stets ein X-Chromosom, das Spermium entweder ein X oder ein Y. Verschmelzen beide, steht mit der Kombination XX oder XY das genetische Geschlecht fest — und zwar allein durch das Spermium. Die sichtbare Ausbildung der Geschlechtsorgane folgt allerdings erst ab etwa der siebten Woche, wenn ein Gen auf dem Y-Chromosom die Entwicklung in die männliche Richtung lenkt.

Die Antwort „Bei der Meiose“ ist falsch: In der Meiose entstehen die Keimzellen, doch welches Spermium zum Zug kommt, entscheidet sich erst später.

Die Antwort „Bei der Teilung der Zygote“ ist falsch: Bei der Teilung der Zygote ist das Geschlecht bereits festgelegt und wird lediglich weitergegeben.

Die Antwort „Bei der Einnistung“ ist falsch: Zur Einnistung steht es längst fest.

Die Antwort „Bei der Ausbildung der Gonaden“ ist falsch: Die Ausbildung der Keimdrüsen ist die sichtbare Folge, nicht die Festlegung selbst — genau diese Unterscheidung zwischen Festlegung und Ausprägung ist der Kern der Aufgabe.

Zum Weiterdenken: Genetisch steht das Geschlecht ab dem ersten Augenblick fest, sichtbar wird es erst Wochen später. Warum ist es sinnvoll, zwischen dem genetischen und dem sichtbaren Geschlecht zu unterscheiden?

MERKE

Das Spermium entscheidet, die Eizelle liefert immer ein X.

LEHRTEXT IM KURS**Klassische Genetik**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Den Zeitpunkt der Geschlechtsfestlegung bestimmen

B436 E Bei der Befruchtung

Wann wird das Geschlecht des Babys festgelegt?

Richtig ist die Antwort „Bei der Befruchtung“. Das Geschlecht wird bei der Befruchtung festgelegt, weil in diesem Augenblick entweder ein X- oder ein Y-tragendes

Spermium mit der Eizelle verschmilzt.

Die Antwort „Bei der Meiose“ ist falsch: In der Meiose entstehen zwar Spermien beider Sorten, doch welches sich durchsetzt, ist damit noch offen.

Die Antwort „In der 10. Schwangerschaftswoche“ ist falsch: In der zehnten Woche ist die Entwicklung der Geschlechtsorgane bereits im Gange; festgelegt wurde das Geschlecht viel früher.

Die Antwort „Bei der Teilung der Zygote“ ist falsch: Die Teilung der Zygote gibt eine bereits getroffene Entscheidung nur weiter.

Die Antwort „Bei der Einnistung“ ist falsch: Zur Einnistung steht das Geschlecht längst fest.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten beziehen sich auf Zeitpunkte nach der Befruchtung, zwei auf davor. Wie hilft dir diese Einteilung, die Auswahl rasch einzugrenzen?

MERKE

Bei der Verschmelzung fällt die Entscheidung – alles davor ist Vorbereitung, alles danach Ausprägung.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Zeitpunkt der Geschlechtsfestlegung erneut bestimmen

B437 C 50%

Gesunde Eltern haben bereits zwei gesunde Töchter. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie wieder eine Tochter bekommen?

Richtig ist die Antwort „50%“. Die Wahrscheinlichkeit für eine Tochter beträgt bei jedem Kind erneut fünfzig Prozent, unabhängig davon, wie viele Töchter oder Söhne bereits geboren wurden. Der Grund ist einfach: Das Geschlecht entscheidet sich daran, ob ein X- oder ein Y-tragendes Spermium die Eizelle erreicht, und diese beiden Sorten liegen etwa in gleicher Zahl vor. Frühere Geburten verändern daran nichts, denn Spermien haben kein Gedächtnis.

Die Antwort „100%“ ist falsch: Sicher ist es keineswegs; die bisherigen Töchter erhöhen die Wahrscheinlichkeit nicht.

Die Antwort „66%“ ist falsch: Zwei Drittel entstünde durch eine Rechnung, die frühere Ergebnisse einbezieht, obwohl sie unabhängig sind.

Die Antwort „0%“ ist falsch: Ausgeschlossen ist eine weitere Tochter selbstverständlich nicht.

Die Antwort „25%“ ist falsch: Ein Viertel ergäbe sich, wenn man zwei Ereignisse malnähme, was hier nicht gefragt ist.

Zum Weiterdenken: Der Gedanke, nach mehreren Töchtern sei nun ein Sohn fällig, ist weit verbreitet und dennoch falsch. Wie hängt dieser Irrtum mit der Vorstellung zusammen, der Zufall müsse sich ausgleichen?

MERKE

Jede Zeugung ist ein neues Zufallsereignis – die Vorgeschichte zählt nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Unabhängigkeit einzelner Zufallsereignisse erkennen

B438 E Befruchtung

Wann wird das Geschlecht des Kindes determiniert?

Richtig ist die Antwort „Befruchtung“. Bei der Befruchtung wird das Geschlecht des Kindes festgelegt, weil sich in diesem Augenblick entscheidet, ob zum X-Chromosom der Eizelle ein X oder ein Y hinzukommt. Dass die Frage über die Jahre hinweg mehrfach nahezu wortgleich gestellt wurde, macht sie zu einem verlässlichen Punktelieferanten.

Die Antwort „Miose“ ist falsch: In der Meiose entstehen die verschiedenen Spermien; welches zum Zug kommt, bleibt offen.

Die Antwort „Implantation“ ist falsch: Zur Einnistung steht das Geschlecht bereits fest.

Die Antwort „10. SSW“ ist falsch: In der zehnten Woche ist die Ausbildung der Geschlechtsorgane bereits im Gange.

Die Antwort „Nach der ersten Zellteilung“ ist falsch: Nach der ersten Zellteilung ist die Entscheidung ebenfalls längst gefallen.

Zum Weiterdenken: Bis etwa zur sechsten Woche sehen die Geschlechtsanlagen bei allen Embryonen gleich aus. Was sagt diese gemeinsame Ausgangslage über den Ablauf der Geschlechtsentwicklung aus?

MERKE

Festgelegt bei der Befruchtung, sichtbar ab etwa der siebten Woche.

LEHRTEXT IM KURS

Klassische Genetik

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Geschlechtsfestlegung abschließend bestimmen

KREBSENTSTEHUNG

B439 B HPV kann Eierstockkrebs auslösen

Welche Aussage zur Krebsentstehung trifft nicht zu?

Richtig ist die Antwort „HPV kann Eierstockkrebs auslösen“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Humane Papillomviren sind die Ursache des Gebärmutterhalskrebses und zusätzlich an Karzinomen im Mund-Rachen-Raum, am After und am Penis beteiligt. Eierstockkrebs gehört jedoch nicht dazu, denn er entsteht auf anderem Weg, unter anderem im Zusammenhang mit erblichen Veränderungen der Gene BRCA1 und BRCA2. Die

Verwechslung liegt nahe, weil beide Krebsarten weibliche Geschlechtsorgane betreffen, doch der Auslöser ist ein völlig anderer.

Die Antwort „Durch ein mutiertes TP53 kommt es zu unkontrolliertem Zellwachstum“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: TP53 ist das bekannteste Tumorsuppressorgen und wird oft Wächter des Genoms genannt. Fällt es durch eine Veränderung aus, unterbleibt die Bremse bei geschädigter DNA, und die Zelle teilt sich unkontrolliert weiter.

Die Antwort „Bakterien und Viren können krebserregend (kanzerogen) wirken“ ist richtig: Neben Viren wie HPV, Hepatitis B und Epstein-Barr wirkt auch das Bakterium *Helicobacter pylori* krebserregend, indem es über die Dauerentzündung der Magenschleimhaut das Magenkarzinom begünstigt.

Die Antwort „BRCA1/2-Mutationen werden autosomal-dominant vererbt und erhöhen das Brust-/Eierstockkrebsrisiko“ ist richtig: Veränderungen in BRCA1 und BRCA2 werden autosomal-dominant weitergegeben und erhöhen das Risiko für Brust- und Eierstockkrebs erheblich.

Die Antwort „Karzinogene können Mutationen in Protoonkogenen und Tumorsuppressorgen auslösen“ ist richtig: Karzinogene wirken, indem sie Veränderungen in Protoonkogenen und Tumorsuppressorgen hervorrufen.

Zum Weiterdenken: Protoonkogene wirken wie ein Gaspedal, Tumorsuppressorgene wie eine Bremse. Warum genügt beim Gaspedal eine veränderte Anlage, während bei der Bremse meist beide ausfallen müssen?

MERKE

HPV führt zum Gebärmutterhalskrebs, BRCA zum Eierstockkrebs — zwei Organe, zwei ganz verschiedene Wege.

LEHRTEXT IM KURS

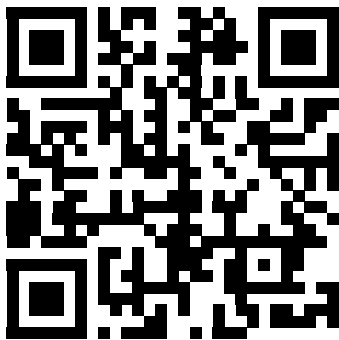
Klassische Genetik

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Zusammenhänge zwischen Erregern, Genen und Krebs prüfen

Molekulare Genetik

DNA

Aufbau



LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B440 B RNA enthält Uracil statt Thymin

Was ist der Unterschied zwischen DNA und RNA?

Richtig ist die Antwort „RNA enthält Uracil statt Thymin“. DNA und RNA unterscheiden sich in drei Punkten, und die Base ist einer davon: Wo die DNA Thymin einbaut, verwendet die RNA Uracil. Der zweite Unterschied liegt im Zucker, denn die DNA enthält Desoxyribose, der am zweiten Kohlenstoffatom eine Hydroxylgruppe fehlt, während die RNA Ribose trägt. Der dritte betrifft die Gestalt: Die DNA liegt als Doppelstrang in Form einer Doppelhelix vor, die RNA in aller Regel als Einzelstrang, der sich stellenweise selbst zurückfalten kann.

Die Antwort „DNA ist einzelsträngig“ ist falsch: Einzelsträngig ist die RNA und nicht die DNA. Gerade der Doppelstrang macht die DNA stabil und ermöglicht es, bei

einem Schaden den unversehrten Gegenstrang als Vorlage zur Reparatur zu nutzen.

Die Antwort „RNA ist doppelsträngig“ ist falsch: Auch hier sind die Rollen vertauscht, denn doppelsträngig ist die DNA.

Die Antwort „RNA enthält Desoxyribose statt Ribose“ ist falsch: Die Zuordnung der Zucker ist umgekehrt. Desoxyribose steckt in der DNA, wie schon der Name Desoxyribonukleinsäure sagt, und Ribose in der RNA.

Die Antwort „DNA enthält Uracil“ ist falsch: Uracil kommt in der RNA vor. Die DNA enthält stattdessen Thymin, das man sich als Uracil mit einer zusätzlichen Methylgruppe vorstellen kann.

Zum Weiterdenken: Die DNA speichert Erbinformation über ein ganzes Leben, die Boten-RNA nur für Minuten bis Stunden. Wie passen Doppelstrang und Einzelstrang jeweils zu dieser Aufgabe?

MERKE

RNA hat Uracil und Ribose und ist einzelsträngig — die DNA hat Thymin, Desoxyribose und zwei Stränge.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: DNA und RNA in Base und Zucker unterscheiden

B441 C Ein DNA-Nukleotid besteht aus einer Base, einem Phosphatrest und einem Zucker (Desoxyribose)

Welche Aussage zur DNA trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Ein DNA-Nukleotid besteht aus einer Base, einem Phosphatrest und einem Zucker (Desoxyribose)“. Ein Nukleotid ist der Grundbaustein der DNA und besteht aus genau drei Teilen: einer organischen Base, einem Zucker mit fünf Kohlenstoffatomen — bei der DNA die Desoxyribose — und einem Phosphatrest. Base und Zucker allein ergeben ein Nukleosid; erst mit dem Phosphat wird daraus ein Nukleotid. Über diese Phosphatgruppen werden die Bausteine anschließend zu einem langen Strang verknüpft.

Die Antwort „Die beiden DNA-Stränge verlaufen parallel in dieselbe Richtung“ ist falsch: Die beiden Stränge verlaufen gegenläufig, was man antiparallel nennt. Wo der eine Strang sein 5'-Ende hat, liegt beim anderen das 3'-Ende. Ohne diese Gegenläufigkeit könnten die Basen sich gar nicht richtig gegenüberstehen.

Die Antwort „Guanin und Cytosin bilden zwei Wasserstoffbrückenbindungen aus“ ist falsch: Guanin und Cytosin bilden drei Wasserstoffbrücken aus und nicht zwei. Deshalb sind Abschnitte mit hohem GC-Anteil auch schwerer aufzutrennen und erst bei höheren Temperaturen zu schmelzen.

Die Antwort „Die DNA-Polymerase entwindet die DNA-Doppelhelix“ ist falsch: Das Entwinden der Doppelhelix übernimmt die Helikase. Die DNA-Polymerase hängt anschließend die neuen Nukleotide an den freigelegten Matrizenstrang an.

Die Antwort „Adenin und Thymin bilden drei Wasserstoffbrückenbindungen aus“ ist falsch: Adenin und Thymin bilden zwei Wasserstoffbrücken. Die Zahlen sind hier gegenüber der Wirklichkeit vertauscht: A und T zwei, G und C drei.

Zum Weiterdenken: Abschnitte mit vielen G-C-Paaren halten fester zusammen als solche mit vielen A-T-Paaren. Welchen Vorteil könnte es haben, dass die DNA an ihren Startpunkten für das Ablesen oft besonders A-T-reich ist?

MERKE

Base plus Zucker plus Phosphat ergibt ein Nukleotid — A und T mit zwei, G und C mit drei Wasserstoffbrücken.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Aufbau des Nukleotids und die Basenpaarung korrekt wiedergeben

B442 D 23%

In einem Stück DNA kommt Thymin mit 27% vor. Wie viel Cytosin befindet sich im gleichen Stück DNA?

Richtig ist die Antwort „23%“. Die Aufgabe prüft die Chargaff-Regeln, nach denen sich in doppelsträngiger DNA Adenin immer mit Thymin und Guanin immer mit Cytosin paart. Daraus folgt, dass A und T denselben Anteil haben und ebenso G und C. Rechne in drei Schritten: Thymin liegt bei 27 Prozent, also auch Adenin bei 27 Prozent. Zusammen sind das 54 Prozent. Für Guanin und Cytosin bleiben demnach 100 minus 54, also 46 Prozent, und diese teilen sich zu gleichen Teilen auf, sodass auf Cytosin 23 Prozent entfallen.

Die Antwort „73%“ ist falsch: 73 Prozent wären der gesamte Rest neben Thymin, also Adenin, Guanin und Cytosin zusammengenommen. Dieser Wert entsteht, wenn man schlicht 100 minus 27 rechnet und die Paarung vergisst.

Die Antwort „27%“ ist falsch: 27 Prozent hat Adenin, weil es der Partner von Thymin ist. Cytosin gehört zum anderen Basenpaar und hat deshalb einen anderen Anteil.

Die Antwort „Keine der angegebenen Antwortmöglichkeiten“ ist falsch: Die richtige Lösung steht mit 23 Prozent unter den Antwortmöglichkeiten.

Die Antwort „46%“ ist falsch: 46 Prozent ist der Anteil von Guanin und Cytosin gemeinsam. Wer hier stehen bleibt, hat den letzten Schritt vergessen, nämlich die Aufteilung auf beide Basen.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe kam in fast unveränderter Form in mehreren Jahrgängen vor. Was sagt dir das über den Wert, ein solches Rechenmuster einmal wirklich zu durchdringen statt es auswendig zu lernen?

MERKE

A gleich T, G gleich C: erst die Partnerbase gleichsetzen, dann den Rest halbieren.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die Chargaff-Regeln auf eine Prozentangabe anwenden

B443 D Rückgrat über Phosphodiesterbindungen verknüpft

Was ist zum Aufbau der DNA korrekt?

Richtig ist die Antwort „Rückgrat über Phosphodiesterbindungen verknüpft“. Das Rückgrat der DNA entsteht, indem der Phosphatrest eines Nukleotids den Zucker des einen mit dem Zucker des nächsten verbindet. Diese Verknüpfung heißt Phosphodiesterbindung, weil das Phosphat zwei Esterbindungen eingeht, nämlich zum 3'-Kohlenstoff des

einen und zum 5'-Kohlenstoff des folgenden Zuckers. Sie ist kovalent und damit sehr stabil – genau das braucht ein Molekül, das Erbinformation über ein ganzes Leben tragen soll.

Die Antwort „Pentose ist das Rückgrat der DNA“ ist ungenau und deshalb nicht die beste Wahl: Die Pentose ist zwar ein Bestandteil des Rückgrats, aber nicht das Rückgrat allein. Dieses besteht aus dem regelmäßigen Wechsel von Zucker und Phosphat, weshalb man auch vom Zucker-Phosphat-Rückgrat spricht.

Die Antwort „Die beiden Stränge sind über Phosphodiesterbindungen miteinander verbunden“ ist falsch: Die beiden Stränge sind nicht über Phosphodiesterbindungen miteinander verbunden, denn diese verlaufen jeweils innerhalb eines Strangs. Zwischen den Strängen wirken Wasserstoffbrücken zwischen den gegenüberliegenden Basen.

Die Antwort „Basen hängen über kovalente Bindungen zusammen“ ist falsch: Gegenüberliegende Basen halten über Wasserstoffbrücken zusammen und nicht über kovalente Bindungen. Gerade weil diese Bindungen schwach sind, lässt sich der Doppelstrang zum Ablesen und Verdoppeln leicht öffnen.

Die Antwort „Basen sind über ionische Bindungen verknüpft“ ist falsch: Ionische Bindungen spielen bei der Basenpaarung keine Rolle. Ionische Wechselwirkungen findest du dagegen zwischen dem negativ geladenen Rückgrat und den positiv geladenen Histonen.

Zum Weiterdenken: Innerhalb eines Strangs wirken starke kovalente Bindungen, zwischen den Strängen schwache Wasserstoffbrücken. Warum ist ausgerechnet diese Kombination die Voraussetzung dafür, dass DNA sowohl stabil als auch ablesbar ist?

MERKE

Längs kovalent über Phosphodiesterbindungen, quer schwach über Wasserstoffbrücken.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Rückgrat und Basenpaarung der DNA in ihren Bindungstypen unterscheiden

B444 B 27 %

Bei einer DNA liegt die Base Adenin zu 27% vor. Zu wie viel Prozent liegt die Base Thymin vor?

Richtig ist die Antwort „27 %“. Diese Aufgabe ist der einfachere Fall der Chargaff-Aufgaben, denn gefragt ist direkt nach der Partnerbase. In doppelsträngiger DNA steht Adenin immer Thymin gegenüber, und zwar über zwei Wasserstoffbrücken. Da jedem Adenin genau ein Thymin entspricht, müssen beide denselben Anteil haben. Liegt Adenin bei 27 Prozent, liegt Thymin ebenfalls bei 27 Prozent – ganz ohne Rechnung.

Die Antwort „73 %“ ist falsch: 73 Prozent ergibt sich aus 100 minus 27 und wäre der Anteil aller übrigen drei Basen zusammen.

Die Antwort „23 %“ ist falsch: 23 Prozent ist die Lösung der schwierigeren Variante dieser Aufgabe, bei der nach Cytosin gefragt wird. Wer hier zu schnell in das gewohnte Rechenmuster fällt, greift genau daneben.

Die Antwort „50 %“ ist falsch: 50 Prozent hätte Thymin nur, wenn die DNA ausschließlich aus A und T bestünde. Zusammen ergeben A und T hier aber nur 54 Prozent.

Die Antwort „33 %“ ist falsch: 33 Prozent entspräche einer Drittelung und passt zu keiner der Chargaff-Regeln.

Zum Weiterdenken: Prüfe zuerst, ob nach der Partnerbase oder nach der Base des anderen Paares gefragt ist. Warum entscheidet allein diese Unterscheidung darüber, ob du rechnen musst oder nicht?

MERKE

Nach der Partnerbase gefragt heißt: derselbe Prozentwert, keine Rechnung nötig.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Die erste Chargaff-Regel unmittelbar anwenden

B445 C 23%

Eine DNA enthält 27% Thymin. Wie viel Prozent Cytosin enthält sie?

Richtig ist die Antwort „23%“. Gefragt ist nach Cytosin, also nach einer Base des anderen Basenpaares, und deshalb musst du hier tatsächlich rechnen. Nach der Chargaff-Regel gilt $[A] = [T]$ und $[G] = [C]$:

$$[C] = \frac{100\% - 2 \cdot 27\%}{2} = \frac{46\%}{2} = 23\%$$

Die Antwort „26%“ ist falsch: 26 Prozent liegt nah an der Lösung und ist genau deshalb gefährlich. Er entsteht durch Rundungs- oder Rechenfehler, hat aber keine Grundlage in den Chargaff-Regeln.

Die Antwort „33%“ ist falsch: 33 Prozent entspräche einer Drittelung des Restes und passt zu keiner der Regeln.

Die Antwort „27%“ ist falsch: 27 Prozent ist der Anteil von Adenin, dem Partner von Thymin, nicht der von Cytosin.

Die Antwort „73%“ ist falsch: 73 Prozent ergibt sich aus 100 minus 27 und wäre der Anteil aller drei übrigen Basen zusammen.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe kam mit denselben Zahlen in mehreren Jahrgängen vor. Wenn du den Rechenweg einmal verstanden hast, wie lange brauchst du dann noch für die nächste Fassung?

MERKE

$[A]=[T]$, $[G]=[C]$ – Partner gleichsetzen, abziehen, halbieren.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Chargaff-Rechnung sicher in zwei Schritten ausführen

B446 B An den Enden von Chromosomen

Wo kommen Telomere vor?

Richtig ist die Antwort „An den Enden von Chromosomen“. Telomere sind die Endstücke linearer Chromosomen und bestehen aus einer kurzen Basenfolge, die sich tausendfach wiederholt; beim Menschen ist das die Abfolge TTAGGG. Sie tragen keine Erbinformation im eigentlichen Sinn, sondern schützen die Chromosomenenden davor, als DNA-Bruch missverstanden und miteinander verklebt zu werden. Bei jeder Zellteilung verkürzen sie sich etwas, weil die Replikationsmaschinerie das äußerste Ende des Folgestrangs nicht vollständig kopieren kann; sind sie zu kurz, stellt die Zelle ihre Teilung ein.

Die Antwort „In der mRNA“ ist falsch: Die Boten-RNA ist eine kurzlebige Abschrift eines einzelnen Genabschnitts und besitzt keine Telomere. Ihr Ende trägt stattdessen einen Poly-A-Schwanz.

Die Antwort „In der tRNA“ ist falsch: Die Transfer-RNA ist ein kleines, kleeblattförmig gefaltetes Molekül, das Aminosäuren zum Ribosom bringt. Auch sie hat mit Telomeren nichts zu tun.

Die Antwort „Im Zentromer“ ist falsch: Das Zentromer liegt in der Mitte oder jedenfalls im Inneren des Chromosoms und verbindet die beiden Schwesterchromatiden. Telomere sitzen dagegen an den äußeren Enden.

Die Antwort „Im Nukleolus“ ist falsch: Der Nukleolus ist der Bereich im Zellkern, in dem ribosomale RNA hergestellt wird.

Zum Weiterdenken: Telomere verkürzen sich mit jeder Teilung, in Keimzellen und Stammzellen hält die Telomerase sie jedoch lang. Warum ist es für den Körper riskant, wenn eine gewöhnliche Körperzelle die Telomerase wieder anschaltet?

MERKE

Telomere sind die Schutzkappen an den Chromosomenenden – das Zentromer sitzt innen, die Telomere außen.

LEHRTEXT IM KURS**Molekulare Genetik**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Telomere als Endstücke der Chromosomen einordnen

B447 C 27%

Eine DNA enthält 27% Adenin. Zu wie viel Prozent liegt Thymin vor?

Richtig ist die Antwort „27%“. Adenin und Thymin bilden in der doppelsträngigen DNA stets ein Paar, verbunden über zwei Wasserstoffbrücken. Weil jedem Adenin genau ein Thymin gegenübersteht, sind ihre Anteile zwangsläufig gleich groß. Bei 27 Prozent Adenin liegt Thymin also ebenfalls bei 27 Prozent, und mehr ist hier nicht zu tun. Die Aufgabe belohnt, wer erkennt, dass nach der Partnerbase gefragt ist.

Die Antwort „33%“ ist falsch: 33 Prozent entspräche einer Drittelung und lässt sich aus den Chargaff-Regeln nicht ableiten.

Die Antwort „50%“ ist falsch: 50 Prozent käme nur heraus, wenn die DNA allein aus Adenin und Thymin bestünde. Hier machen beide zusammen jedoch nur 54 Prozent aus.

Die Antwort „73%“ ist falsch: 73 Prozent ist der Rest zu 100 und umfasst Thymin, Guanin und Cytosin gemeinsam.

Die Antwort „23%“ ist falsch: 23 Prozent ist die Lösung der schwierigeren Variante, in der nach Guanin oder Cytosin gefragt wird. Dieser Wert steht hier bewusst als Falle, weil viele die geübte Rechnung anwenden, ohne die Frage genau zu lesen.

Zum Weiterdenken: Genau derselbe Zahlenwert von 27 Prozent taucht in beiden Aufgabentypen auf, verlangt aber einmal eine Rechnung und einmal keine. Welche Gewohnheit beim Lesen der Frage schützt dich hier vor dem Fehler?

MERKE

Erst lesen, welche Base gefragt ist: Partner heißt gleicher Wert, anderes Paar heißt rechnen.

LEHRTEXT IM KURS**Molekulare Genetik**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Partnerbase ohne Rechenweg bestimmen

B448 C 23%

Eine DNA enthält 27% Thymin. Zu wie viel Prozent liegt Cytosin vor?

Richtig ist die Antwort „23%“. Der Rechenweg ist derselbe wie in den Vorjahren, allein die Reihenfolge der Antwortmöglichkeiten wechselt:

$$[C] = \frac{100\% - ([T] + [A])}{2} = \frac{100\% - 54\%}{2} = 23\%$$

Die Antwort „73%“ ist falsch: 73 Prozent ergibt sich aus 100 minus 27 und umfasst alle drei übrigen Basen.

Die Antwort „54%“ ist falsch: 54 Prozent ist der Anteil von Adenin und Thymin zusammen, also ein Zwischenergebnis auf halbem Weg.

Die Antwort „46%“ ist falsch: 46 Prozent ist der Anteil von Guanin und Cytosin gemeinsam. Wer hier stehen bleibt, hat den letzten Halbierungsschritt vergessen – und weil diesmal gleich zwei Zwischenergebnisse als Antwortmöglichkeiten angeboten werden, ist die Aufgabe in dieser Fassung heimtückischer als früher.

Die Antwort „27%“ ist falsch: 27 Prozent gehört zu Adenin als Partner von Thymin.

Zum Weiterdenken: In dieser Fassung stehen mit 54 und 46 Prozent gleich zwei Zwischenergebnisse zur Auswahl. Was sagt dir das über die Absicht hinter den Distraktoren, und wie schützt du dich davor?

MERKE

54\% und 46\% sind Zwischenschritte — erst das Halbieren führt zu 23\%.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Chargaff-Rechnung auch bei veränderten Distraktoren sicher beherrschen

Replikation

B449 D Die Synthese verläuft in 5'→3'-Richtung und findet bei Eukaryonten überwiegend im Zellkern statt

Was trifft auf die Replikation der DNA zu?

Richtig ist die Antwort „Die Synthese verläuft in 5'→3'-Richtung und findet bei Eukaryonten überwiegend im Zellkern statt“. Die DNA-Polymerase kann einen neuen Strang ausschließlich in Richtung von 5' nach 3' verlängern, weil sie neue Bausteine immer an die freie Hydroxylgruppe am 3'-Ende anhängt. Bei Eukaryonten läuft die Replikation im Zellkern ab, wo die Chromosomen liegen; ein kleiner Teil findet zusätzlich in den Mitochondrien statt, die ihre eigene DNA verdoppeln. Da die beiden Elternstränge gegenläufig verlaufen, kann nur einer fortlaufend abgelesen werden, während der andere in kurzen Stücken entsteht, den Okazaki-Fragmenten, die anschließend eine Ligase verknüpft.

Die Antwort „Die Synthese verläuft ausschließlich in 3'→5'-Richtung“ ist falsch: In Richtung von 3' nach 5' arbeitet keine DNA-Polymerase. Diese Einschränkung ist überhaupt der Grund für den umständlichen Bau des Folgestrangs.

Die Antwort „Die Replikation findet im Zytoplasma statt“ ist falsch: Im Zytoplasma findet bei Eukaryonten keine Replikation der Kern-DNA statt. Dort läuft die Translation ab, also das Ablesen der Boten-RNA an den Ribosomen.

Die Antwort „Es wird kein Primer benötigt“ ist falsch: Ohne Primer geht es nicht, denn die DNA-Polymerase kann nur verlängern und nicht neu beginnen. Ein kurzer RNA-Primer, den die Primase legt, liefert das nötige freie 3'-Ende.

Die Antwort „Beide Stränge werden kontinuierlich ohne Okazaki-Fragmente synthetisiert“ ist falsch: Kontinuierlich entsteht nur der Leitstrang. Der Folgestrang wird zwangsläufig in Okazaki-Fragmenten gebaut, weil die Polymerase nicht rückwärts arbeiten kann.

Zum Weiterdenken: Die Polymerase kann nur in eine Richtung arbeiten, die beiden Stränge verlaufen aber gegenläufig. Warum folgt daraus zwingend, dass einer der beiden Stränge stückweise entstehen muss?

MERKE

Immer 5' nach 3': deshalb ein Leitstrang am Stück und ein Folgestrang in Okazaki-Fragmenten.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Richtung und Ort der DNA-Replikation benennen

B450 E Für die DNA-Replikation wird stets ein Primer benötigt, die Synthese erfolgt in 5'→3'-Richtung und die Teilstücke werden durch Ligasen verbunden

Welche Aussage zur DNA-Replikation trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Für die DNA-Replikation wird stets ein Primer benötigt, die Synthese erfolgt in 5'→3'-Richtung und die Teilstücke werden durch Ligasen verbunden“. Die Aussage nennt gleich drei Kernpunkte der Replikation, und alle drei stimmen. Erstens braucht die DNA-Polymerase einen Primer, weil sie einen Strang nur verlängern und nicht von Grund auf neu beginnen kann; diesen kurzen RNA-Abschnitt legt die Primase. Zweitens verläuft die Synthese ausnahmslos von 5' nach 3', weil neue Bausteine an die freie Hydroxylgruppe am 3'-Ende angehängt werden. Drittens entstehen am Folgestrang zwangsläufig kurze Teilstücke, die Okazaki-Fragmente, die anschließend eine Ligase zu einem durchgehenden Strang verknüpft.

Die Antwort „Die Replikation verläuft an beiden Strängen durchgehend kontinuierlich ohne Fragmente“ ist falsch: Kontinuierlich entsteht nur der Leitstrang. Da beide Elternstränge gegenläufig verlaufen und die Polymerase nur in eine Richtung arbeitet, muss der zweite Strang stückweise gebaut werden.

Die Antwort „Es wird kein Primer benötigt“ ist falsch: Ohne Primer bliebe der Polymerase kein freies 3'-Ende, an das sie anknüpfen könnte. Sie ist auf diesen Startpunkt angewiesen.

Die Antwort „Die Synthese erfolgt ausschließlich in 3'→5'-Richtung“ ist falsch: Von 3' nach 5' synthetisiert keine bekannte DNA-Polymerase. Diese Einbahnstraße ist überhaupt der Grund für den umständlichen Bau des Folgestrangs.

Die Antwort „Ligasen sind an der Replikation nicht beteiligt“ ist falsch: Ohne Ligase blieben die Okazaki-Fragmente unverbunden und der Tochterstrang wäre lückenhaft.

Zum Weiterdenken: Der RNA-Primer wird später entfernt und durch DNA ersetzt. Warum ist gerade das an den Enden linearer Chromosomen ein Problem?

MERKE

Primer zum Starten, 5' nach 3' beim Bauen, Ligase zum Zusammenfügen.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Primer, Syntheserichtung und Ligase in der Replikation zusammenführen

B451 E G1-Phase

Welcher Begriff passt nicht zur DNA-Replikation?

Richtig ist die Antwort „G1-Phase“. Gesucht ist der Begriff, der nicht zur Replikation gehört, und das ist die G1-Phase. Der Zellzyklus gliedert sich in die Interphase mit G1-, S- und G2-Phase sowie die anschließende Mitose. Verdoppelt wird die DNA ausschließlich in der S-Phase, wobei S für Synthese steht. Die G1-Phase davor ist eine Wachstumsphase, in der die Zelle Proteine und Organellen aufbaut und prüft, ob sie überhaupt in die Teilung eintreten soll.

Die Antwort „Telomerase“ gehört dazu: Die Telomerase verlängert die Chromosomenenden, die sich bei jeder Verdopplung verkürzen würden. Sie ist damit unmittelbar an das Replikationsgeschehen gekoppelt und in Stammzellen sowie Keimzellen aktiv.

Die Antwort „Replikationsgabel“ gehört dazu: Die Replikationsgabel ist die Y-förmige Stelle, an der die Helikase den Doppelstrang öffnet und die Synthese beider Tochterstränge abläuft.

Die Antwort „DNA-Polymerase“ gehört dazu: Die DNA-Polymerase ist das zentrale Enzym, das die neuen Nukleotide anhängt.

Die Antwort „Primer“ gehört dazu: Der Primer liefert das freie 3'-Ende, ohne das die Polymerase nicht beginnen könnte.

Zum Weiterdenken: Vor dem Übergang von der G1- in die S-Phase liegt ein wichtiger Kontrollpunkt. Warum ist es für den Organismus günstiger, dort zu prüfen, statt eine bereits verdoppelte DNA nachträglich zu verwerfen?

MERKE

Verdoppelt wird in der S-Phase — G1 ist Wachstum und Kontrolle, nicht Replikation.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Replikation der richtigen Zellzyklusphase zuordnen

B452 B Die DNA-Replikation verläuft vom 5' zum 3'-Ende

Welche Aussage zur DNA (u.a. Replikation) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die DNA-Replikation verläuft vom 5' zum 3'-Ende“. Die Replikation verläuft immer vom 5'- zum 3'-Ende des neu entstehenden Strangs, weil die DNA-Polymerase neue Nukleotide ausschließlich an eine freie Hydroxylgruppe am 3'-Ende anhängen kann. Diese eine Regel erklärt praktisch alles Weitere am Ablauf: den Bedarf an einem Primer, die Unterscheidung von Leit- und Folgestrang und die Entstehung der Okazaki-Fragmente.

Die Antwort „Die DNA-Stränge werden bei der DNA-Replikation durch Hitze getrennt“ ist falsch: In der Zelle trennt die Helikase die beiden Stränge, indem sie unter

Verbrauch von ATP die Wasserstoffbrücken löst. Durch Hitze trennt man DNA nur im Labor, etwa im ersten Schritt der Polymerase-Kettenreaktion.

Die Antwort „Nur 1% des eukaryotischen Genoms kodiert für aktive RNA oder Proteine“ ist falsch: Für Proteine kodieren zwar nur ein bis zwei Prozent des Genoms, doch weit größere Anteile werden in funktionsfähige RNA umgeschrieben, etwa in ribosomale, Transfer- und regulatorische RNA. Die Beschränkung auf ein Prozent für beides zusammen ist deshalb zu eng.

Die Antwort „Die DNA-Polymerase braucht ein Gen zum Starten“ ist falsch: Zum Starten braucht die Polymerase keinen Genabschnitt, sondern einen Primer, also ein kurzes RNA-Stück mit freiem 3'-Ende.

Die Antwort „Körperzellen haben nach der zweiten meiotischen Teilung einen diploiden Chromosomensatz, Keimzellen einen haploiden“ ist falsch: Körperzellen durchlaufen überhaupt keine Meiose, denn diese ist den Keimzellen vorbehalten. Körperzellen teilen sich durch Mitose und bleiben dabei diploid.

Zum Weiterdenken: Die Richtung der Synthese ist der eine Grundsatz, aus dem sich Primerbedarf, Leitstrang und Folgestrang ergeben. Wie ändert sich dein Lernaufwand, wenn du statt vieler Einzelheiten diesen einen Grundsatz behältst?

MERKE

Immer von 5' nach 3' — daraus folgt alles Übrige am Ablauf der Replikation.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Aussagen zur Replikation auf gängige Fehlvorstellungen prüfen

VOM GEN ZUM MERKMAL

Genetischer Code

B453 C 5%

Wie viel Prozent der Codons codieren für ein Stop-Codon?

Richtig ist die Antwort „5%“. Der genetische Code umfasst vier Basen in Dreiergruppen, also $4^3 = 64$ mögliche Codons, von denen drei Stoppcodons sind, nämlich UAA, UAG und UGA:

$$\frac{3}{64} = 0,047 = 4,7\%$$

Das passt von den angebotenen Werten am besten zu fünf Prozent.

Die Antwort „1%“ ist falsch: Ein Prozent entspräche weniger als einem einzigen Codon.

Die Antwort „12%“ ist falsch: Zwölf Prozent entspräche etwa acht Codons.

Die Antwort „15%“ ist falsch: Fünfzehn Prozent wären rund zehn Codons.

Die Antwort „8,5%“ ist falsch: 8,5 Prozent entspräche etwa fünfeinhalb Codons und passt zu keiner sinnvollen Zahl.

Zum Weiterdenken: Es gibt vierundsechzig Codons für nur zwanzig Aminosäuren und drei Stoppsignale. Welche Folge hat dieser Überschuss für die Auswirkungen einzelner Basenaustausche?

MERKE

$4^3 = 64$ Codons, davon drei Stopp – knapp fünf Prozent.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Den Anteil der Stoppcodons berechnen

B454 E Eine Aminosäure kann von verschiedenen Basentriplets (Codons) codiert werden.

Welche Aussage zu Basentriplets (Codons) ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Eine Aminosäure kann von verschiedenen Basentriplets (Codons) codiert werden“.

Der genetische Code ist redundant: Für zwanzig Aminosäuren stehen einundsechzig kodierende Triplets zur Verfügung, sodass die meisten Aminosäuren von mehreren Codons verschlüsselt werden. Häufig unterscheiden sich diese nur in der dritten Base, weshalb ein Austausch an dieser Stelle oft folgenlos bleibt – man spricht dann von einer stillen Mutation. Eindeutig ist der Code dagegen in der anderen Richtung: Ein bestimmtes Codon steht immer für dieselbe Aminosäure.

Die Antwort „Methionin ist ein Stoppcodon“ ist falsch:

Methionin ist eine Aminosäure, und ihr Codon AUG dient zugleich als Startsignal – also gerade das Gegenteil eines Stoppcodons.

Die Antwort „Ribosomale Untereinheiten lagern sich im Zellkern an die tRNA an“ ist falsch: Ribosomale Untereinheiten lagern sich im Zytoplasma an die Boten-RNA an, nicht im Kern an die Transfer-RNA.

Die Antwort „Jede Aminosäure kann auf ein genaues Basentriplett zurückgeführt werden“ ist falsch: Genau diese Eindeutigkeit gibt es nicht; sie ist die Umkehrung der Redundanz.

Die Antwort „Der genetische Code ist bei allen Lebewesen unterschiedlich aufgebaut“ ist falsch: Der genetische Code ist bei nahezu allen Lebewesen gleich, was man als Universalität bezeichnet. Genau darauf beruht die Gentechnik, denn ein menschliches Gen lässt sich in einem Bakterium ablesen.

Zum Weiterdenken: Der Code ist redundant, aber eindeutig – von der Aminosäure zum Codon gibt es mehrere Wege, umgekehrt nur einen. Warum wäre die Umkehrung dieser Eigenschaft eine Katastrophe?

MERKE

Mehrere Codons je Aminosäure, aber nur eine Aminosäure je Codon.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Redundanz des genetischen Codes erkennen

B455 E ATG kann als Startcodon verwendet werden

Welche Aussage zu einer gegebenen Basensequenz (Leseraster, Startcodon) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „ATG kann als Startcodon verwendet werden“. ATG ist auf der DNA das Startcodon; in der Abschrift erscheint es als AUG, kodiert für Methionin und legt zugleich fest, wo das Ribosom mit der Übersetzung beginnt. Damit bestimmt es auch das Leseraster, denn ab dieser Stelle wird in Dreierschritten weitergelesen.

Die Antwort „Aus dieser Sequenz können 4 Aminosäuren gebildet werden“ ist falsch: Wie viele Aminosäuren entstehen, hängt von der Länge des Abschnitts zwischen Start- und Stoppcodon ab und lässt sich ohne die konkrete Sequenz nicht angeben.

Die Antwort „Der angegebene komplementäre Strang ist falsch orientiert“ ist falsch: Ein Gegenstrang ist komplementär und gegenläufig; eine falsche Orientierung lässt sich nur an der konkreten Angabe beurteilen.

Die Antwort „Wenn man 2 Basen löscht, verändert sich das Leseraster nicht“ ist falsch: Werden zwei Basen entfernt, verschiebt sich das Leseraster sehr wohl, denn zwei ist kein Vielfaches von drei. Folgenlos für das Raster bliebe nur eine Zahl, die durch drei teilbar ist.

Die Antwort „Ein Codon kann aus mehr oder weniger als drei Basen bestehen“ ist falsch: Ein Codon besteht ausnahmslos aus drei Basen.

Zum Weiterdenken: Eine Verschiebung des Leserasters macht alle folgenden Triplets unbrauchbar. Warum sind Deletionen einzelner Basen deshalb meist schwerwiegender als Basenaustausche?

MERKE

ATG startet und setzt das Raster – nur Vielfache von drei lassen es unberührt.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Startcodon und Leseraster verstehen

B456 B 15

In der Sequenz 5'-ATG GCA TCA GAG TTA A-3' wird das Guanin an Position 12 deletiert. Bis zu welcher Position reicht danach das erste Stoppcodon?

Richtig ist die Antwort „15“. Rechne in drei Schritten. Die Ausgangssequenz lautet ATGGCATCAGAGTTAA. Entfernst du das Guanin an Position 12, bleibt ATGGCATCAGATTAA. Lies das Ergebnis nun in Dreiergruppen ab dem Start: ATG, GCA, TCA, GAT, TAA. Das fünfte Codon ist TAA und damit ein Stoppcodon; es umfasst die Positionen 13 bis 15 und endet folglich bei 15. Der entscheidende Gedanke ist, dass

eine Deletion das Leseraster verschiebt und dadurch weiter hinten ein Stoppcodon entstehen kann, das vorher gar nicht vorhanden war.

Die Antwort „8“ ist falsch: Bis Position 8 liegt das dritte Codon, TCA, das für Serin steht.

Die Antwort „10“ ist falsch: Position 10 liegt mitten im vierten Codon.

Die Antwort „12“ ist falsch: Bis Position 12 reicht das vierte Codon GAT, das für Asparaginsäure steht.

Die Antwort „6“ ist falsch: Bis Position 6 reicht das zweite Codon GCA, das für Alanin steht.

Zum Weiterdenken: Nach einer Verschiebung des Leserasters entsteht das Stoppsignal meist an ganz anderer Stelle als zuvor. Warum führt eine solche Mutation deshalb fast immer zu einem unbrauchbaren Protein?

MERKE

Ab dem Startcodon in Dreierschritten zählen, Deletion einrechnen, erstes Stopptriplett suchen.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Folgen einer Deletion für das Leseraster berechnen

B457 E Eine Aminosäure kann von verschiedenen Basentriplets (Codons) codiert werden

Welche Aussage zum genetischen Code ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Eine Aminosäure kann von verschiedenen Basentriplets (Codons) codiert werden“.

Eine Aminosäure kann von mehreren Codons verschlüsselt werden — das ist die Redundanz des genetischen Codes. Sie ist keine Nachlässigkeit der Natur, sondern ein Schutz: Weil sich Codons derselben Aminosäure meist nur in der dritten Base unterscheiden, bleiben viele Basenaustausche ohne Folgen für das Protein.

Die Antwort „Methionin ist ein Stoppcodon“ ist falsch: Methionin ist eine Aminosäure, und ihr Codon AUG ist das Startsignal.

Die Antwort „Ribosomale Untereinheiten lagern sich im Zellkern an die tRNA an“ ist falsch: Ribosomale Untereinheiten lagern sich im Zytoplasma an die Boten-RNA an.

Die Antwort „Jede Aminosäure kann eindeutig auf ein einziges Basentriplett zurückgeführt werden“ ist falsch: Eindeutig ist der Code nur in der Richtung vom Codon zur Aminosäure, nicht umgekehrt.

Die Antwort „Der genetische Code unterscheidet sich stark zwischen Bakterien und Menschen“ ist falsch: Der Code ist bei Bakterien und Menschen nahezu identisch. Diese Universalität ist die Grundlage dafür, dass Bakterien menschliches Insulin herstellen können.

Zum Weiterdenken: Der genetische Code ist bei nahezu allen Lebewesen gleich. Welche Schlussfolgerung über die Geschichte des Lebens legt diese Übereinstimmung nahe?

MERKE

Redundant und universell — mehrere Codons je Aminosäure, und das bei fast allen Lebewesen gleich.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Redundanz und Universalität des Codes erneut prüfen

Informationsfluss Gen → Protein

B458 B Zuerst Transkription im Zellkern, dann Translation im Zytoplasma

In welcher Reihenfolge laufen Transkription und Translation bei der Proteinbiosynthese ab?

Richtig ist die Antwort „Zuerst Transkription im Zellkern, dann Translation im Zytoplasma“. Bei Eukaryonten läuft zuerst die Transkription im Zellkern ab: Ein Genabschnitt wird in RNA umgeschrieben, die anschließend bearbeitet und durch die Kernporen ins Zytoplasma entlassen wird. Dort folgt die Translation an den Ribosomen, bei der die Basenfolge in eine Aminosäurekette übersetzt wird. Die räumliche Trennung ist dabei kein Zufall, denn sie schafft überhaupt erst den Raum für die Bearbeitung der Abschrift zwischen beiden Schritten.

Die Antwort „Zuerst Translation, dann Transkription“ ist falsch: Ohne Abschrift gäbe es nichts zu übersetzen; die Reihenfolge lässt sich nicht umkehren.

Die Antwort „Beide laufen gleichzeitig im Zellkern ab“ ist falsch: Gleichzeitig im selben Raum laufen beide Vorgänge nur bei Prokaryonten ab, denen der Zellkern fehlt — dort setzen Ribosomen bereits an, während die Abschrift noch entsteht.

Die Antwort „Zuerst Translation im Zellkern, dann Transkription im Zytoplasma“ ist falsch: Diese Antwort vertauscht beide Vorgänge und ihre Orte.

Die Antwort „Beide laufen ausschließlich im Zytoplasma ab“ ist falsch: Im Zytoplasma allein lief bei Eukaryonten nur die Translation.

Zum Weiterdenken: Bakterien übersetzen bereits, während sie noch abschreiben; Eukaryonten trennen beides. Welchen Vorteil erkaufen sich Eukaryonten mit dem Zeitverlust durch diese Trennung?

MERKE

Transkription im Kern, Translation im Zytoplasma — bei Bakterien beides zugleich.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Transkription und Translation zeitlich und räumlich ordnen

B459 B Transkription

Wie wird die RNA-Synthese am DNA-Strang bezeichnet?

Richtig ist die Antwort „Transkription“. Die Herstellung von RNA an einer DNA-Vorlage heißt Transkription, also Abschrift. Die RNA-Polymerase bindet an einen Promotor, öffnet den Doppelstrang örtlich und baut entlang des Matrizenstrangs eine komplementäre RNA-Kette auf, wobei sie Uracil statt Thymin einsetzt. Anders als die DNA-Polymerase braucht sie dafür keinen Primer.

Die Antwort „Replikation“ ist falsch: Replikation ist die Verdopplung der DNA, also DNA nach DNA.

Die Antwort „Transformation“ ist falsch: Transformation bezeichnet die Aufnahme fremder DNA durch eine Zelle, wie sie bei Bakterien vorkommt.

Die Antwort „Translation“ ist falsch: Translation ist die Übersetzung der Boten-RNA in eine Aminosäurekette.

Die Antwort „Transfektion“ ist falsch: Transfektion ist das Einbringen von Nukleinsäuren in eukaryontische Zellen im Labor.

Zum Weiterdenken: Die Wortstämme skript für Schrift und lation für Übertragung beschreiben die beiden Schritte genau. Wie hilft dir diese Wortherkunft, Transkription und Translation nie zu verwechseln?

MERKE

Transkription ist Abschreiben in derselben Sprache, Translation ist Übersetzen in eine andere.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die RNA-Synthese als Transkription benennen

B460 B Transkription findet im Gegensatz zur Translation im Zytoplasma statt

Welche Aussage zur Transkription bei Eukaryoten ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Transkription findet im Gegensatz zur Translation im Zytoplasma statt“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Bei Eukaryoten findet die Transkription im Zellkern statt und die Translation im Zytoplasma – die Aussage kehrt beides um. Genau diese räumliche Trennung ermöglicht es, die Abschrift vor der Übersetzung zu bearbeiten.

Die Antwort „DNA wird in hnRNA umgeschrieben“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Das unmittelbare Erzeugnis der Transkription nennt man heterogene Kern-RNA oder Vorläufer-RNA; erst nach der Bearbeitung entsteht daraus die reife Boten-RNA.

Die Antwort „RNA-Polymerase II transkribiert die meisten proteincodierenden Gene“ ist richtig: Die RNA-Polymerase II schreibt die meisten proteinkodierenden Gene ab, während die Polymerasen I und III für ribosomale und Transfer-RNA zuständig sind.

Die Antwort „Nach der Transkription erfolgt das Spleißen der prä-mRNA im Zellkern“ ist richtig: Das Spleißen geschieht im Zellkern, noch bevor die Boten-RNA hinausgelangt.

Die Antwort „Die Transkription erfolgt am codogenen (Matrizen-)Strang der DNA“ ist richtig: Abgelesen wird der Matrizenstrang, an dem die RNA komplementär entsteht.

Zum Weiterdenken: Die Bearbeitung der Abschrift muss abgeschlossen sein, bevor sie den Kern verlässt. Warum ist die Kernhülle damit zugleich eine Qualitätskontrolle?

MERKE

Kern schreibt ab und bearbeitet, Zytoplasma übersetzt.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Den Ort der Transkription bei Eukaryoten bestimmen

Proteinsynthese**B461 A mRNA, beladene tRNA und Ribosomen**

Welche 'Zutaten' braucht man zur Proteinsynthese in einem zellfreien System?

Richtig ist die Antwort „mRNA, beladene tRNA und Ribosomen“. Für die Proteinherstellung im zellfreien System braucht man drei Dinge: die Boten-RNA als Bauanleitung, beladene Transfer-RNAs, die die passenden Aminosäuren heranbringen, und Ribosomen, die beides zusammenführen und die Peptidbindungen knüpfen. Entscheidend ist das Wort beladen, denn eine leere Transfer-RNA nützt nichts – die Aminosäure muss zuvor angeknüpft worden sein. DNA wird nicht gebraucht, weil die Abschrift bereits vorliegt.

Die Antwort „mRNA, DNA und Ribosomen“ ist falsch: DNA ist für die Translation entbehrlich, und die Transfer-RNA fehlt in dieser Aufzählung.

Die Antwort „Chromosomen, tRNA und DNA-Polymerase“ ist falsch: Chromosomen und DNA-Polymerase gehören zur Verdopplung der DNA und nicht zur Proteinherstellung.

Die Antwort „DNA, Ribosomen und DNA-Polymerase“ ist falsch: Auch hier fehlt die Transfer-RNA, und die DNA-Polymerase gehört nicht dazu.

Die Antwort „mRNA, DNA-Polymerase und Chromosomen“ ist falsch: Ohne Ribosomen und Transfer-RNA findet keine Übersetzung statt.

Zum Weiterdenken: Im zellfreien System genügen mRNA, beladene tRNA und Ribosomen. Was sagt diese kurze Liste darüber aus, wie eigenständig der Übersetzungsschritt vom Rest der Zelle ist?

MERKE

Anleitung, beladene Überträger, Werkbank – mehr braucht die Translation nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Die notwendigen Bestandteile der Translation benennen

B462 A Aminosäuren

Was sind Grundbausteine der Proteine?

Richtig ist die Antwort „Aminosäuren“. Grundbausteine der Proteine sind die Aminosäuren. Zwanzig verschiedene stehen zur Verfügung, und alle folgen demselben Bauplan: ein zentrales Kohlenstoffatom, daran eine Aminogruppe, eine Säuregruppe, ein Wasserstoffatom und ein wechselnder Rest, der die Eigenschaften bestimmt. Über Peptidbindungen zwischen Amino- und Säuregruppe entstehen daraus lange Ketten.

Die Antwort „Nukleotide“ ist falsch: Nukleotide bauen DNA und RNA auf.

Die Antwort „Nukleinsäuren“ ist falsch: Nukleinsäuren sind die fertigen Ketten aus Nukleotiden.

Die Antwort „Fettsäuren“ ist falsch: Fettsäuren sind zusammen mit Glycerin die Bausteine der Fette.

Die Antwort „Monosaccharide“ ist falsch: Einfachzucker sind die Bausteine der Kohlenhydrate.

Zum Weiterdenken: Alle zwanzig Aminosäuren teilen dasselbe Grundgerüst und unterscheiden sich nur im Rest. Wie entsteht aus dieser geringen Vielfalt die enorme Zahl möglicher Proteine?

MERKE

Aminosäuren zu Proteinen, Nukleotide zu Nukleinsäuren, Fettsäuren zu Fetten, Einfachzucker zu Kohlenhydraten.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Bausteine der Proteine erneut benennen

B463 E Das Ribosom treibt die Translation voran, wobei tRNA die Aminosäuren zum Ribosom transportiert

Welche Aussage zu Transkription und Translation trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Ribosom treibt die Translation voran, wobei tRNA die Aminosäuren zum Ribosom transportiert“. Das Ribosom treibt die Translation voran, indem es die Boten-RNA Triplet für Triplet durchläuft, und die Transfer-RNA bringt dabei die passenden Aminosäuren heran. Jede Transfer-RNA trägt an einem Ende ihre Aminosäure und an einer Schleife ihr Anticodon, das zum Codon der Boten-RNA passt — so wird die Basenfolge in eine Aminosäurefolge übersetzt.

Die Antwort „Die tRNA transportiert die genetische Information vom Zellkern zum Ribosom“ ist falsch: Die genetische Information bringt die Boten-RNA aus dem Kern. Die Transfer-RNA bringt Aminosäuren.

Die Antwort „Die Translation findet im Zellkern statt“ ist falsch: Die Translation läuft im Zytoplasma an den Ribosomen ab.

Die Antwort „Ribosomen sind für die Transkription der DNA verantwortlich“ ist falsch: Für die Transkription ist die RNA-Polymerase zuständig.

Die Antwort „mRNA transportiert Aminosäuren“ ist falsch: Aminosäuren transportiert die Transfer-RNA; die Boten-RNA trägt die Information.

Zum Weiterdenken: Die tRNA verbindet an ihren beiden Enden zwei völlig verschiedene Sprachen, nämlich Basen und Aminosäuren. Warum nennt man sie deshalb zu Recht ein Adaptermolekül?

MERKE

mRNA bringt die Anleitung, tRNA bringt die Bausteine, das Ribosom setzt zusammen.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Rollen von Ribosom, mRNA und tRNA verteilen

B464 D tRNA transportiert Aminosäuren zu Ribosomen

Was ist bei der Proteinbiosynthese wahr?

Richtig ist die Antwort „tRNA transportiert Aminosäuren zu Ribosomen“. Die Transfer-RNA transportiert Aminosäuren zu den Ribosomen. Jede Sorte ist auf eine bestimmte Aminosäure festgelegt und trägt ein Anticodon, das zum passenden Codon der Boten-RNA gehört.

Die Antwort „Die Translation beginnt beim Poly-A-Schwanz“ ist falsch: Die Übersetzung beginnt am Startcodon AUG in der Nähe des vorderen Endes, nicht am Poly-A-Schwanz, der ganz am hinteren Ende sitzt und der Stabilität dient.

Die Antwort „Transkription beginnt an einer beliebigen mRNA-Stelle“ ist falsch: Die Transkription beginnt an einem Promotor auf der DNA und nicht an einer beliebigen Stelle der Boten-RNA. Die Aussage verwechselt zudem Vorlage und Erzeugnis.

Die Antwort „Die mRNA wird direkt im Zellkern zur Proteinsynthese verwendet“ ist falsch: Die Boten-RNA verlässt bei Eukaryonten zunächst den Kern; die Übersetzung geschieht im Zytoplasma.

Die Antwort „Ribosomen bestehen ausschließlich aus Proteinen“ ist falsch: Ribosomen bestehen aus RNA und Proteinen, wobei die RNA sogar den Hauptanteil stellt.

Zum Weiterdenken: Der Poly-A-Schwanz wird im Lauf der Zeit abgebaut, und danach zerfällt die mRNA. Warum ist eine begrenzte Lebensdauer der Abschrift für die Zelle nützlich?

MERKE

Start bei AUG, Übersetzung im Zytoplasma, tRNA bringt die Bausteine.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Aussagen zur Proteinbiosynthese prüfen

B465 E DNA-Polymerase synthetisiert in 5'→3'-Richtung, die RNA-Polymerase hingegen in 3'→5'-Richtung

Welche Aussage zur Proteinbiosynthese ist falsch?

Richtig ist die Antwort „DNA-Polymerase synthetisiert in 5'→3'-Richtung, die RNA-Polymerase hingegen in 3'→5'-Richtung“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Auch die RNA-Polymerase arbeitet in Richtung von 5' nach 3', genau wie die DNA-Polymerase. Beide Enzyme hängen neue Bausteine ausnahmslos an die freie Hydroxylgruppe am 3'-Ende an — eine Regel ohne Ausnahme. Der Matrizenstrang wird dabei entsprechend von 3' nach 5' abgelesen, doch das betrifft die Vorlage und nicht die Syntheserichtung.

Die Antwort „Die Transkription findet nur an einem der beiden DNA-Stränge statt“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Abgelesen wird nur einer der beiden Stränge, der Matrizenstrang; welcher das ist, kann von Gen zu Gen wechseln.

Die Antwort „Das Ablesen des codogenen Strangs ist nur in eine Richtung möglich“ ist richtig: Das Ablesen ist nur in eine Richtung möglich.

Die Antwort „Die Translation findet im Zytoplasma an den Ribosomen statt“ ist richtig: Die Übersetzung findet im Zytoplasma an den Ribosomen statt.

Die Antwort „Die mRNA wird vom 5'-Ende zum 3'-Ende abgelesen“ ist richtig: Die Boten-RNA wird vom 5'- zum 3'-Ende abgelesen.

Zum Weiterdenken: Synthese immer von 5' nach 3', Ablesen der Vorlage immer von 3' nach 5'. Warum sind das keine zwei Regeln, sondern nur eine, von zwei Seiten betrachtet?

MERKE

Alle Polymerasen bauen von 5' nach 3' — ohne Ausnahme.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Syntheserichtung beider Polymerasen prüfen

B466 B Alle 64 möglichen Codons codieren jeweils für eine Aminosäure

Welche Aussage zur Proteinbiosynthese ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Alle 64 möglichen Codons codieren jeweils für eine Aminosäure“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Nicht alle $4^3 = 64$ Codons kodieren für eine Aminosäure, denn drei von ihnen sind Stoppsignale, sodass $64 - 3 = 61$ übrig bleiben. Diese verteilen sich auf zwanzig Aminosäuren, weshalb die meisten mehrfach verschlüsselt sind.

Die Antwort „Ein Polysom beschreibt mehrere Ribosomen, die gleichzeitig an einer mRNA translatieren“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Als Polysom bezeichnet man mehrere Ribosomen, die gleichzeitig an derselben Boten-RNA arbeiten. Auf diese Weise entstehen aus einer Abschrift viele Proteinkopien zugleich.

Die Antwort „Das Anticodon befindet sich auf der tRNA, das Codon auf der mRNA“ ist richtig: Das Anticodon sitzt auf der Transfer-RNA, das Codon auf der Boten-RNA.

Die Antwort „AUG ist gleichzeitig Startcodon und codiert für Methionin“ ist richtig: AUG ist zugleich Startsignal und Codon für Methionin.

Die Antwort „Die Stoppcodons UAA, UAG und UGA codieren für keine Aminosäure“ ist richtig: UAA, UAG und UGA sind die drei Stoppcodons.

Zum Weiterdenken: Ein Polysom lässt mehrere Ribosomen gleichzeitig dieselbe Anleitung lesen. Welchen Vorteil hat das gegenüber dem Abschreiben zusätzlicher Boten-RNA?

MERKE

$64 - 3 = 61$ Codons für zwanzig Aminosäuren — der Code ist redundant.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Aufteilung der 64 Codons kennen

RNA und Splicing

B467 E Einen nicht-kodierenden Abschnitt eines Gens, der beim Spleißen aus der prä-mRNA entfernt wird

Was versteht man unter einem Intron im Rahmen der eukaryotischen Genexpression?

Richtig ist die Antwort „Einen nicht-kodierenden Abschnitt eines Gens, der beim Spleißen aus der prä-mRNA entfernt wird“. Introns sind nicht kodierende Abschnitte innerhalb eines Gens. Sie werden zunächst mit abgeschrieben, anschließend jedoch beim Spleißen aus der Vorläufer-RNA herausgeschnitten, und die verbleibenden Exons werden zusammengefügt. Erst dann verlässt die reife Boten-RNA den Kern. Als Merkhilfe hilft, dass Exons exportiert werden, während Introns im Kern bleiben.

Die Antwort „Einen kodierenden Abschnitt eines Gens, der in Protein übersetzt wird“ ist falsch: Der kodierende Abschnitt ist das Exon.

Die Antwort „Ein Protein, das die DNA-Replikation startet“ ist falsch: Ein Protein, das die Verdopplung startet, hat mit Introns nichts zu tun.

Die Antwort „Einen Abschnitt der mRNA, der die Ribosomen bindet“ ist falsch: Der Abschnitt, an dem das Ribosom ansetzt, liegt am Anfang der reifen Boten-RNA.

Die Antwort „Ein Enzym, das RNA abbaut“ ist falsch: Ein RNA-abbauendes Enzym ist etwas anderes.

Zum Weiterdenken: Durch alternatives Spleißen kann aus einem Gen mehr als ein Protein entstehen. Wie erklärt das, dass der Mensch mit rund zwanzigtausend Genen weit mehr

verschiedene Proteine bildet?

MERKE

Exons werden exportiert, Introns bleiben im Kern zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Introns und Exons unterscheiden

B468 B Die mRNA ist die direkte, unveränderte Abschrift des Gens

Welche Aussage ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Die mRNA ist die direkte, unveränderte Abschrift des Gens“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Die reife Boten-RNA ist gerade nicht die unveränderte Abschrift des Gens. Zwischen Abschrift und Übersetzung liegt eine erhebliche Bearbeitung: Am Anfang wird eine Schutzkappe angefügt, am Ende ein Poly-A-Schwanz, und die Introns werden herausgeschnitten. Erst danach verlässt die Boten-RNA den Kern.

Die Antwort „Ribosomen bestehen aus RNA und Proteinen“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Ribosomen bestehen aus ribosomaler RNA und Proteinen.

Die Antwort „Für die Proteinbiosynthese werden tRNA, mRNA und rRNA benötigt“ ist richtig: Für die Proteinherstellung werden alle drei RNA-Arten gebraucht – Boten-RNA als Anleitung, Transfer-RNA als Überträger und ribosomale RNA als Bestandteil der Werkbank.

Die Antwort „Die reife mRNA entsteht durch Entfernen der Introns aus der prä-mRNA“ ist richtig: Genau so entsteht die reife Boten-RNA.

Die Antwort „Ribosomen katalysieren die Bildung von Peptidbindungen“ ist richtig: Die Peptidbindung wird von der ribosomalen RNA selbst geknüpft; das Ribosom arbeitet insofern als Ribozym, also als katalytisch wirksame RNA.

Zum Weiterdenken: Die entscheidende Reaktion im Ribosom wird nicht von einem Protein, sondern von RNA katalysiert. Welche Vermutung über die frühe Evolution legt dieser Befund nahe?

MERKE

Kappe vorn, Schwanz hinten, Introns raus – erst dann ist die mRNA reif.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Die Bearbeitung der prä-mRNA erkennen

B469 D Uracil

Welche Nukleinbase kommt in der RNA vor, nicht aber in der DNA?

Richtig ist die Antwort „Uracil“. Uracil ist die einzige Base, die ausschließlich in der RNA vorkommt. Sie tritt dort an die Stelle des Thymins der DNA. Die beiden unterscheiden sich lediglich durch eine Methylgruppe, die dem Thymin zusätzlich anhängt.

Die Antwort „Guanin“ ist falsch: Guanin kommt in beiden Nukleinsäuren vor.

Die Antwort „Cytosin“ ist falsch: Cytosin kommt ebenfalls in beiden vor.

Die Antwort „Alanin“ ist falsch: Alanin ist eine Aminosäure und kommt in Nukleinsäuren überhaupt nicht vor.

Die Antwort „Adenin“ ist falsch: Adenin kommt ebenfalls in beiden vor.

Zum Weiterdenken: Die DNA verwendet Thymin, obwohl Uracil chemisch einfacher herzustellen wäre. Welchen Vorteil bietet die zusätzliche Methylgruppe für ein Molekül, das Erbinformation über Jahrzehnte speichern muss?

MERKE

A, G und C in beiden – Thymin nur in der DNA, Uracil nur in der RNA.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Uracil als RNA-spezifische Base erkennen

B470 E Alanin

Welche Aussagen/Begriffe treffen NICHT auf die RNA zu?

Richtig ist die Antwort „Alanin“, denn gesucht ist der Begriff, der nicht zur RNA gehört. Alanin ist eine Aminosäure und damit ein Baustein von Proteinen, nicht von Nukleinsäuren. Es wird zwar bei der Übersetzung von einer Transfer-RNA herangebracht, ist aber selbst kein Bestandteil der RNA.

Die Antwort „rRNA“ ist falsch: Die ribosomale RNA ist Bestandteil der Ribosomen und stellt sogar deren größten Anteil.

Die Antwort „tRNA“ ist falsch: Die Transfer-RNA bringt die Aminosäuren zum Ribosom.

Die Antwort „Ribose“ ist falsch: Ribose ist der Zucker der RNA und gibt ihr den Namen.

Die Antwort „liegt in der Regel als Einzelstrang vor“ ist falsch: RNA liegt in aller Regel einzelsträngig vor, kann sich aber stellenweise selbst zurückfalten, wie man es an der Kleeblattform der Transfer-RNA sieht.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Begriffe gehören zur Welt der Nukleinsäuren, einer zur Welt der Proteine. Wie hilft dir diese Einteilung in Stoffklassen, ähnliche Aufgaben schnell zu lösen?

MERKE

Alanin ist eine Aminosäure — RNA besteht aus Nukleotiden mit Ribose.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Bestandteile und Eigenschaften der RNA prüfen

B471 E Gene bestehen nur aus Exons und codieren für verschiedene Proteine oder RNAs

Welche Aussage zur RNA (Exons, Spleißen) trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Gene bestehen nur aus Exons und codieren für verschiedene Proteine oder RNAs“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Eukaryontische Gene bestehen keineswegs nur aus Exons, sondern enthalten regelmäßig Introns — beim Menschen machen diese sogar den weitaus größeren Teil der Genlänge aus. Erst beim Spleißen werden sie entfernt.

Die Antwort „Durch alternatives Spleißen können aus einem Gen mehrere Proteine entstehen“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Durch alternatives Spleißen können aus derselben Vorläufer-RNA verschiedene reife Boten-RNAs und damit verschiedene Proteine entstehen.

Die Antwort „Introns werden beim Spleißen aus der prä-mRNA entfernt“ ist richtig: Genau das geschieht beim Spleißen.

Die Antwort „mRNA erhält am 5'-Ende eine Cap-Struktur“ ist richtig: Die Kappe am vorderen Ende schützt vor Abbau und dient dem Ribosom als Ansatzpunkt.

Die Antwort „Aus prä-mRNA können durch Spleißen verschiedene mRNAs entstehen“ ist richtig: Das ist die Aussage des alternativen Spleißens, hier nur anders formuliert.

Zum Weiterdenken: Introns kosten Energie beim Abschreiben und werden anschließend verworfen. Welchen Nutzen könnten sie dennoch haben, wenn man an das alternative Spleißen denkt?

MERKE

Eukaryontische Gene sind unterbrochen — Introns raus, Exons zusammen, Kappe und Schwanz dran.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Den Aufbau eukaryontischer Gene aus Exons und Introns erkennen

B472 C Alle Aussagen sind richtig

Welche Aussage zur RNA trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Alle Aussagen sind richtig“. Alle vier Einzelaussagen treffen zu, weshalb die Sammelantwort die richtige ist. Ribosomen bestehen tatsächlich zu einem erheblichen Teil aus ribosomaler

RNA, die RNA trägt Ribose statt Desoxyribose, sie verwendet Uracil statt Thymin, und sie liegt in aller Regel einzelsträngig vor. Bei Aufgaben mit einer solchen Sammelantwort lohnt es sich, jede Einzelaussage getrennt zu prüfen: Findet man auch nur eine falsche, scheidet die Sammelantwort aus.

Die Antwort „Ribosomen bestehen aus RNA“ ist für sich genommen richtig, aber unvollständig.

Die Antwort „RNA unterscheidet sich von DNA im Zucker (Ribose statt Desoxyribose)“ ist für sich genommen richtig, aber unvollständig.

Die Antwort „RNA unterscheidet sich von DNA in einer Base (Uracil statt Thymin)“ ist für sich genommen richtig, aber unvollständig.

Die Antwort „RNA ist meistens einzelsträngig“ ist für sich genommen richtig, aber unvollständig.

Zum Weiterdenken: Eine Antwortmöglichkeit wie „alle Aussagen sind richtig“ verändert die Prüfstrategie. Wie gehst du vor, um sie sicher zu bestätigen oder auszuschließen?

MERKE

Ribose, Uracil, Einzelstrang, Baustein der Ribosomen — vier Merkmale, alle richtig.

LEHRTEXT IM KURS

Molekulare Genetik

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Eigenschaften der RNA vollständig zusammenfassen

REGULATION DER GENAKTIVITÄT

Eukaryoten

B473 B Eukaryotische Gene liegen häufig in Operons organisiert vor, ähnlich wie bei Prokaryoten

Welche Aussage zur Genregulation bei Eukaryoten ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Eukaryotische Gene liegen häufig in Operons organisiert vor, ähnlich wie bei Prokaryoten“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Operons sind eine Besonderheit der Prokaryonten: Dort liegen mehrere Gene, die zusammengehören, hintereinander und werden über einen gemeinsamen Schalter als Einheit abgelesen — das bekannteste Beispiel ist das Lactose-Operon der Darmbakterien. Bei Eukaryonten kommt diese Anordnung praktisch nicht vor; ihre Gene werden einzeln reguliert, was angesichts unterschiedlich spezialisierter Zelltypen auch nötig ist.

Die Antwort „Transkriptionsfaktoren binden an Promotor- bzw. Enhancer-Regionen und regulieren die Transkription“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen:

Transkriptionsfaktoren binden an Promotor- und Verstärkerbereiche und entscheiden, ob ein Gen abgelesen wird.

Die Antwort „RNA-Interferenz kann die Genexpression auf posttranskriptioneller Ebene hemmen“ ist richtig: Bei der RNA-Interferenz binden kleine RNA-Moleküle an die Boten-RNA und verhindern deren Ablesen oder führen zu ihrem Abbau.

Die Antwort „Die Methylierung der DNA ist ein wichtiger Mechanismus der epigenetischen Genregulation“ ist richtig: Die Methylierung von Cytosin ist ein zentraler epigenetischer Mechanismus.

Die Antwort „Histonmodifikationen (z. B. Acetylierung) beeinflussen die Zugänglichkeit der DNA für die Transkription“ ist richtig: Histonmodifikationen wie die Acetylierung lockern die Verpackung und machen die DNA zugänglicher.

Zum Weiterdenken: Ein Bakterium braucht Gene für einen Stoffwechselweg gleichzeitig, eine Muskelzelle andere als eine Nervenzelle. Wie erklärt dieser Unterschied, warum Operons zu Bakterien passen und zu Eukaryonten nicht?

MERKE

Operons sind prokaryontisch — Eukaryonten regeln jedes Gen einzeln.

LEHRTEXT IM KURS**Molekulare Genetik**

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Genregulation bei Eukaryonten und Prokaryonten unterscheiden

PROTEOMIK**B474 C Die für den Stoffwechsel wichtigen Enzyme sind Proteine**

Welche Aussagen zu Proteinen stimmen?

Richtig ist die Antwort „Die für den Stoffwechsel wichtigen Enzyme sind Proteine“. Enzyme sind Proteine, und ohne sie lief praktisch keine Stoffwechselreaktion in brauchbarer Geschwindigkeit ab. Sie setzen die Aktivierungsenergie herab, gehen aus der Reaktion unverändert hervor und arbeiten hochspezifisch, weil ihr aktives Zentrum räumlich genau zum Substrat passt.

Die Antwort „Alle Proteine sind Enzyme“ ist falsch: Nicht jedes Protein ist ein Enzym. Proteine erfüllen daneben Aufgaben als Bausteine wie Kollagen, als Transporter wie Hämoglobin, als Botenstoffe wie Insulin, als Antikörper und als Motoren wie Myosin.

Die Antwort „Proteine bestehen aus Nukleotiden“ ist falsch: Aus Nukleotiden bestehen die Nukleinsäuren. Proteine bestehen aus Aminosäuren.

Die Antwort „Proteine werden ausschließlich im Zellkern synthetisiert“ ist falsch: Hergestellt werden Proteine an den Ribosomen, also im Zytosol und am rauen endoplasmatischen Retikulum. Im Zellkern wird lediglich die Bauanleitung abgeschrieben.

Die Antwort „Proteine enthalten keinen Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff ist Bestandteil jeder Aminogruppe und damit jedes Proteins — genau darin unterscheiden sich Eiweiße von Kohlenhydraten und Fetten.

Zum Weiterdenken: Kohlenhydrate und Fette enthalten keinen Stickstoff, Proteine schon. Welche Folge hat das für den Abbau überschüssiger Eiweiße im Körper?

MERKE

Alle Enzyme sind Proteine, aber längst nicht alle Proteine sind Enzyme.

LEHRTEXT IM KURS**Molekulare Genetik**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Enzyme als Proteine einordnen

B475 A Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaut

Welche Aussage über Proteine trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaut“. Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaut, die über Peptidbindungen zu langen Ketten verknüpft werden. Zwanzig verschiedene Aminosäuren kommen dabei zum Einsatz, und ihre Reihenfolge legt fest, wie sich die Kette faltet — und damit, welche Aufgabe das fertige Protein erfüllt.

Die Antwort „Proteine bestehen aus Nukleotiden“ ist falsch: Nukleotide sind die Bausteine von DNA und RNA.

Die Antwort „Proteine werden bei der Verdauung nicht in ihre Bestandteile zerlegt“ ist falsch: Bei der Verdauung werden Proteine sehr wohl zerlegt, und zwar bis hinunter zu einzelnen Aminosäuren. Nur diese kann der Körper aufnehmen und daraus eigene Eiweiße aufbauen.

Die Antwort „Nur ein kleiner Teil der Nahrung besteht aus Proteinen“ ist falsch: Proteine sind einer der drei Hauptnährstoffe und machen einen erheblichen Teil der Nahrung aus.

Die Antwort „Enzyme sind keine Proteine“ ist falsch: Enzyme sind Proteine.

Zum Weiterdenken: Der Körper zerlegt fremde Eiweiße vollständig und baut aus denselben Bausteinen eigene auf. Warum ist dieser scheinbar umständliche Weg unvermeidlich?

MERKE

Aminosäuren zu Proteinen, Nukleotide zu Nukleinsäuren — die Bausteine nie verwechseln.

LEHRTEXT IM KURS**Molekulare Genetik**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Aminosäuren als Bausteine der Proteine benennen

Humangenetik**STAMMBAUMANALYSEN**



LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B476 D Eine phänotypisch gesunde Tochter eines erkrankten Vaters

In einer Stammbaumanalyse mit x-chromosomal-rezessivem Erbgang: Wer ist sicher Konduktorin?

Richtig ist die Antwort „Eine phänotypisch gesunde Tochter eines erkrankten Vaters“. Ein erkrankter Vater trägt das Krankheitsallel auf seinem einzigen X-Chromosom, und dieses gibt er zwangsläufig an jede Tochter weiter, denn Töchter erhalten vom Vater immer sein X. Ist die Tochter gesund, muss sie vom anderen Elternteil ein gesundes X bekommen haben und ist damit sicher mischerbig — also Konduktorin. Das Wort sicher ist hier entscheidend: Bei allen anderen Konstellationen bleibt eine Wahrscheinlichkeit im Spiel.

Die Antwort „Eine phänotypisch gesunde Schwester eines erkrankten Mannes“ ist falsch: Die Schwester eines Erkrankten ist nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit Trägerin, nämlich dann, wenn sie das betroffene X-Chromosom von der Mutter geerbt hat. Sicher ist das gerade nicht.

Die Antwort „Eine erkrankte Frau (homozygot für das rezessive Allel)“ ist falsch: Eine erkrankte Frau ist reinerbig für das Krankheitsallel und damit keine Konduktorin, sondern selbst betroffen. Konduktorin bedeutet gerade, das Allel zu tragen, ohne zu erkranken.

Die Antwort „Ein phänotypisch gesunder Sohn einer Konduktorin“ ist falsch: Ein gesunder Sohn hat das gesunde X seiner Mutter erhalten. Männer können ohnehin keine Konduktoren sein, denn sie besitzen nur ein X und erkranken deshalb, sobald es betroffen ist.

Die Antwort „Eine phänotypisch gesunde Frau ohne erkrankte Familienangehörige“ ist falsch: Ohne erkrankte Angehörige lässt sich nichts Sicheres sagen.

Zum Weiterdenken: Männer können bei X-chromosomalen Erbgängen niemals unerkannte Träger sein. Wie folgt das unmittelbar daraus, dass sie nur ein X-Chromosom besitzen?

MERKE

Ein erkrankter Vater macht jede Tochter zur Konduktorin — sein X hat sie zwingend.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Sichere Konduktorinnen im Stammbaum erkennen

ERBGÄNGE

B477 D X-chromosomal-dominant

Ein Vater vererbt eine Erkrankung an alle Töchter. Welcher Erbgang liegt vor?

Richtig ist die Antwort „X-chromosomal-dominant“. Ein Vater gibt sein X-Chromosom ausnahmslos an seine Töchter weiter, denn die Söhne erhalten von ihm das Y-Chromosom. Liegt das Krankheitsgen auf dem X-Chromosom des Vaters und ist es dominant, dann erkranken zwangsläufig alle Töchter und kein einziger Sohn. Genau dieses auffällige Muster — alle Töchter betroffen, alle Söhne gesund — ist das Erkennungszeichen des X-chromosomal-dominanten Erbgangs.

Die Antwort „X-chromosomal-rezessiv“ ist falsch: Bei einem X-chromosomal-rezessiven Erbgang würden die Töchter das Allel zwar erhalten, aber wegen ihres zweiten, gesunden X-Chromosoms lediglich Überträgerinnen sein und nicht erkranken.

Die Antwort „Autosomal-dominant“ ist falsch: Bei autosomal-dominanter Vererbung wären Söhne und Töchter etwa gleich häufig betroffen, weil Autosomen unabhängig vom Geschlecht weitergegeben werden. Die Wahrscheinlichkeit läge bei rund fünfzig Prozent.

Die Antwort „Autosomal-rezessiv“ ist falsch: Bei autosomal-rezessiver Vererbung müsste auch die Mutter mindestens Überträgerin sein, und es wären wiederum beide Geschlechter gleichermaßen betroffen.

Die Antwort „Y-chromosomal“ ist falsch: Y-chromosomale Merkmale gibt der Vater ausschließlich an seine Söhne weiter, niemals an Töchter — hier also genau umgekehrt.

Zum Weiterdenken: Der Vater vererbt sein X immer an die Tochter und sein Y immer an den Sohn. Wie kannst du allein mit diesem einen Satz die vier geschlechtsgebundenen Erbgänge auseinanderhalten?

MERKE

Alle Töchter krank, alle Söhne gesund, Vater betroffen — das ist X-chromosomal-dominant.

LEHRTEXT IM KURS**Humangenetik**

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Einen Erbgang aus dem Vererbungsmuster vom Vater auf die Töchter ableiten

B478 C Autosomal-rezessiv

Welchem Erbgang folgt die Phenylketonurie (PKU)?

Richtig ist die Antwort „Autosomal-rezessiv“. Die Phenylketonurie folgt einem autosomal-rezessiven Erbgang. Betroffen ist ein Enzym, das die Aminosäure Phenylalanin zu Tyrosin umbaut; fällt es aus, reichert sich Phenylalanin an und schädigt unbehandelt das sich entwickelnde Gehirn. Weil das Gen auf einem Autosome liegt, sind Jungen und Mädchen gleich häufig betroffen, und weil es rezessiv ist, erkrankt nur, wer beide Anlagen geerbt hat. Die Eltern sind dann meist gesunde Überträger — ein typisches Muster, bei dem die Krankheit scheinbar aus dem Nichts auftritt. In Österreich, Deutschland und der Schweiz wird sie deshalb im Neugeborenen-Screening erfasst, weil eine rechtzeitige Ernährungsumstellung die Schäden verhindert.

Die Antwort „Autosomal-dominant“ ist falsch: Bei autosomal-dominanter Vererbung wäre in nahezu jeder Generation jemand betroffen, und ein erkranktes Kind hätte in aller Regel einen erkrankten Elternteil.

Die Antwort „X-chromosomal-rezessiv“ ist falsch: X-chromosomal-rezessive Leiden wie die Bluterkrankheit oder die Rot-Grün-Schwäche treffen ganz überwiegend Jungen. Bei der Phenylketonurie ist das Verhältnis dagegen ausgeglichen.

Die Antwort „X-chromosomal-dominant“ ist falsch: X-chromosomal-dominante Erbgänge zeigen das auffällige Muster, dass ein betroffener Vater alle Töchter und keinen Sohn vererbt.

Die Antwort „Mitochondrial“ ist falsch: Mitochondrial vererbte Leiden kommen ausschließlich von der Mutter und werden an alle Kinder weitergegeben.

Zum Weiterdenken: Bei der Phenylketonurie verhindert eine rechtzeitige Ernährungsumstellung die Schäden fast vollständig. Was sagt dieses Beispiel darüber aus, wie zwingend eine genetische Anlage ihr Erscheinungsbild bestimmt?

MERKE

Autosomal-rezessiv: beide Geschlechter gleich häufig, Eltern meist gesunde Überträger.

LEHRTEXT IM KURS**Humangenetik**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Den Erbgang der Phenylketonurie benennen

B479 A 25% Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind den Genotyp AA besitzt

Eine Frau und ein Mann sind beide heterozygot für ein autosomal-rezessiv vererbbares Merkmal (z.B. PKU). Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „25% Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind den Genotyp AA besitzt“. Kreuzt man zwei mischerbige Eltern $Aa \times Aa$, gibt jeder von ihnen mit gleicher Wahrscheinlichkeit A oder a weiter, und im Kreuzungsquadrat ergeben sich vier gleich wahrscheinliche Felder:

$$Aa \times Aa \Rightarrow \frac{1}{4} AA : \frac{1}{2} Aa : \frac{1}{4} aa$$

Die Wahrscheinlichkeit für den Genotyp AA beträgt somit $\frac{1}{4} = 25\%$.

Die Antwort „100% Wahrscheinlichkeit, dass kein Kind krank wird“ ist falsch: Dass kein Kind erkrankt, ist gerade nicht sicher. Ein Viertel der Nachkommen ist aa und damit betroffen.

Die Antwort „75% Wahrscheinlichkeit, dass das Kind den Genotyp Aa besitzt“ ist falsch: Fünfzig Prozent und nicht fünfundsiebzig Prozent tragen den Genotyp Aa. Die Zahl fünfundsiebzig gehört zum Erscheinungsbild, denn drei Viertel der Kinder sind gesund — das sind aber AA und Aa zusammen.

Die Antwort „50% Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind krank (aa) wird“ ist falsch: Erkrankt sind fünfundzwanzig Prozent und nicht die Hälfte. Fünfzig Prozent wären es, wenn ein Elternteil bereits aa wäre.

Die Antwort „100% Wahrscheinlichkeit, dass alle Kinder Aa sind“ ist falsch: Alle Kinder wären nur dann Aa, wenn ein Elternteil AA und der andere aa wäre.

Zum Weiterdenken: Drei Viertel der Kinder sind gesund, aber nur ein Viertel ist frei von der Anlage. Warum ist diese Unterscheidung zwischen Erscheinungsbild und Erbbild für eine genetische Beratung entscheidend?

MERKE

$Aa \times Aa \Rightarrow 1:2:1$ im Erbbild und 3:1 im Erscheinungsbild.

LEHRTEXT IM KURS**Humangenetik**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Das Kreuzungsschema zweier heterozygoter Eltern auswerten

B480 D 25% gesund (AA), 50% Anlageträger (Aa), 25% erkrankt (aa)

PKU (autosomal-rezessiv) wird von zwei heterozygoten Eltern vererbt. Wie ist das Aufspaltungsverhältnis bei den Nachkommen?

Richtig ist die Antwort „25% gesund (AA), 50% Anlageträger (Aa), 25% erkrankt (aa)“. Bei zwei mischerbigen Eltern ergibt sich die Aufspaltung von einem Viertel reinerbig gesund, der Hälfte mischerbig und damit gesunde Anlageträger sowie einem Viertel reinerbig krank. Für die Phenylketonurie bedeutet das: Ein Viertel der

Kinder trägt die Anlage gar nicht, die Hälfte trägt sie unbemerkt weiter, und ein Viertel erkrankt. Genau deshalb tritt ein autosomal-rezessives Leiden oft überraschend auf, denn beide Eltern sind gesund und ahnen nichts von ihrer Anlage.

Die Antwort „50% gesund, 50% erkrankt“ ist falsch: Ein Verhältnis von fünfzig zu fünfzig ergäbe sich, wenn ein Elternteil erkrankt wäre, also den Genotyp aa hätte.

Die Antwort „Alle Nachkommen sind Anlageträger“ ist falsch: Alle Nachkommen wären nur dann Anlageträger, wenn ein Elternteil AA und der andere aa wäre.

Die Antwort „75% erkrankt, 25% gesund“ ist falsch: Erkrankt ist ein Viertel und nicht drei Viertel. Die Zahl drei Viertel bezieht sich auf die Gesunden.

Die Antwort „Alle Nachkommen sind gesund“ ist falsch: Dass alle gesund bleiben, ist nicht zu erwarten, denn ein Viertel ist aa.

Zum Weiterdenken: Die Hälfte der Kinder ist gesunder Anlageträger und weiß davon nichts. Welche Bedeutung hat das für die Häufigkeit rezessiver Anlagen in einer Bevölkerung?

MERKE

1 Viertel frei, 2 Viertel Träger, 1 Viertel krank — das Grundmuster jedes rezessiven Erbgangs.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Das Aufspaltungsverhältnis vollständig angeben

B481 **C** $\frac{1}{2}$

Eine Krankheit wird X-chromosomal rezessiv vererbt. Mutter und Vater sind phänotypisch gesund, die Tochter ist gesund, zwei Söhne haben eine Rot-Grün-Sehchwäche. Wie wahrscheinlich ist es, dass die Tochter heterozygot ist?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{2}$ “. Gehe die Angabe Schritt für Schritt durch. Zwei Söhne sind betroffen, und weil Söhne ihr X-Chromosom stets von der Mutter erhalten, muss die Mutter das kranke Allel tragen; da sie selbst gesund ist, ist sie mischerbig, also Trägerin. Der Vater ist gesund und trägt auf seinem einen X-Chromosom das gesunde Allel. Die Tochter erhält vom Vater zwangsläufig dieses gesunde X, und von der Mutter mit gleicher Wahrscheinlichkeit entweder das gesunde oder das kranke. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie mischerbig ist, beträgt damit genau die Hälfte.

Die Antwort „0%“ ist falsch: Null Prozent wäre nur richtig, wenn die Mutter keine Trägerin sein könnte. Die beiden betroffenen Söhne beweisen jedoch das Gegenteil.

Die Antwort „ $\frac{1}{8}$ “ ist falsch: Ein Achtel entsteht, wenn man mehrere Wahrscheinlichkeiten miteinander malnimmt, die hier gar nicht zusammengehören.

Die Antwort „ $\frac{1}{4}$ “ ist falsch: Ein Viertel käme heraus, wenn auch der Status der Mutter noch offen wäre. Sie ist aber durch die Söhne bereits festgelegt.

Die Antwort „ $\frac{1}{6}$ “ ist falsch: Ein Sechstel passt zu keinem Schritt dieser Überlegung.

Zum Weiterdenken: Die betroffenen Söhne machen den Status der Mutter eindeutig. Wie verändert eine solche sichere Vorinformation die Rechnung gegenüber einer Ausgangslage, in der alles offen ist?

MERKE

Betroffene Söhne beweisen die Trägerschaft der Mutter — für die Tochter bleiben dann genau 50 Prozent.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Die Trägerwahrscheinlichkeit einer gesunden Tochter berechnen

B482 **D** $\frac{1}{2}$

Eine Krankheit wird X-chromosomal rezessiv vererbt. Mutter und Vater sind phänotypisch gesund, die Tochter ist gesund, zwei Söhne haben eine Rot-Grün-Sehchwäche. Wie wahrscheinlich ist es, dass die Tochter heterozygot ist?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{2}$ “. Diese Aufgabe kam wortgleich bereits in einem früheren Jahrgang vor, und die Überlegung bleibt dieselbe. Die betroffenen Söhne haben ihr X-Chromosom von der Mutter, folglich trägt sie das kranke Allel und ist als gesunde Frau mischerbig. Der gesunde Vater gibt seiner Tochter sein gesundes X-Chromosom weiter. Ob die Tochter Trägerin ist, hängt damit allein davon ab, welches der beiden mütterlichen X-Chromosomen sie erhalten hat, und beide sind gleich wahrscheinlich — also die Hälfte.

Die Antwort „0%“ ist falsch: Ausgeschlossen ist die Trägerschaft keineswegs, denn die Mutter besitzt das Allel nachweislich.

Die Antwort „ $\frac{1}{8}$ “ ist falsch: Ein Achtel ergibt sich aus einer Verkettung von Wahrscheinlichkeiten, die hier nicht vorliegt.

Die Antwort „ $\frac{1}{4}$ “ ist falsch: Ein Viertel würde entstehen, wenn zusätzlich zur Weitergabe auch noch offen wäre, ob die Mutter überhaupt Trägerin ist.

Die Antwort „ $\frac{1}{6}$ “ ist falsch: Ein Sechstel lässt sich aus der Angabe nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien mehrfach in unveränderter Form. Was folgt daraus für den Nutzen, einen Rechenweg wirklich zu durchdringen statt ein Ergebnis auswendig zu lernen?

MERKE

Vom Vater kommt das gesunde X, von der Mutter entscheidet der Zufall — bleiben 50 Prozent.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Dieselbe Trägerrechnung sicher wiederholen

B483 **D** $\frac{1}{4}$

Bei Hämophilie (x-chromosomal-rezessiv) sind die Eltern phänotypisch gesund, alle Söhne krank und alle Töchter gesund. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass beide Töchter Konduktorinnen sind?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{4}$ “. Zunächst gilt dieselbe Grundüberlegung wie bei den einfacheren Aufgaben: Weil alle Söhne erkrankt sind, ist die Mutter Trägerin, und der gesunde Vater gibt sein gesundes X-Chromosom an jede Tochter weiter. Für eine einzelne Tochter beträgt die Wahrscheinlichkeit, Trägerin zu sein, damit die Hälfte. Gefragt ist aber nach beiden Töchtern gleichzeitig, und weil die Weitergabe an die eine Tochter nichts über die andere aussagt, werden die Wahrscheinlichkeiten miteinander malgenommen: ein Halb mal ein Halb ergibt ein Viertel.

Die Antwort „ $\frac{1}{2}$ “ ist falsch: Ein Halb gilt für genau eine Tochter. Wer diese Antwort wählt, hat übersehen, dass nach beiden zugleich gefragt ist.

Die Antwort „1“ ist falsch: Sicher wäre die Trägerschaft nur, wenn der Vater selbst erkrankt wäre, denn dann müsste er sein krankes X an jede Tochter weitergeben.

Die Antwort „ $\frac{1}{8}$ “ ist falsch: Ein Achtel entstünde bei drei Töchtern, also bei einem Faktor ein Halb mehr.

Die Antwort „0“ ist falsch: Ausgeschlossen ist die Trägerschaft nicht, da die Mutter das Allel nachweislich besitzt.

Zum Weiterdenken: Für zwei unabhängige Ereignisse werden die Einzelwahrscheinlichkeiten malgenommen. Woran erkennst du in einer Aufgabe zuverlässig, ob du malnehmen oder zusammenzählen musst?

MERKE

Ein Halb je Tochter, und für beide zugleich malnehmen – das ergibt ein Viertel.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Wahrscheinlichkeiten für zwei Töchter zugleich verknüpfen

B484 **E** 50%

Bei der Vererbung von PKU (beide Eltern heterozygote Konduktoren, Punnett-Quadrat): Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Nachkomme selbst heterozygoter Konduktor ist?

Richtig ist die Antwort „50%“. Im Kreuzungsquadrat zweier mischerbiger Eltern stehen vier gleich wahrscheinliche Felder, nämlich AA, Aa, aA und aa. Zwei

dieser vier sind mischerbig, denn Aa und aA beschreiben denselben Genotyp und unterscheiden sich nur darin, von welchem Elternteil welches Allel stammt:

$$P(Aa) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} = 50\%$$

Die Antwort „25% sind krank (homozygot rezessiv)“ ist falsch: Fünfundzwanzig Prozent erkranken tatsächlich, doch danach ist hier nicht gefragt. Die Option ist inhaltlich richtig und trotzdem nicht die Antwort, weil sie am Fragestamm vorbeigeht – eine typische Falle in Aufgaben mit Rechenbezug.

Die Antwort „75% sind selbst heterozygote Konduktoren“ ist falsch: Fünfundsiebzig Prozent ist der Anteil der gesunden Kinder, also AA und Aa zusammengenommen, und nicht der Anteil der Anlageträger.

Die Antwort „100% sind Konduktoren“ ist falsch: Alle Kinder wären nur dann Träger, wenn ein Elternteil reinerbig gesund und der andere erkrankt wäre.

Die Antwort „0% sind krank“ ist falsch: Dass kein Kind erkrankt, trifft nicht zu, denn ein Viertel ist aa.

Zum Weiterdenken: Eine Antwortmöglichkeit kann sachlich stimmen und trotzdem falsch sein, weil sie eine andere Frage beantwortet. Wie schützt du dich im Test vor dieser Art von Falle?

MERKE

$P(Aa) = \frac{1}{2}$ – die Trägerwahrscheinlichkeit liegt bei Aa × Aa immer bei 50 Prozent.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Trägerwahrscheinlichkeit aus dem Kreuzungsquadrat ablesen

B485 **E** 50%

Bei einem autosomal-rezessiven Erbgang hat ein Elternteil den Genotyp aa (erkrankt) und der andere Aa (gesund, Anlageträger). Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind erkrankt?

Richtig ist die Antwort „50%“. Der erkrankte Elternteil aa kann nur a weitergeben, der gesunde Anlageträger Aa mit gleicher Wahrscheinlichkeit A oder a:

$$aa \times Aa \Rightarrow \frac{1}{2} Aa : \frac{1}{2} aa$$

Es entstehen also zur Hälfte gesunde Anlageträger und zur Hälfte erkrankte Kinder, die Wahrscheinlichkeit beträgt somit 50%.

Die Antwort „75%“ ist falsch: Fünfundsiebzig Prozent lässt sich aus dieser Kreuzung nicht ableiten und wäre höher als bei jeder rezessiven Konstellation möglich.

Die Antwort „100%“ ist falsch: Alle Kinder erkrankten nur, wenn auch der zweite Elternteil aa wäre.

Die Antwort „25%“ ist falsch: Fünfundzwanzig Prozent gilt für die Kreuzung zweier mischerbiger Eltern und ist die Zahl, die den meisten zuerst einfällt. Hier ist die

Ausgangslage aber eine andere.

Die Antwort „Die Krankheit wird nicht vererbt“ ist falsch: Vererbt wird die Anlage sehr wohl, und zwar von beiden Eltern.

Zum Weiterdenken: Ein erkrankter Elternteil gibt zwingend ein rezessives Allel weiter. Wie vereinfacht diese Gewissheit die gesamte Rechnung gegenüber der gewohnten Kreuzung zweier Träger?

MERKE

$aa \times Aa \Rightarrow \frac{1}{2}$ — nicht $\frac{1}{4}$, denn ein a steht bereits fest.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Eine Kreuzung mit einem erkrankten Elternteil durchrechnen

B486 C Männer sind phänotypisch häufiger betroffen, da sich die Erkrankung bei ihnen bereits mit einem rezessiven Allel ausprägt, während Frauen zwei rezessive Allele benötigen

Welche Aussage zum x-chromosomal-rezessiven Erbgang trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Männer sind phänotypisch häufiger betroffen, da sich die Erkrankung bei ihnen bereits mit einem rezessiven Allel ausprägt, während Frauen zwei rezessive Allele benötigen“. Männer besitzen nur ein X-Chromosom, weshalb es bei ihnen kein zweites gibt, das ein krankes Allel ausgleichen könnte. Man nennt sie deshalb hemizygot: Was auf ihrem einen X-Chromosom steht, prägt sich unmittelbar aus. Frauen mit zwei X-Chromosomen erkranken dagegen nur, wenn beide das kranke Allel tragen, was ungleich seltener vorkommt. Genau deshalb sind Rot-Grün-Schwäche und Bluterkrankheit bei Männern weit häufiger.

Die Antwort „Der Erbgang ist nur von der mütterlichen Linie vererbbar“ ist falsch: Zwar geben Mütter das Merkmal an Söhne weiter, doch auch ein betroffener Vater vererbt sein krankes X-Chromosom, und zwar an jede Tochter, die dadurch Trägerin wird. Die väterliche Linie ist also keineswegs ausgeschlossen.

Die Antwort „Ein betroffener Vater vererbt das Merkmal an alle Söhne“ ist falsch: An seine Söhne gibt ein Vater das Y-Chromosom weiter und niemals sein X. Söhne können ein x-chromosomales Merkmal deshalb grundsätzlich nicht vom Vater erben.

Die Antwort „Frauen sind häufiger betroffen als Männer“ ist falsch: Die Häufigkeiten sind umgekehrt verteilt, denn Männer sind deutlich häufiger betroffen.

Die Antwort „Das Merkmal wird stets kodominant vererbt“ ist falsch: Kodominanz bedeutet, dass sich zwei Allele nebeneinander ausprägen, wie bei IA und IB im AB0-System. Ein rezessives Merkmal verhält sich definitionsgemäß anders.

Zum Weiterdenken: Söhne erben ihr X immer von der Mutter, Töchter je eines von beiden Eltern. Wie folgt allein daraus das typische Vererbungsmuster über die Generationen hinweg?

MERKE

Männer sind hemizygot — ein krankes X genügt, weil kein zweites zum Ausgleich da ist.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Erklären, warum X-chromosomal-rezessive Leiden Männer häufiger treffen

GENETISCHE DIAGNOSTIK

B487 E Mit Stammbäumen kann man auch rezessive Träger eines Gens ermitteln.

Welche Aussage zur genetischen Diagnostik (Stammbaumanalyse, Pränataldiagnostik) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Mit Stammbäumen kann man auch rezessive Träger eines Gens ermitteln“. Ein Stammbaum zeigt, wie ein Merkmal über Generationen weitergegeben wird, und lässt daraus Rückschlüsse auf verborgene Anlagen zu. Tritt ein rezessives Leiden bei einem Kind gesunder Eltern auf, müssen beide Eltern zwangsläufig Träger sein, obwohl man ihnen nichts ansieht. Genau darin liegt der Wert der Methode: Sie macht Anlagen sichtbar, die im Erscheinungsbild nicht in Erscheinung treten.

Die Antwort „Für die Erstellung eines Stammbaums wird die Krankengeschichte aller Verwandten benötigt“ ist falsch: Die vollständige Krankengeschichte aller Verwandten ist zwar wünschenswert, aber keine Bedingung. In der Praxis arbeitet man häufig mit lückenhaften Angaben und zieht dennoch belastbare Schlüsse.

Die Antwort „Chorionzottenbiopsie und Amniozentese gehören zur Pränataldiagnostik“ ist falsch: Chorionzottenbiopsie und Fruchtwasseruntersuchung sind Verfahren der Pränataldiagnostik und finden während der Schwangerschaft statt. Die Pränataldiagnostik erfolgt dagegen vor dem Einsetzen des Keims in die Gebärmutter.

Die Antwort „Jede genetische Untersuchung erfordert eine Chorionzottenbiopsie“ ist falsch: Für viele genetische Untersuchungen genügt eine Blutprobe oder ein Abstrich der Mundschleimhaut. Eine Chorionzottenbiopsie ist ein Eingriff mit eigenem Risiko und wird nur bei entsprechender Fragestellung durchgeführt.

Die Antwort „Präimplantationsdiagnostik erfolgt nach der Einnistung des Embryos“ ist falsch: Die Präimplantationsdiagnostik erfolgt naturgemäß vor der Einnistung, denn genau das sagt ihr Name. Nach der Einnistung spricht man von Pränataldiagnostik.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilben prä und post ordnen medizinische Verfahren zeitlich ein. Wie hilft dir das Wort Implantation im Begriff Präimplantationsdiagnostik, den

Zeitpunkt ohne Auswendiglernen zu bestimmen?

MERKE

Präimplantation heißt vor der Einnistung, pränatal heißt vor der Geburt – der Wortbestandteil verrät den Zeitpunkt.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Verfahren der genetischen Diagnostik zeitlich und methodisch einordnen

EPIGENETIK

B488 A Die chemische Kopplung einer Methylgruppe an Cytosin

Was versteht man unter einer DNA-Methylierung?

Richtig ist die Antwort „Die chemische Kopplung einer Methylgruppe an Cytosin“. Bei der DNA-Methylierung wird eine Methylgruppe an die Base Cytosin angehängt, und zwar bevorzugt dort, wo im Strang auf ein Cytosin ein Guanin folgt; solche Stellen nennt man CpG-Inseln. Die Sequenz der DNA bleibt dabei unverändert, doch die betroffenen Abschnitte werden schlechter abgelesen, weil die Ablesemaschinerie schwerer herankommt und das Chromatin dichter gepackt wird. Genau deshalb zählt die Methylierung zur Epigenetik: Sie verändert die Genaktivität, ohne die Erbinformation selbst anzutasten.

Die Antwort „Die chemische Kopplung einer Methylgruppe an Guanin“ ist falsch: Guanin wird in diesem Zusammenhang nicht methyliert. Es steht dem Cytosin an den betroffenen Stellen nur unmittelbar zur Seite.

Die Antwort „Die chemische Kopplung einer Methylgruppe an fehlerhafte mRNA“ ist falsch: Eine Methylierung fehlerhafter Boten-RNA gibt es in dieser Form nicht. Zwar wird auch RNA chemisch verändert, doch das ist ein anderes Thema und nicht gemeint.

Die Antwort „Die chemische Entkopplung zweier DNA-Wasserstoffbrücken“ ist falsch: Das Lösen von Wasserstoffbrücken ist das Öffnen des Doppelstrangs und geschieht bei Replikation und Transkription. Mit einer chemischen Markierung hat es nichts zu tun.

Die Antwort „Die chemische Abspaltung einer Methylgruppe von Cytosin“ ist falsch: Die Abspaltung einer Methylgruppe ist die Demethylierung, also der umgekehrte Vorgang, der Gene wieder zugänglich macht.

Zum Weiterdenken: Eineiige Zwillinge tragen dieselbe DNA, unterscheiden sich mit dem Alter aber zunehmend in ihren Methylierungsmustern. Was lässt sich daraus über das Verhältnis von Erbgut und Lebensumständen ableiten?

MERKE

Methylgruppe ans Cytosin heißt: Gen wird leiser, ohne dass sich die Sequenz ändert.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die DNA-Methylierung chemisch korrekt beschreiben

B489 C Heterochromatin ist durch Histone aufgelockerte DNA

Welche Aussage zur Epigenetik trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Heterochromatin ist durch Histone aufgelockerte DNA“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Heterochromatin ist gerade nicht aufgelockert, sondern dicht gepackt. In diesem Zustand liegt die DNA eng um die Histone gewunden, ist für die Ablesemaschinerie kaum zugänglich und wird deshalb kaum transkribiert. Der aufgelockerte Gegenspieler heißt Euchromatin und enthält die aktiv abgelesenen Abschnitte.

Die Antwort „Meistens wird Cytosin methyliert“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Bei der DNA-Methylierung wird tatsächlich überwiegend Cytosin methyliert, bevorzugt in CpG-Inseln.

Die Antwort „Methylierung ist ein reversibler Vorgang“ ist richtig: Die Methylierung ist umkehrbar. Es gibt Enzyme, die Methylgruppen anheften, und andere, die sie wieder entfernen – erst dadurch kann eine Zelle auf veränderte Bedingungen reagieren.

Die Antwort „Histonmodifikationen beeinflussen die Genaktivität“ ist richtig: Histonmodifikationen wie Acetylierung und Methylierung verändern, wie fest die DNA aufgewickelt ist, und beeinflussen damit unmittelbar die Genaktivität.

Die Antwort „RNA-Interferenz kann die Genexpression regulieren“ ist richtig: Bei der RNA-Interferenz binden kleine RNA-Moleküle an Boten-RNA und verhindern deren Ablesen oder führen zu ihrem Abbau.

Zum Weiterdenken: Alle genannten Mechanismen verändern die Genaktivität, ohne die Basenfolge anzutasten. Warum ist genau das die gemeinsame Klammer, die sie zur Epigenetik zusammenfasst?

MERKE

Euchromatin ist locker und laut, Heterochromatin ist dicht und stumm.

LEHRTEXT IM KURS

Humangenetik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Epigenetische Mechanismen prüfen und Heterochromatin richtig einordnen

Evolution

ENTSTEHUNG DES LEBENS

Biogenese und Protobionten



LEHRTEXT IM KURS

Evolution

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B490 D Eine abgegrenzte, membranähnlich umhüllte Ansammlung organischer Moleküle als Vorläufer der ersten Zellen

Was versteht man unter einem Protobionten im Rahmen der Entstehung des Lebens?

Richtig ist die Antwort „Eine abgegrenzte, membranähnlich umhüllte Ansammlung organischer Moleküle als Vorläufer der ersten Zellen“. Als Protobionten bezeichnet man in der Theorie der chemischen Evolution abgegrenzte Tröpfchen organischer Moleküle, die von einer membranähnlichen Hülle umschlossen sind. Ihre Bedeutung liegt in der Abgrenzung selbst: Erst wenn ein Innenraum vom umgebenden Wasser getrennt ist, können sich Stoffe darin anreichern, Reaktionen schneller ablaufen und ein eigenes Milieu entstehen. Protobionten waren noch keine Zellen, denn ihnen fehlten die geregelte Vermehrung und ein verlässlicher Informationsspeicher.

Die Antwort „Die erste vollständig ausdifferenzierte eukaryontische Zelle“ ist falsch: Eine vollständig ausdifferenzierte eukaryontische Zelle steht am Ende einer sehr langen Entwicklung und nicht an deren Anfang. Zwischen Protobionten und Eukaryonten liegen Milliarden Jahre.

Die Antwort „Ein Virus als Vorläufer aller Lebewesen“ ist falsch: Viren sind auf Wirtszellen angewiesen und können sich nicht selbst vermehren. Sie setzen bestehendes Leben voraus und kommen deshalb als Urform nicht in Betracht.

Die Antwort „Ein fossiler Vorfahre des Menschen“ ist falsch: Ein fossiler Vorfahre des Menschen gehört in die Stammesgeschichte der Wirbeltiere und hat mit der Entstehung des Lebens nichts zu tun.

Die Antwort „Ein anorganisches Mineral, das Leben katalysiert“ ist falsch: Mineralien wie Tonminerale spielen in manchen Modellen tatsächlich eine Rolle als Katalysator, sind aber selbst keine Protobionten. Diesen fehlte gerade nicht die Abgrenzung.

Zum Weiterdenken: Ohne Abgrenzung nach außen verdünnen sich alle Stoffe im Wasser gleichmäßig. Warum ist eine Hülle deshalb die Voraussetzung für jeden geregelten Stoffwechsel?

MERKE

Protobionten sind umhüllte Tröpfchen — die Abgrenzung kommt vor dem Stoffwechsel.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den Protobionten als Vorläufer der ersten Zellen beschreiben

Chemische Evolution (+ Versuch von Miller)

B491 D Organische Stoffe wurden aus anorganischen Stoffen hergestellt

Welche Aussage zu Millers Experiment ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Organische Stoffe wurden aus anorganischen Stoffen hergestellt“. Stanley Miller ließ 1953 in einem geschlossenen Glaskreislauf ein Gasgemisch aus Methan, Ammoniak, Wasserstoff und Wasserdampf zirkulieren, das man damals für die Uratmosphäre hielt, und setzte es elektrischen Entladungen aus, die Blitze nachahmen sollten. Nach einer Woche fanden sich im Wasser organische Moleküle, darunter mehrere Aminosäuren. Der Nachweis lautet damit genau: Aus rein anorganischen Ausgangsstoffen können unter energiereichen Bedingungen organische Stoffe entstehen — nicht mehr und nicht weniger.

Die Antwort „Organische Stoffe können nur aus organischen Stoffen hergestellt werden“ ist falsch: Die Aussage entspricht der überholten Lehre von der Lebenskraft, nach der organische Stoffe nur von Lebewesen hervorgebracht werden könnten. Bereits Wöhlers Harnstoffsynthese widerlegte sie, und Miller bestätigte diese Widerlegung für die Bedingungen der frühen Erde.

Die Antwort „Es wurde die DNA-Doppelhelix nachgewiesen“ ist falsch: Die Doppelhelix wurde im selben Jahr von Watson und Crick beschrieben, doch das ist eine andere Arbeit. Millers Apparat konnte so etwas gar nicht zeigen.

Die Antwort „Es wurden lebende Zellen synthetisiert“ ist falsch: Lebende Zellen entstanden im Versuch nicht. Zwischen einzelnen Aminosäuren und einer funktionsfähigen Zelle liegen noch sehr viele ungeklärte Schritte.

Die Antwort „Es wurde bewiesen, dass Leben nur außerirdisch entstehen kann“ ist falsch: Über einen außerirdischen Ursprung sagt der Versuch nichts aus. Er zeigt im Gegenteil, dass die Bausteine auch auf der Erde selbst entstehen konnten.

Zum Weiterdenken: Miller erzeugte Bausteine, keine Zellen. Warum ist es in den Naturwissenschaften so wichtig, die Reichweite eines Befundes genau zu benennen?

MERKE

Miller zeigte den Schritt von anorganisch zu organisch – nicht den Schritt zum Leben.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Aussage des Miller-Experiments korrekt eingrenzen

B492 A Nein, die Uratmosphäre war weitgehend sauerstofffrei

War in der Uratmosphäre der Erde freier Sauerstoff in nennenswerter Menge vorhanden?

Richtig ist die Antwort „Nein, die Uratmosphäre war weitgehend sauerstofffrei“. Die Uratmosphäre der frühen Erde enthielt praktisch keinen freien Sauerstoff. Man nimmt an, dass sie aus Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Methan, Ammoniak und Wasserstoff bestand, also aus Gasen mit reduzierendem Charakter. Das ist kein Nebenaspekt, sondern eine Voraussetzung für die chemische Evolution, denn Sauerstoff ist ein starkes Oxidationsmittel und hätte die eben erst entstandenen organischen Moleküle sofort wieder zerstört. Freier Sauerstoff kam erst mit den Cyanobakterien in die Atmosphäre.

Die Antwort „Ja, der Sauerstoffgehalt war identisch mit dem heutigen“ ist falsch: Der heutige Anteil von etwa einundzwanzig Prozent ist das Ergebnis von Milliarden Jahren Photosynthese und nicht der Ausgangszustand.

Die Antwort „Ja, der Sauerstoffgehalt war höher als heute“ ist falsch: Ein noch höherer Gehalt als heute hätte die Entstehung organischer Moleküle erst recht verhindert.

Die Antwort „Nein, es gab überhaupt keine Gase in der Uratmosphäre“ ist falsch: Gase gab es sehr wohl, nur eben andere als heute. Eine Erde ganz ohne Atmosphäre passt zu keinem der gängigen Modelle.

Die Antwort „Ja, aber nur in Form von Ozon“ ist falsch: Ozon entsteht überhaupt erst aus Sauerstoff. Ohne freien Sauerstoff kann es folglich auch keine Ozonschicht geben – weshalb die frühe Erdoberfläche ungeschützt der ultravioletten Strahlung ausgesetzt war.

Zum Weiterdenken: Die Ozonschicht setzt Sauerstoff voraus, und Sauerstoff stammt aus der Photosynthese. Was folgt daraus für die Frage, wo das früheste Leben überhaupt überdauern konnte?

MERKE

Ohne Sauerstoff keine Oxidation, ohne Sauerstoff aber auch kein Ozonschild.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Zusammensetzung der Uratmosphäre einordnen

B493 C Entstehung organischer Moleküle aus anorganischen Ausgangsstoffen

Was konnte Miller durch sein Experiment nachweisen?

Richtig ist die Antwort „Entstehung organischer Moleküle aus anorganischen Ausgangsstoffen“. Miller wies nach, dass sich aus anorganischen Ausgangsstoffen unter energiereichen Bedingungen organische Moleküle bilden. Im Kolben fanden sich nach wenigen Tagen mehrere Aminosäuren, darunter Glycin und Alanin, sowie weitere einfache organische Verbindungen. Entscheidend für das Verständnis ist die Richtung: von anorganisch zu organisch.

Die Antwort „Entstehung von CH₄ als Endprodukt ohne weitere Reaktion“ ist falsch: Methan war ein Ausgangsstoff des Versuchs und nicht sein Ergebnis. Wer diese Antwort wählt, verwechselt Anfang und Ende der Reaktionskette.

Die Antwort „Nachweis von DNA in der Ursuppe“ ist falsch: DNA entstand im Versuch nicht. Nachgewiesen wurden Bausteine wie Aminosäuren, nicht fertige Informationsmoleküle.

Die Antwort „Nachweis lebender Zellen“ ist falsch: Lebende Zellen bildeten sich nicht, und Miller hat das auch nie behauptet.

Die Antwort „Nachweis von Sauerstoff in der Uratmosphäre“ ist falsch: Sauerstoff war im Versuchsaufbau bewusst nicht enthalten, weil man die Uratmosphäre als sauerstofffrei annimmt. Wäre er dabei gewesen, hätte er die entstandenen Moleküle sofort wieder zerstört.

Zum Weiterdenken: Der Versuch bildete gerade nicht die heutigen, sondern die vermuteten damaligen Bedingungen nach. Was bedeutet das für die Aussagekraft, wenn sich unsere Vorstellung von der Uratmosphäre später ändert?

MERKE

Anorganisch hinein, organisch heraus – Methan war Zutat, nicht Ergebnis.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Ausgangsstoffe und Ergebnis des Miller-Versuchs auseinanderhalten

B494 D Aus anorganischen Ausgangsstoffen entstanden durch abiotische Synthese organische Moleküle

Was zeigte das Miller-Urey-Experiment?

Richtig ist die Antwort „Aus anorganischen Ausgangsstoffen entstanden durch abiotische Synthese organische Moleküle“. Abiotisch bedeutet ohne Beteiligung von Lebewesen. Genau darin liegt der Kern des Versuchs von Miller und Urey: In der Apparatur war kein einziger Organismus vorhanden, und dennoch entstanden aus dem anorganischen Gasgemisch unter elektrischen Entladungen organische Moleküle, insbesondere Aminosäuren. Damit war gezeigt, dass die Bausteine des Lebens auf rein chemischem Weg entstehen können.

Die Antwort „Es wurden lebende Zellen synthetisiert“ ist falsch: Lebende Zellen wurden nicht hergestellt. Der Versuch endete auf der Stufe einfacher Moleküle.

Die Antwort „Es wurde bewiesen, dass Leben nur aus organischen Stoffen entstehen kann“ ist falsch: Bewiesen wurde das Gegenteil, nämlich dass organische Stoffe eben nicht zwingend aus organischen Stoffen stammen müssen.

Die Antwort „Es wurde DNA nachgewiesen“ ist falsch: DNA wurde im Versuch nicht nachgewiesen. Nukleinsäuren sind weit komplexer als die entstandenen Aminosäuren.

Die Antwort „Es wurde Sauerstoff nachgewiesen“ ist falsch: Sauerstoff war bewusst nicht Teil des Gasgemisches, weil die Uratmosphäre als sauerstofffrei gilt.

Zum Weiterdenken: Das Wort abiotisch entscheidet hier über richtig und falsch. Wie hilft es dir generell, unbekannte Fachbegriffe in ihre Wortbausteine zu zerlegen?

MERKE

Abiotisch heißt ohne Lebewesen — Miller brauchte kein Leben, um Bausteine des Lebens zu erzeugen.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Den Begriff der abiotischen Synthese auf das Miller-Urey-Experiment anwenden

B495 D Abiotische Synthese von organischen Molekülen

Was wurde durch das Miller-Urey-Experiment nachgewiesen?

Richtig ist die Antwort „Abiotische Synthese von organischen Molekülen“. Nachgewiesen wurde die abiotische Synthese organischer Moleküle, also ihre Entstehung ohne Beteiligung von Lebewesen aus anorganischen Ausgangsstoffen. Diese Formulierung trifft beides zugleich: die Herkunft der Ausgangsstoffe und die Abwesenheit jeder biologischen Mitwirkung.

Die Antwort „Entstehung größerer organischer Moleküle aus kleineren“ ist falsch: Dass größere organische Moleküle aus kleineren entstehen, beschreibt einen

späteren Schritt der chemischen Evolution, die Polymerisation. Millers Versuch setzte dagegen bei anorganischen Gasen an.

Die Antwort „Synthese von biotischen Materialien von Organismen“ ist falsch: Von Organismen hergestellte Stoffe wären gerade nicht abiotisch. Im Kolben befand sich kein einziger Organismus.

Die Antwort „Synthese von abiotischen Materialien von Organismen“ ist falsch: Die Wortkombination ist in sich widersprüchlich, denn was von Organismen stammt, ist nicht abiotisch.

Die Antwort „Entstehung lebender Zellen aus anorganischen Stoffen“ ist falsch: Lebende Zellen entstanden nicht. Zwischen Aminosäuren und einer Zelle liegen zahlreiche ungeklärte Zwischenschritte.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten klingen fast gleich und meinen doch Verschiedenes. Wie kannst du dir angewöhnen, bei solchen Paaren gezielt nach dem einen unterscheidenden Wort zu suchen?

MERKE

Von anorganisch zu organisch, und das ganz ohne Lebewesen.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Aussage des Versuchs gegen ähnlich klingende Formulierungen abgrenzen

B496 C organische Moleküle konnten im Labor mittels abiotischer Synthese simuliert werden (Millersche Apparatur)

Was wurde durch das Miller-Urey-Experiment gezeigt?

Richtig ist die Antwort „organische Moleküle konnten im Labor mittels abiotischer Synthese simuliert werden (Millersche Apparatur)“. Miller baute eine Apparatur, die die vermuteten Bedingungen der frühen Erde im Kleinen nachstellte: ein Kolben mit Wasser für den Ozean, ein Gasraum mit Methan, Ammoniak und Wasserstoff für die Uratmosphäre, Elektroden für die Blitze und ein Kühler, der die Produkte zurück ins Wasser regnen ließ. In diesem geschlossenen Kreislauf entstanden organische Moleküle auf abiotischem Weg. Es handelte sich also um eine Nachstellung im Labor, nicht um eine Beobachtung der Urzeit selbst.

Die Antwort „organische Moleküle entstanden nur aus einfachen Mikroorganismen“ ist falsch: Mikroorganismen waren nicht beteiligt, denn die Apparatur war steril. Genau das macht den Befund erst aussagekräftig.

Die Antwort „Miller konnte im Experiment lebende Zellen synthetisieren“ ist falsch: Lebende Zellen entstanden nicht, sondern lediglich einfache Bausteine.

Die Antwort „Das Experiment widerlegte die Theorie der abiotischen Synthese“ ist falsch: Der Versuch stützte die Annahme der abiotischen Synthese und widerlegte sie nicht.

Die Antwort „Miller wies die Entstehung von DNA aus anorganischen Stoffen nach“ ist falsch: DNA wurde nicht nachgewiesen. Aminosäuren sind Bausteine von Proteinen, nicht von Nukleinsäuren.

Zum Weiterdenken: Eine Nachstellung im Labor zeigt, dass etwas möglich ist, nicht dass es tatsächlich so geschah. Warum ist dieser Unterschied für die Bewertung des Versuchs entscheidend?

MERKE

Die Millersche Apparatur stellt die Urerde nach — sie beweist Möglichkeit, nicht Geschichte.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Den Versuchscharakter der Millerschen Apparatur einordnen

B497 D Abiotische Synthese von kleinen Mengen organischer Moleküle in der Uratmosphäre

Was beschreibt das Miller-Experiment?

Richtig ist die Antwort „Abiotische Synthese von kleinen Mengen organischer Moleküle in der Uratmosphäre“. Die Formulierung trifft gleich drei Punkte: Die Synthese verlief abiotisch, sie brachte organische Moleküle hervor, und die Mengen waren klein. Tatsächlich fanden sich nach etwa einer Woche nur Spuren, doch gerade weil überhaupt etwas entstand, war der Befund bedeutsam. Zudem nennt die Aussage den Bezug zur Uratmosphäre und macht damit deutlich, dass die nachgestellten Bedingungen entscheidend waren.

Die Antwort „Die Entstehung einfacher Lebensformen aus organischen Molekülen“ ist falsch: Die Entstehung einfacher Lebensformen aus organischen Molekülen ist der nächste, weit größere Schritt, den der Versuch gerade nicht zeigt.

Die Antwort „Der direkte Nachweis der Entstehung einer lebenden Zelle im Labor“ ist falsch: Eine lebende Zelle entstand im Labor nicht.

Die Antwort „Die Entdeckung der DNA-Doppelhelix“ ist falsch: Die Doppelhelix beschrieben Watson und Crick, und zwar mit ganz anderen Methoden, nämlich anhand von Röntgenbeugungsbildern.

Die Antwort „Die Entstehung der ersten Protobionten im Labor“ ist falsch: Protobionten sind umhüllte Tröpfchen organischer Moleküle. Miller erzeugte einzelne Moleküle, aber keine abgegrenzten Gebilde.

Zum Weiterdenken: Die Ausbeute war winzig, der Zeitraum der frühen Erde dagegen Hunderte Millionen Jahre. Wie verändert dieser Maßstab die Bewertung eines Ergebnisses, das im Labor nur Spuren liefert?

MERKE

Kleine Mengen, aber überhaupt welche — im Zeitmaßstab der Urerde genügt das.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Größenordnung des Ergebnisses im Miller-Versuch einschätzen

Endosymbiontentheorie

B498 B Mitochondrien und Plastiden teilen sich nur aus Ihresgleichen

Welche Aussage zur Endosymbiontentheorie stimmt?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrien und Plastiden teilen sich nur aus Ihresgleichen“. Mitochondrien und Plastiden entstehen niemals neu, sondern gehen stets aus bereits vorhandenen durch Teilung hervor — sie vermehren sich also aus ihresgleichen, ganz wie Bakterien. Dieser Befund ist eines der stärksten Argumente der Endosymbiontentheorie, nach der beide Organellen aus Bakterien hervorgingen, die vor sehr langer Zeit von einer Urzelle aufgenommen wurden und in ihr weiterlebten. Dazu passen die Doppelmembran, die eigene ringförmige DNA und die eigenen Ribosomen vom bakteriellen 70S-Typ.

Die Antwort „Mitochondrien können unabhängig von der Zelle überleben“ ist falsch: Unabhängig überleben können Mitochondrien gerade nicht. Im Lauf der Evolution wanderte der Großteil ihrer Gene in den Zellkern, sodass sie heute vollständig auf Proteine angewiesen sind, die die Wirtszelle für sie herstellt.

Die Antwort „Mitochondrien besitzen keine eigene DNA“ ist falsch: Eine eigene DNA besitzen Mitochondrien sehr wohl, und zwar ein ringförmiges Molekül mit 37 Genen, das rein mütterlich vererbt wird.

Die Antwort „Mitochondrien entstehen durch Neubildung aus dem endoplasmatischen Retikulum“ ist falsch: Eine Neubildung aus dem endoplasmatischen Retikulum findet nicht statt. Genau das wäre der Gegenentwurf zur Endosymbiontentheorie.

Die Antwort „Plastiden besitzen keine eigenen Ribosomen“ ist falsch: Plastiden besitzen eigene Ribosomen, die sich in ihrer Größe von denen des Zytosols unterscheiden.

Zum Weiterdenken: Die meisten mitochondrialen Gene liegen heute im Zellkern. Was sagt diese Verlagerung über das Verhältnis von Wirt und ehemaligem Symbionten aus?

MERKE

Mitochondrien entstehen nur aus Mitochondrien — Doppelmembran, Ringgenom und 70S-Ribosomen verraten die bakterielle Herkunft.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Vermehrung von Mitochondrien als Beleg der Endosymbiontentheorie erkennen

B499 A Mitochondrien können sich nur durch Teilung ihresgleichen vermehren

Was besagt die Endosymbiontentheorie?

Richtig ist die Antwort „Mitochondrien können sich nur durch Teilung ihresgleichen vermehren“. Mitochondrien vermehren sich ausschließlich durch Teilung bereits vorhandener Mitochondrien und werden niemals neu gebildet. Dieses Verhalten ist der bakteriellen Zellteilung nachempfunden und stützt die Endosymbiontentheorie, nach der Mitochondrien von aufgenommenen Bakterien abstammen. Wird eine Zelle geteilt, verteilt sie ihren vorhandenen Bestand an Mitochondrien auf die Tochterzellen.

Die Antwort „Mitochondrien können unabhängig vom Kerngenom vollständig autonom überleben“ ist falsch: Vollständig autonom sind Mitochondrien schon lange nicht mehr. Ihr eigenes Genom umfasst nur 37 Gene, während die weit über tausend Proteine, die sie brauchen, im Zellkern kodiert und von dort geliefert werden.

Die Antwort „Mitochondrien besitzen eine strangförmige, wie Chromosomen angeordnete DNA“ ist falsch: Die mitochondriale DNA ist ringförmig geschlossen, so wie bei Bakterien, und gerade nicht strangförmig wie die Chromosomen im Zellkern. Genau dieser Unterschied ist ein Argument für die Theorie.

Die Antwort „Mitochondrien entstehen neu aus dem endoplasmatischen Retikulum“ ist falsch: Eine Neubildung aus dem endoplasmatischen Retikulum findet nicht statt und widerspricht dem Kern der Theorie.

Die Antwort „Mitochondrien besitzen keine eigenen Ribosomen“ ist falsch: Eigene Ribosomen besitzen Mitochondrien sehr wohl, und zwar vom bakteriellen 70S-Typ. Deshalb wirken manche Antibiotika, die auf 70S-Ribosomen zielen, in hoher Dosis auch auf menschliche Mitochondrien.

Zum Weiterdenken: Antibiotika gegen bakterielle Ribosomen können in hoher Dosis auch Mitochondrien treffen. Welche Vorhersage der Endosymbiontentheorie wird durch diese Nebenwirkung bestätigt?

MERKE

Ringförmige DNA, 70S-Ribosomen, Teilung aus ihresgleichen — drei Argumente, ein Ursprung.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Aussagen der Endosymbiontentheorie von falschen Zusätzen trennen

B500 D Chloroplasten können außerhalb der Pflanzenzelle eigenständig überleben und sich teilen

Welche Aussage zur Endosymbiontentheorie ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Chloroplasten können außerhalb der Pflanzenzelle eigenständig überleben und sich teilen“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Chloroplasten

können außerhalb der Pflanzenzelle nicht eigenständig überleben und sich dort auch nicht teilen. Im Lauf der Evolution ist der weitaus größte Teil ihrer ursprünglichen Gene in den Zellkern gewandert, sodass sie heute vollständig auf Proteine angewiesen sind, die die Wirtszelle liefert. Sie sind also keine Untermieter mehr, die jederzeit ausziehen könnten, sondern feste Bestandteile der Zelle.

Die Antwort „Mitochondrien besitzen eine Doppelmembran“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Die Doppelmembran gilt als Überrest der Aufnahme durch Endozytose, bei der die äußere Membran vom Wirt und die innere vom aufgenommenen Bakterium stammt.

Die Antwort „Mitochondrien besitzen eigene Ribosomen, die sich von denen der übrigen Zelle unterscheiden“ ist richtig: Die Ribosomen der Mitochondrien sind vom 70S-Typ und unterscheiden sich damit von den 80S-Ribosomen des Zytoplasmas.

Die Antwort „Mitochondrien und Chloroplasten stammen von endosymbiotischen Bakterien ab“ ist richtig: Genau das ist die Kernaussage der Endosymbiontentheorie.

Die Antwort „Mitochondrien besitzen eigene, ringförmige DNA“ ist richtig: Die mitochondriale DNA ist ein ringförmig geschlossenes Molekül, wie man es von Bakterien kennt.

Zum Weiterdenken: Alle Argumente sprechen für eine bakterielle Herkunft, und doch sind die Organellen heute unselbständig. Wie passt beides zusammen, wenn man Evolution als Prozess über sehr lange Zeiträume denkt?

MERKE

Bakterielle Herkunft ja, bakterielle Selbständigkeit nein — die Gene sind längst in den Kern gewandert.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Grenzen der Eigenständigkeit von Mitochondrien und Chloroplasten erkennen

EVOLUTIONSTHEORIE

Darwin

B501 B Die am besten an ihre Umwelt angepassten Individuen haben die größten Fortpflanzungschancen

Welche Aussage entspricht einer Grundaussage der Evolutionstheorie Darwins?

Richtig ist die Antwort „Die am besten an ihre Umwelt angepassten Individuen haben die größten Fortpflanzungschancen“. Der Kern der Darwinschen Theorie liegt darin, dass innerhalb einer Art natürliche Unterschiede bestehen und dass diejenigen Individuen, deren Merkmale am besten zu den herrschenden Umweltbedingungen passen, mehr überlebende Nachkommen hinterlassen. Entscheidend ist der Fortpflanzungserfolg und nicht das bloße Überleben, denn ein sehr langlebiges Tier ohne Nachkommen hinterlässt evolutionär keine Spur.

Die Antwort „Nur die körperlich stärksten Individuen überleben“ ist falsch: Das ist die bekannteste Fehldeutung. Der englische Begriff fitness meint Passung an die Umwelt und nicht Körperkraft. In vielen Lebensräumen ist Tarnung, Genügsamkeit oder frühe Fortpflanzung weit vorteilhafter als Stärke.

Die Antwort „Alle Individuen einer Art entwickeln sich in dieselbe Richtung“ ist falsch: Eine gemeinsame Richtung gibt es nicht. Gerade die Vielfalt innerhalb einer Art ist die Voraussetzung dafür, dass Auslese überhaupt ansetzen kann.

Die Antwort „Erworbene Eigenschaften werden direkt vererbt“ ist falsch: Die Vererbung erworbener Eigenschaften stammt von Lamarck und gilt in dieser Form als widerlegt. Vererbt wird, was in den Keimzellen steht.

Die Antwort „Evolution verläuft immer zielgerichtet auf höhere Komplexität hin“ ist falsch: Ein Ziel verfolgt die Evolution nicht. Sie wirkt immer nur auf die gerade herrschenden Bedingungen, und Rückbildungen kommen ebenso vor wie Zunahmen an Komplexität.

Zum Weiterdenken: Bandwürmer haben im Lauf ihrer Entwicklung Organe verloren und sind dennoch sehr erfolgreich. Wie widerlegt dieses Beispiel die Vorstellung einer zielgerichteten Höherentwicklung?

MERKE

Fitness heißt Passung, nicht Kraft — und gezählt werden Nachkommen, nicht Lebensjahre.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Darwins Kernaussage von verbreiteten Fehldeutungen trennen

B502 C Lebewesen mit einer hohen Zahl an fortpflanzungsfähigen Nachkommen

Welche Lebewesen sind laut Darwin am erfolgreichsten?

Richtig ist die Antwort „Lebewesen mit einer hohen Zahl an fortpflanzungsfähigen Nachkommen“. Erfolg misst sich in der Evolution allein daran, wie viele fortpflanzungsfähige Nachkommen ein Individuum hinterlässt. Nur was in die nächste Generation gelangt, wirkt sich auf den Genpool aus. Deshalb sind Merkmale vorteilhaft, die die Zahl überlebender Nachkommen erhöhen, selbst wenn sie dem einzelnen Lebewesen Nachteile bringen — ein auffälliges Federkleid etwa macht angreifbar und verbessert doch die Aussichten auf Fortpflanzung.

Die Antwort „Lebewesen, die am wenigsten mit anderen konkurrieren“ ist falsch: Geringe Konkurrenz kann günstig sein, ist aber nicht das Maß des Erfolgs. Auch in stark umkämpften Lebensräumen gibt es sehr erfolgreiche Arten.

Die Antwort „Lebewesen, die eine ökologische Nische besetzen“ ist falsch: Das Besetzen einer ökologischen Nische beschreibt einen Weg zum Erfolg, nicht den Erfolg

selbst. Gemessen wird am Ende wieder an den Nachkommen.

Die Antwort „Lebewesen mit der größten Körperkraft“ ist falsch: Körperkraft ist die klassische Fehldeutung von fitness. In den meisten Lebensräumen entscheidet sie gar nichts.

Die Antwort „Lebewesen mit der längsten Lebensdauer“ ist falsch: Eine lange Lebensdauer nützt evolutionär nichts, wenn keine Nachkommen entstehen. Manche Arten sterben unmittelbar nach der Fortpflanzung und sind dennoch erfolgreich.

Zum Weiterdenken: Ein Lachs stirbt kurz nach dem Laichen, ein Papagei kann Jahrzehnte leben. Warum lassen sich beide Lebensweisen als erfolgreich bezeichnen?

MERKE

Evolutionärer Erfolg zählt Enkel, nicht Muskeln und nicht Lebensjahre.

LEHRTEXT IM KURS**Evolution**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Evolutionären Erfolg über den Fortpflanzungserfolg definieren

B503 B Arten mit den meisten fortpflanzungsfähigen Nachkommen setzen sich durch

Was besagt Darwins Theorie?

Richtig ist die Antwort „Arten mit den meisten fortpflanzungsfähigen Nachkommen setzen sich durch“. Auch in dieser Fassung läuft die Antwort auf den Fortpflanzungserfolg hinaus: Es setzen sich diejenigen durch, die die meisten fortpflanzungsfähigen Nachkommen hinterlassen. Der Zusatz fortpflanzungsfähig ist dabei kein Beiwerk, denn Nachkommen, die selbst keine Nachkommen bekommen, tragen nichts zum Genpool der übernächsten Generation bei.

Die Antwort „Der stärkste überlebt“ ist falsch: Der Stärkste überlebt nicht zwangsläufig. Diese Verkürzung stammt aus einer populären Übersetzung und verzerrt Darwins Gedanken.

Die Antwort „Alle Arten entwickeln sich gleich schnell“ ist falsch: Verschiedene Arten entwickeln sich unterschiedlich schnell, abhängig unter anderem von Generationsdauer und Selektionsdruck. Bakterien verändern sich in Wochen, große Säugetiere über Jahrtausende.

Die Antwort „Erworbene Eigenschaften werden direkt vererbt“ ist falsch: Die Vererbung erworbener Eigenschaften ist Lamarcks Vorstellung und nicht Darwins.

Die Antwort „Evolution ist immer zielgerichtet“ ist falsch: Eine Zielrichtung gibt es nicht. Evolution ist ein Prozess ohne Plan, der stets nur auf die gegenwärtigen Bedingungen antwortet.

Zum Weiterdenken: In mehreren Jahrgängen wurden dieselben vier Fehldeutungen als Distraktoren angeboten. Wie hilft es dir, diese vier einmal bewusst zu benennen, statt

jede Aufgabe neu zu durchdenken?

MERKE

Vier Dauerfehler: der Stärkste, das Ziel, Lamarck und die gleiche Geschwindigkeit.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Darwins Aussage in einer weiteren Formulierung wiedererkennen

B504 D Laut Darwin überlebt stets der Stärkste

Welche Aussage über Darwin ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Laut Darwin überlebt stets der Stärkste“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Dass stets der Stärkste überlebe, hat Darwin nie behauptet. Der Ausdruck survival of the fittest stammt von Herbert Spencer und wurde erst später in Darwins Werk aufgenommen; fit bedeutet dabei passend und nicht kräftig. Gemeint ist die beste Passung zwischen Merkmalen und Umweltbedingungen, und die kann in Tarnung, Genügsamkeit, Krankheitsresistenz oder früher Geschlechtsreife bestehen.

Die Antwort „Darwin gilt als Begründer der Evolutionstheorie“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Darwin gilt gemeinsam mit Alfred Russel Wallace als Begründer der Evolutionstheorie durch natürliche Auslese.

Die Antwort „Survival of the fittest“ bezieht sich auf die beste Anpassung, nicht nur auf Stärke“ ist richtig: Genau das ist die zutreffende Deutung des Begriffs.

Die Antwort „Darwin beschrieb die natürliche Selektion“ ist richtig: Die natürliche Selektion ist der von Darwin beschriebene Mechanismus, der aus der vorhandenen Vielfalt auswählt.

Die Antwort „Nach Darwin setzen sich die am besten angepassten Individuen durch“ ist richtig: Es setzen sich die am besten angepassten Individuen durch, gemessen an ihrem Fortpflanzungserfolg.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten dieser Aufgabe widersprechen einander unmittelbar. Wie kannst du solche Gegensatzpaare nutzen, um die gesuchte Aussage schneller einzukreisen?

MERKE

Fit heißt passend, nicht stark — und der Satz stammt ursprünglich nicht einmal von Darwin.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Fehldeutung vom Überleben des Stärksten erkennen

B505 D Die stärksten Individuen setzen sich durch.

Welche Aussage zu Darwins Evolutionstheorie ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Die stärksten Individuen setzen sich durch“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Nicht die stärksten Individuen setzen sich durch, sondern die am besten an ihre Umwelt angepassten, gemessen an der Zahl fortpflanzungsfähiger Nachkommen. Stärke ist nur in wenigen Lebensräumen überhaupt der entscheidende Faktor.

Die Antwort „Die am besten angepassten Individuen setzen sich durch“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Die am besten angepassten Individuen setzen sich tatsächlich durch, und genau das meint der Begriff der Fitness.

Die Antwort „Die Individuen, mit den meisten fortpflanzungsfähigen Nachkommen, setzen sich durch“ ist richtig: Der Fortpflanzungserfolg ist das eigentliche Maß der Auslese.

Die Antwort „Darwin ist der Begründer der Evolutionstheorie“ ist richtig: Darwin gilt als Begründer der Evolutionstheorie.

Die Antwort „Das bekannte Buch von Darwin heißt „On the Origin of Species““ ist richtig: Sein Hauptwerk erschien 1859 unter dem Titel „On the Origin of Species“ und beschrieb die Entstehung der Arten durch natürliche Auslese.

Zum Weiterdenken: Zwei der richtigen Aussagen beschreiben denselben Gedanken einmal über die Anpassung und einmal über die Nachkommenzahl. Warum sind das keine zwei verschiedenen Dinge, sondern zwei Seiten derselben Aussage?

MERKE

Angepasst schlägt stark — und gemessen wird immer in Nachkommen.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Falsche Aussagen zur Evolutionstheorie sicher aussortieren

B506 C Durch den Gebrauch oder Nichtgebrauch von Organen prägen sich diese aus oder verkümmern

Welche Aussage zu Darwins Evolutionstheorie ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Durch den Gebrauch oder Nichtgebrauch von Organen prägen sich diese aus oder verkümmern“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Der Gedanke, Organe prägen sich durch Gebrauch aus und verkümmerten durch Nichtgebrauch, stammt von Jean-Baptiste de Lamarck und gehört nicht zu Darwins Theorie. Lamarck nahm an, dass ein Lebewesen im Laufe seines Lebens erworbene Veränderungen an seine Nachkommen weitergibt — die Giraffe, die sich nach Blättern streckt und deshalb Junge mit längeren Hälsen bekommt. Darwin

erklärt dasselbe Ergebnis anders: Die Halslänge schwankt von vornherein, und die Tiere mit längeren Hälsen hinterlassen mehr Nachkommen.

Die Antwort „2 Nachkommen reichen aus für die Erhaltung der Art“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Rechnerisch genügen zwei überlebende Nachkommen je Elternpaar, um den Bestand einer Art zu erhalten.

Die Antwort „Es werden immer mehr Nachkommen produziert als für das Überleben der Art notwendig wären“ ist richtig: Es werden weit mehr Nachkommen erzeugt, als überleben können, und genau dieses Überangebot schafft den Wettbewerb, an dem die Auslese ansetzt.

Die Antwort „Es gibt eine natürliche Variation innerhalb einer Art“ ist richtig: Die natürliche Variation innerhalb einer Art ist die Voraussetzung dafür, dass Selektion überhaupt etwas auswählen kann.

Die Antwort „Individuen mit vorteilhaften Merkmalen haben einen Selektionsvorteil“ ist richtig: Individuen mit vorteilhaften Merkmalen haben einen Selektionsvorteil und hinterlassen mehr Nachkommen.

Zum Weiterdenken: Lamarck und Darwin erklären den langen Hals der Giraffe auf ganz verschiedene Weise. An welcher Stelle genau unterscheiden sich die beiden Erklärungen?

MERKE

Gebrauch und Nichtgebrauch ist Lamarck — bei Darwin ist die Vielfalt schon vorher da.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Lamarcks Gedanken von Darwins Theorie unterscheiden

Evolutionsfaktoren

B507 E Panmixie

Was beeinträchtigt gemäß dem Hardy-Weinberg-Gesetz NICHT die Stabilität des Genpools?

Richtig ist die Antwort „Panmixie“. Das Hardy-Weinberg-Gesetz beschreibt eine gedachte Population, in der die Allelhäufigkeiten p und q mit $p + q = 1$ unverändert bleiben und sich die Genotypen nach $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ verteilen. Dafür müssen fünf Bedingungen erfüllt sein, nämlich eine sehr große Population, keine Selektion, keine Mutation, keine Migration und Panmixie, also völlig zufällige Paarung ohne jede Vorliebe. Panmixie ist damit keine Störung, sondern im Gegenteil eine der Voraussetzungen für die Stabilität.

Die Antwort „Kleine Population“ ist falsch: Eine kleine Population ist eine Störung, denn dort wirkt sich der Zufall über die Gendrift stark aus.

Die Antwort „Gendrift“ ist falsch: Die Gendrift ist geradezu der Musterfall einer Störung des Gleichgewichts.

Die Antwort „Migration“ ist falsch: Migration bringt fremde Allele hinein oder trägt eigene hinaus und verschiebt damit die Häufigkeiten.

Die Antwort „Selektion“ ist falsch: Selektion begünstigt bestimmte Allele und verändert die Zusammensetzung des Genpools zwangsläufig.

Zum Weiterdenken: Keine reale Population erfüllt alle fünf Bedingungen. Worin liegt dann der Nutzen eines Modells, von dem man von vornherein weiß, dass es so nicht vorkommt?

MERKE

$p^2 + 2pq + q^2 = 1$ — Panmixie gehört zu den Bedingungen, nicht zu den Störungen.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Voraussetzungen des Hardy-Weinberg-Gesetzes von den Störfaktoren trennen

B508 C Die Auswirkung des Gendrifts nimmt indirekt proportional zur Größe der Population zu.

Welche Aussage zu Hardy-Weinberg-Gesetz und Gendrift ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Auswirkung des Gendrifts nimmt indirekt proportional zur Größe der Population zu“. Die Wirkung der Gendrift verhält sich umgekehrt zur Populationsgröße, denn die zufällige Streuung der

Allelhäufigkeit nimmt mit $\sigma \propto \frac{1}{\sqrt{N}}$ ab: Je kleiner die Population, desto stärker schlagen zufällige Schwankungen durch. Anschaulich wird das am Vergleich mit dem Münzwurf, denn bei zehn Würfeln weicht das Ergebnis leicht deutlich von der Hälfte ab, bei zehntausend Würfeln kaum noch. Genauso gleichen sich in einer großen Population zufällige Abweichungen gegenseitig aus, während in einer kleinen ein einzelner Zufall den ganzen Genpool verschieben kann.

Die Antwort „Das Hardy-Weinberg-Gesetz berücksichtigt reale Lebensbedingungen wie sie vorzufinden sind“ ist falsch: Das Hardy-Weinberg-Gesetz beschreibt ausdrücklich eine Idealpopulation und lässt reale Bedingungen bewusst außer Acht. Genau darin liegt sein Nutzen als Vergleichsmaßstab.

Die Antwort „Gendrift hat in großen Populationen die stärksten Auswirkungen“ ist falsch: In großen Populationen ist die Wirkung der Gendrift am schwächsten, nicht am stärksten.

Die Antwort „Migration verändert die Allelfrequenz eines Genpools nicht“ ist falsch: Migration verändert die Allelhäufigkeit sehr wohl, indem Individuen mit ihren Allelen zu- oder abwandern.

Die Antwort „Natürliche Selektion spielt beim Hardy-Weinberg-Gesetz die zentrale Rolle“ ist falsch: Die natürliche Selektion ist im Hardy-Weinberg-Modell gerade ausgeschlossen, denn das Modell beschreibt den Zustand ohne jede Auslese.

Zum Weiterdenken: Bei wenigen Münzwürfen weicht das Ergebnis stark vom Erwartungswert ab, bei vielen kaum. Wie überträgt sich dieser Gedanke unmittelbar auf die

Gendrift?

MERKE

$\sigma \propto \frac{1}{\sqrt{N}}$ – kleine Population, große Wirkung des Zufalls.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Den Zusammenhang zwischen Populationsgröße und Gendrift richtig ausdrücken

B509 D Durch natürliche Selektion bleibt die Allelhäufigkeit in einem Genpool immer konstant

Welche Aussage zur Evolution (Hardy-Weinberg-Gesetz) trifft nicht zu?

Richtig ist die Antwort „Durch natürliche Selektion bleibt die Allelhäufigkeit in einem Genpool immer konstant“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die natürliche Selektion hält die Allelhäufigkeit gerade nicht konstant, sondern verändert sie, indem sie begünstigte Allele häufiger und benachteiligte seltener werden lässt. Konstant bleiben p und q nur im gedachten Hardy-Weinberg-Gleichgewicht $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, und dessen Bedingungen schließen jede Selektion ausdrücklich aus.

Die Antwort „Der Genpool umfasst die Gesamtheit der Gene einer Population“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Der Genpool ist tatsächlich die Gesamtheit aller Allele einer Population.

Die Antwort „Umwelteinflüsse können dazu führen, dass Individuen einer Population unterschiedliche Phänotypen ausbilden“ ist richtig: Umwelteinflüsse können bei gleichem Erbbild zu unterschiedlichen Erscheinungsbildern führen; man spricht von Modifikation, und sie ist nicht erblich.

Die Antwort „Das Hardy-Weinberg-Gesetz gilt nur für ausreichend große Populationen“ ist richtig: Eine ausreichend große Population gehört zu den Voraussetzungen des Gesetzes, weil sonst die Gendrift das Gleichgewicht stört.

Die Antwort „Bei der natürlichen Selektion werden die am besten angepassten Individuen begünstigt“ ist richtig: Bei der natürlichen Selektion werden die am besten angepassten Individuen begünstigt.

Zum Weiterdenken: Selektion und Hardy-Weinberg-Gleichgewicht schließen einander aus. Warum ist gerade der Abstand einer echten Population von diesem Gleichgewicht ein Hinweis darauf, dass Evolution stattfindet?

MERKE

Selektion verschiebt p und q – konstant bleiben sie nur im Modell ohne Selektion.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Wirkung der Selektion auf den Genpool richtig einschätzen

Gendrift

B510 B Der Gendrift ist eine zufällige Veränderung der Allelfrequenz innerhalb eines Genpools

Welche der folgenden Aussagen trifft/treffen auf den Gendrift zu?

Richtig ist die Antwort „Der Gendrift ist eine zufällige Veränderung der Allelfrequenz innerhalb eines Genpools“. Die Gendrift bezeichnet die zufällige Veränderung der Allelhäufigkeiten innerhalb eines Genpools. Sie wirkt ohne Rücksicht darauf, ob ein Allel vorteilhaft ist: Wenn durch Zufall bestimmte Individuen sich fortpflanzen und andere nicht, verschieben sich die Anteile allein deshalb. Besonders stark schlägt das in kleinen Populationen durch, etwa nach einer Katastrophe oder wenn eine kleine Gruppe eine neue Insel besiedelt.

Die Antwort „Der Gendrift hat größere Auswirkungen auf großen Populationen“ ist falsch: Der Zusammenhang ist umgekehrt, denn je kleiner die Population, desto größer die Wirkung des Zufalls. In sehr großen Populationen gleichen sich zufällige Schwankungen weitgehend aus.

Die Antwort „Der Gendrift ist eng gekoppelt („Hand-in-Hand“) mit der natürlichen Selektion“ ist falsch: Die Gendrift wirkt gerade unabhängig von der natürlichen Selektion. Sie kann sogar vorteilhafte Allele verschwinden lassen und nachteilige verbreiten.

Die Antwort „Der Gendrift erhöht die genetische Variabilität“ ist falsch: In aller Regel verringert die Gendrift die genetische Vielfalt, weil Allele durch Zufall vollständig verloren gehen können.

Die Antwort „Der Gendrift ist die Anpassung an zufällige äußere Veränderungen“ ist falsch: Anpassung ist gerade nicht gemeint. Anpassung ist gerichtet, die Gendrift ist ungerichtet.

Zum Weiterdenken: Die Gendrift kann auch günstige Allele auslöschen. Warum ist eine kleine, isolierte Population deshalb genetisch besonders verletzlich?

MERKE

Gendrift ist reiner Zufall, ungerichtet, und je kleiner die Population, desto stärker.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Gendrift als zufällige Veränderung der Allelhäufigkeit definieren

B511 A Zufällige, ungerichtete Veränderung der Allelhäufigkeiten in einer Population, unabhängig von Selektionsvorteilen

Welche Aussage zur Gendrift bzw. zu den Evolutionsfaktoren trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Zufällige, ungerichtete Veränderung der Allelhäufigkeiten in einer Population, unabhängig von Selektionsvorteilen“. Die Gendrift ist die

zufällige, ungerichtete Veränderung der Allelhäufigkeiten in einer Population, und zwar unabhängig davon, ob ein Allel einen Vorteil bringt. Diese Unabhängigkeit vom Selektionsvorteil ist ihr entscheidendes Merkmal und grenzt sie von allen anderen Evolutionsfaktoren ab.

Die Antwort „Gerichtete Veränderung der Allelhäufigkeiten durch Anpassung an die Umwelt“ ist falsch: Eine gerichtete Veränderung durch Anpassung beschreibt die natürliche Selektion. Gerichtet und zufällig schließen einander aus.

Die Antwort „Veränderung des Erbguts durch Mutation einzelner Gene“ ist falsch: Die Veränderung des Erbguts durch Mutation ist ein eigener Evolutionsfaktor. Die Mutation schafft neue Allele, während die Gendrift lediglich die Anteile vorhandener Allele verschiebt.

Die Antwort „Austausch von Genen zwischen verschiedenen Populationen (Genfluss)“ ist falsch: Der Austausch von Genen zwischen Populationen ist der Genfluss und wird durch Ein- und Auswanderung getragen.

Die Antwort „Bevorzugte Vermehrung von Individuen mit vorteilhaften Merkmalen (natürliche Selektion)“ ist falsch: Die bevorzugte Vermehrung von Individuen mit vorteilhaften Merkmalen ist die natürliche Selektion und benennt sich in der Option sogar selbst.

Zum Weiterdenken: Mutation, Rekombination, Gendrift, Genfluss und Selektion greifen an verschiedenen Stellen an. Welche von ihnen schaffen Neues, und welche verteilen nur um?

MERKE

Gendrift ist zufällig und ungerichtet – Selektion ist gerichtet, Mutation schafft neu, Genfluss verschiebt zwischen Populationen.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Evolutionsfaktoren voneinander abgrenzen

B512 A Veränderung der Allelhäufigkeiten durch zufällige äußere Einflüsse wie Umweltkatastrophen

Wie ist Gendrift definiert?

Richtig ist die Antwort „Veränderung der Allelhäufigkeiten durch zufällige äußere Einflüsse wie Umweltkatastrophen“. Die Gendrift verändert die Allelhäufigkeiten durch Zufall, und Umweltkatastrophen sind dafür das anschaulichste Beispiel. Vernichtet ein Vulkanausbruch oder eine Flut den Großteil einer Population, überleben die Übriggebliebenen nicht wegen ihrer Merkmale, sondern weil sie zufällig am richtigen Ort waren. Die wenigen Überlebenden bestimmen anschließend den gesamten Genpool, und man spricht von einem Flaschenhalseffekt.

Die Antwort „Veränderung des Erbguts durch Einflüsse von Viren und Bakterien“ ist falsch: Veränderungen des Erbguts durch Viren und Bakterien wären Mutationen oder Genübertragungen und damit ein anderer Vorgang.

Die Antwort „Gerichtete Anpassung an Umweltbedingungen durch Selektion“ ist falsch: Gerichtete Anpassung durch Selektion ist das genaue Gegenteil der ungerichteten Gendrift.

Die Antwort „Austausch von Allelen zwischen Populationen durch Migration“ ist falsch: Der Austausch von Allelen zwischen Populationen durch Wanderung heißt Genfluss.

Die Antwort „Entstehung neuer Allele durch Mutation“ ist falsch: Die Entstehung neuer Allele ist die Mutation. Die Gendrift schafft nichts Neues, sondern verschiebt nur die Anteile des Vorhandenen.

Zum Weiterdenken: Nach einem Flaschenhals ist die genetische Vielfalt einer Art oft für sehr lange Zeit vermindert. Welche Folgen hat das für ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber neuen Krankheiten?

MERKE

Flaschenhals und Gründereffekt sind Gendrift – der Zufall entscheidet, nicht die Eignung.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Gendrift an einem konkreten Beispiel wiedererkennen

Genetische Rekombination

B513 B Rekombination ist eine epigenetische Modifikation

Welche Aussage zur Rekombination trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Rekombination ist eine epigenetische Modifikation“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die Rekombination ist keine epigenetische Modifikation. Epigenetische Vorgänge wie die DNA-Methylierung oder Histonmodifikationen verändern die Genaktivität, ohne die Basenfolge anzutasten. Die Rekombination greift dagegen unmittelbar in die Anordnung der Erbinformation ein, indem sie in der Meiose Chromosomenabschnitte tatsächlich neu zusammenstellt.

Die Antwort „Erhöht die Variabilität in einer Population“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Die Rekombination erhöht die Variabilität erheblich, weil aus den vorhandenen Allelen ständig neue Kombinationen entstehen.

Die Antwort „Änderung des Genotyps & Phänotyps“ ist richtig: Neue Allelkombinationen bedeuten einen veränderten Genotyp, und über diesen ändert sich in der Regel auch das Erscheinungsbild.

Die Antwort „findet während der Meiose statt“ ist richtig: Das Crossing-over findet in der Prophase der ersten Reifeteilung statt, die zufällige Verteilung der

Chromosomen in der Anaphase I.

Die Antwort „Rekombination trägt zur genetischen Vielfalt einer Art bei“ ist richtig: Zusammen mit der Mutation ist die Rekombination die wichtigste Quelle genetischer Vielfalt, wobei die Mutation neue Allele hervorbringt und die Rekombination sie neu mischt.

Zum Weiterdenken: Mutation schafft neue Allele, Rekombination mischt vorhandene neu. Warum reicht die Rekombination allein nicht aus, um dauerhaft neue Möglichkeiten hervorzubringen?

MERKE

Epigenetik ändert die Lautstärke, Rekombination ändert die Anordnung.

LEHRTEXT IM KURS

Evolution

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Rekombination von epigenetischer Regulation abgrenzen

Ökologie**WECHSELBEZIEHUNGEN ZW. ORGANISMUS UND UMWELT**

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B514 D Nicht verwandte Arten, die sich in geographisch verschiedenen Lebensräumen ähnlich entwickeln

Was versteht man unter Konvergenz in der Ökologie?

Richtig ist die Antwort „Nicht verwandte Arten, die sich in geographisch verschiedenen Lebensräumen ähnlich entwickeln“. Konvergenz bedeutet, dass nicht verwandte Arten unter ähnlichen Umweltbedingungen ähnliche Merkmale entwickeln. Die stromlinienförmige Gestalt von Hai, Delfin und Ichthyosaurier ist das bekannteste Beispiel: Drei völlig verschiedene Tiergruppen, aber dieselbe Anforderung, sich rasch durch Wasser zu bewegen. Solche Merkmale nennt man analog — sie sehen ähnlich aus und haben doch verschiedene Ursprünge.

Die Antwort „Verwandte Arten entwickeln sich in unterschiedlichen Lebensräumen auseinander (Divergenz)“ ist falsch: Das Auseinanderentwickeln verwandter Arten ist die Divergenz, also der Gegenbegriff.

Die Antwort „Zwei Arten konkurrieren um dieselbe ökologische Nische“ ist falsch: Der Wettbewerb um dieselbe Nische ist Konkurrenz.

Die Antwort „Eine Art passt sich direkt an eine andere Art an (Koevolution)“ ist falsch: Die wechselseitige Anpassung zweier Arten aneinander heißt Koevolution, wie bei Blüte und Bestäuber.

Die Antwort „Verschiedene Populationen derselben Art vermischen sich genetisch“ ist falsch: Die genetische Vermischung von Populationen ist der Genfluss.

Zum Weiterdenken: Analoge Merkmale sehen ähnlich aus, homologe gehen auf denselben Ursprung zurück. Warum ist diese Unterscheidung für die Rekonstruktion von Verwandtschaft entscheidend?

MERKE

Konvergenz macht Ähnliches aus Verschiedenem, Divergenz macht Verschiedenes aus Ähnlichem.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Konvergenz von Divergenz und Koevolution abgrenzen

BIOTISCHE FAKTOREN**B515 B Bodenbeschaffenheit**

Welcher der folgenden Faktoren zählt nicht zu den biotischen Faktoren?

Richtig ist die Antwort „Bodenbeschaffenheit“. Biotische Faktoren gehen von Lebewesen aus, abiotische von der unbelebten Umwelt. Die Bodenbeschaffenheit gehört damit zu den abiotischen Faktoren, denn sie beschreibt Korngröße, Wasserhaltevermögen, pH-Wert und

Nährstoffgehalt des Substrats — alles Eigenschaften der unbelebten Umgebung. Zu den abiotischen Faktoren zählen außerdem Temperatur, Licht, Wasser, Wind und Salzgehalt.

Die Antwort „Parasiten“ ist falsch: Parasiten sind Lebewesen, die auf oder in einem Wirt leben und ihm schaden. Damit sind sie ein klassischer biotischer Faktor.

Die Antwort „Konkurrenz zwischen verschiedenen Arten“ ist falsch: Konkurrenz zwischen verschiedenen Arten, die man interspezifisch nennt, geht ebenfalls von Lebewesen aus. Sie entsteht, wenn zwei Arten dieselbe begrenzte Ressource beanspruchen.

Die Antwort „Konkurrenz innerhalb einer Art“ ist falsch: Auch die Konkurrenz innerhalb einer Art, also die intraspezifische Konkurrenz, ist biotisch. Sie ist oft sogar schärfer als die zwischen Arten, weil Angehörige derselben Art in allen Ansprüchen übereinstimmen.

Die Antwort „Räuber-Beute-Beziehungen“ ist falsch: Räuber-Beute-Beziehungen sind das Musterbeispiel eines biotischen Faktors und führen zu den bekannten gegenläufigen Schwankungen beider Bestände.

Zum Weiterdenken: Ein Regenwurm verändert durch seine Gänge die Bodenbeschaffenheit. Zeigt dieses Beispiel, dass die Grenze zwischen biotisch und abiotisch weniger scharf ist, als die Einteilung nahelegt?

MERKE

Biotisch heißt: es lebt. Boden, Licht und Temperatur leben nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Biotische und abiotische Umweltfaktoren unterscheiden

ÖKOLOGISCHE NICHE

B516 B Gesamtheit aller biotischen und abiotischen Umweltfaktoren, die für die Existenz einer bestimmten Art wichtig sind

Wie wird eine „ökologische Nische“ definiert?

Richtig ist die Antwort „Gesamtheit aller biotischen und abiotischen Umweltfaktoren, die für die Existenz einer bestimmten Art wichtig sind“. Die ökologische Nische ist kein Ort, sondern die Gesamtheit aller biotischen und abiotischen Umweltfaktoren, die eine Art zum Leben braucht — also Temperatur, Feuchtigkeit, Nahrung, Tageszeit der Aktivität, Feinde, Konkurrenten und Fortpflanzungsbedingungen zusammengefasst. Man beschreibt sie deshalb gern als den Beruf einer Art im Ökosystem, während der Lebensraum ihre Wohnung wäre. Zwei Arten mit vollkommen gleicher Nische können auf Dauer nicht nebeneinander bestehen, weil eine die andere verdrängt.

Die Antwort „Bereich eines Umweltfaktors (z.B. der Temperaturbereich), innerhalb dessen eine Art gedeihen und sich fortpflanzen kann“ ist falsch: Der Bereich eines

einzelnen Umweltfaktors ist die Toleranzbreite oder Reaktionsnorm. Sie ist nur eine einzige Dimension der Nische.

Die Antwort „Gesamtheit aller abiotischen Umweltfaktoren in einem Biotop, die von mehreren Arten genutzt wird“ ist falsch: Diese Beschreibung erfasst weder die biotischen Faktoren noch den Bezug auf eine bestimmte Art.

Die Antwort „Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren in einem bestimmten Lebensraum“ ist falsch: Die Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren in einem Lebensraum heißt Biozönose.

Die Antwort „kaum belebter Lebensraum, der für die meisten Lebewesen nicht bewohnbar ist“ ist falsch: Ein kaum belebter, für die meisten Lebewesen unbewohnbarer Raum ist ein Extremstandort und hat mit dem Begriff der Nische nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Zwei Arten mit identischer Nische können nicht dauerhaft nebeneinander bestehen. Welche zwei Auswege bleiben ihnen, wenn sie doch im selben Lebensraum vorkommen?

MERKE

Das Biotop ist die Wohnung, die Nische ist der Beruf.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die ökologische Nische als Gesamtheit der Ansprüche verstehen

ÖKOLOGISCHE NICHE

B517 D Die Gesamtheit aller Lebewesen und ihrer unbelebten Umwelt in einem Lebensraum, die in Wechselwirkung stehen

Was versteht man unter einem Ökosystem im Hinblick auf biotische und abiotische Faktoren?

Richtig ist die Antwort „Die Gesamtheit aller Lebewesen und ihrer unbelebten Umwelt in einem Lebensraum, die in Wechselwirkung stehen“. Ein Ökosystem umfasst alle Lebewesen eines Lebensraums samt ihrer unbelebten Umwelt, und zwar ausdrücklich einschließlich der Wechselwirkungen zwischen beiden. Genau dieser letzte Punkt macht den Begriff aus: Es ist keine bloße Aufzählung, sondern ein Gefüge, in dem Stoffe im Kreis laufen und Energie hindurchfließt. Man setzt es zusammen aus der Biozönose, also der Lebensgemeinschaft, und dem Biotop, also dem Lebensraum.

Die Antwort „Nur die Gesamtheit aller Lebewesen ohne die unbelebte Umwelt“ ist falsch: Ohne die unbelebte Umwelt beschriebe man nur die Biozönose.

Die Antwort „Nur die unbelebte Umwelt ohne Lebewesen“ ist falsch: Ohne Lebewesen bliebe nur das Biotop übrig.

Die Antwort „Eine einzelne Population einer Art“ ist falsch: Eine einzelne Population umfasst nur die Individuen einer Art und ist damit deutlich enger gefasst.

Die Antwort „Die Gesamtheit aller Ökosysteme der Erde“ ist falsch: Die Gesamtheit aller Ökosysteme der Erde nennt man Biosphäre.

Zum Weiterdenken: Energie fließt durch ein Ökosystem hindurch, Stoffe laufen darin im Kreis. Warum gilt diese Unterscheidung als der wichtigste Satz der gesamten Ökologie?

MERKE

Ökosystem gleich Biozönose plus Biotop plus die Wechselwirkung dazwischen.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Das Ökosystem als Wechselwirkung von Lebendem und Unlebtem fassen

B518 C Aus Biozönose und Biotop

Woraus setzt sich ein Ökosystem zusammen?

Richtig ist die Antwort „Aus Biozönose und Biotop“. Ein Ökosystem setzt sich aus zwei Teilen zusammen: der Biozönose, also der Lebensgemeinschaft aller Organismen, und dem Biotop, also dem Lebensraum mit seinen unbelebten Bedingungen. Die Wortbausteine helfen beim Behalten, denn „bio-“ steht für Leben, „-zönose“ für Gemeinschaft und „-top“ für Ort. Erst beide Teile zusammen mit ihren Wechselwirkungen ergeben das Ökosystem.

Die Antwort „Aus dem Lebensraum aller Organismen“ ist falsch: Der Lebensraum allein ist das Biotop und damit nur die halbe Antwort.

Die Antwort „Aus einer Lebensgemeinschaft aller Organismen“ ist falsch: Die Lebensgemeinschaft allein ist die Biozönose, also die andere Hälfte.

Die Antwort „Aus allen biotischen Faktoren“ ist falsch: Alle biotischen Faktoren zusammengenommen ergeben ebenfalls nur die belebte Seite.

Die Antwort „Aus allen abiotischen Faktoren“ ist falsch: Die abiotischen Faktoren beschreiben nur die unbelebte Seite.

Zum Weiterdenken: Drei der falschen Antworten benennen jeweils nur eine der beiden Hälften. Wie erkennst du solche unvollständigen Antworten schneller als über inhaltliches Prüfen?

MERKE

Zönose ist die Gemeinschaft, Top ist der Ort — zusammen ergeben sie das Ökosystem.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die beiden Bestandteile des Ökosystems benennen

B519 E Grüne Pflanzen sind Primärkonsumenten

Welche Aussage zum Ökosystem ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Grüne Pflanzen sind Primärkonsumenten“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Grüne Pflanzen sind Primärproduzenten und keine Primärkonsumenten. Sie betreiben Photosynthese, bauen aus Kohlenstoffdioxid und Wasser mithilfe des Sonnenlichts Traubenzucker auf und ernähren sich damit selbst. Primärkonsumenten sind dagegen die Pflanzenfresser, die von diesen Produzenten leben.

Die Antwort „Viele Pilze sind Destruenten“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Viele Pilze sind Destruenten und zersetzen abgestorbenes organisches Material.

Die Antwort „Menschen sind Konsumenten“ ist richtig: Der Mensch ist auf die Aufnahme organischer Nahrung angewiesen und damit Konsument.

Die Antwort „Bakterien können Symbiose haben/sein“ ist richtig: Bakterien gehen vielfältige Symbiosen ein, etwa als Darmbakterien oder als Knöllchenbakterien an den Wurzeln von Hülsenfrüchten.

Die Antwort „Ökosysteme bestehen aus biotischen und abiotischen Faktoren“ ist richtig: Ökosysteme bestehen aus biotischen und abiotischen Faktoren.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe wurde in mehreren Jahren mit fast identischem Wortlaut gestellt, und stets war dieselbe Aussage die falsche. Was folgt daraus für die Vorbereitung mit alten Aufgaben?

MERKE

Grüne Pflanzen produzieren — Konsument wird erst, wer sie frisst.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Grüne Pflanzen als Produzenten einordnen

B520 E Parasiten sind Destruenten

Welche Aussage zum Ökosystem trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Parasiten sind Destruenten“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Parasiten sind Konsumenten und keine Destruenten. Sie ernähren sich von lebender Substanz ihres Wirts, dem sie schaden, ohne ihn in der Regel zu töten. Destruenten hingegen zersetzen ausschließlich totes organisches Material und führen die darin gebundenen Nährstoffe in den Kreislauf zurück; dazu zählen Pilze und viele Bakterien. Der Unterschied liegt also darin, ob die Nahrungsquelle lebt oder nicht.

Die Antwort „Grüne Pflanzen sind Primärproduzenten“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Grüne Pflanzen sind Primärproduzenten.

Die Antwort „Bakterien können Symbionten sein“ ist richtig: Bakterien können Symbionten sein, etwa im menschlichen Darm oder als Knöllchenbakterien.

Die Antwort „Menschen sind Konsumenten“ ist richtig: Menschen sind Konsumenten.

Die Antwort „Ökosysteme bestehen aus biotischen und abiotischen Faktoren“ ist richtig: Ökosysteme bestehen aus biotischen und abiotischen Faktoren.

Zum Weiterdenken: Ein Parasit schadet seinem Wirt, tötet ihn aber meist nicht. Warum ist gerade diese Zurückhaltung für den Parasiten selbst von Vorteil?

MERKE

Destruenten fressen Totes, Parasiten fressen Lebendes — deshalb sind Parasiten Konsumenten.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Parasiten den Konsumenten und nicht den Destruenten zuordnen

B521 E Aus Biozönose und Biotop

Woraus setzt sich ein Ökosystem zusammen?

Richtig ist die Antwort „Aus Biozönose und Biotop“. Ein Ökosystem besteht aus der Biozönose und dem Biotop. Die Biozönose ist die Lebensgemeinschaft aller Arten eines Gebiets, das Biotop der zugehörige Lebensraum mit allen unbelebten Bedingungen wie Boden, Wasser, Licht und Temperatur. Ein Waldökosystem umfasst demnach nicht nur Bäume, Pilze, Insekten und Rehe, sondern ebenso den Waldboden, das Licht unter dem Blätterdach und die Feuchtigkeit.

Die Antwort „Aus dem Lebensraum aller Organismen“ ist falsch: Der Lebensraum allein ist das Biotop und damit unvollständig.

Die Antwort „Aus einer Lebensgemeinschaft aller Organismen“ ist falsch: Die Lebensgemeinschaft allein ist die Biozönose.

Die Antwort „Aus allen biotischen Faktoren“ ist falsch: Die biotischen Faktoren decken nur die belebte Seite ab.

Die Antwort „Aus allen abiotischen Faktoren“ ist falsch: Die abiotischen Faktoren decken nur die unbelebte Seite ab.

Zum Weiterdenken: Ohne Biotop keine Biozönose, ohne Biozönose kein Ökosystem. Warum lassen sich beide Teile in der Wirklichkeit gar nicht getrennt betrachten?

MERKE

Ökosystem ist immer Lebensgemeinschaft plus Lebensraum, niemals nur eines von beiden.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Biozönose und Biotop erneut sicher zuordnen

B522 C Aus Biozönose und Biotop

Woraus setzt sich ein Ökosystem zusammen?

Richtig ist die Antwort „Aus Biozönose und Biotop“. Auch in dieser Fassung lautet die Antwort: Biozönose und Biotop. Bemerkenswert an dieser Aufgabe ist, dass sie samt aller fünf Antwortmöglichkeiten wortgleich in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren gestellt wurde. Für die Vorbereitung ist das ein starkes Argument, Altfragen nicht als Kuriosität, sondern als planbaren Teil des Stoffs zu behandeln.

Die Antwort „Aus dem Lebensraum aller Organismen“ ist falsch: Der Lebensraum allein ist das Biotop.

Die Antwort „Aus einer Lebensgemeinschaft aller Organismen“ ist falsch: Die Lebensgemeinschaft allein ist die Biozönose.

Die Antwort „Aus allen biotischen Faktoren“ ist falsch: Die biotischen Faktoren sind nur die belebte Hälfte.

Die Antwort „Aus allen abiotischen Faktoren“ ist falsch: Die abiotischen Faktoren sind nur die unbelebte Hälfte.

Zum Weiterdenken: Eine Aufgabe kehrt über Jahre unverändert zurück. Wie verändert diese Beobachtung deine Einschätzung, wie viel Zeit du in alte Prüfungsaufgaben stecken solltest?

MERKE

Biozönose plus Biotop — diese Aufgabe kam wortgleich mehrfach zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Zusammensetzung des Ökosystems endgültig festigen

NAHRUNGSBEZIEHUNGEN

B523 C Pflanzen sind Primärkonsumenten

Welche Aussage ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Pflanzen sind Primärkonsumenten“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Pflanzen sind keine Primärkonsumenten, sondern Primärproduzenten. Sie bauen mithilfe der Photosynthese aus Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie selbst organische Stoffe auf und stehen damit ganz am Anfang jeder Nahrungskette. Weil sie sich selbst ernähren, nennt man sie autotroph.

Die Antwort „Pilze sind Destruenten“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Pilze sind Destruenten und bauen abgestorbene organische Substanz zu anorganischen Stoffen ab, die den Pflanzen wieder zur Verfügung stehen.

Die Antwort „Menschen sind Konsumenten“ ist richtig: Menschen ernähren sich von anderen Lebewesen und sind damit Konsumenten.

Die Antwort „Tiere, die Pflanzen fressen, sind Primärkonsumenten“ ist richtig: Pflanzenfresser sind Primärkonsumenten, weil sie unmittelbar von den

Produzenten leben.

Die Antwort „Räuber sind Sekundärkonsumenten“ ist richtig: Räuber, die Pflanzenfresser erbeuten, stehen eine Stufe darüber und sind Sekundärkonsumenten.

Zum Weiterdenken: Produzenten, Konsumenten und Destruenten bilden einen geschlossenen Kreis. Was geschähe mit einem Ökosystem, in dem die Destruenten ausfielen?

MERKE

Pflanzen produzieren, Tiere konsumieren, Pilze und Bakterien zersetzen.

LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Produzenten, Konsumenten und Destruenten unterscheiden

ENERGIEFLUSS

B524 A Chloroplasten

In welchem Zellorganell der Pflanzenzelle findet die Photosynthese statt?

Richtig ist die Antwort „Chloroplasten“. Die Photosynthese läuft in den Chloroplasten ab, den grünen Organellen der Pflanzenzelle. Sie besitzen wie die Mitochondrien eine doppelte Hülle sowie eigene DNA und eigene Ribosomen, und im Inneren stapeln sich Membransäckchen, die Thylakoide, in denen der grüne Farbstoff Chlorophyll sitzt. Dort läuft die lichtabhängige Reaktion ab, während die lichtunabhängige Fixierung des Kohlenstoffdioxids im umgebenden Stroma stattfindet.

Die Antwort „Mitochondrien“ ist falsch: Mitochondrien betreiben die Zellatmung und damit den umgekehrten Vorgang: Sie verbrauchen Sauerstoff und Traubenzucker und liefern Energie in Form von ATP. Pflanzenzellen besitzen beides, Chloroplasten und Mitochondrien.

Die Antwort „Ribosomen“ ist falsch: Ribosomen stellen Proteine her, indem sie die Boten-RNA ablesen.

Die Antwort „Golgi-Apparat“ ist falsch: Der Golgi-Apparat verändert und verpackt Proteine und versendet sie in Vesikeln.

Die Antwort „Zellkern“ ist falsch: Der Zellkern bewahrt die Erbinformation auf und steuert von dort aus die Zelle.

Zum Weiterdenken: Chloroplasten und Mitochondrien haben beide eine Doppelmembran, eigene ringförmige DNA und eigene Ribosomen. Welche gemeinsame Erklärung für ihre Herkunft drängt sich damit auf?

MERKE

Photosynthese im Chloroplasten, Zellatmung im Mitochondrium — die Pflanzenzelle hat beides.

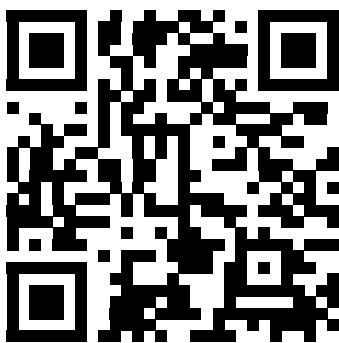
LEHRTEXT IM KURS

Ökologie

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Den Ort der Photosynthese in der Pflanzenzelle benennen

Immunbiologie

ANTIKÖRPER



LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

B525 A Plasmazellen

Welche Zellen bilden Antikörper?

Richtig ist die Antwort „Plasmazellen“. Antikörper werden von Plasmazellen gebildet, und Plasmazellen sind nichts anderes als die vollständig ausgereifte Endform des B-Lymphozyten. Trifft ein B-Lymphozyt auf sein passendes Antigen und erhält zusätzlich Hilfe von einer T-Helferzelle, differenziert er sich aus: Er vergrößert sein raues

endoplasmatisches Retikulum enorm, stellt die Teilung ein und produziert von da an in großer Menge Antikörper einer einzigen Spezifität.

Die Antwort „Embryoblast“ ist falsch: Der Embryoblast ist die innere Zellmasse der Blastozyste in der Frühentwicklung und hat mit dem Immunsystem nichts zu tun. Aus ihm entsteht der eigentliche Embryo.

Die Antwort „T-Lymphozyten“ ist falsch: T-Lymphozyten produzieren keine Antikörper. Sie tragen einen membranständigen T-Zell-Rezeptor, erkennen damit Antigene auf körpereigenen Zellen und wirken entweder unterstützend als Helferzellen oder abtötend als zytotoxische Zellen.

Die Antwort „B-Lymphozyten (Gedächtniszellen)“ ist falsch: Das ist der Distraktor, auf den die meisten hereinfliegen. B-Lymphozyten sind zwar die Vorläufer, doch die Gedächtniszellen sind gerade jene Zellen, die sich die Ausschüttung aufheben. Sie zirkulieren jahrelang und schütten erst beim erneuten Kontakt mit demselben Antigen aus, indem sie sich dann ihrerseits zu Plasmazellen entwickeln.

Die Antwort „Makrophagen“ ist falsch: Makrophagen sind Fresszellen. Sie nehmen Krankheitserreger auf, verdauen sie und präsentieren Bruchstücke davon auf ihrer Oberfläche, damit T-Zellen sie erkennen können. Antikörper stellen sie nicht her.

Zum Weiterdenken: Eine Plasmazelle hat ein enorm ausgebautes raues endoplasmatisches Retikulum. Welchen Rückschluss lässt allein dieser Befund auf ihre Hauptaufgabe zu?

MERKE

Der B-Lymphozyt lernt, die Plasmazelle produziert – Antikörper kommen immer aus der Plasmazelle.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Plasmazelle als eigentliche Antikörperfabrik erkennen

B526 A Plasmazellen

Welche Zellen schütten Antikörper aus?

Richtig ist die Antwort „Plasmazellen“. Auch wenn die Aufgabe hier nach dem Ausschütten statt nach dem Bilden fragt, bleibt die Antwort dieselbe: Es sind die Plasmazellen. Sie entstehen aus aktivierten B-Lymphozyten, geben ihre Antikörper in großer Menge in Blut und Lymphe ab und sind darauf so spezialisiert, dass sie ihre Teilungsfähigkeit dafür aufgeben.

Die Antwort „T-Lymphozyten“ ist falsch: T-Lymphozyten arbeiten mit einem membranständigen Rezeptor, den sie nicht abgeben. Ihre Wirkung entfalten sie über direkten Zellkontakt und über Botenstoffe, die Zytokine heißen.

Die Antwort „Makrophagen“ ist falsch: Makrophagen gehören zur angeborenen Abwehr. Sie fressen Erreger, bauen sie ab und präsentieren Antigenbruchstücke, produzieren aber keine Antikörper.

Die Antwort „NK-Zellen“ ist falsch: Natürliche Killerzellen erkennen körpereigene Zellen, die entartet oder von Viren befallen sind, und töten sie durch Perforin und Granzyme. Auch sie geben keine Antikörper ab.

Die Antwort „Erythrozyten“ ist falsch: Erythrozyten transportieren Sauerstoff und besitzen im reifen Zustand nicht einmal einen Zellkern. Damit fehlt ihnen jede Grundlage, Proteine wie Antikörper überhaupt herzustellen.

Zum Weiterdenken: Antikörper wirken frei im Blut, der T-Zell-Rezeptor nur am direkten Zellkontakt. Welche Art von Erregern lässt sich mit welchem der beiden Wege besser bekämpfen?

MERKE

Antikörper werden ausgeschüttet, der T-Zell-Rezeptor bleibt sitzen.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Antikörperproduktion gegen andere Immunzellen abgrenzen

B527 A Es gibt fünf Immunglobulinklassen: IgG, IgM, IgA, IgD und IgE, wobei IgG aus zwei leichten und zwei schweren Ketten besteht

Welche Aussage zu Antikörpern (Immunglobulinen) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Es gibt fünf Immunglobulinklassen: IgG, IgM, IgA, IgD und IgE, wobei IgG aus zwei leichten und zwei schweren Ketten besteht“. Es gibt genau fünf Immunglobulinklassen, die man sich mit dem Kunstwort GAMED merken kann: IgG, IgA, IgM, IgE und IgD. Der Grundbauplan ist bei allen gleich und besteht aus vier Ketten, nämlich zwei identischen leichten und zwei identischen schweren, die durch Disulfidbrücken zu einer Y-Form verbunden sind. An den beiden Spitzen des Y sitzen die variablen Bereiche, die das Antigen binden, während der Stamm die Klasse bestimmt und festlegt, welche Abwehrmechanismen ausgelöst werden.

Die Antwort „Es gibt nur drei Immunglobulinklassen“ ist falsch: Drei Klassen sind es nicht, sondern fünf. Diese Zahl gehört zum Kernwissen der Immunbiologie und wird regelmäßig abgefragt.

Die Antwort „IgG besteht aus vier leichten Ketten“ ist falsch: Vier leichte Ketten hat kein Antikörper. Das Verhältnis ist immer zwei leichte zu zwei schweren; die schweren sind länger und tragen den klassenbestimmenden Abschnitt.

Die Antwort „Antikörper werden von T-Lymphozyten produziert“ ist falsch: T-Lymphozyten produzieren keine Antikörper, sondern tragen einen membranständigen Rezeptor. Die Produktion übernehmen ausschließlich Plasmazellen als Endform der B-Lymphozyten.

Die Antwort „Jeder Antikörper besitzt nur eine einzige Kette“ ist falsch: Eine einzelne Kette wäre nicht funktionsfähig, denn die Antigenbindungsstelle entsteht erst aus dem Zusammenspiel der variablen Bereiche einer leichten und einer schweren Kette.

Zum Weiterdenken: Alle Klassen teilen denselben Grundbauplan und unterscheiden sich vor allem im Stamm des Y. Warum ist es sinnvoll, die Erkennung des Antigens

und die ausgelöste Abwehrreaktion baulich zu trennen?

MERKE

Fünf Klassen nach GAMED, und immer zwei leichte plus zwei schwere Ketten.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die fünf Immunglobulinklassen und den Grundbauplan des Antikörpers wiedergeben

B528 E Immunglobuline können auch als Dimer oder Pentamer vorliegen

Welche Aussage zu T-Zellen und Antikörpern (Immunglobulinen) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Immunglobuline können auch als Dimer oder Pentamer vorliegen“. Nicht jeder Antikörper liegt als einzelnes Y vor. IgG, IgD und IgE zirkulieren als Monomere, IgA tritt in Sekreten wie Speichel, Tränenflüssigkeit und Muttermilch als Dimer aus zwei verbundenen Einheiten auf, und IgM bildet ein Pentamer aus fünf Einheiten, die über ein kleines Verbindungsstück namens J-Kette zusammengehalten werden. Gerade diese Vielgestaltigkeit macht IgM zum ersten und besonders wirksamen Antikörper einer frischen Infektion.

Die Antwort „IgG hat genau eine Bindungsstelle für Antigene“ ist falsch: IgG besitzt zwei Bindungsstellen für Antigene, denn jede der beiden Spitzen des Y kann ein Antigen binden. Diese Zweiwertigkeit ist überhaupt die Voraussetzung dafür, dass Antikörper Antigene zu größeren Komplexen vernetzen können.

Die Antwort „B- und T-Lymphozyten können zu Plasmazellen differenzieren“ ist falsch: Nur B-Lymphozyten differenzieren sich zu Plasmazellen. T-Lymphozyten entwickeln sich zu Helfer-, Killer- oder Gedächtniszellen, geben aber niemals Antikörper ab.

Die Antwort „IgE macht 70% aller Immunglobuline im Körper aus“ ist falsch: Der mit Abstand häufigste Antikörper im Blut ist IgG mit rund siebzig bis achtzig Prozent. IgE kommt dagegen nur in winzigen Mengen vor, entfaltet aber über die Bindung an Mastzellen eine große Wirkung.

Die Antwort „IgG sind an Allergien beteiligt“ ist falsch: An Allergien vom Soforttyp ist IgE beteiligt und nicht IgG. IgE bindet an Mastzellen, und der erneute Antigenkontakt löst deren Ausschüttung von Histamin aus.

Zum Weiterdenken: Ein IgM-Pentamer trägt rechnerisch zehn Bindungsstellen. Warum ist es damit besonders gut geeignet, Erreger zu verklumpen, obwohl es viel seltener vorkommt als IgG?

MERKE

IgA als Dimer im Sekret, IgM als Pentamer im frühen Infekt, der Rest als einzelnes Y.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Antikörper als Monomer, Dimer und Pentamer unterscheiden

B529 B Präzipitation entsteht, wenn die Konzentrationen von Antigen und Antikörper ausgeglichen sind

Welche Aussage zum Antigen-Antikörper-Komplex trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Präzipitation entsteht, wenn die Konzentrationen von Antigen und Antikörper ausgeglichen sind“. Antikörper sind mindestens zweiwertig und können deshalb mehrere Antigene miteinander vernetzen. Wie groß das entstehende Gitter wird, hängt entscheidend vom Mengenverhältnis ab: Nur wenn Antigen und Antikörper etwa in gleichen Anteilen vorliegen, findet jede Bindungsstelle einen Partner, und es entsteht ein weitmaschiges Netzwerk, das als sichtbarer Niederschlag ausfällt. Diesen Bereich nennt man Äquivalenzbereich, und der Vorgang heißt Präzipitation. Herrscht dagegen einer der beiden Partner deutlich vor, werden die Bindungsstellen einzeln abgesättigt, die Komplexe bleiben klein und löslich.

Die Antwort „Agglutination tritt nur auf, wenn deutlich mehr Antikörper als Antigene vorhanden sind“ ist falsch: Auch die Agglutination, also das Verklumpen ganzer Zellen oder Partikel, braucht ausgewogene Verhältnisse. Ein starker Antikörperüberschuss verhindert die Verklumpung sogar — ein Effekt, den man in der Labormedizin als Prozonephänomen kennt und der falsch negative Befunde erzeugen kann.

Die Antwort „IgM besitzt zwei Bindungsstellen für Antigene und ist daher weniger wirksam als IgG“ ist falsch: IgM liegt als Fünfergruppe vor und besitzt deshalb zehn Bindungsstellen, nicht zwei. Genau diese hohe Zahl macht es besonders wirksam beim Verklumpen von Erregern und zum wichtigsten Antikörper der frühen Immunantwort.

Die Antwort „Die Größe des Antigen-Antikörper-Komplexes ist unabhängig von der Konzentration beider Partner“ ist falsch: Genau das Gegenteil trifft zu, denn die Komplexgröße hängt unmittelbar von den Konzentrationen beider Partner ab. Eben dieser Zusammenhang macht den Äquivalenzbereich überhaupt erst zu einem Begriff.

Die Antwort „Präzipitation kann nur an der Zelloberfläche stattfinden, niemals in Lösung“ ist falsch: Präzipitation ist definitionsgemäß die Reaktion mit gelösten Antigenen in Lösung. Findet die Reaktion an Oberflächen von Zellen oder Partikeln statt, spricht man von Agglutination.

Zum Weiterdenken: Ein starker Antikörperüberschuss kann eine Verklumpung im Labor verhindern und so einen negativen Befund vortäuschen. Wie ließe sich dieser Fehler durch einen einfachen Handgriff an der Probe aufdecken?

MERKE

Erst im ausgeglichenen Verhältnis entsteht ein großes Netz — im Überschuss eines Partners bleibt alles klein und löslich.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Präzipitation und Agglutination über die Konzentrationsverhältnisse erklären

B530 A Immunglobuline kommen als Dimer (IgA) bzw. Pentamer (IgM) vor

Welche Aussage zu den Immunglobulinklassen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Immunglobuline kommen als Dimer (IgA) bzw. Pentamer (IgM) vor“. Antikörper liegen nicht alle als einzelnes Y vor. IgA wird als Dimer aus zwei Einheiten in Sekrete abgegeben, also in Speichel, Tränenflüssigkeit, Bronchialschleim und Muttermilch, und ist dort durch eine zusätzliche sekretorische Komponente vor Verdauungsenzymen geschützt. IgM tritt als Pentamer aus fünf Einheiten auf, die eine J-Kette zusammenhält, und ist deshalb der erste schlagkräftige Antikörper einer frischen Infektion. Die übrigen drei Klassen, also IgG, IgD und IgE, zirkulieren als Monomere.

Die Antwort „Der Mensch hat nur 2 Arten von Immunglobulinen“ ist falsch: Zwei Arten sind es keinesfalls, sondern fünf. Diese Zahl gehört zum festen Grundwissen und lässt sich über das Kunstwort GAMED behalten.

Die Antwort „IgE spielt keine Rolle bei allergischen Reaktionen“ ist falsch: IgE ist gerade der Antikörper der allergischen Sofortreaktion. Es bindet mit seinem Stammteil an Mastzellen, und ein erneuter Kontakt mit dem Allergen lässt diese Histamin ausschütten.

Die Antwort „Alle Immunglobuline sind ausschließlich membrangebunden“ ist falsch: Membrangebunden ist nur der B-Zell-Rezeptor auf der Oberfläche des noch nicht aktivierten B-Lymphozyten. Der weitaus größere Teil der Antikörper wird von Plasmazellen frei in Blut und Lymphe abgegeben.

Die Antwort „Es gibt insgesamt neun Immunglobulinklassen beim Menschen“ ist falsch: Neun Klassen gibt es nicht. Man unterscheidet zwar innerhalb von IgG und IgA noch Unterklassen wie IgG1 bis IgG4, doch die Zahl der Klassen selbst bleibt fünf.

Zum Weiterdenken: IgA sitzt als Dimer dort, wo Sekrete den Körper verlassen. Welchen Vorteil hat es, ausgerechnet an diesen Grenzflächen einen besonders widerstandsfähigen Antikörper einzusetzen?

MERKE

IgA doppelt im Sekret, IgM fünffach im frischen Infekt, der Rest einfach im Blut.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Dimer- und Pentamerform der Immunglobuline zuordnen

BLUTGRUPPEN

B531 B Das AB0-System wird durch drei Allele (IA, IB, i) codiert, wobei IA und IB kodominant zueinander sind

Welche Aussage zu Blutgruppen und Rhesusfaktor ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Das AB0-System wird durch drei Allele (IA, IB, i) codiert, wobei IA und IB kodominant zueinander sind“. Das AB0-System ist das Standardbeispiel für multiple Allelie: Für ein und denselben Genort existieren in der Bevölkerung drei verschiedene Allele, nämlich IA, IB und i. Jeder einzelne Mensch trägt davon nur zwei, doch die Vielfalt im Genpool ist größer als die üblichen zwei Varianten. IA und IB sind zueinander kodominant, prägen sich also nebeneinander aus, sodass Träger beider Allele beide Antigene auf ihren roten Blutkörperchen tragen; gegenüber dem rezessiven i setzen sich beide durch.

Die Antwort „Personen mit Blutgruppe AB besitzen Antikörper gegen Blutgruppe A und gegen Blutgruppe B“ ist falsch: Blutgruppe AB trägt beide Antigene auf den roten Blutkörperchen und bildet deshalb gerade keine Antikörper gegen A oder B. Genau darum gilt AB als universeller Empfänger.

Die Antwort „Das AB0-System wird durch zwei Allele codiert“ ist falsch: Zwei Allele reichen nicht aus, um vier Blutgruppen zu erklären. Genau deshalb spricht man hier von multipler Allelie.

Die Antwort „Eine Rhesus-Unverträglichkeit entsteht, wenn die Mutter Rh-positiv und das Kind Rh-negativ ist“ ist falsch: Die Konstellation ist umgekehrt. Gefährlich wird es, wenn eine Rh-negative Mutter ein Rh-positives Kind austrägt, denn erst dann kann sie Antikörper gegen den Rhesusfaktor bilden.

Die Antwort „Rhesus-Antikörper werden bereits bei der ersten Schwangerschaft unabhängig vom Rhesusstatus des Kindes gebildet“ ist falsch: Rhesus-Antikörper entstehen nicht von selbst, sondern erst, wenn eine rhesusnegative Mutter mit rhesuspositivem Blut in Berührung kommt, typischerweise unter der Geburt. Bei einem ebenfalls rhesusnegativen Kind bleibt dieser Reiz aus.

Zum Weiterdenken: Wenn du im Test auf eine Aufgabe stößt, bei der zwei Optionen richtig erscheinen, lohnt der Blick darauf, welche davon am genauesten zum Fragestamm passt. Wie hilft dir dieser Gedanke, dich unter Zeitdruck trotzdem zu entscheiden?

MERKE

Drei Allele im Genpool, zwei je Mensch: IA und IB kodominant, i rezessiv.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Das AB0-System als multiple Allelie mit drei Allelen beschreiben

Vererbung der Blutgruppen

B532 **A** Eltern mit den Blutgruppen A und B (Genotyp AO x BO) können ein Kind mit Blutgruppe AB bekommen

Welche Aussage zur Blutgruppenvererbung (AB0-System) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Eltern mit den Blutgruppen A und B (Genotyp AO x BO) können ein Kind mit Blutgruppe AB bekommen“. Im AB0-System gibt es drei Allele, nämlich I^A , I^B und das rezessive i , wobei die ersten beiden zueinander kodominant sind und sich beide gegen i durchsetzen. Haben die Eltern die Blutgruppen A und B und tragen dabei jeweils ein i , lautet die Kreuzung $I^A i \times I^B i$, und im Kreuzungsquadrat entstehen $I^A I^B$, $I^A i$, $I^B i$ und ii . Daraus ergeben sich die Blutgruppen AB, A, B und 0 – ein Kind mit AB ist also sehr wohl möglich.

Die Antwort „Eltern mit Blutgruppe AB und 0 können nur Kinder mit Blutgruppe AB bekommen“ ist falsch: Eltern mit AB und 0 haben die Genotypen $IAIB$ und ii . Das Kind erhält vom einen Elternteil IA oder IB und vom anderen zwingend i , also entweder IAi oder IBi . Möglich sind damit nur A und B, gerade nicht AB.

Die Antwort „Blutgruppe 0 ist dominant über A und B“ ist falsch: Blutgruppe 0 beruht auf dem rezessiven Allel i und tritt nur bei zwei gleichen Anlagen in Erscheinung. Dominant sind IA und IB .

Die Antwort „Zwei Eltern mit Blutgruppe A können niemals ein Kind mit Blutgruppe 0 bekommen“ ist falsch: Zwei Eltern mit Blutgruppe A können sehr wohl ein Kind mit Blutgruppe 0 bekommen, sofern beide den Genotyp IAi tragen. Dann erhält das Kind mit einer Wahrscheinlichkeit von einem Viertel zweimal i .

Die Antwort „Blutgruppe AB entsteht durch Rezessivvererbung“ ist falsch: AB entsteht gerade nicht rezessiv, sondern weil sich IA und IB gleichzeitig durchsetzen und beide Antigene auf den roten Blutkörperchen erscheinen. Genau das nennt man Kodominanz.

Zum Weiterdenken: Bei der Blutgruppe A siehst du dem Menschen nicht an, ob er $IAIA$ oder IAi trägt. Welche Konsequenz hat das für die Frage, ob man aus der Blutgruppe eines Kindes sicher auf die Elternschaft schließen kann?

MERKE

$I^A i \times I^B i$ bringt alle vier Blutgruppen hervor – kodominant gegen rezessiv.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Vererbung im AB0-System an einer Kreuzung durchrechnen

B533 **B** 0, A, B und AB

Eltern haben die Blutgruppen A und B. Welche Blutgruppen können die Kinder haben?

Richtig ist die Antwort „0, A, B und AB“. Die Aufgabe fragt danach, was möglich ist, und nicht danach, was zwingend eintritt. Sind die Eltern A und B und trägt jeder von ihnen zusätzlich das rezessive Allel i , lauten die Genotypen IAi und IBi . Vom Vater kann IA oder i kommen, von der Mutter IB oder i , und die vier Kombinationen ergeben $IAIB$, IAi , IBi und ii – also AB, A, B und 0. Damit sind tatsächlich alle vier Blutgruppen möglich, und genau deshalb ist diese Elternkombination die einzige, aus der jede Blutgruppe hervorgehen kann.

Die Antwort „Nur AB“ ist falsch: Nur AB entstünde, wenn beide Eltern homozygot wären, also $IAIA$ und $IBIB$. Das ist ein möglicher Sonderfall, aber die Aufgabe fragt nach dem gesamten Spektrum.

Die Antwort „Nur A und B“ ist falsch: Auf A und B allein ließe sich das Ergebnis nur einschränken, wenn man die Kombinationen $IAIB$ und ii ausschliesse, wofür es keinen Grund gibt.

Die Antwort „Nur 0“ ist falsch: Blutgruppe 0 setzt voraus, dass das Kind von beiden Eltern i erhält. Möglich ist das, zwingend keineswegs.

Die Antwort „Nur A“ ist falsch: Blutgruppe A allein käme nur heraus, wenn ein Elternteil kein IB weitergeben könnte, was der Angabe widerspricht.

Zum Weiterdenken: Aus A mal B können alle vier Blutgruppen entstehen, aus AB mal 0 dagegen nur zwei. Woran liegt es, dass ausgerechnet die scheinbar gegensätzlichste Elternkombination die geringste Vielfalt hervorbringt?

MERKE

A mal B ist die einzige Elternkombination, aus der alle vier Blutgruppen hervorgehen können.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Alle möglichen Kindsblutgruppen aus einer Elternkombination ableiten

B534 **D** Eltern 0 und AB; Kinder O, A und B.

Das ABO-Blutgruppensystem beim Menschen ist ein Beispiel der multiplen Allelie, wobei die Allele IA und IB kodominant gegenüber dem rezessiven Allel iO wirken. Welche der folgenden Eltern-Kind-Blutgruppen-Konstellationen ist NICHT möglich?

Richtig ist die Antwort „Eltern 0 und AB; Kinder O, A und B“, denn gesucht ist die unmögliche Konstellation. Ein Elternteil mit Blutgruppe 0 hat zwingend den Genotyp ii und kann folglich nur i weitergeben. Der andere Elternteil mit AB hat $IAIB$ und gibt entweder IA oder IB weiter. Jedes Kind erhält damit zwangsläufig ein i und dazu ein IA oder IB , ist also IAi oder IBi und hat Blutgruppe A oder B. Ein Kind mit Blutgruppe 0 bräuchte zweimal i , doch der AB-

Elternteil besitzt überhaupt kein i. Die angegebene Kombination mit einem Kind der Blutgruppe 0 ist deshalb ausgeschlossen.

Die Antwort „Eltern B und A; Kinder 0, AB und B“ ist möglich und deshalb nicht zu wählen: Sind die Eltern IBi und IAi, entstehen alle vier Blutgruppen, also auch 0, AB und B.

Die Antwort „Eltern 0 und B; Kind B“ ist möglich: Ein Elternteil mit 0 gibt i weiter, der mit B kann IB beisteuern, und das Kind ist IBi mit Blutgruppe B.

Die Antwort „Kind 0; Eltern A und B“ ist möglich: Tragen beide Eltern zusätzlich ein i, sind sie IAi und IBi, und ein Kind kann zweimal i erhalten und damit Blutgruppe 0 haben.

Die Antwort „Kinder AB, O und A; Vater B“ ist möglich: Ist der Vater IBi und die Mutter IAi, ergeben sich AB, A, B und 0. Kinder mit AB, 0 und A passen also zu einem Vater mit Blutgruppe B.

Zum Weiterdenken: Blutgruppe 0 im Kind verrät dir sofort, dass beide Eltern ein i tragen. Welche Elternkonstellationen kannst du allein mit diesem einen Gedanken ausschließen?

MERKE

Wer AB hat, besitzt kein i — aus AB mal 0 kann deshalb niemals ein Kind mit Blutgruppe 0 hervorgehen.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Unmögliche Eltern-Kind-Konstellationen im ABO-System erkennen

B535 C A und B verhalten sich zueinander kodominant

Welche Aussage zum ABO-Blutgruppensystem trifft zu?

Richtig ist die Antwort „A und B verhalten sich zueinander kodominant“. IA und IB verhalten sich zueinander kodominant, was bedeutet, dass sich beide Allele nebeneinander vollständig ausprägen. Trägt jemand beide, sitzen auf seinen roten Blutkörperchen sowohl das A- als auch das B-Antigen, und er hat die Blutgruppe AB. Kodominanz ist damit etwas anderes als ein Mischerbgang, denn es entsteht keine Zwischenform, sondern beide Merkmale erscheinen unvermindert.

Die Antwort „Wenn beide Eltern die Blutgruppen A und B haben, können die Kinder nur die Blutgruppen A, B oder AB haben“ ist falsch: Aus Eltern mit A und B kann sehr wohl auch ein Kind mit Blutgruppe 0 hervorgehen, sofern beide Eltern zusätzlich das rezessive i tragen. Diese Elternkombination ist gerade diejenige, aus der alle vier Blutgruppen entstehen können.

Die Antwort „Personen mit Blutgruppe 0 besitzen die Antigene A und B auf ihren Erythrozyten“ ist falsch: Blutgruppe 0 ist dadurch gekennzeichnet, dass eben keine A- oder B-Antigene auf den Erythrozyten sitzen. Im Blutplasma finden sich dafür Antikörper gegen beide.

Die Antwort „Die Blutgruppe AB gilt als Universalspender“ ist falsch: Hier sind die Rollen vertauscht. Universalspender ist die Blutgruppe 0 negativ, weil ihre Erythrozyten keine der gängigen Antigene tragen; AB positiv gilt umgekehrt als Universalempfänger.

Die Antwort „Blutgruppe 0 wird stets dominant vererbt“ ist falsch: Blutgruppe 0 beruht auf dem rezessiven Allel i und zeigt sich nur, wenn beide Anlagen vorliegen.

Zum Weiterdenken: Universalspender und Universalempfänger sind genau vertauschte Rollen. Wenn du dir merkst, dass es beim Spenden auf die Antigene der Erythrozyten und beim Empfangen auf die Antikörper im Plasma ankommt, welche Blutgruppe muss dann welche Rolle einnehmen?

MERKE

0 negativ spendet allen, AB positiv empfängt von allen — Antigene beim Spender, Antikörper beim Empfänger.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Kodominanz im ABO-System erkennen und gängige Irrtümer ausräumen

Vererbung des Rhesusfaktors

B536 B Autosomal-rezessiv (Rh-negativ ist das rezessive Merkmal)

Wie erfolgt die Vererbung des Rhesusfaktors?

Richtig ist die Antwort „Autosomal-rezessiv (Rh-negativ ist das rezessive Merkmal)“. Der Rhesusfaktor beruht auf einem Protein in der Membran der roten Blutkörperchen, dem D-Antigen, und sein Gen liegt auf einem Autosome, nämlich auf Chromosom 1. Wer das funktionsfähige Allel besitzt, bildet das Antigen und ist rhesuspositiv, und dafür genügt bereits eine einzige Anlage. Rhesusnegativ ist deshalb nur, wer zwei nicht funktionsfähige Anlagen geerbt hat — das Merkmal rhesusnegativ verhält sich also rezessiv, während rhesuspositiv dominant ist.

Die Antwort „X-chromosomal“ ist falsch: X-chromosomal wäre der Erbgang, wenn das Gen auf dem X-Chromosom läge. Dann wären Männer und Frauen unterschiedlich häufig betroffen, was beim Rhesusfaktor gerade nicht der Fall ist.

Die Antwort „Autosomal-kodominant“ ist falsch: Kodominanz bedeutet, dass sich beide Allele nebeneinander ausprägen, wie es bei IA und IB im ABO-System geschieht. Beim Rhesusfaktor gibt es kein zweites Antigen, das sich zeigen könnte, sondern nur vorhanden oder nicht vorhanden.

Die Antwort „Mitochondrial“ ist falsch: Mitochondrial vererbte Merkmale kommen ausschließlich von der Mutter, weil die Mitochondrien des Spermiums nach der Befruchtung abgebaut werden. Der Rhesusfaktor wird dagegen von beiden Eltern weitergegeben.

Die Antwort „Y-chromosomal“ ist falsch: Y-chromosomale Vererbung beträfe nur Männer und liefe ausschließlich vom Vater auf den Sohn. Auch das passt nicht zum

Rhesusfaktor.

Zum Weiterdenken: Ein rhesuspositiver Mensch kann IA-artig gesprochen zwei verschiedene Genotypen haben. Warum ist es für die Beratung eines rhesusnegativen Elternpaares dennoch einfach vorherzusagen, welchen Rhesusstatus die Kinder haben werden?

MERKE

Rhesus ist autosomal, positiv dominant, negativ rezessiv — anders als das kodominante AB0-System.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Den Erbgang des Rhesusfaktors einordnen

B537 B Die Rhesusprophylaxe verhindert, dass eine rhesusnegative Mutter Antikörper gegen ein rhesuspositives Kind bildet

Welche Aussage zum Rhesussystem trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Rhesusprophylaxe verhindert, dass eine rhesusnegative Mutter Antikörper gegen ein rhesuspositives Kind bildet“. Eine rhesusnegative Mutter besitzt selbst kein D-Antigen. Trägt sie ein rhesuspositives Kind, kann unter der Geburt kindliches Blut in ihren Kreislauf gelangen, und ihr Immunsystem bildet daraufhin Antikörper gegen das D-Antigen. In der ersten Schwangerschaft bleibt das meist folgenlos, doch bei einem weiteren rhesuspositiven Kind gelangen diese Antikörper über den Mutterkuchen zum Kind und zerstören dessen rote Blutkörperchen. Die Rhesusprophylaxe verhindert genau diesen Schritt: Man gibt der Mutter fertige Anti-D-Antikörper, die die kindlichen Erythrozyten abfangen, bevor ihr eigenes Immunsystem sie überhaupt bemerkt und ein Gedächtnis dafür aufbaut.

Die Antwort „Der Rhesusfaktor ist ein gelöster Bestandteil des Blutplasmas“ ist falsch: Der Rhesusfaktor ist kein gelöster Bestandteil des Plasmas, sondern ein Protein in der Membran der roten Blutkörperchen. Gelöst im Plasma sind die Antikörper, nicht das Antigen.

Die Antwort „Das AB0-System prägt sich durch Kohlenhydratketten im Zellinneren der Erythrozyten aus“ ist falsch: Die Zuckerketten des AB0-Systems sitzen außen auf der Zellmembran, denn nur dort können sie von Antikörpern erkannt werden. Im Zellinneren wären sie für das Immunsystem unsichtbar und damit ohne Bedeutung.

Die Antwort „Blutgruppe AB gilt als Universalspender“ ist falsch: AB positiv ist Universalempfänger und nicht Universalspender. Spenden kann an alle die Blutgruppe 0 negativ.

Die Antwort „Der Rhesusfaktor wird kodominant vererbt wie das AB0-System“ ist falsch: Der Rhesusfaktor folgt einem dominant-rezessiven Erbgang, denn es gibt nur vorhanden oder nicht vorhanden. Kodominant sind dagegen IA und IB im AB0-System.

Zum Weiterdenken: Die Prophylaxe wirkt, indem sie die kindlichen Erythrozyten abfängt, bevor die Mutter sie erkennt. Warum muss sie deshalb rechtzeitig gegeben werden und nützt nichts mehr, wenn die Mutter bereits eigene Antikörper gebildet hat?

MERKE

Anti-D fängt die kindlichen Erythrozyten ab, bevor die Mutter ein Gedächtnis gegen sie aufbaut.

LEHRTEXT IM KURS

Immunbiologie

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Sinn und Wirkung der Rhesusprophylaxe erklären

WEITERLERNEN · TEIL I ABGESCHLOSSEN

537 Begründungen gelesen. Hinter jeder steht ein **Kapitel**, das den Stoff im Zusammenhang erklärt.

47

Kursthemen, aus jeder Lösung direkt verlinkt

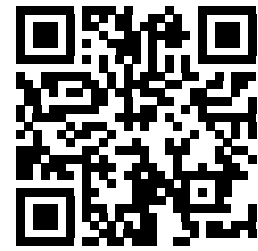
2.416

eigene Übungsfragen zu allen 47 Themen

181

Formeln und Konstanten zum Ausdrucken

- **Hinter jeder Lösung ein ganzes Kapitel.** Die Zeile unter der Begründung nennt das Kursthema und führt dich am Bildschirm direkt hinein — mit Abbildungen, Merksätzen und typischen Fallen.
- **Lehrtext zu jedem Stichwort.** Auf den MedAT zugeschnitten statt Lehrbuch zum Querlesen, durchgehend bebildert, mit Merksätzen und typischen Fallen.
- **Diagnostik nach jeder Runde.** Die Auswertung zeigt dir, welches Stichwort dich Punkte kostet und was als Nächstes dran ist.

**SCANNEN**

Biologie im Lehrtext

mission-medizin.de · Lehrtexte, Übungsfragen und Auswertung

Chemie

311 begründete Lösungen · Nummern C001 bis C311

STICHWORT	NUMMERN	LÖSUNGEN
Atombau	C001–C025	25
Mikrokosmos	C026–C028	3
Gasgesetze	C029–C042	14
Aggregatzustände	C043–C061	19
Periodensystem	C062–C089	28
Chemische Bindung	C090–C111	22
Chemische Reaktionen	C112–C128	17
Chemisches Gleichgewicht	C129–C160	32
Elemente und deren Verbindungen	C161–C188	28
Säure - Base - Reaktionen	C189–C226	38
Redox - Reaktionen	C227–C258	32
Organische Chemie	C259–C282	24
Naturstoffe	C283–C311	29

Die Nummern sind mit dem Übungsheft identisch. Jede Lösung nennt zuerst die richtige Antwort, widerlegt dann jeden der vier Distraktoren einzeln und schließt mit einem Merksatz.



CHEMIE IM KURS

Alle Chemiethemen im Lehrtext

Atombau

ELEMENTARTEILCHEN



LEHRTEXT IM KURS

Atombau

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C001 D Die Protonenzahl ändert sich.

Was ändert sich an einem Atom, wenn es als ein anderes Element gezählt wird?

Richtig ist die Antwort „Die Protonenzahl ändert sich“. Ein Atom gehört genau dann zu einem anderen Element, wenn sich seine Protonenzahl ändert. Sie ist die einzige Größe, die über die Elementzugehörigkeit entscheidet. Genau deshalb ist die Umwandlung eines Elements in ein anderes keine chemische, sondern eine Kernreaktion — chemische Vorgänge betreffen ausschließlich die Elektronenhülle.

Die Antwort „Die Neutronenzahl ändert sich“ ist falsch: Eine andere Neutronenzahl ergibt ein Isotop desselben Elements.

Die Antwort „Die Elektronenzahl in der äußersten Schale ändert sich, die Protonenzahl bleibt gleich“ ist falsch: Eine veränderte Elektronenzahl ergibt ein Ion, ebenfalls desselben Elements.

Die Antwort „Nur die Massenzahl ändert sich“ ist falsch: Die Massenzahl allein sagt nichts über das Element aus.

Die Antwort „Die Ladung des Atoms ändert sich, aber nicht das Element“ ist falsch: Eine geänderte Ladung ergibt ein Ion und kein neues Element — die Aussage widerlegt sich zudem selbst.

Zum Weiterdenken: Alchemisten versuchten jahrhundertlang, Blei in Gold zu verwandeln. Warum musste jeder chemische Versuch dazu zwangsläufig scheitern?

MERKE

Elektronen ändern die Ladung, Neutronen das Isotop — nur Protonen ändern das Element.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Protonenzahl als elementbestimmende Größe erkennen

C002 E In einem Atom befinden sich gleich viele Elektronen in der Hülle wie Protonen im Kern.

Man kennt die Massenzahl und die Protonenzahl eines Atoms. Was stimmt über den Atomaufbau?

Richtig ist die Antwort „In einem Atom befinden sich gleich viele Elektronen in der Hülle wie Protonen im Kern“. In einem neutralen Atom stimmt die Zahl der Elektronen in der Hülle mit der Zahl der Protonen im Kern überein — genau darauf beruht die elektrische Neutralität, denn die Ladungen heben einander auf.

Die Antwort „In einem Atom befinden sich gleich viele Elektronen wie Nukleonen“ ist falsch: Nukleonen sind Protonen und Neutronen zusammen; ihre Zahl ist in aller Regel größer als die der Elektronen.

Die Antwort „In einem Atom befinden sich immer gleich viele Protonen wie Neutronen“ ist falsch: Nur bei leichten Elementen stimmen Protonen- und Neutronenzahl ungefähr überein. Bei schweren Kernen überwiegen die Neutronen deutlich, weil sie die Abstoßung zwischen den Protonen ausgleichen müssen.

Die Antwort „In einem Atom befinden sich gleich viele Valenzelektronen wie Protonen“ ist falsch: Außenelektronen sind nur ein Teil der Elektronen; ihre Zahl entspricht der Hauptgruppe.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Bei schweren Kernen übersteigt die Neutronenzahl die Protonenzahl deutlich. Welche Kraft macht diesen Überschuss nötig, und warum werden sehr schwere Kerne dennoch instabil?

MERKE

Neutrales Atom heißt Elektronen gleich Protonen — alles andere ergibt sich daraus.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Teilchenzahlen im neutralen Atom bestimmen

C003 D gleich: Masse und Lebensdauer, unterschiedlich: elektrische Ladung

Teilchen und Antiteilchen - welche Aussage zu Gemeinsamkeiten und Unterschieden ist richtig?

Richtig ist die Antwort „gleich: Masse und Lebensdauer, unterschiedlich: elektrische Ladung“. Ein Antiteilchen stimmt mit seinem Teilchen in Masse und Lebensdauer überein und unterscheidet sich in der elektrischen Ladung, die genau umgekehrtes Vorzeichen trägt. Das Positron ist demnach ebenso schwer wie das Elektron, aber positiv geladen. Treffen Teilchen und Antiteilchen aufeinander, vernichten sie einander und ihre gesamte Masse wird in Strahlung umgewandelt — ein Vorgang, den die Medizin in der Positronen-Emissions-Tomographie nutzt.

Die Antwort „gleich: Masse und Ladung, unterschiedlich: Aggregatzustand“ ist falsch: Die Ladung ist gerade der Unterschied, und ein Aggregatzustand lässt sich einzelnen Teilchen nicht zuordnen.

Die Antwort „gleich: Masse und Ladung, unterschiedlich: Lebensdauer“ ist falsch: Die Ladung stimmt nicht überein.

Die Antwort „gleich: Masse, unterschiedlich: Ladung und Lebensdauer“ ist falsch: Die Lebensdauer ist gleich und nicht verschieden.

Die Antwort „gleich: Ladung, unterschiedlich: Masse und Lebensdauer“ ist falsch: Hier ist alles vertauscht.

Zum Weiterdenken: Bei der Begegnung von Teilchen und Antiteilchen wird Masse vollständig in Energie umgewandelt. Welche berühmte Gleichung beschreibt diesen Zusammenhang?

MERKE

Gleiche Masse, gleiche Lebensdauer, umgekehrte Ladung — und gemeinsam werden sie zu Strahlung.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Teilchen und Antiteilchen vergleichen

C004 C Nukleonen bestehen aus Elementarteilchen (Quarks)

Welche Aussage zu Nukleonen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Nukleonen bestehen aus Elementarteilchen (Quarks)“. Protonen und Neutronen sind keine unteilbaren Teilchen, sondern bestehen

ihrerseits aus Quarks — ein Proton aus zwei Auf- und einem Ab-Quark, ein Neutron aus einem Auf- und zwei Ab-Quarks. Zusammengehalten werden sie durch die starke Wechselwirkung. Elementarteilchen im eigentlichen Sinn sind damit die Quarks und die Elektronen, nicht aber die Nukleonen.

Die Antwort „Alle Nukleonen sind positiv geladen“ ist falsch: Nur Protonen sind positiv geladen; Neutronen sind elektrisch neutral, woher auch ihr Name stammt.

Die Antwort „Nukleonen haben keine Masse“ ist falsch: Nukleonen tragen nahezu die gesamte Masse des Atoms.

Die Antwort „Nukleonen zerfallen spontan in Elektronen“ ist falsch: Ein freies Neutron zerfällt zwar nach etwa fünfzehn Minuten, doch im Kern gebunden sind Nukleonen stabil, und Protonen gelten überhaupt als stabil.

Die Antwort „Nukleonen bestehen ausschließlich aus Protonen“ ist falsch: Zu den Nukleonen zählen Protonen und Neutronen gemeinsam.

Zum Weiterdenken: Ein Neutron ist elektrisch neutral, besteht aber aus geladenen Quarks. Wie können sich drei geladene Bausteine zu einem ungeladenen Teilchen zusammenfügen?

MERKE

Nukleon heißt Proton oder Neutron — und beide bestehen aus je drei Quarks.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Nukleonen als zusammengesetzte Teilchen erkennen

C005 A Sie besitzen die gleiche Masse und Lebensdauer, aber eine entgegengesetzte elektrische Ladung

Was gilt allgemein für ein Teilchen und sein Antiteilchen?

Richtig ist die Antwort „Sie besitzen die gleiche Masse und Lebensdauer, aber eine entgegengesetzte elektrische Ladung“. Ein Antiteilchen stimmt mit seinem Teilchen in Masse und Lebensdauer überein und trägt die entgegengesetzte elektrische Ladung. Das bekannteste Beispiel ist das Positron als Antiteilchen des Elektrons. Treffen beide aufeinander, vernichten sie einander vollständig, und ihre Masse wird in zwei Gammaquanten umgewandelt — genau darauf beruht die Positronen-Emissions-Tomographie in der Medizin.

Die Antwort „Sie besitzen die gleiche Masse und elektrische Ladung, unterscheiden sich aber in der Lebensdauer“ ist falsch: Die Ladungen sind entgegengesetzt und die Lebensdauern gleich.

Die Antwort „Sie besitzen die gleiche elektrische Ladung und Lebensdauer, aber eine unterschiedliche Masse“ ist falsch: Die Massen stimmen überein, die Ladungen nicht.

Die Antwort „Sie besitzen die gleiche Masse, unterscheiden sich aber in Ladung und Lebensdauer“ ist falsch: Die Lebensdauer ist gleich.

Die Antwort „Sie besitzen weder gleiche Masse noch gleiche Ladung“ ist falsch: Die Massen stimmen sehr wohl überein.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in zwei Jahrgängen mit identischen Antwortmöglichkeiten. Was folgt daraus für die Frage, wie gründlich man auch scheinbar randständige Themen vorbereiten sollte?

MERKE

Gleiche Masse, gleiche Lebensdauer, umgekehrte Ladung — und gemeinsam werden sie zu Strahlung.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Teilchen und Antiteilchen erneut vergleichen

C006 C Ein Atom besteht aus mindestens einem Proton im Kern

Welche allgemeine Aussage zu Atomen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Ein Atom besteht aus mindestens einem Proton im Kern“. Jedes Atom enthält mindestens ein Proton — beim Wasserstoff genau eines. Ohne Proton gäbe es keine Kernladung und damit kein Element.

Die Antwort „Die Atommasse wird hauptsächlich durch die Elektronen bestimmt“ ist falsch: Die Masse steckt nahezu vollständig in Protonen und Neutronen. Ein Elektron ist rund zweitausendmal leichter als ein Proton.

Die Antwort „Bei einem neutralen Element ist die Anzahl der Neutronen gleich der Anzahl der Protonen“ ist falsch: Nur bei leichten Elementen stimmen Protonen- und Neutronenzahl ungefähr überein; bei schweren überwiegen die Neutronen deutlich.

Die Antwort „Der Atomkern ist etwa 100-mal kleiner als die Atomhülle“ ist falsch: Der Kern ist etwa hunderttausendmal kleiner als das gesamte Atom und nicht hundertmal.

Die Antwort „Die Kernladungszahl allein bestimmt die chemische Reaktivität“ ist falsch: Die Kernladungszahl bestimmt zwar die Elektronenzahl und damit mittelbar das Verhalten, doch für die Reaktivität entscheidend ist unmittelbar die Zahl der Außenelektronen.

Zum Weiterdenken: Fast die gesamte Masse steckt im Kern, fast das gesamte Volumen in der Hülle. Wie groß wäre ein Atomkern, wenn das Atom die Größe eines Fußballstadions hätte?

MERKE

Mindestens ein Proton, Masse im Kern, Volumen in der Hülle, Verhalten von den Außenelektronen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Grundaussagen über den Atombau prüfen

ATOMKERN**C007 E Das Atom hat 27 Nukleonen (Protonen + Neutronen).**

Ein neutrales Atom hat die Ordnungszahl 14 und die Massenzahl 27. Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Das Atom hat 27 Nukleonen (Protonen + Neutronen)“. Die Massenzahl gibt die Zahl der Kernteilchen an, also Protonen und Neutronen zusammen. Bei einer Massenzahl von siebenundzwanzig sind das siebenundzwanzig Nukleonen. Die Ordnungszahl vierzehn nennt die Protonenzahl; daraus ergibt sich die Neutronenzahl als Differenz, also dreizehn. Weil das Atom neutral ist, hat es zudem vierzehn Elektronen. Es handelt sich um Silicium.

Die Antwort „Das Atom hat 27 Elektronen“ ist falsch: Siebenundzwanzig Elektronen hätte ein neutrales Atom mit der Ordnungszahl siebenundzwanzig.

Die Antwort „Das Atom hat 27 Neutronen“ ist falsch: Die Neutronenzahl beträgt dreizehn, nämlich siebenundzwanzig minus vierzehn.

Die Antwort „Das Atom hat 14 Neutronen“ ist falsch: Vierzehn ist die Protonen- und nicht die Neutronenzahl.

Die Antwort „Das Atom hat 27 Protonen“ ist falsch: Siebenundzwanzig Protonen widersprächen der Ordnungszahl.

Zum Weiterdenken: Aus Ordnungszahl und Massenzahl lassen sich alle vier Teilchenzahlen bestimmen. Wie gehst du dabei systematisch in drei Schritten vor?

MERKE

Ordnungszahl gleich Protonen, Massenzahl minus Ordnungszahl gleich Neutronen, beim neutralen Atom Elektronen gleich Protonen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Ordnungszahl und Massenzahl auswerten

C008 A Spaltung von schweren Kernen

Bei welchem der folgenden Prozesse wird Energie aus dem Atomkern frei?

Richtig ist die Antwort „Spaltung von schweren Kernen“. Energie wird frei, wenn schwere Kerne gespalten werden. Der Grund liegt in der Bindungsenergie je Kernteilchen: Sie ist bei Eisen am größten, und jede Reaktion, die Kerne in diese Richtung bewegt, setzt Energie frei. Schwere Kerne wie Uran nähern sich dem Eisen durch Spaltung, leichte Kerne wie Wasserstoff durch Verschmelzung.

Die Antwort „Entfernung von Elektronen aus dem Atomkern“ ist falsch: Elektronen befinden sich in der Hülle und nicht im Kern; ihre Entfernung ist ein chemischer Vorgang mit weit geringerem Energieumsatz.

Die Antwort „Spaltung von leichten Kernen“ ist falsch: Die Spaltung leichter Kerne verbraucht Energie, statt sie freizusetzen.

Die Antwort „Fusion von schweren Kernen“ ist falsch: Die Verschmelzung schwerer Kerne verbraucht ebenfalls Energie. Energie liefert die Verschmelzung leichter Kerne, wie sie in der Sonne abläuft.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Sowohl Spaltung als auch Verschmelzung können Energie liefern, aber bei verschiedenen Ausgangsstoffen. Warum ist Eisen dabei die Trennlinie?

MERKE

Alles strebt zum Eisen — schwere Kerne spalten, leichte verschmelzen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Kernspaltung und Kernfusion energetisch einordnen

C009 D Es verfügt über 27 Nukleonen.

Ein Aluminiumatom hat eine Ordnungszahl von 13 und seine Atommasse beträgt 27. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Es verfügt über 27 Nukleonen“. Die Massenzahl gibt die Gesamtzahl der Kernteilchen an, also Protonen und Neutronen zusammen. Bei einer Massenzahl von siebenundzwanzig sind das siebenundzwanzig Nukleonen. Aus der Ordnungszahl dreizehn folgt außerdem: dreizehn Protonen, dreizehn Elektronen und vierzehn Neutronen.

Die Antwort „Seine Kernladungszahl beträgt 14“ ist falsch: Die Kernladungszahl entspricht der Ordnungszahl und beträgt dreizehn.

Die Antwort „Es verfügt über 14 Elektronen“ ist falsch: Vierzehn ist die Neutronenzahl; Elektronen hat das neutrale Atom dreizehn.

Die Antwort „Es verfügt über 27 Elektronen“ ist falsch: Siebenundzwanzig Elektronen hätte ein neutrales Atom mit der Ordnungszahl siebenundzwanzig.

Die Antwort „Es verfügt über 13 Neutronen“ ist falsch: Dreizehn ist die Protonenzahl; Neutronen sind es vierzehn.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antwortmöglichkeiten verwechseln jeweils zwei der vier Teilchenzahlen. Wie schützt dich ein festes Rechenschema in drei Schritten davor?

MERKE

Ordnungszahl gleich Protonen gleich Elektronen,
Massenzahl minus Ordnungszahl gleich Neutronen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Teilchenzahlen aus Ordnungs- und Massenzahl bestimmen

C010 B 10^{-5}

Der Atomkern hat einen Durchmesser von etwa 10^{-15} m, das Atom von etwa 10^{-10} m. Wie groß ist der Atomkern im Verhältnis zum gesamten Atom?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-5} “. Gesucht ist das Verhältnis von Kerndurchmesser zu Atomdurchmesser:

$$\frac{10^{-15} \text{ m}}{10^{-10} \text{ m}} = 10^{-15-(-10)} = 10^{-5}$$

Der Kern ist also rund hunderttausendmal kleiner als das Atom. Anschaulich bedeutet das: Wäre das Atom ein Fußballstadion, wäre der Kern eine Erbse in der Mitte — und der gesamte Rest ist nahezu leerer Raum, in dem sich die Elektronen aufhalten.

Die Antwort „ 10^2 “ ist falsch: Zehn hoch zwei entstünde bei ganz anderen Exponenten.

Die Antwort „100.000“ ist falsch: Hunderttausend ist zehn hoch fünf und damit der Kehrwert; so groß ist das Atom im Verhältnis zum Kern und nicht umgekehrt.

Die Antwort „ 10^5 “ ist falsch: Zehn hoch fünf ist derselbe Kehrwert in Potenzschreibweise.

Die Antwort „ 10^{-25} “ ist falsch: Zehn hoch minus fünfundzwanzig entstünde beim Malnehmen statt beim Teilen.

Zum Weiterdenken: Fast das gesamte Volumen eines Atoms ist leerer Raum, fast die gesamte Masse steckt im Kern. Warum fühlt sich Materie dann überhaupt fest an?

MERKE

$$\frac{10^m}{10^n} = 10^{m-n} \text{ — und auf die Richtung achten.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Größenverhältnisse mit Zehnerpotenzen berechnen

C011 A Ein He-Nuklid (Heliumkern)

Was ist ein Alphateilchen?

Richtig ist die Antwort „Ein He-Nuklid (Heliumkern)“. Ein Alphateilchen ist ein Heliumkern ${}^4_2\text{He}^{2+}$, besteht also aus zwei Protonen und zwei Neutronen und trägt entsprechend zwei positive Ladungen. Beim Alphazerfall gilt daher ${}^A_Z\text{X} \Rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$. Weil das Teilchen vergleichsweise schwer und doppelt geladen ist, wird es bereits von einem Blatt Papier aufgehalten — im Körper aufgenommen richtet es allerdings erheblichen Schaden an.

Die Antwort „Ein Elektron“ ist falsch: Ein Elektron entsteht beim Betazerfall.

Die Antwort „Ein Neutron“ ist falsch: Neutronenstrahlung tritt bei Kernspaltungen auf.

Die Antwort „Ein Proton“ ist falsch: Ein einzelnes Proton entspricht einem Wasserstoffkern und nicht einem Alphateilchen.

Die Antwort „Ein Positron“ ist falsch: Ein Positron ist das Antiteilchen des Elektrons und entsteht beim entsprechenden Zerfall.

Zum Weiterdenken: Alphastrahlung wird von Papier aufgehalten, Gammastrahlung erst von dickem Blei. Warum sind Alphastrahler dennoch besonders gefährlich, wenn sie eingeatmet werden?

MERKE

${}^4_2\text{He}$ ist Alpha, ein Elektron ist Beta, eine Welle ist Gamma.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Strahlungsarten ihren Teilchen zuordnen

C012 A ein Helium-Atomkern

Bei einem Alpha-Zerfall wird abgestrahlt:

Richtig ist die Antwort „ein Helium-Atomkern“. Beim Alphazerfall wird ein Heliumkern abgestrahlt:



Der zerfallende Kern verliert dadurch vier Masseneinheiten und zwei Ordnungszahlen, wird also zu einem Element, das im Periodensystem zwei Plätze weiter links steht.

Die Antwort „ein Wasserstoff-Atomkern“ ist falsch: Ein Wasserstoffkern ist ein einzelnes Proton.

Die Antwort „ein Sauerstoff-Atomkern“ ist falsch: Sauerstoffkerne werden bei natürlichen Zerfällen nicht abgestrahlt.

Die Antwort „ein Elektron“ ist falsch: Ein Elektron wird beim Betazerfall abgegeben.

Die Antwort „ein Neutron“ ist falsch: Freie Neutronen treten vor allem bei Kernspaltungen auf.

Zum Weiterdenken: Beim Alphazerfall sinkt die Ordnungszahl um zwei, beim Betazerfall steigt sie um eins. Wie lassen sich damit Zerfallsreihen bis zu einem stabilen Endprodukt nachvollziehen?

MERKE

${}^4_2\text{He}$ weg heißt A-4 und Z-2 – zwei Plätze nach links.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Das Alphateilchen erneut bestimmen

ELEKTRONENHÜLLE

C013 B p-Orbitale der gleichen Schale sind energetisch gleichwertig.

Das quantenmechanische Atommodell beschreibt die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten von Elektronen in Orbitalen, die durch Quantenzahlen beschrieben werden. Welche Aussage über die Orbitale ist richtig?

Richtig ist die Antwort „p-Orbitale der gleichen Schale sind energetisch gleichwertig“. Die drei p-Orbitale derselben Schale sind energetisch gleichwertig, man nennt sie entartet. Sie unterscheiden sich nur in ihrer räumlichen Ausrichtung entlang der drei Achsen, nicht in ihrem Energieinhalt. Genau daraus folgt die Hundsche Regel: Beim Auffüllen wird zuerst jedes der drei Orbitale einfach besetzt, bevor eines doppelt besetzt wird.

Die Antwort „s-Orbitale und p-Orbitale der gleichen Schale sind energetisch gleichwertig“ ist falsch: Innerhalb derselben Schale liegt das s-Orbital energetisch tiefer als die p-Orbitale und wird deshalb zuerst gefüllt.

Die Antwort „p-Orbitale sind kugelsymmetrisch“ ist falsch: Kugelsymmetrisch sind die s-Orbitale. Die p-Orbitale haben eine hantelförmige Gestalt mit einer Knotenebene im Kern.

Die Antwort „Die Form der Orbitale wird durch die Hauptquantenzahl bestimmt“ ist falsch: Die Form wird von der Nebenquantenzahl bestimmt; die Hauptquantenzahl gibt die Schale und damit im Wesentlichen die Größe an.

Die Antwort „Die Ablenkung des Orbitals wird durch die Nebenquantenzahl bestimmt“ ist falsch: Die räumliche Ausrichtung wird von der Magnetquantenzahl bestimmt.

Zum Weiterdenken: Drei p-Orbitale sind gleichwertig und werden dennoch nacheinander einfach besetzt. Welcher physikalische Grund spricht dagegen, zwei Elektronen sofort in dasselbe Orbital zu setzen?

MERKE

Hauptquantenzahl gibt die Schale, Nebenquantenzahl die Form, Magnetquantenzahl die Richtung.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Orbitale und Quantenzahlen einordnen

C014 E In einem Orbital können sich maximal 2 Elektronen befinden

Was besagt das Pauli-Prinzip?

Richtig ist die Antwort „In einem Orbital können sich maximal 2 Elektronen befinden“. Das Pauli-Prinzip besagt, dass zwei Elektronen desselben Atoms niemals in allen vier Quantenzahlen übereinstimmen dürfen. Weil ein Orbital durch drei Quantenzahlen festgelegt ist und für die vierte, den Spin, nur zwei Werte zur Verfügung stehen, folgt daraus unmittelbar: In einem Orbital haben höchstens zwei Elektronen Platz, und diese müssen

entgegengesetzten Spin besitzen. Aus diesem einen Prinzip ergibt sich der gesamte Aufbau der Elektronenhülle und damit letztlich das Periodensystem.

Die Antwort „Elektronen kreisen in Ellipsen um den Atomkern“ ist falsch: Ellipsenbahnen gehören zum überholten Bohr-Sommerfeld-Modell.

Die Antwort „Ort und Impuls eines Elektrons sind niemals gleichzeitig exakt bestimmbar“ ist falsch: Das beschreibt die Heisenbergsche Unschärferelation.

Die Antwort „In jedem Atom befinden sich mindestens zwei Elektronen mit umgekehrtem Spin“ ist falsch: Wasserstoff besitzt nur ein einziges Elektron; die Aussage stimmt also schon deshalb nicht.

Die Antwort „Bei konstanter Temperatur sinkt das Volumen bei steigendem Druck“ ist falsch: Das ist das Gesetz von Boyle und Mariotte und gehört zur Gaslehre.

Zum Weiterdenken: Ohne das Pauli-Prinzip säßen alle Elektronen im energetisch tiefsten Orbital. Welche Folge hätte das für die Vielfalt der Elemente und damit für die Chemie überhaupt?

MERKE

Zwei Elektronen je Orbital, und die müssen sich im Spin unterscheiden.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Das Pauli-Prinzip formulieren

C015 C Maximal zwei Elektronen pro Orbital

Welche Aussage beschreibt das Pauli-Prinzip?

Richtig ist die Antwort „Maximal zwei Elektronen pro Orbital“. Das Pauli-Prinzip führt dazu, dass ein Orbital höchstens zwei Elektronen aufnehmen kann, und diese müssen entgegengesetzten Spin haben. Die übrigen Antwortmöglichkeiten benennen zwar teilweise zutreffende Regeln, aber eben andere.

Die Antwort „2 Elektronen in einem Orbital müssen den parallelen Spin haben“ ist falsch: Zwei Elektronen im selben Orbital haben gerade entgegengesetzten und nicht parallelen Spin.

Die Antwort „8 Elektronen in jeder Schale“ ist falsch: Acht Elektronen je Schale gilt nur für die zweite Schale; die Kapazität wächst mit dem Quadrat der Schalennummer.

Die Antwort „Orbitale müssen zunächst einfach besetzt werden“ ist falsch: Dass Orbitale gleicher Energie zuerst einfach besetzt werden, ist die Hundsche Regel.

Die Antwort „Elektronen besetzen zuerst das energetisch günstigste Orbital“ ist falsch: Dass zuerst das energetisch günstigste Orbital besetzt wird, ist das Aufbauprinzip.

Zum Weiterdenken: Pauli-Prinzip, Hundsche Regel und Aufbauprinzip greifen bei der Besetzung ineinander. In welcher Reihenfolge wendest du sie an, um eine Elektronenkonfiguration aufzustellen?

MERKE

Pauli begrenzt auf zwei je Orbital, Hund verteilt erst einzeln, das Aufbauprinzip füllt von unten.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das Pauli-Prinzip gegen andere Besetzungsregeln abgrenzen

C016 E Elektronen müssen sich in mindestens einer Quantenzahl unterscheiden

Was besagt das Pauli-Prinzip?

Richtig ist die Antwort „Elektronen müssen sich in mindestens einer Quantenzahl unterscheiden“. Das Pauli-Prinzip besagt in seiner allgemeinen Form, dass zwei Elektronen desselben Atoms niemals in allen vier Quantenzahlen übereinstimmen dürfen – sie müssen sich also in mindestens einer unterscheiden. Daraus folgt erst die bekannte Konsequenz, dass in einem Orbital höchstens zwei Elektronen mit entgegengesetztem Spin Platz haben.

Die Antwort „Orbitale werden zuerst einzeln besetzt“ ist falsch: Dass Orbitale gleicher Energie zuerst einzeln besetzt werden, ist die Hundsche Regel.

Die Antwort „Jedes Elektron muss einen anderen Spin haben als alle übrigen Elektronen des Atoms“ ist falsch: Für den Spin gibt es nur zwei mögliche Werte; es wäre unmöglich, dass jedes Elektron eines Atoms einen anderen hätte.

Die Antwort „Elektronen im selben Orbital haben parallelen Spin“ ist falsch: Zwei Elektronen im selben Orbital haben gerade entgegengesetzten Spin.

Die Antwort „Alle Orbitale eines Atoms müssen vollbesetzt sein“ ist falsch: Vollbesetzte Orbitale sind keineswegs Bedingung; die meisten Atome haben teilweise besetzte.

Zum Weiterdenken: Aus einem einzigen Verbot – keine zwei Elektronen mit demselben Satz Quantenzahlen – folgt der gesamte Aufbau des Periodensystems. Wie kommt eine so weitreichende Ordnung aus einer so knappen Regel zustande?

MERKE

Kein Elektron gleicht dem anderen in allen vier Quantenzahlen – daraus folgt alles Weitere.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Das Pauli-Prinzip in seiner allgemeinen Form angeben

NUKLIDE

C017 C Gleiche Protonenzahl, aber unterschiedliche Neutronenzahl (und damit Massenzahl).

Was zeichnet Isotope eines Elements aus?

Richtig ist die Antwort „Gleiche Protonenzahl, aber unterschiedliche Neutronenzahl (und damit Massenzahl)“. Isotope eines Elements haben dieselbe Protonenzahl, aber verschieden viele Neutronen, weshalb sich nur die Massenzahl $A = Z + N$ unterscheidet. Weil die Protonenzahl das Element bestimmt, handelt es sich um denselben Stoff mit denselben chemischen Eigenschaften. Wasserstoff ist das bekannteste Beispiel mit ^1_1H , ^2_1H und ^3_1H . Manche Isotope sind instabil und zerfallen unter Aussendung von Strahlung, was man in der Medizin für Diagnostik und Behandlung nutzt.

Die Antwort „Gleiche Neutronenzahl, aber unterschiedliche Protonenzahl“ ist falsch: Wären die Protonenzahlen verschieden, handelte es sich um verschiedene Elemente.

Die Antwort „Gleiche Massenzahl, aber unterschiedliche Protonenzahl“ ist falsch: Gleiche Massenzahl bei verschiedenen Protonenzahlen beschreibt Isobare.

Die Antwort „Unterschiedliche Kernladungszahl bei gleicher Elektronenzahl“ ist falsch: Eine unterschiedliche Kernladungszahl bedeutet wiederum verschiedene Elemente.

Die Antwort „Gleiche Anzahl an Elektronen in der äußersten Schale“ ist falsch: Die Zahl der Außenelektronen ist bei allen Elementen einer Hauptgruppe gleich und kennzeichnet nicht Isotope.

Zum Weiterdenken: Isotope verhalten sich chemisch nahezu gleich, unterscheiden sich aber in der Masse. Warum lassen sie sich deshalb nur mit physikalischen und nicht mit chemischen Verfahren trennen?

MERKE

$A = Z + N$ — gleiche Protonen, andere Neutronen, andere Masse.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Isotope über Protonen- und Neutronenzahl definieren

C018 D Unterschiedliche Neutronenanzahl

Wodurch unterscheiden sich Isotope eines Elements?

Richtig ist die Antwort „Unterschiedliche Neutronenanzahl“. Isotope desselben Elements unterscheiden sich allein in der Neutronenzahl. Alles andere bleibt gleich: Protonenzahl, Kernladungszahl, Ordnungszahl und im neutralen Atom auch die Elektronenzahl. Weil das chemische Verhalten von den Elektronen bestimmt wird, verhalten sich Isotope chemisch nahezu gleich und unterscheiden sich nur in Masse und gegebenenfalls Kernstabilität.

Die Antwort „Unterschiedliche Protonenanzahl“ ist falsch: Eine andere Protonenzahl bedeutet ein anderes Element.

Die Antwort „Unterschiedliche Elektronenanzahl“ ist falsch: Eine andere Elektronenzahl bei gleicher Protonenzahl beschreibt ein Ion.

Die Antwort „Unterschiedliche Kernladungszahl“ ist falsch: Die Kernladungszahl ist gleichbedeutend mit der Protonenzahl.

Die Antwort „Unterschiedliche Ordnungszahl“ ist falsch: Auch die Ordnungszahl entspricht der Protonenzahl.

Zum Weiterdenken: Drei der vier falschen Antworten benennen dieselbe Größe unter verschiedenen Namen. Wie hilft dir diese Erkenntnis, die Aufgabe ohne inhaltliches Prüfen zu lösen?

MERKE

Protonenzahl, Kernladungszahl und Ordnungszahl sind dasselbe — Isotope unterscheiden sich nur in den Neutronen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Isotope über die Neutronenzahl unterscheiden

C019 D Das Verhältnis von C-14 zu C-12.

Was wird bei der Radiocarbonmethode untersucht?

Richtig ist die Antwort „Das Verhältnis von C-14 zu C-12“. Untersucht wird das Verhältnis von Kohlenstoff-14 zu Kohlenstoff-12. In der Atmosphäre entsteht laufend radioaktives Kohlenstoff-14, das über Kohlenstoffdioxid in Pflanzen und über die Nahrungskette in alle Lebewesen gelangt; solange ein Lebewesen lebt, bleibt sein Anteil daran konstant. Mit dem Tod endet die Aufnahme, und das vorhandene Kohlenstoff-14 zerfällt mit einer Halbwertszeit von rund 5730 Jahren. Aus dem verbliebenen Verhältnis lässt sich deshalb berechnen, wie lange der Tod zurückliegt.

Die Antwort „Das Verhältnis von C-12 zu C-13“ ist falsch: Kohlenstoff-13 ist stabil und zerfällt nicht, taugt also nicht zur Altersbestimmung.

Die Antwort „Nur die absolute Menge an C-12“ ist falsch: Die absolute Menge hängt von der Probengröße ab; erst das Verhältnis ist aussagekräftig.

Die Antwort „Das Verhältnis von C-14 zu K-40“ ist falsch: Kalium-40 wird für die Datierung sehr viel älterer Gesteine verwendet, aber nicht in Verbindung mit Kohlenstoff-14.

Die Antwort „Nur die absolute Menge an C-14“ ist falsch: Auch hier fehlt der nötige Bezugswert.

Zum Weiterdenken: Nach etwa zehn Halbwertszeiten ist von einem radioaktiven Stoff kaum noch etwas übrig. Warum reicht die Methode deshalb nur einige zehntausend Jahre zurück und nicht Millionen?

MERKE

Das Verhältnis zählt, nicht die Menge — und die Uhr startet mit dem Tod.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Das Prinzip der Radiocarbonmethode verstehen

C020 A Es entsteht ein Isotop desselben Elements.

In einem Gedankenexperiment wird dem Kern eines bestimmten Atoms ein Proton hinzugefügt. Welche Aussage zu diesem Sachverhalt ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Es entsteht ein Isotop desselben Elements“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Fügt man einem Kern ein Proton hinzu, entsteht kein Isotop, sondern ein anderes Element. Isotope unterscheiden sich ausschließlich in der Neutronenzahl. Genau diese Unterscheidung ist der Kern der Aufgabe: Neutron hinzu ergibt ein Isotop, Proton hinzu ergibt ein neues Element.

Die Antwort „Es entsteht ein anderes Element“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Mit der Protonenzahl ändert sich die Elementzugehörigkeit.

Die Antwort „Die Massenzahl steigt“ ist richtig: Die Massenzahl steigt um eins, weil ein Nukleon hinzukommt.

Die Antwort „Die Ordnungszahl steigt“ ist richtig: Die Ordnungszahl entspricht der Protonenzahl und steigt entsprechend.

Die Antwort „Die Kernladungszahl steigt“ ist richtig: Auch die Kernladungszahl ist gleichbedeutend mit der Protonenzahl.

Zum Weiterdenken: Drei der richtigen Aussagen beschreiben dieselbe Größe unter verschiedenen Namen. Wie erkennst du daran schnell, dass nur eine Aussage übrig bleiben kann?

MERKE

Proton hinzu heißt neues Element, Neutron hinzu heißt neues Isotop.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Folgen einer Änderung der Protonenzahl bestimmen

C021 E sich bei der Massenzahl unterscheiden

Es ist allseits bekannt, dass Isotope...

Richtig ist die Antwort „sich bei der Massenzahl unterscheiden“. Isotope desselben Elements unterscheiden sich in der Massenzahl, weil sie verschieden viele Neutronen besitzen. Die Protonenzahl bleibt gleich, weshalb es sich um dasselbe Element handelt und die chemischen Eigenschaften nahezu übereinstimmen.

Die Antwort „besitzen stets dieselbe Massenzahl“ ist falsch: Gerade in der Massenzahl unterscheiden sich Isotope, denn sie enthalten verschieden viele Neutronen. Gleich ist bei ihnen allein die Protonenzahl.

Die Antwort „eine gleiche Neutronenzahl haben“ ist falsch: Die Neutronenzahl ist gerade verschieden.

Die Antwort „eine unterschiedliche Protonenzahl haben“ ist falsch: Die Protonenzahl ist gleich; wäre sie verschieden, läge ein anderes Element vor.

Die Antwort „die gleiche chemische Reaktivität wie ein anderes Element besitzen“ ist falsch: Isotope verhalten sich chemisch wie dasselbe Element und nicht wie ein anderes.

Zum Weiterdenken: Isotope verhalten sich chemisch fast gleich und physikalisch verschieden. Welche Verfahren bleiben deshalb übrig, um sie voneinander zu trennen?

MERKE

Gleiche Protonen, andere Neutronen, andere Massenzahl — chemisch aber dasselbe Element.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Unterschiede zwischen Isotopen benennen

C022 E Die Summe aus Protonen- und Neutronenzahl ist bei beiden gleich

Zwei Elemente haben dieselbe Massenzahl, aber unterschiedliche Ordnungszahl (Isobare). Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Summe aus Protonen- und Neutronenzahl ist bei beiden gleich“. Isobare haben dieselbe Massenzahl, also dieselbe Summe aus Protonen und Neutronen, unterscheiden sich aber in der Ordnungszahl — es handelt sich folglich um verschiedene Elemente mit gleicher Nukleonenzahl. Die Vorsilbe hilft beim Merken: iso bedeutet gleich, bar bezieht sich auf die Schwere.

Die Antwort „Die Protonenzahl ist bei beiden gleich“ ist falsch: Gleiche Protonenzahl kennzeichnet Isotope.

Die Antwort „Die Neutronenzahl ist bei beiden gleich“ ist falsch: Gleiche Neutronenzahl kennzeichnet Isotone.

Die Antwort „Die Masse ist bei beiden völlig unterschiedlich“ ist falsch: Die Massen sind einander gerade sehr ähnlich, denn die Nukleonenzahl stimmt überein.

Die Antwort „Es handelt sich um Isotope desselben Elements“ ist falsch: Isotope haben dieselbe Ordnungszahl; hier ist sie ausdrücklich verschieden.

Zum Weiterdenken: Isotope, Isobare und Isotone unterscheiden sich darin, welche Zahl jeweils gleich bleibt. Wie merkst du dir die drei Begriffe über die Bedeutung ihrer Endungen?

MERKE

Isotop gleiche Protonen, Isobar gleiche Nukleonen, Isoton gleiche Neutronen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Isobare von Isotopen unterscheiden

C023 E horizontal nebeneinander

In einer Nuklidkarte ist die Neutronenzahl auf der x-Achse und die Protonenzahl auf der y-Achse aufgetragen. Wie liegen Isotope eines Elements zueinander?

Richtig ist die Antwort „horizontal nebeneinander“.

Isotope eines Elements haben dieselbe Protonenzahl und unterscheiden sich nur in der Neutronenzahl. Steht die Neutronenzahl auf der waagerechten und die Protonenzahl auf der senkrechten Achse, ändert sich bei Isotopen also nur der waagerechte Wert — sie liegen nebeneinander in derselben Zeile.

Die Antwort „senkrecht übereinander“ ist falsch:

Senkrecht übereinander lägen Nuklide mit gleicher Neutronen- und verschiedener Protonenzahl, also Isotone.

Die Antwort „diagonal“ ist falsch: Diagonal lägen Isobare, bei denen die Summe beider Zahlen gleich bleibt und eine steigt, während die andere sinkt.

Die Antwort „kreisförmig angeordnet“ ist falsch: Eine kreisförmige Anordnung ergibt sich nicht.

Die Antwort „unregelmäßig verteilt“ ist falsch: Die Anordnung folgt einem klaren Muster.

Zum Weiterdenken: Isotope liegen waagerecht, Isotone senkrecht und Isobare diagonal. Wie hilft dir dieses Bild, die drei Begriffe dauerhaft auseinanderzuhalten?

MERKE

Gleiche Protonen heißt gleiche Zeile — Isotope liegen waagerecht nebeneinander.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Isotope in der Nuklidkarte verorten

C024 B Die Protonenzahl bleibt unverändert

Was trifft bei Isotopen eines Elements allgemein zu?

Richtig ist die Antwort „Die Protonenzahl bleibt unverändert“. Bei allen Isotopen eines Elements bleibt die Protonenzahl unverändert — genau das macht sie zu demselben Element.

Die Antwort „Die Massenzahl bleibt unverändert“ ist falsch: Die Massenzahl unterscheidet sich, weil die Neutronenzahl verschieden ist.

Die Antwort „Die Nukleonenzahl bleibt unverändert“ ist falsch: Die Nukleonenzahl ist ein anderer Name für die Massenzahl und unterscheidet sich ebenfalls.

Die Antwort „Die Elektronenzahl im Ion ändert sich immer“ ist falsch: Von Ionen ist bei Isotopen nicht die Rede; die Elektronenzahl bleibt beim neutralen Atom gleich der Protonenzahl.

Die Antwort „Die Ordnungszahl unterscheidet sich“ ist falsch: Die Ordnungszahl entspricht der Protonenzahl und bleibt damit unverändert.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten benennen dieselbe Größe, zwei weitere widersprechen einander. Wie hilft dir das Erkennen solcher Beziehungen, die Auswahl schnell einzugrenzen?

MERKE

Bei Isotopen bleibt genau eine Zahl gleich: die der Protonen.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die unveränderliche Größe bei Isotopen benennen

C025 B Es entsteht ein Isotop des Kohlenstoffs

Was passiert, wenn man einem Kohlenstoff-Atom ein zusätzliches Neutron hinzufügt?

Richtig ist die Antwort „Es entsteht ein Isotop des Kohlenstoffs“. Fügt man einem Kohlenstoffatom ein Neutron hinzu, entsteht ein Isotop desselben Elements, denn die Protonenzahl bleibt bei sechs und nur $A = Z + N$ steigt um eins. Genau so entsteht aus $^{12}_6\text{C}$ das $^{13}_6\text{C}$ und daraus das radioaktive $^{14}_6\text{C}$.

Die Antwort „Es entsteht Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff entstünde erst durch ein zusätzliches Proton.

Die Antwort „Es liegt ein überschüssiges Elektron vor“ ist falsch: Neutronen sind ungeladen; die Elektronenhülle bleibt unberührt.

Die Antwort „Die Ordnungszahl ändert sich“ ist falsch: Die Ordnungszahl entspricht der Protonenzahl und bleibt unverändert.

Die Antwort „Die Massenzahl bleibt gleich“ ist falsch: Die Massenzahl steigt gerade um eins.

Zum Weiterdenken: Kohlenstoff-14 entsteht in der Atmosphäre aus Stickstoff und zerfällt wieder zu Stickstoff. Welche Rolle spielt dieses Isotop deshalb für die Altersbestimmung?

MERKE

$A = Z + N$ — Neutron dazu heißt neues Isotop, Proton dazu neues Element.

LEHRTEXT IM KURS

Atombau

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Folge einer zusätzlichen Neutronenzahl bestimmen

Mikrokosmos

UNSCHÄRFERELATION



LEHRTEXT IM KURS

Mikrokosmos

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C026 B Impuls und Ort können nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden.

Welche Aussage zur Heisenbergschen Unschärferelation stimmt?

Richtig ist die Antwort „Impuls und Ort können nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden“. Die Unschärferelation besagt, dass sich Ort und Impuls eines Teilchens nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmen lassen. Je genauer man das eine kennt, desto ungenauer wird das andere. Entscheidend ist, dass es sich nicht um eine Unzulänglichkeit der Messgeräte handelt, sondern um eine grundsätzliche Eigenschaft der Natur. Für die Chemie folgt daraus, dass man Elektronen keine festen Bahnen zuschreiben kann, sondern nur Aufenthaltsräume angibt — genau das sind die Orbitale.

Die Antwort „Ort und Energie können beliebig genau bestimmt werden“ ist falsch: Auch Energie und Zeit bilden ein solches Paar und lassen sich nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmen.

Die Antwort „Nur der Impuls ist grundsätzlich unbestimmbar“ ist falsch: Nicht der Impuls allein ist unbestimmbar, sondern die gleichzeitige genaue Kenntnis beider Größen.

Die Antwort „Die Unschärferelation gilt nur für Photonen“ ist falsch: Die Unschärferelation gilt für alle Teilchen. Bei großen Objekten ist sie nur deshalb ohne Bedeutung, weil die Unschärfe im Vergleich zu ihrer Größe verschwindend klein bleibt.

Die Antwort „Impuls und Ort können beliebig genau gemessen werden, wenn man nur genau genug misst“ ist falsch: Genau das trifft nicht zu — bessere Messgeräte helfen hier grundsätzlich nicht.

Zum Weiterdenken: Aus der Unschärfe folgt, dass Elektronen keine Bahnen haben, sondern Aufenthaltswahrscheinlichkeiten. Wie verändert dieser Gedanke das Bild vom Atom gegenüber dem Planetenmodell?

MERKE

Ort und Impuls nie beide genau — daraus folgt das Orbital statt der Bahn.

LEHRTEXT IM KURS

Mikrokosmos

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Heisenbergsche Unschärferelation richtig wiedergeben

C027 D Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig exakt bestimmt werden

Was besagt die Heisenbergsche Unschärferelation?

Richtig ist die Antwort „Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig exakt bestimmt werden“. Ort und Impuls eines Teilchens lassen sich nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmen. Je genauer man das eine kennt, desto ungenauer wird zwangsläufig das andere. Entscheidend ist, dass es sich nicht um eine Schwäche der Messgeräte handelt, sondern um eine grundlegende Eigenschaft der Natur.

Die Antwort „Ort und Impuls eines Teilchens können gleichzeitig genau bestimmt werden“ ist falsch: Das ist die genaue Umkehrung der Aussage.

Die Antwort „Energie und Zeit können gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden“ ist falsch: Auch Energie und Zeit bilden ein solches Paar und unterliegen derselben Beschränkung.

Die Antwort „Masse und Ort eines Teilchens können nicht gleichzeitig bestimmt werden“ ist falsch: Masse und Ort bilden kein solches Paar.

Die Antwort „Zeit und Geschwindigkeit können nicht gleichzeitig bestimmt werden“ ist falsch: Auch Zeit und Geschwindigkeit gehören nicht zu den betroffenen Paaren.

Zum Weiterdenken: Aus der Unschärfe folgt, dass Elektronen keine Bahnen haben, sondern Aufenthaltsräume. Warum musste das anschauliche Planetenmodell des Atoms deshalb aufgegeben werden?

MERKE

Ort und Impuls sind ein Paar, Energie und Zeit ebenfalls — beide nie gleichzeitig scharf.

LEHRTEXT IM KURS

Mikrokosmos

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Unschärferelation erneut formulieren

LICHT/ELEKTROMAGNETISCHE STRAHLUNG

C028 E Licht zeigt sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften (Welle-Teilchen-Dualismus).

Welche Aussage zum Licht als elektromagnetischer Strahlung ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Licht zeigt sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften (Welle-Teilchen-Dualismus)“. Licht zeigt je nach Versuch Wellen- oder Teilcheneigenschaften. Beugung und Überlagerung am Doppelspalt lassen sich nur mit einem Wellenbild erklären, der photoelektrische Effekt dagegen nur mit einem Teilchenbild — dort löst Licht Elektronen erst ab einer bestimmten Frequenz heraus, unabhängig von seiner Helligkeit. Beide Beschreibungen sind nötig und schließen einander nicht aus.

Die Antwort „Licht besteht ausschließlich aus Teilchen ohne Wellencharakter“ ist falsch: Der reine Teilchencharakter erklärt Beugung und Überlagerung

nicht.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit von Licht ist im Vakuum unendlich“ ist falsch: Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist endlich und beträgt rund 300.000 Kilometer je Sekunde. Sie ist zugleich die obere Grenze für jede Signalübertragung.

Die Antwort „Licht kann sich nicht im Vakuum ausbreiten“ ist falsch: Licht breitet sich gerade im Vakuum ungehindert aus, denn elektromagnetische Wellen brauchen kein Trägermedium — anders als Schall.

Die Antwort „Die Wellenlänge von Licht hat keinen Einfluss auf seine Energie“ ist falsch: Die Energie eines Lichtteilchens ist der Frequenz unmittelbar proportional und damit umgekehrt proportional zur Wellenlänge. Deshalb ist kurzwelliges ultraviolettes Licht energiereich und schädlich, langwelliges Infrarot dagegen nicht.

Zum Weiterdenken: Ultraviolettes Licht schädigt die Haut, sichtbares Licht nicht. Wie folgt das unmittelbar aus dem Zusammenhang von Wellenlänge und Energie?

MERKE

Kurze Welle heißt hohe Frequenz und viel Energie — und Licht ist beides, Welle und Teilchen.

LEHRTEXT IM KURS

Mikrokosmos

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den Welle-Teilchen-Dualismus des Lichts beschreiben

Gasgesetze

GAY-LUSSAC



LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C029 A Gesetz von Gay-Lussac, Gesetz von Boyle-Mariotte, Gesetz von Avogadro.

Wie heißen die drei klassischen Gasgesetze?

Richtig ist die Antwort „Gesetz von Gay-Lussac, Gesetz von Boyle-Mariotte, Gesetz von Avogadro“. Die drei klassischen

Gasgesetze stammen von Gay-Lussac mit $\frac{p}{T} = \text{const}$

beziehungsweise $\frac{V}{T} = \text{const}$, von Boyle und Mariotte mit $pV = \text{const}$ sowie von Avogadro, wonach gleiche Volumina verschiedener Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleich viele Teilchen enthalten. Zusammengefasst ergeben sie die allgemeine Gasgleichung $pV = nRT$.

Die Antwort „Gesetz von Maxwell-Boltzmann, Gesetz von Gay-Lussac, Gesetz von Boyle-Mariotte“ ist falsch:

Maxwell und Boltzmann beschreiben die Geschwindigkeitsverteilung der Teilchen in einem Gas, was etwas anderes ist als ein Zustandsgesetz.

Die Antwort „Gesetz von Newton, Gesetz von Boyle-Mariotte, Gesetz von Avogadro“ ist falsch: Newtons Gesetze gehören zur Mechanik.

Die Antwort „Gesetz von Henry, Gesetz von Dalton, Gesetz von Avogadro“ ist falsch: Henry beschreibt die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten, Dalton die Addition der Partialdrücke — beide sind bedeutsam, zählen aber nicht zu den drei klassischen Zustandsgesetzen.

Die Antwort „Gesetz von Charles, Gesetz von Raoult, Gesetz von Boyle“ ist falsch: Raoult beschreibt den Dampfdruck von Lösungen.

Zum Weiterdenken: Die drei Gesetze halten jeweils eine Größe konstant und beschreiben den Zusammenhang der beiden übrigen. Wie fügen sie sich zur allgemeinen Gasgleichung zusammen?

MERKE

$pV = nRT$ fasst Boyle-Mariotte, Gay-Lussac und Avogadro zusammen.

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die drei klassischen Gasgesetze benennen

C030 D Gesetz von Gay-Lussac

Welches Gesetz beschreibt, dass bei konstantem Volumen der Druck eines Gases proportional zur absoluten Temperatur ist?

Richtig ist die Antwort „Gesetz von Gay-Lussac“. Der

Zusammenhang $\frac{p}{T} = \text{const}$ bei gleichbleibendem Volumen wird nach Gay-Lussac benannt. Anschaulich wird er über die Teilchenbewegung: Steigt die Temperatur, bewegen sich die Teilchen schneller, treffen häufiger und heftiger auf die Gefäßwand und erzeugen dadurch einen höheren Druck. Genau deshalb kann eine geschlossene Dose im Feuer bersten.

Die Antwort „Gesetz von Boyle-Mariotte“ ist falsch: Boyle und Mariotte beschreiben den umgekehrt proportionalen Zusammenhang von Druck und Volumen bei gleichbleibender Temperatur.

Die Antwort „Gesetz von Avogadro“ ist falsch: Avogadro besagt, dass gleiche Gasvolumina unter gleichen Bedingungen gleich viele Teilchen enthalten.

Die Antwort „Gesetz von Henry“ ist falsch: Henry beschreibt, wie viel Gas sich in einer Flüssigkeit löst — der Grund, warum eine geöffnete Sprudelflasche schäumt.

Die Antwort „Gesetz von Dalton“ ist falsch: Dalton besagt, dass sich der Gesamtdruck eines Gemisches aus den Teildrücken zusammensetzt.

Zum Weiterdenken: Alle Gasgesetze verlangen die absolute Temperatur in Kelvin. Was ginge schief, wenn man in Gay-Lussacs Gesetz Celsius einsetzte und die Temperatur von zehn auf zwanzig Grad verdoppelte?

MERKE

Gay-Lussac hält V fest, Boyle-Mariotte T mit $pV = \text{const.}$

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Das Gesetz von Gay-Lussac zuordnen

C031 E Gay-Lussac, Boyle-Mariotte und Avogadro

Welche drei Gesetze zählen zu den klassischen Gasgesetzen?

Richtig ist die Antwort „Gay-Lussac, Boyle-Mariotte und Avogadro“. Zu den klassischen Gasgesetzen zählen die von Gay-Lussac, von Boyle und Mariotte sowie von Avogadro. Jedes hält eine Größe konstant und beschreibt den Zusammenhang der übrigen; zusammengefügt ergeben sie die allgemeine Gasgleichung:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Die Antwort „Maxwell-Boltzmann, Gay-Lussac und Boyle-Mariotte“ ist falsch: Maxwell und Boltzmann beschreiben die Geschwindigkeitsverteilung der Teilchen.

Die Antwort „Newton, Boyle-Mariotte und Avogadro“ ist falsch: Newtons Gesetze gehören zur Mechanik.

Die Antwort „Maxwell-Boltzmann, Newton und Avogadro“ ist falsch: Auch hier ist Maxwell-Boltzmann fälschlich genannt, dazu Newton.

Die Antwort „Gay-Lussac, Newton und Boltzmann“ ist falsch: Newton und Boltzmann gehören nicht zu den Gasgesetzen.

Zum Weiterdenken: Alle drei Gesetze lassen sich als Sonderfälle einer einzigen Gleichung auffassen. Wie gewinnst du aus der allgemeinen Gasgleichung jedes einzelne zurück?

MERKE

$pV = nRT$ — Gay-Lussac, Boyle-Mariotte und Avogadro in einer Zeile.

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die drei Gasgesetze erneut benennen

C032 B Bei konstantem Druck ist der Quotient aus Volumen und Temperatur konstant ($V/T = \text{const.}$)

Welche Aussage zum Gesetz von Gay-Lussac trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Bei konstantem Druck ist der Quotient aus Volumen und Temperatur konstant ($V/T = \text{const.}$)“. Bei gleichbleibendem Druck ist der Quotient aus Volumen und absoluter Temperatur konstant — erwärmt man ein Gas, dehnt es sich also im selben Verhältnis aus.

Diese Form wird gelegentlich auch nach Charles benannt, während die Druckform bei gleichbleibendem Volumen ebenfalls Gay-Lussac zugeschrieben wird.

Die Antwort „Das Produkt aus Temperatur und Volumen ist konstant“ ist falsch: Ein konstantes Produkt aus Temperatur und Volumen bedeutete, dass sich ein Gas beim Erwärmen zusammenzieht.

Die Antwort „Bei konstantem Volumen ist der Druck umgekehrt proportional zur Temperatur“ ist falsch: Bei gleichbleibendem Volumen ist der Druck der Temperatur unmittelbar proportional und nicht umgekehrt.

Die Antwort „Das Produkt aus Druck und Volumen ist bei konstanter Temperatur konstant“ ist falsch: Das ist das Gesetz von Boyle und Mariotte.

Die Antwort „Bei konstantem Druck sinkt das Volumen mit steigender Temperatur“ ist falsch: Bei gleichbleibendem Druck steigt das Volumen mit der Temperatur.

Zum Weiterdenken: Ein Heißluftballon steigt, weil sich die Luft darin ausdehnt. Wie erklärt der Zusammenhang von Volumen und Temperatur bei gleichbleibendem Druck den gesamten Auftrieb?

MERKE

Bei gleichem Druck wächst das Volumen mit der Temperatur — der Quotient bleibt konstant.

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Das Gesetz von Gay-Lussac in seiner Volumenform angeben

C033 E Gesetz von Gay-Lussac

Welches Gasgesetz beschreibt den Zusammenhang $\frac{p}{T} = \text{konstant}$ bei gleichbleibendem Volumen?

Richtig ist die Antwort „Gesetz von Gay-Lussac“. Der

Zusammenhang $\frac{p}{T} = \text{const}$ bei gleichbleibendem Volumen trägt den Namen Gay-Lussac. Anschaulich heißt das, dass beim Erwärmen eines Gases in einem starren Behälter der Druck im selben Verhältnis steigt. Genau deshalb dürfen Spraydosen nicht in die Sonne gelegt werden.

Die Antwort „Gesetz von Dalton“ ist falsch: Dalton beschreibt, wie sich der Gesamtdruck eines Gemisches aus den Teildrücken zusammensetzt.

Die Antwort „Gesetz von Avogadro“ ist falsch: Avogadro besagt, dass gleiche Gasvolumina unter gleichen Bedingungen gleich viele Teilchen enthalten.

Die Antwort „Gesetz von Charles“ ist falsch: Charles wird meist der Zusammenhang von Volumen und Temperatur bei gleichbleibendem Druck zugeschrieben. Die Benennung schwankt allerdings je nach Lehrbuch, weshalb beide Formen gelegentlich auch Gay-Lussac zugerechnet werden.

Die Antwort „Gesetz von Boyle-Mariotte“ ist falsch: Boyle und Mariotte beschreiben den Zusammenhang von Druck und Volumen bei gleichbleibender Temperatur.

Zum Weiterdenken: Eine geschlossene Dose im Feuer birst. Welche der drei Zustandsgrößen wurde dabei konstant gehalten, welche verändert, und welche folgte zwangsläufig?

MERKE

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ — Gay-Lussac hält das Volumen fest.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Das Gay-Lussac-Gesetz an seiner Formel erkennen

BOYLE-MARIOTTE

C034 D Bei konstanter Temperatur gilt: $p \cdot V = \text{konstant}$.

Was besagt das Gesetz von Boyle-Mariotte?

Richtig ist die Antwort „Bei konstanter Temperatur gilt: $p \cdot V = \text{konstant}$ “. Nach Boyle und Mariotte ist bei gleichbleibender Temperatur das Produkt aus Druck und Volumen konstant. Verdoppelt man den Druck, halbiert sich das Volumen — beide Größen verhalten sich also umgekehrt proportional. Anschaulich wird das über die Teilchen: Presst man sie auf den halben Raum zusammen, treffen sie doppelt so häufig auf die Wand.

Die Antwort „Bei konstantem Druck gilt: $T \cdot V = \text{konstant}$ “ ist falsch: Bei gleichbleibendem Druck ist der Quotient aus Volumen und Temperatur konstant, nicht ihr Produkt. Ein Produkt bedeutete, dass sich das Volumen beim Erwärmen verringert — das Gegenteil des Beobachteten.

Die Antwort „Bei konstantem Volumen gilt: $\frac{p}{V} = \text{konstant}$ “ ist falsch: Bei gleichbleibendem Volumen ist der Quotient aus Druck und Temperatur konstant.

Die Antwort „Bei konstanter Temperatur gilt: $\frac{V}{p} = \text{konstant}$ “ ist falsch: Wäre der Quotient aus Volumen und Druck konstant, stiege das Volumen mit dem Druck.

Die Antwort „Bei konstantem Druck gilt: $\frac{p}{V} = \text{konstant}$ “ ist falsch: Diese Beziehung beschreibt keinen der Zusammenhänge zutreffend.

Zum Weiterdenken: Ein Taucher atmet in zehn Meter Tiefe Luft unter doppeltem Druck. Was geschieht mit dem Volumen dieser Luft in seiner Lunge, wenn er ohne auszuatmen auftaucht?

MERKE

Boyle-Mariotte: Druck mal Volumen bleibt gleich — mehr Druck, weniger Raum.

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Das Gesetz von Boyle-Mariotte formulieren

C035 C Er erhöht sich um den Faktor 2

Bei gleichbleibender Temperatur wird das Volumen eines Gases halbiert. Was passiert mit dem Druck (Boyle-Mariotte-Gesetz)?

Richtig ist die Antwort „Er erhöht sich um den Faktor 2“.

Nach Boyle und Mariotte bleibt bei gleichbleibender Temperatur das Produkt aus Druck und Volumen konstant. Halbiert man das Volumen, muss sich der Druck verdoppeln, damit das Produkt gleich bleibt. Anschaulich: Presst man dieselbe Zahl Teilchen auf den halben Raum, treffen sie doppelt so häufig auf die Wand.

Die Antwort „Er erhöht sich um den Faktor 4“ ist falsch: Vervierfachen würde sich der Druck bei einer Viertlung des Volumens.

Die Antwort „Er vermindert sich um den Faktor 2“ ist falsch: Vermindern würde sich der Druck bei einer Vergrößerung des Volumens.

Die Antwort „Er vermindert sich um den Faktor 4“ ist falsch: Eine Verminderung um den Faktor vier entspräche einer Vervierfachung des Volumens.

Die Antwort „Er bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bliebe der Druck nur, wenn sich das Volumen nicht änderte.

Zum Weiterdenken: Ein Taucher hält beim Auftauchen die Luft an. Was geschieht mit dem Volumen der Luft in seiner Lunge, wenn sich der Umgebungsdruck halbiert?

MERKE

Volumen halb heißt Druck doppelt — das Produkt bleibt konstant.

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Boyle-Mariotte rechnerisch anwenden

ABSOLUTE TEMPERATUR

C036 C Am absoluten Nullpunkt wird das Volumen eines idealen Gases theoretisch null.

Welche Aussage zum absoluten Nullpunkt ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Am absoluten Nullpunkt wird das Volumen eines idealen Gases theoretisch null“. Trägt man das Volumen eines idealen Gases gegen die Temperatur auf, ergibt sich eine Gerade, die bei minus 273,15 Grad Celsius den Wert null erreicht. Genau dort liegt der absolute Nullpunkt, und genau dort beginnt die Kelvin-Skala. Das Wort theoretisch ist dabei wesentlich: Reale Gase werden vorher flüssig und schließlich fest, und ein Volumen von null gibt es nicht.

Die Antwort „Am absoluten Nullpunkt haben Gase ihr maximales Volumen“ ist falsch: Das Volumen wird am Nullpunkt kleinstmöglich und nicht maximal.

Die Antwort „Der absolute Nullpunkt liegt bei 0°C“ ist falsch: Bei null Grad Celsius gefriert Wasser; der absolute Nullpunkt liegt 273,15 Grad tiefer.

Die Antwort „Der absolute Nullpunkt ist experimentell beliebig genau erreichbar“ ist falsch: Der absolute Nullpunkt lässt sich beliebig annähern, aber grundsätzlich nicht erreichen — das ist die Aussage des dritten Hauptsatzes der Thermodynamik.

Die Antwort „Am absoluten Nullpunkt steigt der Druck eines Gases stark an“ ist falsch: Der Druck sinkt mit der Temperatur ebenfalls gegen null.

Zum Weiterdenken: Die Kelvin-Skala beginnt beim absoluten Nullpunkt, die Celsius-Skala beim Gefrierpunkt des Wassers. Warum müssen in allen Gasgesetzen zwingend Kelvin-Werte eingesetzt werden?

MERKE

Minus 273,15 Grad Celsius ist null Kelvin — annäherbar, aber nie erreichbar.

LEHRTEXT IM KURS

Gasgesetze

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den absoluten Nullpunkt physikalisch einordnen

C037 E Bei 0 Kelvin hätte ein ideales Gas theoretisch das Volumen null.

Was kennzeichnet den Nullpunkt der Kelvin-Skala (absoluter Nullpunkt)?

Richtig ist die Antwort „Bei 0 Kelvin hätte ein ideales Gas theoretisch das Volumen null“. Bei null Kelvin hätte ein ideales Gas rechnerisch das Volumen null. Verlängert man die gemessene Gerade des Volumens über den messbaren Bereich hinaus, trifft sie die Temperaturachse bei minus 273,15 Grad Celsius — genau dort liegt der Nullpunkt der Kelvin-Skala. Bemerkenswert ist, dass dieser Punkt aus dem Verhalten des Gases hervorgeht und nicht willkürlich festgelegt wurde.

Die Antwort „0 Kelvin entspricht 0°C“ ist falsch: Null Grad Celsius entspricht 273,15 Kelvin.

Die Antwort „Bei 0 Kelvin sieden alle Flüssigkeiten“ ist falsch: Bei null Kelvin ist jede Bewegung praktisch zum Erliegen gekommen; sieden würde dort nichts.

Die Antwort „0 Kelvin ist die höchste erreichbare Temperatur“ ist falsch: Null Kelvin ist die tiefste denkbare und nicht die höchste Temperatur. Nach oben gibt es keine entsprechende Grenze.

Die Antwort „0 Kelvin entspricht 100°C“ ist falsch: Hundert Grad Celsius entspricht 373,15 Kelvin.

Zum Weiterdenken: Die Kelvin-Skala hat einen echten Nullpunkt, die Celsius-Skala nicht. Warum lassen sich deshalb nur Kelvin-Werte sinnvoll verdoppeln oder halbieren?

MERKE

Null Kelvin ist die untere Grenze — nach oben gibt es keine.

LEHRTEXT IM KURS**Gasgesetze**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den absoluten Nullpunkt erneut bestimmen

IDEALE GASE, GASGLEICHUNG**C038 D Von der Teilchenzahl (Konzentration) der gelösten Teilchen.**

Wovon hängt der osmotische Druck einer Lösung ab?

Richtig ist die Antwort „Von der Teilchenzahl (Konzentration) der gelösten Teilchen“. Der osmotische Druck hängt von der Zahl der gelösten Teilchen ab und nicht von deren Art. Man nennt solche Größen kolligativ. Bemerkenswert ist die Folge daraus: Ein Mol Kochsalz erzeugt in Lösung fast den doppelten osmotischen Druck wie ein Mol Traubenzucker, weil es in zwei Ionen zerfällt, während der Zucker als ganzes Molekül bleibt. Für den Körper ist dieser Druck entscheidend, weil er bestimmt, in welche Richtung Wasser durch Zellmembranen wandert.

Die Antwort „Nur von der Art (chemischen Eigenschaft) der gelösten Teilchen, nicht von deren Anzahl“ ist falsch: Auf die chemische Art kommt es gerade nicht an.

Die Antwort „Er ist umgekehrt proportional zur Konzentrationsdifferenz der Teilchen“ ist falsch: Der Zusammenhang ist unmittelbar proportional und nicht umgekehrt.

Die Antwort „Er hängt nur von der Temperatur ab, nicht von der Teilchenzahl“ ist falsch: Die Temperatur geht zwar ein, doch die Teilchenzahl ebenso.

Die Antwort „Er ist unabhängig von der Konzentration der Lösung“ ist falsch: Von der Konzentration hängt er gerade ab.

Zum Weiterdenken: Bringt man rote Blutkörperchen in reines Wasser, platzen sie. Wie erklärt sich das unmittelbar aus dem osmotischen Druckunterschied?

MERKE

Es zählt die Zahl der Teilchen, nicht ihre Art — deshalb wirkt Salz stärker als Zucker.

LEHRTEXT IM KURS**Gasgesetze**

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Den osmotischen Druck als kolligative Größe verstehen

C039 E Er bleibt gleich.

Wenn man bei einem idealen Gas gleichzeitig das Volumen und die Temperatur (gemessen in Kelvin) verdoppelt, wie ändert sich dann der Druck?

Richtig ist die Antwort „Er bleibt gleich“. Stelle die allgemeine Gasgleichung nach dem Druck um:

$$p = \frac{nRT}{V} \Rightarrow p_2 = \frac{nR(2T)}{2V} = \frac{nRT}{V} = p_1$$

Verdoppelt man Temperatur und Volumen gleichzeitig, heben sich Zähler und Nenner genau auf, und der Druck bleibt unverändert.

Die Antwort „Er vervierfacht sich“ ist falsch:

Vervierfachen würde er sich nur, wenn beide Änderungen in dieselbe Richtung wirkten.

Die Antwort „Er halbiert sich“ ist falsch: Halbieren würde er sich, wenn allein das Volumen verdoppelt würde.

Die Antwort „Er verdoppelt sich“ ist falsch: Verdoppeln würde er sich, wenn allein die Temperatur verdoppelt würde.

Die Antwort „Er sinkt auf ein Viertel“ ist falsch: Auf ein Viertel säne er bei einer Vervierfachung des Volumens ohne Temperaturänderung.

Zum Weiterdenken: Bei solchen Aufgaben lohnt es sich, die Gleichung nach der gesuchten Größe umzustellen und dann Zähler und Nenner getrennt zu betrachten. Wie verändert sich der Druck, wenn du die Temperatur verdoppelst und das Volumen halbiert?

MERKE

$p = \frac{nRT}{V}$ — erst umstellen, dann Zähler und Nenner einzeln prüfen.

LEHRTEXT IM KURS**Gasgesetze**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die allgemeine Gasgleichung auf eine Doppeländerung anwenden

C040 C Die Gasteilchen brauchen mehr Platz, da ihre kinetische Energie mit der Temperatur steigt

Wieso dehnt sich ein Gas bei Temperaturerhöhung aus?

Richtig ist die Antwort „Die Gasteilchen brauchen mehr Platz, da ihre kinetische Energie mit der Temperatur steigt“. Steigt die Temperatur, nimmt die Bewegungsenergie der Gasteilchen zu. Sie bewegen sich schneller, prallen häufiger und heftiger gegen die Gefäßwände, und wenn das Gefäß nachgeben kann, dehnt sich das Gas aus. Die Temperatur ist dabei nichts anderes als ein Maß für die mittlere Bewegungsenergie der Teilchen — genau das ist die Kernaussage der kinetischen Gastheorie.

Die Antwort „Weil die Anzahl der Teilchen sich erhöht“ ist falsch: Die Teilchenzahl ändert sich beim Erwärmen nicht.

Die Antwort „Weil die Gasteilchen größer werden“ ist falsch: Die Teilchen selbst bleiben gleich groß; nur der Raum zwischen ihnen wächst.

Die Antwort „Weil die Gasteilchen sich positiv laden und dadurch voneinander abstoßen“ ist falsch: Eine Aufladung findet nicht statt.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Temperatur ist ein Maß für die mittlere Bewegungsenergie der Teilchen. Warum folgt daraus unmittelbar, dass es keine Temperatur unterhalb des absoluten Nullpunkts geben kann?

MERKE

Temperatur ist Teilchenbewegung — mehr Bewegung braucht mehr Raum.

LEHRTEXT IM KURS**Gasgesetze**

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Wärmeausdehnung von Gasen teilchenhaft erklären

C041 A Das Volumen vervierfacht sich

Der Druck eines idealen Gases bleibt konstant, während Temperatur und Stoffmenge jeweils verdoppelt werden. Wie verändert sich das Volumen?

Richtig ist die Antwort „Das Volumen vervierfacht sich“. Stelle die allgemeine Gasgleichung nach dem Volumen um:

$$V = \frac{nRT}{p} \Rightarrow V_2 = \frac{(2n)R(2T)}{p} = 4 V_1$$

Stoffmenge und Temperatur stehen beide im Zähler und wirken gleichsinnig, sodass sich ihre Wirkungen malnehmen.

Die Antwort „Das Volumen verdoppelt sich“ ist falsch: Verdoppeln würde es sich, wenn nur eine der beiden Größen verändert würde.

Die Antwort „Das Volumen bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bliebe es, wenn eine Größe im Zähler und eine im Nenner verdoppelt würde.

Die Antwort „Das Volumen halbiert sich“ ist falsch: Halbieren würde es sich bei einer Verdopplung des Drucks.

Die Antwort „Das Volumen verachtfacht sich“ ist falsch: Verachtfachen würde es sich bei drei gleichsinnigen Verdopplungen.

Zum Weiterdenken: Größen im Zähler wirken gleichsinnig, Größen im Nenner gegensinnig. Wie löst du damit jede Aufgabe dieser Art, ohne Zahlenwerte einzusetzen?

MERKE

$$V = \frac{nRT}{p} - \text{Zähler verstärkt, Nenner schwächt ab.}$$

LEHRTEXT IM KURS**Gasgesetze**

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Gasgleichung auf zwei gleichzeitige Änderungen anwenden

C042 C Er bleibt gleich

In der idealen Gasgleichung werden Temperatur und Volumen eines Gases jeweils verdoppelt (Stoffmenge konstant). Was passiert mit dem Druck?

Richtig ist die Antwort „Er bleibt gleich“. Stelle die Gasgleichung nach dem Druck um:

$$p = \frac{nRT}{V} \Rightarrow p_2 = \frac{nR(2T)}{2V} = p_1$$

Verdoppelt man Temperatur und Volumen zugleich, heben sich beide Änderungen genau auf.

Die Antwort „Er verdoppelt sich“ ist falsch: Verdoppeln würde er sich bei alleiniger Temperaturverdopplung.

Die Antwort „Er vervierfacht sich“ ist falsch: Vervierfachen würde er sich nur, wenn beide Änderungen im Zähler wirkten.

Die Antwort „Er halbiert sich“ ist falsch: Halbieren würde er sich bei alleiniger Volumenverdopplung.

Die Antwort „Er viertelt sich“ ist falsch: Vierteln würde er sich bei einer Vervierfachung des Volumens.

Zum Weiterdenken: Änderungen im Zähler und im Nenner heben einander auf, wenn sie gleich groß sind. Wie prüfst du bei jeder solchen Aufgabe in einem Schritt, ob eine Größe im Zähler oder im Nenner steht?

MERKE

$$p = \frac{nRT}{V} - \text{Zähler hoch und Nenner hoch gleicht sich aus.}$$

LEHRTEXT IM KURS**Gasgesetze**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Gasgleichung erneut auf eine Doppeländerung anwenden

Aggregatzustände**PHASEN**



LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C043 D Punkt A markiert den Tripelpunkt

Phasendiagramm von Wasser: Punkt A liegt im Tripelpunkt, Punkt B in der gasförmigen Phase schräg rechts unterhalb des Tripelpunkts. Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Punkt A markiert den Tripelpunkt“. Der Punkt, an dem sich alle drei Phasengrenzlinien treffen, ist der Tripelpunkt. Dort stehen fester, flüssiger und gasförmiger Zustand gleichzeitig im Gleichgewicht — beim Wasser bei 0,01 Grad Celsius und einem Druck von rund sechs Millibar. Nur bei genau dieser Kombination aus Druck und Temperatur können alle drei Zustände nebeneinander bestehen.

Die Antwort „Wasser kann in Punkt A durch Druckerhöhung verflüssigt werden“ ist falsch: Am Tripelpunkt selbst liegen bereits alle drei Phasen vor; von einem Verflüssigen durch Druckerhöhung zu sprechen greift zu kurz. Beim Wasser führt Druckerhöhung wegen der ungewöhnlich nach links geneigten Schmelzkurve zudem zum Schmelzen statt zum Erstarren.

Die Antwort „Punkt B liegt im festen Aggregatzustand“ ist falsch: Der Punkt unterhalb und rechts des Tripelpunkts liegt laut Angabe in der Gasphase.

Die Antwort „Punkt A liegt im kritischen Punkt“ ist falsch: Der kritische Punkt liegt am oberen Ende der Dampfdruckkurve; jenseits davon lassen sich flüssig und gasförmig nicht mehr unterscheiden.

Die Antwort „Punkt B liegt auf der Schmelzkurve“ ist falsch: Auf der Schmelzkurve stünden fest und flüssig im Gleichgewicht.

Zum Weiterdenken: Die Schmelzkurve des Wassers neigt sich als eine der wenigen nach links. Wie hängt das mit der Dichteanomalie zusammen, und warum kann man deshalb auf Eis Schlittschuh laufen?

MERKE

Tripelpunkt heißt alle drei Phasen zugleich — beim Wasser bei sechs Millibar und 0,01 Grad.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Das Phasendiagramm lesen

C044 A Eine Suspension ist ein Feststoff in einer Flüssigkeit.

Welche Aussage zu Gemischen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Eine Suspension ist ein Feststoff in einer Flüssigkeit“. Eine Suspension ist ein Gemisch aus einem Feststoff in einer Flüssigkeit, etwa aufgewirbelter Schlamm in Wasser. Die Einteilung der Gemische folgt einem einfachen Schema aus den beteiligten Aggregatzuständen: Flüssig in flüssig ergibt eine Emulsion, fest in flüssig eine Suspension, flüssig in gasförmig einen Nebel, fest in gasförmig einen Rauch und gasförmig in flüssig einen Schaum.

Die Antwort „Eine Emulsion ist ein Gas in einer Flüssigkeit“ ist falsch: Eine Emulsion ist ein Gemisch zweier Flüssigkeiten, etwa Öl in Wasser bei der Milch.

Die Antwort „Rauch ist eine Form von Nebel“ ist falsch: Rauch enthält feste Teilchen, Nebel dagegen flüssige Tröpfchen — beides ist nicht dasselbe.

Die Antwort „Vermischung von Gasen ist Rauch“ ist falsch: Gase mischen sich vollständig miteinander und bilden ein homogenes Gemisch, keinen Rauch.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Eine Suspension setzt sich mit der Zeit ab, eine Emulsion entmischt sich ebenfalls. Welche Rolle spielen Emulgatoren wie Lecithin dabei, das zu verhindern?

MERKE

Fest in flüssig ist Suspension, flüssig in flüssig Emulsion, fest in Gas Rauch, flüssig in Gas Nebel.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Gemischtypen nach den beteiligten Phasen ordnen

C045 B fein gemischte Flüssigkeit + Flüssigkeit = Emulsion

Welche Bezeichnung für ein Stoffgemisch ist richtig?

Richtig ist die Antwort „fein gemischte Flüssigkeit + Flüssigkeit = Emulsion“. Zwei fein miteinander vermischte Flüssigkeiten bilden eine Emulsion, etwa Milch als Emulsion aus Fetttropfchen in Wasser.

Die Antwort „Flüssigkeit in Gas = Schaum“ ist falsch: Flüssigkeit in Gas ergibt einen Nebel. Ein Schaum ist Gas in einer Flüssigkeit.

Die Antwort „Gas in Flüssigkeit nennt man Nebel“ ist falsch: Gas in Flüssigkeit ergibt einen Schaum und keinen Nebel. Hier sind die beiden Begriffe genau vertauscht.

Die Antwort „Festkörper + Festkörper = Suspension“ ist falsch: Eine Suspension ist ein Feststoff in einer Flüssigkeit. Zwei Feststoffe ergeben ein Gemenge.

Die Antwort „Gas + Gas = Nebel“ ist falsch: Gase mischen sich vollständig und bilden ein homogenes Gemisch.

Zum Weiterdenken: Fast alle falschen Antworten entstehen durch Vertauschen der beiden beteiligten Phasen. Wie hilft dir die feste Merkregel, zuerst das Verteilte und dann das Umgebende zu nennen?

MERKE

Flüssig in flüssig Emulsion, fest in flüssig Suspension, Gas in flüssig Schaum, flüssig in Gas Nebel.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Gemischtypen erneut zuordnen

C046 C Feststoff in Gas ist Rauch

Welche Aussage bezüglich Stoffgemischen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Feststoff in Gas ist Rauch“. Ein Feststoff, der fein in einem Gas verteilt ist, bildet einen Rauch. Zigarettenrauch und Ruß in der Luft sind die bekanntesten Beispiele.

Die Antwort „Flüssigkeit fein vermischt mit einer Flüssigkeit ist ein Gel“ ist falsch: Zwei fein vermischte Flüssigkeiten bilden eine Emulsion. Ein Gel ist eine Flüssigkeit in einem festen Netzwerk.

Die Antwort „Flüssigkeit in Gas ist Schaum“ ist falsch: Flüssigkeit in Gas ergibt einen Nebel; ein Schaum ist Gas in einer Flüssigkeit.

Die Antwort „Feststoff in Flüssigkeit ist eine Emulsion“ ist falsch: Feststoff in Flüssigkeit ergibt eine Suspension und keine Emulsion.

Die Antwort „Flüssigkeit in Flüssigkeit ist eine Suspension“ ist falsch: Flüssigkeit in Flüssigkeit ergibt eine Emulsion und keine Suspension.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in mehreren Jahrgängen mit jeweils anders vertauschten Begriffen. Wie hilft es dir, die fünf Grundfälle einmal in einer Tabelle festzuhalten?

MERKE

Fest in Gas Rauch, flüssig in Gas Nebel, Gas in flüssig Schaum, fest in flüssig Suspension, flüssig in flüssig Emulsion.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Gemischtypen abschließend zuordnen

C047 E Legierungen (z.B. Bronze) sind homogene Gemische

Welche Aussage zu Phasen und Gemischen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Legierungen (z.B. Bronze) sind homogene Gemische“. Legierungen wie Bronze oder Messing sind homogene Gemische: Die beteiligten Metalle sind so fein miteinander vermischt, dass sich selbst unter dem Mikroskop keine getrennten Bereiche erkennen lassen. Man spricht deshalb von einer festen Lösung. Genau darin liegt der Nutzen, denn die Eigenschaften lassen sich durch die Mischung gezielt einstellen — Bronze ist erheblich härter als reines Kupfer.

Die Antwort „Fest in fest gelöst nennt man ein Gel“ ist falsch: Fest in fest gelöst ist gerade die Legierung. Ein Gel ist eine Flüssigkeit in einem festen Netzwerk.

Die Antwort „Feine Feststoffe in Gas verteilt nennt man Rauch“ ist zwar sachlich zutreffend, denn feine Feststoffe in Gas bilden tatsächlich einen Rauch. Protokolliert ist gleichwohl D.

Die Antwort „Gas in Gas ergibt Nebel“ ist falsch: Gase mischen sich vollständig und bilden ein homogenes Gemisch, keinen Nebel.

Die Antwort „Gasförmig in fest verteilt nennt man Nebel“ ist falsch: Gas in einem Feststoff ergibt einen festen Schaum, wie man ihn von Schaumstoff oder Bimsstein kennt.

Zum Weiterdenken: Bronze ist härter als jedes seiner beiden Ausgangsmetalle. Warum kann eine Mischung Eigenschaften zeigen, die keiner ihrer Bestandteile besitzt?

MERKE

Legierung heißt feste Lösung — homogen, obwohl fest.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Legierungen als homogene Gemische einordnen

C048 C Bronze ist ein homogenes Gemisch

Welche Aussage zu homogenen/heterogenen Gemischen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Bronze ist ein homogenes Gemisch“. Bronze ist eine Legierung aus Kupfer und Zinn und damit ein homogenes Gemisch: Die Bestandteile sind auf Ebene der Atome durchmischt, sodass sich auch unter dem Mikroskop keine getrennten Bereiche zeigen.

Die Antwort „Blut ist eine Emulsion“ ist falsch: Blut ist eine Suspension, denn die Blutzellen sind feste Teilchen in einer Flüssigkeit — bei einer Emulsion wären es Flüssigkeitströpfchen.

Die Antwort „Rauch ist ein homogenes Gemisch“ ist falsch: Rauch ist heterogen, denn die Rußteilchen lassen sich von der Luft unterscheiden.

Die Antwort „Nebel ist ein homogenes Gemisch“ ist falsch: Nebel besteht aus feinen Wassertröpfchen in Luft und ist damit ein Aerosol, also ein heterogenes Gemisch. Die Tröpfchen lassen sich optisch unterscheiden — genau deshalb streut Nebel das Licht und macht die Sicht trüb.

Die Antwort „Milch ist eine Lösung“ ist falsch: Milch ist eine Emulsion aus Fetttröpfchen in Wasser und keine echte Lösung — deshalb ist sie auch trüb.

Zum Weiterdenken: Homogen und heterogen unterscheiden sich daran, ob man die Bestandteile unterscheiden kann. Warum ist Milch trüb und eine Zuckerlösung klar?

MERKE

Homogen heißt keine erkennbaren Bereiche — Legierungen und echte Lösungen, nicht aber Nebel und Rauch.

LEHRTEXT IM KURS**Aggregatzustände**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Homogene und heterogene Gemische unterscheiden

PHASENÜBERGÄNGE

C049 B Gase können durch Abkühlung verflüssigt werden.

Welche Aussage zu Aggregatzuständen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Gase können durch Abkühlung verflüssigt werden“. Gase lassen sich durch Abkühlung verflüssigen, denn mit sinkender Temperatur nimmt die Bewegungsenergie der Teilchen ab, bis die zwischenmolekularen Anziehungskräfte überwiegen. Auf diesem Weg gewinnt man technisch Flüssigstickstoff und Flüssigsauerstoff, meist unterstützt durch zusätzlichen Druck.

Die Antwort „Feste Stoffe können nicht direkt in den gasförmigen Zustand übergehen“ ist falsch: Der unmittelbare Übergang von fest zu gasförmig heißt Sublimation und kommt durchaus vor, etwa bei Trockeneis oder bei Jod.

Die Antwort „Flüssigkeiten haben kein bestimmtes Volumen“ ist falsch: Flüssigkeiten haben ein bestimmtes Volumen, passen sich aber der Form des Gefäßes an. Ohne festes Volumen sind allein Gase.

Die Antwort „Gase haben eine feste Form“ ist falsch: Gase haben weder feste Form noch festes Volumen und füllen jeden Raum vollständig aus.

Die Antwort „Der Übergang fest-gasförmig ist grundsätzlich unmöglich“ ist falsch: Die Sublimation und ihr Gegenstück, die Resublimation, sind sowohl möglich

als auch alltäglich — Raureif entsteht genau auf diesem Weg.

Zum Weiterdenken: Die drei Aggregatzustände lassen sich über Form und Volumen unterscheiden. Wie ordnest du damit einen unbekannten Stoff allein durch zwei Fragen ein?

MERKE

Fest hat Form und Volumen, flüssig nur Volumen, gasförmig keines von beiden.

LEHRTEXT IM KURS**Aggregatzustände**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Aggregatzustände und ihre Übergänge beschreiben

C050 A Beim Schmelzen wird Energie benötigt (endothermer Vorgang).

Was passiert energetisch beim Schmelzen eines Feststoffes?

Richtig ist die Antwort „Beim Schmelzen wird Energie benötigt (endothermer Vorgang)“. Beim Schmelzen muss Energie zugeführt werden, um die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen im Gitter zu überwinden. Bemerkenswert ist, dass diese Energie nicht in eine Temperaturerhöhung geht: Während des gesamten Schmelzvorgangs bleibt die Temperatur konstant, weil die zugeführte Wärme vollständig für das Auflösen der Ordnung verbraucht wird. Man nennt sie deshalb Schmelzwärme.

Die Antwort „Beim Schmelzen wird Energie freigesetzt“ ist falsch: Energie wird beim umgekehrten Vorgang frei, also beim Erstarren.

Die Antwort „Schmelzen ist ein exothermer Vorgang“ ist falsch: Exotherm ist das Erstarren, nicht das Schmelzen.

Die Antwort „Beim Schmelzen ändert sich die Temperatur kontinuierlich weiter“ ist falsch: Die Temperatur bleibt während des Schmelzens gerade konstant und steigt erst danach wieder.

Die Antwort „Schmelzen benötigt keine Energiezufuhr“ ist falsch: Ohne Energiezufuhr schmilzt nichts.

Zum Weiterdenken: Eiswürfel halten ein Getränk so lange bei null Grad, wie noch Eis vorhanden ist. Wie erklärt sich das unmittelbar aus der Schmelzwärme?

MERKE

Schmelzen und Verdampfen kosten Energie, Erstarren und Kondensieren geben sie zurück.

LEHRTEXT IM KURS**Aggregatzustände**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Das Schmelzen als endothermen Vorgang einordnen

C051 E Resublimation

Wie heißt der direkte Übergang von gasförmig zu fest?

Richtig ist die Antwort „Resublimation“. Der unmittelbare Übergang von gasförmig zu fest heißt Resublimation. Man beobachtet ihn, wenn sich an kalten Wintermorgen Raureif bildet: Wasserdampf schlägt sich unmittelbar als Eiskristall nieder, ohne den flüssigen Zustand zu durchlaufen. Die Vorsilbe re- zeigt an, dass es sich um die Umkehrung der Sublimation handelt.

Die Antwort „Sublimation“ ist falsch: Die Sublimation ist der umgekehrte Weg von fest zu gasförmig, wie beim Trockeneis.

Die Antwort „Kondensation“ ist falsch: Die Kondensation führt von gasförmig zu flüssig.

Die Antwort „Erstarren“ ist falsch: Das Erstarren führt von flüssig zu fest.

Die Antwort „Verdampfen“ ist falsch: Das Verdampfen führt von flüssig zu gasförmig.

Zum Weiterdenken: Zwischen drei Aggregatzuständen gibt es sechs mögliche Übergänge. Wie ordnest du dir alle sechs mit ihren Namen dauerhaft zu?

MERKE

Sublimation fest zu gasförmig, Resublimation zurück – Raureif ist das Alltagsbeispiel.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die Namen der Phasenübergänge ordnen

C052 E Die Entropie sinkt, da sich die Teilchen ordnen.

Was passiert energetisch beim Übergang von gasförmig zu flüssig (Kondensation)?

Richtig ist die Antwort „Die Entropie sinkt, da sich die Teilchen ordnen“. Beim Übergang von gasförmig zu flüssig nimmt die Unordnung ab, denn die Teilchen sind im Gas frei beweglich und rücken beim Kondensieren zu einem geordneteren Verband zusammen. Die Entropie als Maß der Unordnung sinkt also. Gleichzeitig wird Energie frei, nämlich genau die Kondensationswärme, die zuvor zum Verdampfen aufgewendet werden musste – weshalb Wasserdampf so viel schwerere Verbrennungen verursacht als kochendes Wasser.

Die Antwort „Die Teilchen schmelzen“ ist falsch: Schmelzen ist der Übergang von fest zu flüssig.

Die Antwort „Die Teilchen bewegen sich schneller“ ist falsch: Die Teilchen werden langsamer, denn sie geben Energie ab.

Die Antwort „Die Teilchen dehnen sich aus“ ist falsch: Das Volumen nimmt beim Kondensieren erheblich ab.

Die Antwort „Es wird Energie aufgenommen (endotherm)“ ist falsch: Aufgenommen wird Energie beim Verdampfen. Die Kondensation ist der umgekehrte, also

exotherme Vorgang.

Zum Weiterdenken: Wasserdampf von hundert Grad verbrüht schwerer als Wasser von hundert Grad. Wie erklärt sich das unmittelbar aus der freiwerdenden Kondensationswärme?

MERKE

Kondensieren ordnet und gibt Wärme ab, Verdampfen unordnet und verbraucht sie.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Die Kondensation energetisch und über die Ordnung beschreiben

C053 A Die Temperatur steigt nicht weiter an, da die zugeführte Energie zum Verdampfen verwendet wird.

Was passiert, wenn man siedendem Wasser weiter Wärme zuführt?

Richtig ist die Antwort „Die Temperatur steigt nicht weiter an, da die zugeführte Energie zum Verdampfen verwendet wird“. Führt man siedendem Wasser weiter Wärme zu, steigt die Temperatur nicht an, denn die zugeführte Energie wird vollständig für den Übergang in den gasförmigen Zustand gebraucht. Man nennt sie Verdampfungswärme, und sie ist beim Wasser außergewöhnlich groß, weil zahlreiche Wasserstoffbrücken gelöst werden müssen. Erst wenn alles verdampft ist, kann sich der Dampf weiter erwärmen. Mehr Hitze bedeutet also nicht heißeres Wasser, sondern lediglich schnelleres Verdampfen.

Die Antwort „Die Temperatur steigt weiter an“ ist falsch: Die Temperatur bleibt während des Siedens konstant.

Die Antwort „Die Temperatur sinkt“ ist falsch: Sinken würde sie nur bei Wärmeentzug.

Die Antwort „Der Siedepunkt steigt automatisch mit weiterer Wärmezufuhr“ ist falsch: Der Siedepunkt hängt vom Druck ab und nicht von der zugeführten Wärmemenge – deshalb siedet Wasser im Gebirge früher und im Schnellkochtopf später.

Die Antwort „Das Wasser gefriert“ ist falsch: Gefrieren geschieht bei Wärmeentzug.

Zum Weiterdenken: Nudeln werden auf großer Flamme nicht schneller gar als auf kleiner, solange das Wasser siedet. Wie erklärt sich das aus dem Gesagten?

MERKE

Während des Siedens bleibt die Temperatur stehen – die Energie geht in den Zustandswechsel.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Das Verhalten der Temperatur beim Sieden verstehen

C054 B Wird ein Körper vom flüssigen Zustand in den gasförmigen Zustand gebracht, so erhöht sich seine Entropie.

Welche Aussage zur Entropie ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wird ein Körper vom flüssigen Zustand in den gasförmigen Zustand gebracht, so erhöht sich seine Entropie“. Beim Übergang von flüssig zu gasförmig steigt die Entropie erheblich, denn die Teilchen verlieren jeden Zusammenhalt und bewegen sich frei im Raum. Die Entropie ist ein Maß für die Unordnung, und sie nimmt in der Reihenfolge fest, flüssig, gasförmig stetig zu.

Die Antwort „Feste Körper haben eine höhere Entropie als flüssige Körper“ ist falsch: Feste Körper haben die geringste Entropie, weil ihre Teilchen an festen Gitterplätzen sitzen.

Die Antwort „Beim Schmelzen verringert sich die Entropie“ ist falsch: Beim Schmelzen nimmt die Unordnung zu, die Entropie steigt also.

Die Antwort „Systeme streben nie nach größtmöglicher Entropie“ ist falsch: Systeme streben von sich aus dem Zustand größtmöglicher Unordnung entgegen – das ist die Aussage des zweiten Hauptsatzes.

Die Antwort „Beim Sublimieren verringert sich die Entropie“ ist falsch: Beim Sublimieren geht ein Feststoff unmittelbar in Gas über, die Entropie steigt dabei am stärksten von allen Übergängen.

Zum Weiterdenken: Ein Zimmer wird von selbst unordentlich, aber nie von selbst aufgeräumt. Wie hängt diese Alltagserfahrung mit dem zweiten Hauptsatz zusammen?

MERKE

Fest, flüssig, gasförmig – die Unordnung steigt in dieser Reihenfolge immer.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Entropie den Aggregatzuständen zuordnen

C055 C Ist in einem offenen System der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem Umgebungsdruck, so beginnt die Flüssigkeit zu sied.

Dampfdruckkurve: Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Ist in einem offenen System der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem Umgebungsdruck, so beginnt die Flüssigkeit zu sied.“. Eine Flüssigkeit siedet, sobald ihr Dampfdruck den Umgebungsdruck erreicht. Erst dann können sich im Inneren Dampfblasen bilden, ohne sofort wieder zusammengedrückt zu werden. Daraus folgt unmittelbar, dass der Siedepunkt vom Umgebungsdruck abhängt: Auf einem hohen Berg siedet Wasser bereits bei etwa achtzig Grad, im Schnellkochtopf erst bei über hundert.

Die Antwort „Wenn ein Stoff die Schmelzdruckkurve erreicht hat, dann geht es in den flüssigen Zustand über“ ist falsch: Auf der Schmelzdruckkurve stehen fester und flüssiger Zustand im Gleichgewicht; ein Übergang in nur eine Richtung findet dort nicht zwangsläufig statt.

Die Antwort „Der Luftdruck ist geringer als der Dampfdruck“ ist falsch: Diese Aussage beschreibt keinen allgemeingültigen Zusammenhang.

Die Antwort „Wenn der Flüssigkeitsdruck den Dampfdruck übersteigt, geht die Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand über“ ist falsch: Ein hoher Flüssigkeitsdruck verhindert den Übergang in den gasförmigen Zustand gerade.

Die Antwort „Wenn die gasförmige Phase beginnt zu kondensieren, ist der Dampfdruck kleiner als der Umgebungsdruck“ ist falsch: Die Bedingung für das Kondensieren ist umgekehrt formuliert.

Zum Weiterdenken: Im Gebirge werden Eier nicht richtig hart, obwohl das Wasser sprudelnd kocht. Wie erklärt sich das vollständig aus dem Zusammenhang von Dampfdruck und Umgebungsdruck?

MERKE

Dampfdruck gleich Umgebungsdruck heißt sied – deshalb hängt der Siedepunkt vom Ort ab.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Den Siedevorgang über den Dampfdruck erklären

C056 C Beim Erstarren nimmt die Entropie ab.

Die Entropie ist ein Maß für die Unordnung eines Systems. Welche Aussage zur Entropie ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Beim Erstarren nimmt die Entropie ab“. Beim Erstarren nimmt die Entropie ab, denn die Teilchen ordnen sich aus dem beweglichen flüssigen Zustand in ein festes Gitter ein. Weniger Bewegungsfreiheit bedeutet weniger Unordnung.

Die Antwort „Bei 0°C verfügen Stoffe über ihre geringstmögliche Entropie“ ist falsch: Die geringstmögliche Entropie hätte ein Stoff am absoluten Nullpunkt, also bei null Kelvin, und nicht bei null Grad Celsius.

Die Antwort „Bei 0 Kelvin ist die Entropie eines reinen Stoffes maximal“ ist falsch: Am absoluten Nullpunkt ist die Entropie eines idealen Kristalls gerade am kleinsten, nämlich null – das ist die Aussage des dritten Hauptsatzes. Maximal wird die Entropie bei hoher Temperatur im gasförmigen Zustand.

Die Antwort „Beim Verdampfen nimmt die Entropie ab“ ist falsch: Beim Verdampfen nimmt die Entropie stark zu.

Die Antwort „Beim Schmelzen nimmt die Entropie ab“ ist falsch: Beim Schmelzen nimmt die Entropie ebenfalls zu.

Zum Weiterdenken: Beim Erstarren sinkt die Entropie des Stoffes, obwohl die Natur nach größtmöglicher Unordnung strebt. Wie löst sich dieser scheinbare Widerspruch auf, wenn man die abgegebene Wärme und damit die Umgebung mitbetrachtet?

MERKE

Ordnen senkt die Entropie, Auflösen hebt sie — die Umgebung muss man mitdenken.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Entropieänderung bei Phasenübergängen bestimmen

C057 E Beim Gefrieren wird Wärme abgegeben.

Welche Aussage zu den Phasenübergängen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Beim Gefrieren wird Wärme abgegeben“. Beim Gefrieren wird Wärme abgegeben. Die Regel dahinter ist einfach: Jeder Übergang in einen geordneteren Zustand setzt Energie frei, jeder Übergang in einen ungeordneteren verbraucht sie. Gefrieren, Kondensieren und Resublimieren sind deshalb exotherm, Schmelzen, Verdampfen und Sublimieren endotherm. Genau darauf beruht der Frostschutz durch Beregnen im Obstbau: Das gefrierende Wasser gibt Wärme ab und schützt die Blüten.

Die Antwort „Beim Schmelzen wird Wärme abgegeben“ ist falsch: Beim Schmelzen wird Wärme aufgenommen.

Die Antwort „Beim Verdampfen wird Wärme abgegeben“ ist falsch: Beim Verdampfen wird Wärme aufgenommen, und zwar besonders viel.

Die Antwort „Sublimieren ist ein exothermer Prozess“ ist falsch: Sublimieren führt von fest zu gasförmig und ist damit endotherm.

Die Antwort „Beim Resublimieren wird der Umgebung Wärme entzogen“ ist falsch: Beim Resublimieren wird Wärme abgegeben und der Umgebung nicht entzogen.

Zum Weiterdenken: Obstbauern besprühen ihre Bäume bei Frostgefahr mit Wasser. Warum schützt ausgerechnet gefrierendes Wasser die Blüten vor dem Erfrieren?

MERKE

Zu mehr Ordnung heißt Wärme abgeben, zu mehr Unordnung heißt Wärme aufnehmen.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Wärmetönung der Phasenübergänge zuordnen

C058 B Der Übergang von gasförmigem zu festem Aggregatzustand nennt sich Resublimieren.

Welche der folgenden Aussagen zu Phasenübergängen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Der Übergang von gasförmigem zu festem Aggregatzustand nennt sich Resublimieren“. Der unmittelbare Übergang von gasförmig zu fest heißt Resublimation, wie man ihn bei der Bildung von Raureif beobachtet.

Die Antwort „Der Übergang von flüssigem zu gasförmigem Aggregatzustand nennt sich Kondensation“ ist falsch: Der Übergang von flüssig zu gasförmig heißt Verdampfen. Kondensation ist der umgekehrte Weg.

Die Antwort „Beim Erstarren wird Energie von der Umgebung aufgenommen“ ist falsch: Beim Erstarren wird Energie abgegeben und nicht aufgenommen, denn die Teilchen gehen in einen geordneteren Zustand über.

Die Antwort „Mit höherem Druck steigt der Siedepunkt“ ist zwar sachlich zutreffend, denn ein höherer Druck hebt den Siedepunkt tatsächlich an — das ist das Wirkprinzip des Schnellkochtopfs. Protokolliert ist gleichwohl A. Bei Aufgaben mit mehreren vertretbaren Aussagen lohnt es sich, die eindeutigste Definition zu wählen.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Da B und C nicht zutreffen, kann die Sammelantwort nicht richtig sein.

Zum Weiterdenken: Der Siedepunkt hängt vom Umgebungsdruck ab. Wie erklärt das, dass ein Schnellkochtopf schneller gart und Wasser im Gebirge früher kocht?

MERKE

Sublimieren fest zu Gas, Resublimieren zurück — und Ordnen gibt immer Wärme ab.

LEHRTEXT IM KURS

Aggregatzustände

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Phasenübergänge benennen und energetisch einordnen

C059 E Beim Kondensieren des Kältemittels an der Rückseite wird Energie frei (exotherm)

Welche Aussage zur Funktion des Kühlschranks (Kältemittelkreislauf) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Beim Kondensieren des Kältemittels an der Rückseite wird Energie frei (exotherm)“. Ein Kühlschrank arbeitet mit einem Kältemittel, das im Inneren verdampft und dabei der Umgebung Wärme entzieht — genau das kühlt den Innenraum. Anschließend wird der Dampf verdichtet und an der Rückseite wieder verflüssigt, wobei die zuvor aufgenommene Wärme samt der Antriebsenergie abgegeben wird. Deshalb ist die Rückseite eines laufenden Kühlschranks warm, und deshalb heizt ein offenstehender Kühlschrank den Raum, statt ihn zu kühlen.

Die Antwort „Der Verdampfer liegt außen am Kühlschrank“ ist falsch: Der Verdampfer liegt im Inneren, denn dort soll ja Wärme aufgenommen werden.

Die Antwort „Beim Verdampfen wird Energie freigesetzt“ ist falsch: Beim Verdampfen wird Energie aufgenommen und nicht freigesetzt.

Die Antwort „Kondensieren ist ein endothermer Vorgang“ ist falsch: Kondensieren ist exotherm.

Die Antwort „Das Kältemittel bleibt während des gesamten Kreislaufs gasförmig“ ist falsch: Der Wechsel zwischen flüssig und gasförmig ist gerade das Wirkprinzip.

Zum Weiterdenken: Ein offener Kühlschrank erwärmt den Raum, statt ihn zu kühlen. Wie folgt das zwingend aus der Energiebilanz des Kreislaufs?

MERKE

Verdampfen innen nimmt Wärme auf, Kondensieren außen gibt sie ab — plus die Antriebsenergie.

LEHRTEXT IM KURS**Aggregatzustände**

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Den Kältemittelkreislauf energetisch verstehen

C060 D Pentan ist bei Raumtemperatur flüssig

Pentan hat einen Siedepunkt von 36°C. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Pentan ist bei Raumtemperatur flüssig“. Liegt der Siedepunkt bei sechsunddreißig Grad und damit oberhalb der Raumtemperatur von etwa zwanzig Grad, ist der Stoff bei Raumtemperatur flüssig. Erst beim Erwärmen über sechsunddreißig Grad ginge er in den gasförmigen Zustand über.

Die Antwort „Heptan ist bei Raumtemperatur gasförmig“ ist falsch: Heptan hat eine längere Kette als Pentan, deshalb stärkere zwischenmolekulare Kräfte und einen höheren Siedepunkt von etwa achtundneunzig Grad. Es ist bei Raumtemperatur flüssig.

Die Antwort „Beim Abkühlen erstarrt Pentan bei 36°C“ ist falsch: Sechsunddreißig Grad ist der Siedepunkt und nicht der Schmelzpunkt. Pentan erstarrt erst bei etwa minus hundertdreißig Grad.

Die Antwort „Bei 34°C liegt Pentan fest vor“ ist falsch: Bei vierunddreißig Grad liegt Pentan noch flüssig vor, denn der Schmelzpunkt liegt weit darunter.

Die Antwort „Butan hat einen höheren Siedepunkt als Pentan“ ist falsch: Butan ist die kürzere Kette und hat deshalb schwächere Van-der-Waals-Kräfte zwischen den Molekülen. Es siedet bei etwa null Grad und damit deutlich unter Pentan. Mit jedem zusätzlichen Kohlenstoffatom steigt der Siedepunkt einer unverzweigten Alkanreihe an.

Zum Weiterdenken: Aus einem einzigen Siedepunkt lässt sich der Aggregatzustand bei jeder Temperatur ablesen — sofern man den Schmelzpunkt mitdenkt. Warum genügt der

Siedepunkt allein nicht immer?

MERKE

Siedepunkt über Raumtemperatur heißt flüssig, darunter heißt gasförmig.

LEHRTEXT IM KURS**Aggregatzustände**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Aus einem Siedepunkt auf den Aggregatzustand schließen

C061 C Das Kondensieren des Kältemittels wird durch Druckerhöhung erreicht

Welche Aussage zur Funktionsweise eines Kühlschranks trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Kondensieren des Kältemittels wird durch Druckerhöhung erreicht“. Der Verdichter erhöht den Druck des gasförmigen Kältemittels, und dadurch steigt seine Kondensationstemperatur so weit an, dass es an der Rückseite bei Raumtemperatur wieder flüssig wird. Dabei gibt es die zuvor aufgenommene Wärme ab. Anschließend wird der Druck über ein Drosselventil gesenkt, das Kältemittel verdampft im Inneren bei niedriger Temperatur und entzieht dem Kühlraum Wärme.

Die Antwort „Beim Verdampfen des Kältemittels wird Wärme nach außen abgegeben“ ist falsch: Beim Verdampfen wird Wärme aufgenommen und nicht abgegeben.

Die Antwort „Der Verdampfer liegt außerhalb des Kühlschranks“ ist falsch: Der Verdampfer liegt innen, denn dort soll gekühlt werden.

Die Antwort „Der Kondensator nimmt Wärme aus dem Innenraum auf“ ist falsch: Der Kondensator gibt Wärme nach außen ab.

Die Antwort „Das Kältemittel verdampft bei hohem Druck“ ist falsch: Verdampft wird bei niedrigem Druck, kondensiert bei hohem.

Zum Weiterdenken: Der gesamte Kreislauf beruht darauf, dass sich Siede- und Kondensationstemperatur über den Druck verschieben lassen. Welches Gasgesetz steckt letztlich dahinter?

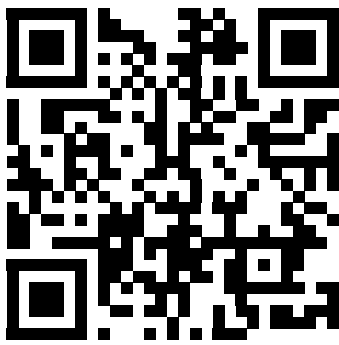
MERKE

Hoher Druck lässt kondensieren und Wärme abgeben, niedriger Druck lässt verdampfen und Wärme aufnehmen.

LEHRTEXT IM KURS**Aggregatzustände**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Den Kältemittelkreislauf im Einzelnen verstehen

Periodensystem**ORDNUNGSPRINZIP**



LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C062 C Nach steigender Kernladungszahl (Ordnungszahl).

Wonach ist das Periodensystem der Elemente geordnet?

Richtig ist die Antwort „Nach steigender Kernladungszahl (Ordnungszahl)“. Das Periodensystem ist nach steigender Kernladungszahl geordnet, also nach der Zahl der Protonen im Kern. Diese Zahl bestimmt zugleich, um welches Element es sich handelt, und beim neutralen Atom auch die Zahl der Elektronen — und damit letztlich das gesamte chemische Verhalten. Ursprünglich hatte Mendelejew nach der Atommasse geordnet und musste dabei an einigen Stellen von der Reihenfolge abweichen, um die Ähnlichkeiten zu wahren; mit der Ordnungszahl verschwanden diese Ausnahmen.

Die Antwort „Nach steigender Massenzahl“ ist falsch: Die Massenzahl steigt zwar meist mit, doch an einigen Stellen kehrt sich die Reihenfolge um, etwa bei Argon und Kalium oder bei Tellur und Jod.

Die Antwort „Nach steigender Neutronenzahl“ ist falsch: Die Neutronenzahl schwankt schon innerhalb eines Elements zwischen seinen Isotopen und taugt deshalb nicht als Ordnungsgröße.

Die Antwort „Nach steigender Elektronegativität“ ist falsch: Die Elektronegativität ändert sich innerhalb einer Periode und einer Gruppe systematisch, ist aber ein Ergebnis der Ordnung und nicht ihr Maßstab.

Die Antwort „Nach dem Entdeckungsjahr des Elements“ ist falsch: Das Entdeckungsjahr hat mit der Anordnung nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Mendelejew ließ in seinem System Lücken für damals unbekannte Elemente und sagte deren Eigenschaften voraus. Was sagt dieser Erfolg über die Aussagekraft einer guten Ordnung aus?

MERKE

Die Protonenzahl ordnet das System — sie bestimmt das Element und damit alles Weitere.

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Das Ordnungsprinzip des Periodensystems benennen

C063 B Kohlenstoff

Welchem Element entspricht die Ordnungszahl 6 im Periodensystem?

Richtig ist die Antwort „Kohlenstoff“. Die Ordnungszahl sechs gehört zum Kohlenstoff. Die Reihenfolge der ersten zehn Elemente lohnt sich auswendig: Wasserstoff, Helium, Lithium, Beryllium, Bor, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor, Neon. Kohlenstoff besitzt entsprechend sechs Protonen und im neutralen Zustand sechs Elektronen, davon vier in der Außenschale — daraus folgt seine Fähigkeit, vier Bindungen einzugehen und lange Ketten zu bilden, die Grundlage der gesamten organischen Chemie.

Die Antwort „Helium“ ist falsch: Helium trägt die Ordnungszahl zwei.

Die Antwort „Schwefel“ ist falsch: Schwefel steht bei sechzehn.

Die Antwort „Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff steht bei acht.

Die Antwort „Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff steht bei sieben, also unmittelbar nach dem Kohlenstoff.

Zum Weiterdenken: Kohlenstoff kann vier Bindungen eingehen und mit sich selbst beliebig lange Ketten und Ringe bilden. Warum ist ausgerechnet dieses Element die Grundlage allen bekannten Lebens?

MERKE

Die ersten zehn Ordnungszahlen sitzen fest: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Ordnungszahlen den Elementen der zweiten Periode zuordnen

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

C064 B Nach der Protonenzahl

Wonach werden die Elemente im Periodensystem geordnet?

Richtig ist die Antwort „Nach der Protonenzahl“. Geordnet wird nach der Protonenzahl, die zugleich Kernladungszahl und Ordnungszahl heißt. Sie ist die einzige Größe, die ein Element eindeutig festlegt und sich innerhalb eines Elements niemals ändert.

Die Antwort „Nach der Nukleonenzahl“ ist falsch: Die Nukleonenzahl umfasst Protonen und Neutronen und schwankt schon zwischen den Isotopen eines Elements.

Die Antwort „Nach der Elektronenzahl in der Valenzschale“ ist falsch: Die Zahl der Außenelektronen ergibt sich aus der Ordnung und bestimmt die Gruppe, taugt aber nicht als durchlaufender Maßstab — sie wiederholt sich in jeder Periode von neuem.

Die Antwort „Nach der Massenzahl“ ist falsch: Die Massenzahl steigt zwar meist mit, doch an einigen Stellen kehrt sich die Reihenfolge um, etwa bei Argon und Kalium.

Die Antwort „Nach der Neutronenzahl“ ist falsch: Die Neutronenzahl ist innerhalb eines Elements nicht festgelegt.

Zum Weiterdenken: Die Zahl der Außenelektronen wiederholt sich periodisch, die Protonenzahl steigt stetig. Warum eignet sich nur eine stetig steigende Größe als Ordnungsmaßstab?

MERKE

Nur die Protonenzahl ist eindeutig und steigt lückenlos — deshalb ordnet sie das System.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Das Ordnungsprinzip erneut bestimmen

C065 A Protonenzahl (Ordnungszahl)

Wonach sind die Elemente im Periodensystem geordnet?

Richtig ist die Antwort „Protonenzahl (Ordnungszahl)“. Die Elemente sind nach der Protonenzahl geordnet, die man auch Ordnungszahl oder Kernladungszahl nennt. Sie ist für jedes Element eindeutig und ändert sich innerhalb eines Elements nie — anders als alle übrigen angebotenen Größen.

Die Antwort „Elektronenzahl in der Valenzschale“ ist falsch: Die Zahl der Außenelektronen bestimmt die Hauptgruppe und wiederholt sich in jeder Periode von neuem.

Die Antwort „Neutronenzahl“ ist falsch: Die Neutronenzahl schwankt schon zwischen den Isotopen eines Elements.

Die Antwort „Massenzahl“ ist falsch: Die Massenzahl steigt zwar meist mit, kehrt sich aber an einigen Stellen um.

Die Antwort „Nukleonenzahl“ ist falsch: Die Nukleonenzahl ist ein anderer Name für die Massenzahl.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten benennen dieselbe Größe unter verschiedenen Namen. Wie hilft dir diese Beobachtung, die Auswahl in Sekunden einzugrenzen?

MERKE

Protonenzahl gleich Ordnungszahl gleich Kernladungszahl — drei Namen für dieselbe Größe.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Das Ordnungsprinzip abschließend sichern

C066 A Aufsteigende Kernladungszahl

Elemente werden im PSE nach welchem Ordnungsprinzip angeordnet?

Richtig ist die Antwort „Aufsteigende Kernladungszahl“. Geordnet wird nach aufsteigender Kernladungszahl, also nach der Zahl der Protonen. Sie ist die einzige Größe, die lückenlos steigt und ein Element eindeutig bestimmt.

Die Antwort „Aufsteigende Massenzahl“ ist falsch: Die Massenzahl steigt zwar meist mit, kehrt sich aber an mehreren Stellen um, etwa bei Argon und Kalium.

Die Antwort „Aufsteigende Elektronenanzahl“ ist falsch: Die Elektronenzahl stimmt zwar beim neutralen Atom mit der Protonenzahl überein, ändert sich aber bei Ionen. Als Ordnungsgröße taugt deshalb nur die Protonenzahl.

Die Antwort „Neutronenanzahl“ ist falsch: Die Neutronenzahl schwankt schon zwischen den Isotopen eines Elements.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Beim neutralen Atom sind Protonen- und Elektronenzahl gleich, beim Ion nicht. Warum ist deshalb nur eine der beiden Größen als Ordnungsprinzip brauchbar?

MERKE

Die Protonenzahl ändert sich nie — deshalb ordnet sie und keine andere Größe.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Das Ordnungsprinzip endgültig sichern

C067 E Protonenzahl

Wonach werden die Elemente im Periodensystem geordnet?

Richtig ist die Antwort „Protonenzahl“. Geordnet wird nach der Protonenzahl. Diese Aufgabe erschien über die Jahre in nahezu jeder Fassung und mit denselben Ablenkungen — sie gehört damit zu den verlässlichsten Punktelieferanten des gesamten Fachs.

Die Antwort „Neutronenzahl“ ist falsch: Die Neutronenzahl schwankt zwischen Isotopen.

Die Antwort „Elektronenzahl“ ist falsch: Die Elektronenzahl ändert sich bei Ionen.

Die Antwort „Massenzahl“ ist falsch: Die Massenzahl steigt nicht lückenlos.

Die Antwort „Nukleonenzahl“ ist falsch: Die Nukleonenzahl ist ein anderer Name für die Massenzahl.

Zum Weiterdenken: Eine Aufgabe kehrt über zehn Jahrgänge nahezu unverändert zurück. Wie richtest du deine Vorbereitung ein, wenn du solche Wiederholungen erkennst?

MERKE

Immer die Protonenzahl — diese Frage kommt fast jedes Jahr.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Das Ordnungsprinzip abschließend bestätigen

C068 B Kohlenstoff

Welches Element steht in der 2. Periode an der Stelle mit der Ordnungszahl 6?

Richtig ist die Antwort „Kohlenstoff“. Die zweite Periode beginnt bei Lithium mit der Ordnungszahl 3 und läuft über Beryllium, Bor zu Kohlenstoff mit der Ordnungszahl 6. Weil die Ordnungszahl die Protonenzahl angibt, ist sie zugleich der eindeutige Ausweis des Elements.

Die Antwort „Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff steht zwei Plätze weiter rechts in der sechsten Hauptgruppe.

Die Antwort „Chlor“ ist falsch: Chlor steht in der dritten Periode und der siebten Hauptgruppe.

Die Antwort „Helium“ ist falsch: Helium steht in der ersten Periode ganz rechts.

Die Antwort „Neon“ ist falsch: Neon steht am Ende der zweiten Periode und trägt die Ordnungszahl 10.

Zum Weiterdenken: Die Position eines Elements verrät Periode, Hauptgruppe, Außenelektronenzahl und damit sein chemisches Verhalten. Wie viel Information steckt damit allein in einem Platz im System?

MERKE

Die ersten zwanzig Elemente auswendig — damit lässt sich jede Position bestimmen.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Elemente im Periodensystem anhand ihrer Position bestimmen

C069 C 2

In der 2. Periode werden die Elemente ab Stickstoff fortlaufend nummeriert (Stickstoff = 1). Welche Zahl markiert damit den Sauerstoff?

Richtig ist die Antwort „2“. Die zweite Periode lautet der Reihe nach Lithium, Beryllium, Bor, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor und Neon. Zählt man ab Stickstoff, so trägt dieser die Nummer eins und der unmittelbar folgende Sauerstoff die Nummer zwei.

Die Antworten „1“, „4“, „5“ und „3“ markieren jeweils andere Positionen und damit andere Elemente der Periode.

Zum Weiterdenken: Aus der Position lassen sich Außenelektronenzahl, Ionenladung und Bindungsverhalten ableiten. Warum ist das Periodensystem damit weit mehr als eine bloße Liste?

MERKE

Zweite Periode auswendig: Li, Be, B, C, N, O, F, Ne.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Position eines Elements im Periodensystem bestimmen

C070 B Die Ionisierungsenergie nimmt innerhalb einer Periode von links nach rechts zu

Welche Aussage zur Ionisierungsenergie im Periodensystem ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Ionisierungsenergie nimmt innerhalb einer Periode von links nach rechts zu“. Die Ionisierungsenergie ist die Energie, die nötig ist, um einem Atom ein Elektron zu entreißen. Sie nimmt innerhalb einer Periode von links nach rechts zu, weil die Kernladung steigt, während die Elektronen in dieselbe Schale eingebaut werden und deshalb immer fester gebunden sind. Innerhalb einer Gruppe nimmt sie dagegen nach unten ab, weil die Außenelektronen mit jeder zusätzlichen Schale weiter vom Kern entfernt und stärker abgeschirmt sind.

Die Antwort „Die Ionisierungsenergie nimmt innerhalb einer Periode von links nach rechts ab“ ist falsch: Die Richtung ist umgekehrt.

Die Antwort „Die Ionisierungsenergie nimmt innerhalb einer Gruppe von oben nach unten zu“ ist falsch: Innerhalb einer Gruppe nimmt sie nach unten ab.

Die Antwort „Die Ionisierungsenergie ist für alle Elemente gleich“ ist falsch: Sie unterscheidet sich erheblich zwischen den Elementen — von den leicht ionisierbaren Alkalimetallen bis zu den Edelgasen.

Die Antwort „Die Ionisierungsenergie hängt nicht von der Kernladung ab“ ist falsch: Die Kernladung ist gerade einer der beiden bestimmenden Einflüsse.

Zum Weiterdenken: Ionisierungsenergie und Elektronegativität folgen im Periodensystem demselben Trend. Warum ist das kein Zufall, sondern zwei Seiten

derselben Ursache?

MERKE

Nach rechts und nach oben steigt die Ionisierungsenergie — wie die Elektronegativität.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Den Verlauf der Ionisierungsenergie kennen

C071 C Die Anzahl der Protonen bestimmt die chemische Identität eines Elements

Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Anzahl der Protonen bestimmt die chemische Identität eines Elements“. Die Zahl der Protonen bestimmt, um welches Element es sich handelt. Sie legt zugleich fest, wie viele Elektronen das neutrale Atom besitzt, und damit das gesamte chemische Verhalten. Deshalb lässt sich ein Element durch chemische Mittel niemals in ein anderes verwandeln — dazu bräuchte es eine Kernreaktion.

Die Antwort „Die Anzahl der Neutronen bestimmt die chemische Identität eines Elements“ ist falsch: Die Neutronenzahl bestimmt das Isotop und nicht das Element.

Die Antwort „Die Anzahl der Elektronen im angeregten Zustand bestimmt die chemische Identität“ ist falsch: Der angeregte Zustand beschreibt nur eine vorübergehende Verteilung der Elektronen auf höhere Energieniveaus.

Die Antwort „Die Massenzahl bestimmt die chemische Identität eines Elements“ ist falsch: Die Massenzahl ändert sich zwischen Isotopen desselben Elements.

Die Antwort „Die Anzahl der Isotope bestimmt die chemische Identität eines Elements“ ist falsch: Die Zahl der Isotope ist eine Eigenschaft des Elements, aber keine, die es bestimmt.

Zum Weiterdenken: Alle Isotope des Kohlenstoffs verhalten sich chemisch gleich, obwohl sie verschieden schwer sind. Warum folgt das zwingend daraus, dass allein die Protonenzahl zählt?

MERKE

Protonen bestimmen das Element, Neutronen das Isotop, Elektronen die Ladung.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Protonenzahl als Identitätsmerkmal bestätigen

C072 D 5

In einem Periodensystem-Ausschnitt waren die Elemente Bor, Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff durch die Zahlen 1 bis 4 ersetzt (aufsteigend nach Ordnungszahl). An welcher mit einer Zahl markierten Position steht Fluor?

Richtig ist die Antwort „5“. Sind Bor, Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff mit den Zahlen eins bis vier belegt, folgt Fluor als nächstes Element und trägt damit die Zahl fünf. Die Reihenfolge der zweiten Periode lautet Lithium, Beryllium, Bor, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor, Neon — wer sie beherrscht, löst jede Aufgabe dieser Art in Sekunden.

Die Antwort „4“ ist falsch: Die Vier gehört zum Sauerstoff.

Die Antwort „3“ ist falsch: Die Drei gehört zum Stickstoff.

Die Antwort „2“ ist falsch: Die Zwei gehört zum Kohlenstoff.

Die Antwort „1“ ist falsch: Die Eins gehört zum Bor.

Zum Weiterdenken: Fluor steht unmittelbar vor dem Edelgas Neon und ist das reaktionsfreudigste Element überhaupt. Wie hängt beides zusammen?

MERKE

Nach Sauerstoff kommt Fluor, dann Neon — die zweite Periode sitzt in acht Schritten.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Reihenfolge der zweiten Periode anwenden

GRUPPEN

C073 D Elemente derselben Hauptgruppe haben ähnliche chemische Eigenschaften.

Welche Aussage zu Hauptgruppenelementen im Periodensystem ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Elemente derselben Hauptgruppe haben ähnliche chemische Eigenschaften“. Elemente derselben Hauptgruppe verhalten sich chemisch ähnlich, weil sie dieselbe Zahl an Außenelektronen besitzen — und allein die Außenelektronen bestimmen das chemische Verhalten. Deshalb reagieren alle Alkalimetalle heftig mit Wasser und alle Halogene bereitwillig mit Metallen. Innerhalb einer Gruppe ändern sich die Eigenschaften nur allmählich, weil die Außenelektronen mit zunehmender Schalenanzahl weiter vom Kern entfernt und schwächer gebunden sind.

Die Antwort „Elemente derselben Periode haben immer ähnliche chemische Eigenschaften“ ist falsch: Innerhalb einer Periode ändern sich die Eigenschaften stark, denn von links nach rechts nimmt die Zahl der Außenelektronen zu — vom reaktionsfreudigen Metall bis zum Edelgas.

Die Antwort „Die Gruppennummer entspricht immer der Neutronenzahl“ ist falsch: Die Gruppennummer entspricht bei den Hauptgruppen der Zahl der Außenelektronen, nicht der Neutronenzahl.

Die Antwort „Elemente einer Hauptgruppe haben immer die gleiche Massenzahl“ ist falsch: Die Massenzahl steigt innerhalb einer Gruppe von oben nach unten deutlich an.

Die Antwort „Hauptgruppenelemente haben nie ähnliche Eigenschaften“ ist falsch: Genau die Ähnlichkeit innerhalb einer Gruppe ist der Kern des Systems.

Zum Weiterdenken: Innerhalb einer Gruppe nimmt die Reaktionsfreudigkeit der Metalle nach unten zu, die der Nichtmetalle nach unten ab. Wie erklärt der wachsende Abstand der Außenelektronen zum Kern beides zugleich?

MERKE

Gruppe heißt gleiche Außenelektronenzahl und damit ähnliches Verhalten, Periode heißt gleiche Schalenanzahl.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Bedeutung von Gruppen und Perioden unterscheiden

C074 E Stickstoff (N)

Welches der folgenden Elemente befindet sich NICHT in der 6. Hauptgruppe (Sauerstoffgruppe)?

Richtig ist die Antwort „Stickstoff (N)“. Stickstoff steht in der fünften Hauptgruppe und nicht in der sechsten. Die sechste Hauptgruppe, die man nach ihrem ersten Vertreter auch Sauerstoffgruppe oder Chalkogene nennt, umfasst Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur und Polonium. Alle besitzen sechs Außenelektronen und nehmen deshalb bevorzugt zwei auf.

Die Antwort „Sauerstoff (O)“ ist falsch: Sauerstoff ist der Namensgeber der Gruppe.

Die Antwort „Schwefel (S)“ ist falsch: Schwefel steht unmittelbar unter dem Sauerstoff und zeigt deshalb ähnliches Verhalten — beide bilden zweifach negative Ionen.

Die Antwort „Selen (Se)“ ist falsch: Selen gehört ebenfalls zur sechsten Hauptgruppe und ist ein für den Menschen notwendiges Spurenelement.

Die Antwort „Tellur (Te)“ ist falsch: Tellur steht darunter.

Zum Weiterdenken: Innerhalb der sechsten Hauptgruppe wechselt der Charakter von Sauerstoff als Nichtmetall zu Polonium als Metall. Warum nimmt der metallische Charakter innerhalb einer Gruppe nach unten zu?

MERKE

Fünfte Hauptgruppe beginnt mit Stickstoff, sechste mit Sauerstoff — die Gruppennummer ist die Zahl der Außenelektronen.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Elemente ihren Hauptgruppen zuordnen

C075 E 4. Hauptgruppe

In welcher Hauptgruppe des Periodensystems befindet sich Kohlenstoff?

Richtig ist die Antwort „4. Hauptgruppe“. Kohlenstoff steht in der vierten Hauptgruppe und besitzt damit vier Außenelektronen. Genau daraus folgt seine besondere Stellung: Mit vier Bindungen liegt er in der Mitte zwischen Abgeben und Aufnehmen, teilt seine Elektronen deshalb bevorzugt und kann sich fast beliebig oft mit sich selbst verbinden. So entstehen Ketten, Verzweigungen und Ringe — die Grundlage von Millionen organischer Verbindungen.

Die Antwort „2. Hauptgruppe“ ist falsch: In der zweiten Hauptgruppe stehen die Erdalkalimetalle wie Magnesium und Calcium.

Die Antwort „6. Hauptgruppe“ ist falsch: In der sechsten Hauptgruppe steht der Sauerstoff.

Die Antwort „3. Hauptgruppe“ ist falsch: In der dritten Hauptgruppe stehen Bor und Aluminium.

Die Antwort „5. Hauptgruppe“ ist falsch: In der fünften Hauptgruppe steht der Stickstoff.

Zum Weiterdenken: Kohlenstoff steht genau in der Mitte zwischen Elektronenabgabe und -aufnahme. Warum macht ihn diese Zwischenstellung zum vielseitigsten Element überhaupt?

MERKE

Vierte Hauptgruppe, vier Außenelektronen, vier Bindungen — daher die ganze organische Chemie.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Kohlenstoff seiner Hauptgruppe zuordnen

C076 B Nichtmetalle kommen ausschließlich in den Hauptgruppen vor, nicht in den Nebengruppen.

Welche Aussage zu Nichtmetallen im Periodensystem ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Nichtmetalle kommen ausschließlich in den Hauptgruppen vor, nicht in den Nebengruppen“. Nichtmetalle kommen ausschließlich in den Hauptgruppen vor, und zwar im rechten oberen Bereich des Periodensystems. Sämtliche Nebengruppenelemente sind Metalle — dazu zählen Eisen, Kupfer, Zink, Silber und Gold. Die Trennlinie zwischen Metallen und Nichtmetallen verläuft stufenförmig durch die rechten Hauptgruppen, und die Elemente unmittelbar an dieser Linie nennt man Halbmetalle.

Die Antwort „Nichtmetalle kommen ausschließlich in den Nebengruppen vor“ ist falsch: In den Nebengruppen gibt es kein einziges Nichtmetall.

Die Antwort „Nichtmetalle sind gleichmäßig auf Haupt- und Nebengruppen verteilt“ ist falsch: Eine gleichmäßige Verteilung liegt nicht vor.

Die Antwort „Nebengruppenelemente sind grundsätzlich Nichtmetalle“ ist falsch: Nebengruppenelemente sind ausnahmslos Metalle.

Die Antwort „Es gibt keinen Unterschied zwischen Haupt- und Nebengruppenelementen bezüglich Metallcharakter“ ist falsch: Der Unterschied ist erheblich und leicht zu merken.

Zum Weiterdenken: Der metallische Charakter nimmt innerhalb einer Periode nach rechts ab und innerhalb einer Gruppe nach unten zu. Wie erklärt der Abstand der Außenelektronen zum Kern beide Trends zugleich?

MERKE

Nebengruppen sind ausnahmslos Metalle – Nichtmetalle gibt es nur rechts oben in den Hauptgruppen.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Verteilung der Nichtmetalle im Periodensystem kennen

C077 C 2. Hauptgruppe, 4. Periode

In welcher Hauptgruppe und Periode liegt Calcium (Ca)?

Richtig ist die Antwort „2. Hauptgruppe, 4. Periode“. Calcium steht in der zweiten Hauptgruppe und der vierten Periode. Als Erdalkalimetall gibt es zwei Elektronen ab und bildet zweifach positive Ionen – genau deshalb findet man es im Körper als Baustein des Knochens, als Träger der Muskelkontraktion und als Bestandteil der Blutgerinnung. Seine Ordnungszahl ist zwanzig.

Die Antwort „1. Hauptgruppe, 4. Periode“ ist falsch: In der ersten Hauptgruppe stehen die Alkalimetalle wie Kalium, das unmittelbar vor dem Calcium liegt.

Die Antwort „2. Hauptgruppe, 3. Periode“ ist falsch: In der zweiten Hauptgruppe der dritten Periode steht Magnesium.

Die Antwort „4. Hauptgruppe, 2. Periode“ ist falsch: Diese Angabe passt zu Kohlenstoff.

Die Antwort „2. Hauptgruppe, 2. Periode“ ist falsch: In der zweiten Hauptgruppe der zweiten Periode steht Beryllium.

Zum Weiterdenken: Magnesium und Calcium stehen in derselben Gruppe und verhalten sich chemisch ähnlich. Wie erklärt das, dass beide im Körper an verwandten Aufgaben beteiligt sind?

MERKE

Zweite Hauptgruppe heißt zwei Außenelektronen und zweifach positive Ionen.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Calcium im Periodensystem verorten

C078 C Stickstoff (N)

Welches der folgenden Elemente gehört NICHT zur 6. Hauptgruppe (Chalkogene)?

Richtig ist die Antwort „Stickstoff (N)“. Stickstoff gehört zur fünften Hauptgruppe und nicht zu den Chalkogenen. Die sechste Hauptgruppe umfasst Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur und Polonium; alle besitzen sechs Außenelektronen und neigen dazu, zwei aufzunehmen. Der Name Chalkogene bedeutet Erzbildner, weil viele Metallerze Oxide oder Sulfide sind.

Die Antwort „Sauerstoff (O)“ ist falsch: Sauerstoff ist der erste Vertreter der Gruppe.

Die Antwort „Selen (Se)“ ist falsch: Selen gehört dazu und ist ein notwendiges Spurenelement.

Die Antwort „Schwefel (S)“ ist falsch: Schwefel steht unmittelbar unter dem Sauerstoff.

Die Antwort „Tellur (Te)“ ist falsch: Tellur folgt darunter.

Zum Weiterdenken: Sauerstoff und Schwefel stehen in derselben Gruppe und bilden beide zweifach negative Ionen. Warum riecht Schwefelwasserstoff dennoch so anders als Wasser?

MERKE

Sechste Hauptgruppe heißt sechs Außenelektronen und zwei aufzunehmen – Stickstoff hat nur fünf.

LEHRTEXT IM KURS**Periodensystem**

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Chalkogene erneut abgrenzen

C079 D Erdalkalimetalle geben zwei Elektronen ab, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen.

Welche Aussage über die Elemente im Periodensystem ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Erdalkalimetalle geben zwei Elektronen ab, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen“. Erdalkalimetalle stehen in der zweiten Hauptgruppe, besitzen also zwei Außenelektronen und geben beide ab, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen: $\text{Mg} \Rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$. Dadurch entstehen zweifach positive Ionen wie Mg^{2+} und Ca^{2+} .

Die Antwort „Elemente ab der 5. Hauptgruppe sind gasförmig“ ist falsch: Ab der fünften Hauptgruppe sind keineswegs alle Elemente gasförmig; Phosphor, Arsen, Schwefel und Jod sind fest.

Die Antwort „In der siebten Hauptgruppe finden sich die Edelgase“ ist falsch: In der siebten Hauptgruppe stehen die Halogene. Die Edelgase bilden die achte.

Die Antwort „Chalkogene geben drei Elektronen ab, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen“ ist falsch: Chalkogene haben sechs Außenelektronen und nehmen zwei auf, statt drei abzugeben.

Die Antwort „Erdalkalimetalle bilden die dritte Hauptgruppe“ ist falsch: Die Erdalkalimetalle bilden die zweite Hauptgruppe; in der dritten stehen Bor und

Aluminium.

Zum Weiterdenken: Metalle geben Elektronen ab, Nichtmetalle nehmen auf – beide streben zur Edelgaskonfiguration. Warum wählt jedes Element dabei den jeweils kürzeren Weg?

MERKE

$\text{Mg} \Rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ – zweite Hauptgruppe gibt zwei ab.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Aussagen zu den Hauptgruppen prüfen

C080 C Alle Nebengruppenelemente haben höchstens 2 Valenzelektronen

Welche Aussage zu den Nebengruppenelementen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Alle Nebengruppenelemente haben höchstens 2 Valenzelektronen“.

Nebengruppenelemente besitzen in aller Regel höchstens zwei Außenelektronen. Der Grund liegt in der Reihenfolge der Auffüllung: Bei ihnen wird nicht die äußerste, sondern eine weiter innen liegende Schale ergänzt, während außen ein bis zwei Elektronen stehen bleiben. Genau deshalb ähneln sich die Nebengruppenelemente innerhalb einer Periode so stark – alle sind Metalle mit vergleichbarem Verhalten.

Die Antwort „Bei den meisten Nebengruppenelementen handelt es sich um Edelmetalle“ ist falsch: Edelmetalle sind nur wenige von ihnen, etwa Gold, Silber und Platin. Eisen, Zink und Nickel sind unedel.

Die Antwort „Nebengruppenelemente unterscheiden sich stärker in ihren chemischen Eigenschaften innerhalb einer Periode als Elemente der Hauptgruppen“ ist falsch: Innerhalb einer Periode unterscheiden sich die Nebengruppenelemente gerade weniger als die Hauptgruppenelemente, weil sich an der Außenschale kaum etwas ändert.

Die Antwort „Nebengruppenelemente beinhalten Metalle und Nichtmetalle“ ist falsch: Sämtliche Nebengruppenelemente sind Metalle; Nichtmetalle gibt es dort nicht.

Die Antwort „Alle Nebengruppenelemente haben die Oxidationszahl -II“ ist falsch: Nebengruppenelemente bilden meist positive Oxidationszahlen und häufig mehrere verschiedene – Eisen etwa plus zwei und plus drei.

Zum Weiterdenken: Nebengruppenmetalle bilden oft mehrere Oxidationsstufen und farbige Verbindungen. Wie hängt beides mit der teilweise gefüllten inneren Schale zusammen?

MERKE

Nebengruppen füllen innen auf – außen bleiben ein bis zwei Elektronen, deshalb sind sie einander ähnlich.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Besonderheiten der Nebengruppenelemente kennen

C081 D Nichtmetalle findet man nur in den Hauptgruppen.

Welche der folgenden Aussagen zum Periodensystem der Elemente ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Nichtmetalle findet man nur in den Hauptgruppen“. Nichtmetalle finden sich ausschließlich in den Hauptgruppen, und zwar im rechten oberen Bereich. Sämtliche Nebengruppenelemente sind Metalle.

Die Antwort „Die Elemente der gleichen Periode haben ähnliche chemischen Eigenschaften“ ist falsch: Ähnliche Eigenschaften haben Elemente derselben Gruppe, nicht derselben Periode. Innerhalb einer Periode ändern sie sich stark.

Die Antwort „Die meisten Elemente sind gasförmig“ ist falsch: Die meisten Elemente sind bei Raumtemperatur fest. Gasförmig sind nur elf, flüssig gar nur zwei, nämlich Quecksilber und Brom.

Die Antwort „Die Elektronegativität nimmt von rechts nach links und von oben nach unten zu“ ist falsch: Die Elektronegativität nimmt nach rechts und nach oben zu; die Aussage kehrt beide Richtungen um.

Die Antwort „Links befinden sich Nichtmetalle“ ist falsch: Links stehen die Metalle, rechts die Nichtmetalle.

Zum Weiterdenken: Nur zwei Elemente sind bei Raumtemperatur flüssig. Was sagt diese geringe Zahl über die Bedingungen aus, unter denen wir leben?

MERKE

Metalle links und in allen Nebengruppen, Nichtmetalle nur rechts oben in den Hauptgruppen.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Aussagen zum Aufbau des Periodensystems prüfen

C082 E Ihre Elemente bilden stabile Salze mit Alkalimetallen

Welche Aussage zur 6. Hauptgruppe trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Ihre Elemente bilden stabile Salze mit Alkalimetallen“. Die Elemente der sechsten Hauptgruppe besitzen sechs Außenelektronen und nehmen zwei auf, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen. Mit Alkalimetallen, die je ein Elektron abgeben, bilden sie deshalb stabile Salze im Verhältnis zwei zu eins, etwa Na_2O oder Na_2S .

Die Antwort „Ihre Elemente kommen oft in Mineralien vor“ ist zwar für sich genommen vertretbar, denn Oxide und Sulfide sind tatsächlich häufige Mineralien, doch die Aussage ist unbestimmt und beschreibt kein chemisches Verhalten.

Die Antwort „Sauerstoff, Schwefel und Phosphor gehören zur 6. Hauptgruppe“ ist falsch: Phosphor steht in der fünften Hauptgruppe und gehört nicht dazu.

Die Antwort „Alle Elemente dieser Gruppe sind Metalle“ ist falsch: Sauerstoff und Schwefel sind Nichtmetalle; erst weiter unten in der Gruppe nimmt der metallische Charakter zu.

Die Antwort „Keine der Antwortmöglichkeiten ist richtig“ ist falsch: Eine zutreffende Aussage ist enthalten.

Zum Weiterdenken: Ein Alkalimetall gibt ein Elektron ab, ein Chalkogen nimmt zwei auf. Welches Zahlenverhältnis ergibt sich daraus zwangsläufig für ihr gemeinsames Salz?

MERKE

Na_2O — sechste Hauptgruppe nimmt zwei auf, erste gibt eines ab.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Das Verhalten der sechsten Hauptgruppe beschreiben

C083 B dieselbe Zahl an Valenzelektronen haben

Wenn zwei Elemente im Periodensystem untereinander stehen, bedeutet das, dass sie...

Richtig ist die Antwort „dieselbe Zahl an Valenzelektronen haben“. Elemente, die im Periodensystem untereinanderstehen, gehören derselben Gruppe an und besitzen deshalb gleich viele Außenelektronen. Weil allein diese das chemische Verhalten bestimmen, verhalten sie sich ähnlich — alle Alkalimetalle reagieren heftig mit Wasser, alle Halogene bilden Salze mit Metallen.

Die Antwort „sehr unterschiedliche chemische Eigenschaften haben“ ist falsch: Gerade die Ähnlichkeit ist das Kennzeichen einer Gruppe.

Die Antwort „gleich viele Elektronen insgesamt haben“ ist falsch: Die Gesamtzahl der Elektronen steigt innerhalb einer Gruppe nach unten deutlich an.

Die Antwort „in derselben Periode stehen“ ist falsch: In derselben Periode stehen Elemente nebeneinander, nicht untereinander.

Die Antwort „dieselbe Ordnungszahl haben“ ist falsch: Die Ordnungszahl ist für jedes Element verschieden.

Zum Weiterdenken: Innerhalb einer Gruppe bleiben die Eigenschaften ähnlich, ändern sich aber allmählich. Wie erklärt der zunehmende Abstand der Außenelektronen zum Kern diese schrittweise Verschiebung?

MERKE

Untereinander heißt gleiche Gruppe, gleiche Außenelektronenzahl, ähnliches Verhalten.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Bedeutung einer Gruppe im Periodensystem verstehen

C084 D Alle Elemente der Nebengruppen sind Metalle

Welche Aussage zum Periodensystem ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Alle Elemente der Nebengruppen sind Metalle“. Sämtliche Nebengruppenelemente sind Metalle — vom Scandium bis zum Quecksilber gibt es dort kein einziges Nichtmetall.

Die Antwort „In der ersten Hauptgruppe befinden sich die Erdalkalimetalle“ ist falsch: In der ersten Hauptgruppe stehen die Alkalimetalle; die Erdalkalimetalle bilden die zweite.

Die Antwort „Erdalkalimetalle geben 1 Elektron ab, um Edelgaskonfiguration zu erreichen“ ist falsch:

Erdalkalimetalle geben zwei Elektronen ab, entsprechend ihren zwei Außenelektronen.

Die Antwort „Alle Hauptgruppenelemente sind Metalle“ ist falsch: Unter den Hauptgruppenelementen finden sich Metalle, Halbmetalle und Nichtmetalle.

Die Antwort „Halogene stehen in der 1. Hauptgruppe“ ist falsch: Halogene stehen in der siebten Hauptgruppe.

Zum Weiterdenken: Alle Nebengruppenelemente sind Metalle, weil bei ihnen eine innere Schale aufgefüllt wird. Wie hängt der metallische Charakter mit der Zahl der Außenelektronen zusammen?

MERKE

Nebengruppen ausnahmslos Metalle — Nichtmetalle gibt es nur in den Hauptgruppen.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Aussagen über Haupt- und Nebengruppen prüfen

PERIODEN

C085 C 2. Periode, 5. Hauptgruppe

In welcher Periode und Hauptgruppe steht Stickstoff im Periodensystem?

Richtig ist die Antwort „2. Periode, 5. Hauptgruppe“. Stickstoff steht in der zweiten Periode und der fünften Hauptgruppe, was sich unmittelbar aus der Elektronenkonfiguration $1s^2 2s^2 2p^3$ ablesen lässt: zwei besetzte Schalen und fünf Außenelektronen. Die Periodennummer entspricht der Zahl der besetzten Schalen, die Hauptgruppennummer der Zahl der Außenelektronen.

Die Antwort „2. Periode, 4. Hauptgruppe“ ist falsch: Die vierte Hauptgruppe beherbergt den Kohlenstoff mit vier Außenelektronen.

Die Antwort „3. Periode, 5. Hauptgruppe“ ist falsch: In der dritten Periode stünde Phosphor, der unmittelbar unter dem Stickstoff liegt.

Die Antwort „2. Periode, 6. Hauptgruppe“ ist falsch: In der sechsten Hauptgruppe steht der Sauerstoff.

Die Antwort „1. Periode, 5. Hauptgruppe“ ist falsch: In der ersten Periode gibt es nur Wasserstoff und Helium.

Zum Weiterdenken: Periode und Hauptgruppe lassen sich unmittelbar aus der Elektronenverteilung ablesen. Wie bestimmst du damit für ein beliebiges Element beide Angaben, ohne nachzuschlagen?

MERKE

$1s^2 2s^2 2p^3$ – Periode gleich Schalen, Hauptgruppe gleich Außenelektronen.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Periode und Hauptgruppe aus dem Atombau ableiten

C086 A Magnesium

Welches Element befindet sich NICHT in der zweiten Periode?

Richtig ist die Antwort „Magnesium“. Magnesium steht in der dritten Periode und nicht in der zweiten. Die zweite Periode umfasst acht Elemente von Lithium bis Neon; alle besitzen zwei besetzte Schalen. Magnesium hat mit zwölf Elektronen bereits drei Schalen und gehört damit in die dritte Periode.

Die Antwort „Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff mit sieben Elektronen gehört zur zweiten Periode.

Die Antwort „Beryllium“ ist falsch: Beryllium mit vier Elektronen ebenfalls.

Die Antwort „Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff mit acht Elektronen ebenfalls.

Die Antwort „Bor“ ist falsch: Bor mit fünf Elektronen ebenfalls.

Zum Weiterdenken: Die zweite Periode umfasst acht Elemente, die dritte ebenfalls, die vierte dagegen achtzehn. Wie erklärt sich diese Zunahme aus der Zahl der verfügbaren Orbitale?

MERKE

Periodennummer gleich Zahl der besetzten Schalen – Magnesium hat drei.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Elemente ihrer Periode zuordnen

C087 C Fluor

Welches der folgenden Elemente hat die höchste Elektronegativität?

Richtig ist die Antwort „Fluor“. Fluor hat mit einem Wert von etwa vier die höchste Elektronegativität aller Elemente. Der Trend im Periodensystem lautet: Sie nimmt innerhalb einer Periode nach rechts zu und innerhalb einer Gruppe nach oben. Fluor steht damit in der äußersten rechten oberen Ecke der reaktionsfähigen Elemente – die Edelgase rechts daneben werden üblicherweise nicht mitgezählt, weil sie keine Bindungen eingehen.

Die Antwort „Kohlenstoff“ ist falsch: Kohlenstoff liegt bei etwa 2,5.

Die Antwort „Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff liegt mit rund 3,4 an zweiter Stelle hinter dem Fluor.

Die Antwort „Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff liegt bei etwa 3,0.

Die Antwort „Iod“ ist falsch: Iod steht in derselben Gruppe wie Fluor, aber weit unten, und hat deshalb eine deutlich geringere Elektronegativität von etwa 2,7.

Zum Weiterdenken: Fluor und Iod stehen in derselben Gruppe und unterscheiden sich dennoch erheblich. Wie erklärt der wachsende Abstand der Außenelektronen zum Kern diesen Unterschied?

MERKE

Nach rechts und nach oben steigt die Elektronegativität – Fluor ist der Spitzenreiter.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Den Verlauf der Elektronegativität im Periodensystem kennen

C088 C unterschiedliche Ordnungszahlen

Elemente, die im Periodensystem nebeneinander (in derselben Periode) stehen, haben...

Richtig ist die Antwort „unterschiedliche Ordnungszahlen“. Elemente, die nebeneinanderstehen, haben zwangsläufig verschiedene Ordnungszahlen, denn die Ordnungszahl steigt von links nach rechts um jeweils eins. Innerhalb einer Periode nimmt damit auch die Zahl der Außenelektronen von links nach rechts zu – und mit ihr verändern sich die Eigenschaften erheblich, vom reaktionsfreudigen Metall bis zum Edelgas.

Die Antwort „dieselbe Gruppe“ ist falsch: Dieselbe Gruppe haben Elemente, die untereinanderstehen.

Die Antwort „dieselbe Anzahl an Valenzelektronen“ ist falsch: Dieselbe Zahl an Außenelektronen kennzeichnet ebenfalls eine Gruppe.

Die Antwort „unterschiedliche Perioden“ ist falsch: Nebeneinanderstehende Elemente sind gerade in derselben Periode.

Die Antwort „dieselbe Anzahl an Neutronen“ ist falsch: Die Neutronenzahl folgt keinem einfachen Muster und ist zudem innerhalb eines Elements nicht festgelegt.

Zum Weiterdenken: Innerhalb einer Periode ändern sich die Eigenschaften stark, innerhalb einer Gruppe nur allmählich. Wie erklärt sich dieser Unterschied aus der Zahl der Außenelektronen?

MERKE

Nebeneinander heißt gleiche Schalenzahl und steigende Ordnungszahl — untereinander heißt gleiche Außenelektronenzahl.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Bedeutung einer Periode verstehen

SCHALEN

C089 **B** 8

Wie viele Elektronen passen maximal in die zweite Elektronenschale (L-Schale)?

Richtig ist die Antwort „8“. In die zweite Schale passen höchstens acht Elektronen, denn die allgemeine Regel lautet:

$$N_{\max} = 2n^2 \Rightarrow 2, 8, 18, 32$$

Für die Elemente der ersten beiden Perioden ist die zweite Schale zugleich die Außenschale, weshalb dort die Achterregel gilt.

Die Antwort „2“ ist falsch: Zwei Elektronen fasst die erste Schale.

Die Antwort „18“ ist falsch: Achtzehn ist die Kapazität der dritten Schale.

Die Antwort „32“ ist falsch: Zweiunddreißig gehört zur vierten Schale.

Die Antwort „6“ ist falsch: Sechs Elektronen entsprechen keiner Schalenkapazität; die Zahl passt zur Außenelektronenzahl der sechsten Hauptgruppe.

Zum Weiterdenken: Die Kapazität wächst mit dem Quadrat der Schalennummer, die Zahl der Außenelektronen bleibt jedoch auf acht begrenzt. Wie passt beides zusammen?

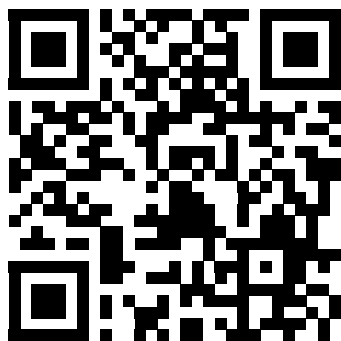
MERKE

$N_{\max} = 2n^2$ — die Außenschale bleibt trotzdem bei acht.

LEHRTEXT IM KURS

Periodensystem

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Besetzung der Elektronenschalen berechnen

Chemische Bindung**IONENBINDUNG**

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C090 **D** **Ionenbindung**

Welche Bindungsart liegt typischerweise zwischen einem Metall und einem Nichtmetall vor?

Richtig ist die Antwort „Ionenbindung“. Zwischen einem Metall und einem Nichtmetall entsteht typischerweise eine Ionenbindung. Der Grund liegt im großen Unterschied der Elektronegativität: Das Metall gibt seine Außenelektronen leicht ab, das Nichtmetall nimmt sie bereitwillig auf, und die entstehenden entgegengesetzt geladenen Ionen ziehen einander an. Als Faustregel gilt ein Elektronegativitätsunterschied von mehr als etwa 1,7.

Die Antwort „Atombindung (kovalente Bindung)“ ist falsch: Eine Atombindung entsteht zwischen zwei Nichtmetallen, die sich Elektronenpaare teilen.

Die Antwort „Metallbindung“ ist falsch: Die Metallbindung liegt zwischen Metallatomen vor, deren Außenelektronen frei beweglich sind — daher die elektrische Leitfähigkeit.

Die Antwort „Van-der-Waals-Bindung“ ist falsch: Van-der-Waals-Kräfte sind schwache Anziehungen zwischen Molekülen und keine eigentliche chemische Bindung.

Die Antwort „Wasserstoffbrückenbindung“ ist falsch: Wasserstoffbrücken entstehen zwischen Molekülen, in denen Wasserstoff an Sauerstoff, Stickstoff oder Fluor

gebunden ist.

Zum Weiterdenken: Der Elektronegativitätsunterschied entscheidet über die Bindungsart. Wie ordnest du damit eine Bindung ein, deren Unterschied genau bei eins liegt?

MERKE

Metall plus Nichtmetall ergibt Ionen, Nichtmetall plus Nichtmetall ergibt geteilte Elektronenpaare.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Bindungsarten aus der Stellung im Periodensystem ableiten

C091 E Zwischen Alkalimetallen und Halogenen bilden sich Salze durch Ionenbindung.

Welche Aussage zu chemischen Bindungen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Zwischen Alkalimetallen und Halogenen bilden sich Salze durch Ionenbindung“.

Alkalimetalle und Halogene bilden Salze über eine Ionenbindung. Das Alkalimetall besitzt ein einziges Außenelektron und gibt es bereitwillig ab, das Halogen benötigt genau eines zum vollständigen Achterkranz und nimmt es auf. Beide erreichen dadurch die Edelgaskonfiguration, und die entstehenden entgegengesetzt geladenen Ionen ordnen sich zu einem Gitter — das ist der Grund für die hohen Schmelzpunkte und die Sprödigkeit von Salzen.

Die Antwort „Zwischen Alkalimetallen und Halogenen bilden sich Salze durch Atombindung“ ist falsch: Eine Atombindung setzt geteilte Elektronenpaare voraus, wie sie zwischen Nichtmetallen entstehen.

Die Antwort „Zwischen zwei Nichtmetallen bildet sich immer eine Ionenbindung“ ist falsch: Zwischen zwei Nichtmetallen bildet sich eine Atombindung, weil beide Elektronen aufnehmen wollen und keines sie abgibt.

Die Antwort „Metalle untereinander bilden Ionenbindungen aus“ ist falsch: Metalle untereinander bilden die Metallbindung mit frei beweglichen Elektronen.

Die Antwort „Ionenbindungen entstehen nur zwischen zwei Metallen“ ist falsch: Zwischen zwei Metallen entsteht keine Ionenbindung, denn beide geben Elektronen ab und keines nimmt sie auf.

Zum Weiterdenken: Ionenbindungen sind stark, und dennoch lösen sich Salze leicht in Wasser. Wie bringt Wasser die Kraft auf, ein Ionengitter zu zerlegen?

MERKE

Eines abgeben, eines aufnehmen — Alkalimetall und Halogen passen wie geschaffen zueinander.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Salzbildung zwischen Alkalimetallen und Halogenen einordnen

C092 E Salze (Ionenkristalle)

Was ist spröde, hart und in Wasser löslich?

Richtig ist die Antwort „Salze (Ionenkristalle)“. Salze sind hart, spröde und häufig gut wasserlöslich. Alle drei Eigenschaften folgen aus dem Ionengitter: Die starke Anziehung zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen macht den Kristall hart und lässt ihn erst bei hohen Temperaturen schmelzen. Verschiebt man die Schichten jedoch gegeneinander, treffen gleichnamige Ladungen aufeinander und stoßen sich ab — der Kristall springt, statt sich zu verformen. Und weil Wasser als Dipol die Ionen umhüllt, löst es viele Salze auf.

Die Antwort „Metalle“ ist falsch: Metalle sind gerade nicht spröde, sondern verformbar. Bei ihnen können sich die Schichten verschieben, weil die frei beweglichen Elektronen den Zusammenhalt aufrechterhalten.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe“ ist falsch: Kohlenwasserstoffe sind unpolar und lösen sich nicht in Wasser.

Die Antwort „Edelgase“ ist falsch: Edelgase sind bei Raumtemperatur gasförmig.

Die Antwort „Kunststoffe (Polymere)“ ist falsch: Kunststoffe sind meist verformbar und wasserunlöslich.

Zum Weiterdenken: Salze und Metalle haben beide starke Bindungen, doch nur Metalle sind verformbar. Wie erklärt der Unterschied zwischen festen Ionen und beweglichen Elektronen dieses gegensätzliche Verhalten?

MERKE

Spröde, weil sich beim Verschieben gleiche Ladungen gegenüberstehen — bei Metallen ist das anders.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Eigenschaften von Ionenkristallen erkennen

C093 A KCl (Kaliumchlorid)

Welche Verbindung besteht aus einer Ionenbindung?

Richtig ist die Antwort „KCl (Kaliumchlorid)“. Kaliumchlorid besteht aus einem Metall der ersten Hauptgruppe und einem Halogen. Der Elektronegativitätsunterschied ist entsprechend groß, das Kalium gibt sein Außenelektron ab, das Chlor nimmt es auf, und die entstehenden Ionen ordnen sich zu einem Gitter. Die Prüfung geht damit in einem Schritt: Metall plus Nichtmetall bedeutet Ionenbindung.

Die Antwort „H₂O (Wasser)“ ist falsch: Wasser besteht aus zwei Nichtmetallen, die kovalent verbunden sind. Die Bindung ist zwar polar, aber keine Ionenbindung.

Die Antwort „CH₄ (Methan)“ ist falsch: Methan besteht ebenfalls aus zwei Nichtmetallen und ist nahezu unpolar.

Die Antwort „O₂ (Sauerstoff)“ ist falsch: Im Sauerstoffmolekül sind zwei gleiche Atome verbunden, die Bindung ist damit vollkommen unpolar.

Die Antwort „Cu (Kupfer)“ ist falsch: Kupfer ist ein reines Metall; dort liegt die Metallbindung vor.

Zum Weiterdenken: Die Antwortmöglichkeiten decken alle drei Bindungsarten ab. Wie schnell lässt sich eine solche Aufgabe lösen, wenn du zuerst nur nach Metall oder Nichtmetall schaust?

MERKE

Metall und Nichtmetall ergibt Ionen, zwei Nichtmetalle ergeben Moleküle, zwei Metalle ergeben ein Metallgitter.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Ionenverbindungen an ihrer Zusammensetzung erkennen

C094 B K und Cl

Welche Elemente bilden am ehesten eine Ionenbindung miteinander?

Richtig ist die Antwort „K und Cl“: Kalium ist ein Alkalimetall und gibt sein einziges Außenelektron leicht ab, Chlor ist ein Halogen und nimmt genau eines auf. Der Elektronegativitätsunterschied ist entsprechend groß, und es entsteht eine typische Ionenbindung. Metall plus Nichtmetall aus weit auseinanderliegenden Gruppen ist die sicherste Kombination für ein Salz.

Die Antwort „C und Ca“ ist falsch: Kohlenstoff und Calcium bilden ein Carbid, dessen Bindung zwar ionische Anteile hat, aber nicht das klassische Beispiel ist.

Die Antwort „C und N“ ist falsch: Kohlenstoff und Stickstoff sind beide Nichtmetalle und bilden Atombindungen.

Die Antwort „Na und H“ ist falsch: Natrium und Wasserstoff bilden zwar ein Hydrid mit ionischem Charakter, doch der Elektronegativitätsunterschied ist deutlich geringer als bei Kalium und Chlor.

Die Antwort „C und O“ ist falsch: Kohlenstoff und Sauerstoff sind beide Nichtmetalle und bilden polare Atombindungen, wie im Kohlenstoffdioxid.

Zum Weiterdenken: Je weiter zwei Elemente im Periodensystem voneinander entfernt stehen, desto ionischer ist ihre Bindung. Welche Ecke des Systems liefert deshalb das ionischste Paar überhaupt?

MERKE

Links unten trifft rechts oben — das ergibt die stärkste Ionenbindung.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Ionenbindungen aus Elementpaaren vorhersagen

C095 E Salze sind klassische Beispiele für Ionenbindungen

Welche Aussage zu chemischen Bindungen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Salze sind klassische Beispiele für Ionenbindungen“: Salze sind das klassische Beispiel für Ionenbindungen: Ein Metall gibt Elektronen ab, ein Nichtmetall nimmt sie auf, und die entstehenden Ionen ordnen sich zu einem Gitter.

Die Antwort „Ionenbindungen bilden sich zwischen Elementen, die im Periodensystem übereinanderstehen“ ist falsch: Elemente, die im Periodensystem übereinanderstehen, gehören derselben Gruppe an und verhalten sich ähnlich — sie bilden gerade keine Ionenbindung miteinander. Dafür braucht es Partner aus weit auseinanderliegenden Gruppen.

Die Antwort „Atombindungen bilden sich zwischen Alkalimetallen und Halogenen“ ist falsch: Zwischen Alkalimetallen und Halogenen entsteht eine Ionenbindung und keine Atombindung.

Die Antwort „Metallbindungen entstehen durch die elektrostatische Anziehung von Anionen und Kationen“ ist falsch: Die elektrostatische Anziehung von Kationen und Anionen beschreibt die Ionenbindung. Die Metallbindung beruht auf positiven Rümpfen in einem Elektronensee.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Drei der falschen Antworten vertauschen jeweils zwei Bindungsarten miteinander. Wie hilft dir eine feste Zuordnung von je einem Beispiel zu jeder Bindungsart, solche Vertauschungen sofort zu erkennen?

MERKE

Salz für Ionenbindung, Wasser für Atombindung, Kupfer für Metallbindung — je ein Beispiel genügt.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Bindungsarten ihren typischen Vertretern zuordnen

C096 A NaF

Welche dieser Verbindungen entsteht durch eine Ionenbindung?

Richtig ist die Antwort „NaF“: Natriumfluorid besteht aus einem Alkalimetall und einem Halogen und ist damit die eindeutigste Ionenverbindung der Auswahl. Der Elektronegativitätsunterschied ist mit über drei Einheiten der größte überhaupt, denn Fluor ist das elektronegativste und Natrium eines der elektropositivsten Elemente.

Die Antwort „HCl“ ist falsch: Chlorwasserstoff besteht aus zwei Nichtmetallen. Die Bindung ist zwar stark polar, aber kovalent — erst in Wasser zerfällt das Molekül in Ionen.

Die Antwort „CO₂“ ist falsch: Kohlenstoffdioxid besteht aus zwei Nichtmetallen und ist über Doppelbindungen kovalent aufgebaut. Wegen seines symmetrischen, geraden

Baus ist das Molekül nach außen sogar unpolar.

Die Antwort „CH₄“ ist falsch: Methan besteht aus zwei Nichtmetallen und ist nahezu unpolar.

Die Antwort „Keine Verbindung“ ist falsch: Eine Ionenverbindung ist sehr wohl darunter.

Zum Weiterdenken: Chlorwasserstoff ist als Gas ein Molekül und in Wasser eine Ionenlösung. Warum ist der Bindungscharakter damit keine feste Eigenschaft, sondern hängt von den Bedingungen ab?

MERKE

Alkalimetall plus Halogen ist die sicherste Ionenbindung — Nichtmetall plus Nichtmetall bleibt kovalent.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Ionenverbindungen erneut erkennen

C097 D Natrium und Chlor

Zwischen welchen zwei Elementen bildet sich am ehesten eine Ionenbindung aus?

Richtig ist die Antwort „Natrium und Chlor“. Natrium und Chlor bilden die klassische Ionenbindung: Das Alkalimetall gibt sein einziges Außenelektron ab, das Halogen nimmt genau eines auf, und beide erreichen dadurch die Edelgaskonfiguration.

Die Antwort „Kohlenstoff und Wasserstoff“ ist falsch: Kohlenstoff und Wasserstoff sind Nichtmetalle mit nahezu gleicher Elektronegativität und bilden unpolare kovalente Bindungen.

Die Antwort „Sauerstoff und Sauerstoff“ ist falsch: Zwei gleiche Atome bilden eine vollkommen unpolare Bindung.

Die Antwort „Stickstoff und Wasserstoff“ ist falsch: Stickstoff und Wasserstoff sind beide Nichtmetalle; ihre Bindung ist polar kovalent.

Die Antwort „Eisen und Eisen“ ist falsch: Zwei gleiche Metallatome bilden die Metallbindung.

Zum Weiterdenken: Die Auswahl deckt alle Fälle ab: Metall mit Nichtmetall, zwei verschiedene Nichtmetalle, zwei gleiche Nichtmetalle und zwei gleiche Metalle. Wie ordnest du jedem Fall die passende Bindungsart zu?

MERKE

Metall trifft Nichtmetall — nur dann entsteht eine Ionenbindung.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Ionenbindung abschließend zuordnen

C098 D Ionenbindung

Welcher Bindungstyp wird durch die Eigenschaften stabil, spröde, hoher Schmelzpunkt beschrieben?

Richtig ist die Antwort „Ionenbindung“. Die entscheidende Angabe ist die Sprödigkeit. Im Ionengitter wechseln sich positive und negative Ionen ab; verschiebt man die Schichten gegeneinander, stehen sich plötzlich gleichnamige Ladungen gegenüber, stoßen sich ab, und der Kristall springt. Der hohe Schmelzpunkt und die Stabilität folgen aus der starken elektrostatischen Anziehung.

Die Antwort „Wasserstoffbrückenbindung“ ist falsch: Wasserstoffbrücken sind schwache zwischenmolekulare Kräfte.

Die Antwort „Van-der-Waals-Bindung“ ist falsch: Van-der-Waals-Kräfte sind noch schwächer und erklären keinen hohen Schmelzpunkt.

Die Antwort „Atombindung“ ist falsch: Kovalente Netzwerke wie Diamant sind zwar ebenfalls hart, spröde und hochschmelzend, doch die Kombination der drei genannten Eigenschaften ist das klassische Kennzeichen der Salze.

Die Antwort „Metallbindung“ ist falsch: Metalle sind gerade verformbar und nicht spröde.

Zum Weiterdenken: Salz und Metall sind beide fest und hochschmelzend, das eine springt und das andere biegt sich. Welche einzelne bauliche Eigenschaft entscheidet darüber?

MERKE

Spröde heißt Ionengitter — beim Verschieben treffen gleiche Ladungen aufeinander.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Ionenbindung an drei Eigenschaften erkennen

C099 E K und Cl

Zwischen welchen Elementen bildet sich am ehesten eine Ionenbindung?

Richtig ist die Antwort „K und Cl“. Kalium ist ein Alkalimetall mit sehr geringer Elektronegativität, Chlor ein Halogen mit sehr hoher — der Unterschied ist damit der größte der Auswahl, und es entsteht eine Ionenbindung.

Die Antwort „K und Na“ ist falsch: Kalium und Natrium sind beide Metalle und bilden eine Metallbindung.

Die Antwort „C und H (in CH₄)“ ist falsch: Kohlenstoff und Wasserstoff sind Nichtmetalle mit fast gleicher Elektronegativität.

Die Antwort „C und Cl“ ist falsch: Kohlenstoff und Chlor sind beide Nichtmetalle; ihre Bindung ist polar kovalent.

Die Antwort „K und C“ ist falsch: Kalium und Kohlenstoff bilden zwar Verbindungen, doch der Elektronegativitätsunterschied ist deutlich geringer als bei Kalium und Chlor.

Zum Weiterdenken: Die Auswahl enthält Metall mit Metall, Nichtmetall mit Nichtmetall und Metall mit Nichtmetall. Wie schnell lässt sich die Aufgabe lösen, wenn du zuerst nur diese Einteilung prüfst?

MERKE

Erst Metall oder Nichtmetall bestimmen, dann den Elektronegativitätsunterschied abschätzen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Ionenbindung abschließend zuordnen

ATOMBINDUNG

C100 C Zwischen zwei Nichtmetallatomen (z. B. zwei Sauerstoffatomen wie in H_2O_2).

Zwischen welchen Atomen bildet sich am ehesten eine kovalente (Atom-)Bindung aus?

Richtig ist die Antwort „Zwischen zwei Nichtmetallatomen (z. B. zwei Sauerstoffatomen wie in H_2O_2)“. Eine kovalente Bindung entsteht zwischen zwei Nichtmetallatomen. Beide haben eine hohe Elektronegativität und damit das Bestreben, Elektronen aufzunehmen; da keines von beiden nachgibt, teilen sie sich Elektronenpaare. Auf diese Weise erreichen beide rechnerisch die Edelgaskonfiguration.

Die Antwort „Zwischen einem Metall- und einem Nichtmetallatom“ ist falsch: Zwischen Metall und Nichtmetall entsteht wegen des großen Elektronegativitätsunterschieds eine Ionenbindung.

Die Antwort „Zwischen zwei Metallatomen“ ist falsch: Zwischen Metallatomen liegt die Metallbindung vor.

Die Antwort „Zwischen einem Edelgasatom und einem Nichtmetall“ ist falsch: Edelgase gehen wegen ihrer vollen Außenschale unter gewöhnlichen Bedingungen keine Bindungen ein.

Die Antwort „Zwischen zwei Ionen unterschiedlicher Ladung“ ist falsch: Zwischen Ionen unterschiedlicher Ladung wirkt die elektrostatische Anziehung, also die Ionenbindung.

Zum Weiterdenken: Ionenbindung, Atombindung und Metallbindung lassen sich sämtlich aus der Elektronegativität der Partner herleiten. Wie ordnest du damit jede beliebige Zweierkombination ohne Auswendiglernen ein?

MERKE

Beide wollen Elektronen, keiner gibt nach — also werden sie geteilt.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Voraussetzungen der kovalenten Bindung benennen

C101 A Innerhalb eines Wassermoleküls, zwischen den H- und O-Atomen.

Wo findet man kovalente (Atom-)Bindungen?

Richtig ist die Antwort „Innerhalb eines Wassermoleküls, zwischen den H- und O-Atomen“. Innerhalb eines Wassermoleküls sind die Wasserstoffatome über kovalente Bindungen an das Sauerstoffatom gebunden, also über gemeinsame Elektronenpaare. Weil Sauerstoff die Elektronen stärker anzieht, ist diese Bindung polar, und daraus entsteht überhaupt erst der Dipolcharakter des Wassers. Entscheidend ist die Unterscheidung zwischen Bindungen innerhalb eines Moleküls und Kräften zwischen Molekülen.

Die Antwort „Zwischen Natrium- und Chlorid-Ionen im NaCl-Kristall“ ist falsch: Zwischen Natrium- und Chloridionen wirkt die Ionenbindung.

Die Antwort „Zwischen den Wassermolekülen (Wasserstoffbrückenbindungen)“ ist falsch: Zwischen den Wassermolekülen wirken Wasserstoffbrücken. Sie sind deutlich schwächer als die kovalenten Bindungen im Molekül, aber zahlreich genug, um den erstaunlich hohen Siedepunkt des Wassers zu erklären.

Die Antwort „Zwischen Metallatomen im Metallgitter“ ist falsch: Im Metallgitter liegt die Metallbindung mit frei beweglichen Elektronen vor.

Die Antwort „Zwischen zwei Edelgasatomen“ ist falsch: Edelgase gehen wegen ihrer vollen Außenschale unter gewöhnlichen Bedingungen keine Bindungen ein.

Zum Weiterdenken: Beim Verdampfen von Wasser werden die Wasserstoffbrücken gelöst, die kovalenten Bindungen aber nicht. Woran erkennt man das daran, dass Wasserdampf immer noch Wasser ist?

MERKE

Kovalent hält das Molekül zusammen, Wasserstoffbrücken halten die Moleküle beieinander.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Bindungen innerhalb und zwischen Molekülen unterscheiden

C102 C Chlor/Calcium

Die Bindung zwischen welchen der genannten Elementkombinationen ist die polarste?

Richtig ist die Antwort „Chlor/Calcium“. Wie polar eine Bindung ist, entscheidet die Elektronegativitätsdifferenz ΔEN . Chlor gehört mit einem Wert um 3,2 zu den elektronegativsten Elementen überhaupt, Calcium liegt als Erdalkalimetall bei etwa 1,0, sodass $\Delta EN \approx 2,2$ die größte Differenz in der Auswahl ist. Bei $\Delta EN > 1,7$ spricht man nicht mehr von einer polaren Bindung, sondern bereits von einer Ionenbindung. Als Faustregel hilft: Je weiter zwei Elemente im Periodensystem voneinander entfernt stehen, desto polarer die Bindung.

Die Antwort „Wasserstoff/Kohlenstoff“ ist falsch:

Wasserstoff und Kohlenstoff unterscheiden sich kaum, weshalb Kohlenwasserstoffe praktisch unpolar sind.

Die Antwort „Lithium/Wasserstoff“ ist falsch: Lithium und Wasserstoff liegen bei etwa 1,2 Einheiten Unterschied.

Die Antwort „Kohlenstoff/Chlor“ ist falsch: Kohlenstoff und Chlor liegen bei rund 0,6 Einheiten.

Die Antwort „Phosphor/Sauerstoff“ ist falsch: Phosphor und Sauerstoff liegen bei etwa 1,3 Einheiten und damit deutlich unter dem Paar Calcium und Chlor.

Zum Weiterdenken: Die Elektronegativität nimmt im Periodensystem nach rechts und nach oben zu. Welches Elementpaar ergäbe demnach die polarste denkbare Bindung überhaupt?

MERKE

$\Delta EN > 1,7$ heißt Ionenbindung — Metall links unten mit Nichtmetall rechts oben.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Polarität einer Bindung über die Elektronegativitätsdifferenz abschätzen

C103 A CH₄

Welche der folgenden Verbindungen ist nahezu unpolar kovalent aufgebaut?

Richtig ist die Antwort „CH₄“: Kohlenstoff und Wasserstoff unterscheiden sich in ihrer Elektronegativität nur um etwa 0,4, sodass die Bindungselektronen praktisch gleichmäßig verteilt sind. Methan ist zudem symmetrisch gebaut, weshalb sich auch die kleinen Teilladungen gegenseitig aufheben und das Molekül nach außen unpolar ist — genau deshalb löst es sich kaum in Wasser.

Die Antwort „Fe“ ist falsch: Eisen ist ein reines Metall; dort liegt die Metallbindung vor.

Die Antwort „HCl“ ist falsch: Chlorwasserstoff ist zwar kovalent, wegen des großen Elektronegativitätsunterschieds zwischen Wasserstoff und Chlor aber stark polar. In Wasser spaltet er sich sogar vollständig in Ionen auf.

Die Antwort „NaF“ ist falsch: Natriumfluorid besteht aus Metall und Nichtmetall und ist eine Ionenverbindung.

Die Antwort „NH₃“ ist falsch: Ammoniak ist ebenfalls kovalent, durch das freie Elektronenpaar am Stickstoff und den Elektronegativitätsunterschied aber deutlich polar.

Zum Weiterdenken: Methan, Chlorwasserstoff und Ammoniak sind alle kovalent und dennoch verschieden polar. Wie ordnest du sie nach dem Elektronegativitätsunterschied?

MERKE

Zwei Nichtmetalle heißt kovalent — wie polar, entscheidet der Elektronegativitätsunterschied.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Kovalente Verbindungen erkennen

C104 E Alles ist richtig

Welche Aussage zur koordinativen Bindung trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Alles ist richtig“, denn alle drei Einzelaussagen treffen zu. Bei der koordinativen Bindung stammen beide Elektronen des gemeinsamen Paares von demselben Partner, nämlich vom Liganden; das Zentralion stellt dafür ein leeres Orbital zur Verfügung. Weil das Ergebnis eine ganz gewöhnliche Elektronenpaarbindung ist, handelt es sich um einen Sonderfall der kovalenten Bindung — nur die Herkunft der Elektronen ist eine andere. Und genau darauf beruht die Behandlung von Schwermetallvergiftungen: Man gibt Komplexbildner, die das Metallion fest umschließen und mit dem Harn ausscheidbar machen.

Die Antworten „Bei Schwermetallvergiftungen werden Komplexbildner verabreicht“, „Das Zentralion stellt ein leeres Orbital zur Verfügung“ und „Es handelt sich um einen Spezialfall der kovalenten Bindung“ sind damit sämtlich richtig und deshalb einzeln nicht die vollständige Antwort.

Die Antwort „Koordinative Bindungen kommen nur bei Edelgasen vor“ ist falsch: Edelgase gehen keine Bindungen ein; koordinative Bindungen findet man vor allem bei Nebengruppenmetallen.

Zum Weiterdenken: Auch das Eisen im Hämoglobin ist über koordinative Bindungen gebunden. Wie erklärt das, warum Kohlenstoffmonoxid dort so gefährlich mit dem Sauerstoff konkurriert?

MERKE

Beide Elektronen von einem Partner — das ist koordinativ, sonst eine ganz normale Bindung.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die koordinative Bindung und ihre Anwendung verstehen

C105 C In einem Diamant gibt es lokalisierte kovalente Bindungen

Welche Aussage zur kovalenten Bindung in Diamant trifft zu?

Richtig ist die Antwort „In einem Diamant gibt es lokalisierte kovalente Bindungen“. Im Diamant sind die Bindungen lokalisiert, das heißt, jedes Elektronenpaar gehört zu genau zwei bestimmten Kohlenstoffatomen. Jedes Atom ist mit vier Nachbarn verbunden, und diese vier Bindungen zeigen in feste Raumrichtungen — sie bilden ein Tetraeder. Daraus folgt die starre dreidimensionale Struktur und damit die außergewöhnliche Härte.

Die Antwort „Eine kovalente Bindung ist strukturell ungerichtet“ ist falsch: Kovalente Bindungen sind gerade gerichtet, im Gegensatz zur ungerichteten Ionen- und Metallbindung. Genau diese Gerichtetheit erklärt die Vielfalt der Molekülgestalten.

Die Antwort „Ionisierungsenergie kann positive und negative Werte annehmen“ ist falsch: Die Ionisierungsenergie ist stets positiv, denn ein Elektron zu entfernen erfordert immer Energie.

Die Antwort „Diamant leitet den elektrischen Strom gut“ ist falsch: Diamant ist ein hervorragender Isolator, weil sämtliche Elektronen in Bindungen festgelegt sind. Graphit dagegen leitet, weil dort Elektronen beweglich bleiben.

Die Antwort „Diamant besteht aus ionisch gebundenem Kohlenstoff“ ist falsch: Diamant besteht aus kovalent gebundenem Kohlenstoff; für eine Ionenbindung bräuchte es zwei verschiedene Partner.

Zum Weiterdenken: Diamant isoliert, Graphit leitet, und beide bestehen nur aus Kohlenstoff. Wie erklärt der Unterschied zwischen festgelegten und beweglichen Elektronen diesen Gegensatz vollständig?

MERKE

Kovalent heißt gerichtet und örtlich festgelegt — deshalb ist Diamant hart und isolierend.

LEHRTEXT IM KURS**Chemische Bindung**

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Die Gerichtetheit kovalenter Bindungen im Diamant verstehen

C106 D Methan

Welche Verbindung bildet KEINE Wasserstoffbrückenbindungen aus?

Richtig ist die Antwort „Methan“. Methan bildet keine Wasserstoffbrücken. Dafür müsste ein Wasserstoffatom an Fluor, Sauerstoff oder Stickstoff gebunden sein — nur diese drei Elemente sind elektronegativer genug, um das Wasserstoffatom so stark zu entblößen, dass es vom freien Elektronenpaar eines Nachbarmoleküls angezogen wird. Im Methan sitzt der Wasserstoff dagegen am Kohlenstoff, dessen Elektronegativität kaum höher ist.

Die Antwort „Fluorwasserstoff“ ist falsch: Fluorwasserstoff bildet besonders starke Wasserstoffbrücken.

Die Antwort „Ethanol“ ist falsch: Ethanol trägt eine Hydroxylgruppe und bildet Brücken — deshalb mischt es sich mit Wasser in jedem Verhältnis.

Die Antwort „Wasser“ ist falsch: Wasser ist das Musterbeispiel.

Die Antwort „Ammoniak“ ist falsch: Ammoniak bildet Brücken über seinen Stickstoff.

Zum Weiterdenken: Nur Fluor, Sauerstoff und Stickstoff kommen als Partner infrage. Wie erklärt diese kurze Liste, warum Methan bei minus hundertzweiundsechzig Grad siedet und Wasser erst bei hundert?

MERKE

Wasserstoffbrücken nur mit F, O oder N — der Kohlenstoff genügt nicht.

LEHRTEXT IM KURS**Chemische Bindung**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Voraussetzungen für Wasserstoffbrücken benennen

C107 B HCl

Welches Molekül ist polar-kovalent aufgebaut?

Richtig ist die Antwort „HCl“. Chlorwasserstoff besteht aus zwei Nichtmetallen, die sich ein Elektronenpaar teilen — die Bindung ist also kovalent. Weil Chlor deutlich elektronegativer ist als Wasserstoff, liegt das Elektronenpaar jedoch näher beim Chlor, und die Bindung ist stark polar. Der Elektronegativitätsunterschied liegt bei etwa einer Einheit und damit im Bereich der polaren Atombindung.

Die Antwort „O₂“ ist falsch: Im Sauerstoffmolekül sind zwei gleiche Atome verbunden, die Bindung ist deshalb vollkommen unpolar.

Die Antwort „NaCl“ ist falsch: Natriumchlorid besteht aus Metall und Nichtmetall und ist eine Ionenverbindung.

Die Antwort „MgO“ ist falsch: Magnesiumoxid ist ebenfalls ionisch aufgebaut.

Die Antwort „KBr“ ist falsch: Kaliumbromid ist ebenfalls ein Salz.

Zum Weiterdenken: Die Auswahl deckt unpolar, polar-kovalent und ionisch ab. Wie ordnest du eine beliebige Verbindung diesen drei Fällen zu, ohne Zahlenwerte nachzuschlagen?

MERKE

Zwei gleiche Nichtmetalle unpolar, zwei verschiedene polar, Metall mit Nichtmetall ionisch.

LEHRTEXT IM KURS**Chemische Bindung**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Polar-kovalente von ionischen Bindungen abgrenzen

METALLBINDUNG**C108 C Metallbindung**

Welche Bindungsart erklärt, dass ein Stoff hart, unlöslich, hochschmelzend und dennoch verformbar (duktile) ist?

Richtig ist die Antwort „Metallbindung“. Die entscheidende Angabe ist die Verformbarkeit. Im Metall geben die Atome ihre Außenelektronen ab, sodass positiv geladene Rumpfe in einem See frei beweglicher Elektronen liegen. Verschiebt man die Schichten gegeneinander, wandert dieser Elektronensee einfach mit, und der Zusammenhalt bleibt bestehen — deshalb lassen sich

Metalle biegen, walzen und zu Draht ziehen. Derselbe Elektronensee erklärt zugleich die elektrische und die Wärmeleitfähigkeit sowie den metallischen Glanz.

Die Antwort „Ionenbindung“ ist falsch: Salze sind zwar ebenfalls hart und hochschmelzend, aber gerade nicht verformbar, sondern spröde. Verschiebt man dort die Schichten, treffen gleichnamige Ladungen aufeinander und der Kristall springt.

Die Antwort „Kovalente Bindung“ ist falsch: Kovalente Netzwerke wie Diamant sind extrem hart und hochschmelzend, aber ebenfalls spröde und nicht leitfähig.

Die Antwort „Wasserstoffbrückenbindung“ ist falsch: Wasserstoffbrücken sind schwache Kräfte zwischen Molekülen.

Die Antwort „Van-der-Waals-Bindung“ ist falsch: Van-der-Waals-Kräfte sind noch schwächer und erklären keinen hohen Schmelzpunkt.

Zum Weiterdenken: Salze und Metalle sind beide hart und hochschmelzend, doch nur Metalle sind verformbar. Wie erklärt der Unterschied zwischen ortsfesten Ionen und beweglichen Elektronen dieses gegensätzliche Verhalten?

MERKE

Verformbar und leitfähig heißt Metall — der Elektronensee verschiebt sich einfach mit.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Metallbindung an ihren Eigenschaften erkennen

C109 C Die Valenzelektronen im Metallgitter sind frei beweglich

Das Elektronengasmodell beschreibt die Beschaffenheit von Bindungen von Metallen. Welche Aussage zur Metallbindung ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Valenzelektronen im Metallgitter sind frei beweglich“. Im Metallgitter sind die Außenelektronen frei beweglich. Die Atome geben sie ab und bleiben als positiv geladene Rumpfe zurück, während die Elektronen sich wie ein Gas durch das gesamte Gitter bewegen. Aus diesem Bild folgen unmittelbar alle typischen Metalleigenschaften: elektrische und Wärmeleitfähigkeit, Glanz und Verformbarkeit.

Die Antwort „Die Atomrümpfe sind negativ geladen“ ist falsch: Die Atomrümpfe sind positiv geladen, denn sie haben Elektronen abgegeben.

Die Antwort „Metallbindungen verfügen über eine geringe Duktilität (Verformbarkeit)“ ist falsch: Metalle sind gerade gut verformbar, weil sich die Schichten verschieben lassen, ohne dass der Zusammenhalt verloren geht.

Die Antwort „Das Elektronengas ist positiv geladen“ ist falsch: Das Elektronengas ist negativ geladen.

Die Antwort „Metallbindungen verfügen über eine geringe elektrische Leitfähigkeit“ ist falsch: Metalle leiten den Strom hervorragend, und zwar genau wegen der beweglichen Elektronen.

Zum Weiterdenken: Metalle leiten Strom und Wärme gleichermaßen gut. Warum sind beide Eigenschaften auf dieselbe Ursache zurückzuführen?

MERKE

Positive Rumpfe im negativen Elektronensee — daraus folgt alles Metallische.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Das Elektronengasmodell beschreiben

C110 E Metallische Bindung

Gesucht ist ein Stoff, der nicht wasserlöslich, verformbar ist und einen hohen Siedepunkt hat. Welche Bindungsart liegt vor?

Richtig ist die Antwort „Metallische Bindung“. Die entscheidende Angabe ist wieder die Verformbarkeit. Sie tritt nur bei Metallen auf, denn dort verschiebt sich der Elektronensee mit den Schichten mit und hält den Verband zusammen. Der hohe Siedepunkt spricht für starke Bindungskräfte, die Wasserunlöslichkeit gegen ein Salz.

Die Antwort „Atombindung“ ist falsch: Kovalente Netzwerke wie Diamant sind zwar hochschmelzend und wasserunlöslich, aber spröde.

Die Antwort „Ionenbindung“ ist falsch: Salze sind spröde und meist wasserlöslich — beides passt nicht.

Die Antwort „Wasserstoffbrückenbindung“ ist falsch: Wasserstoffbrücken sind schwache Kräfte zwischen Molekülen und erklären keinen hohen Siedepunkt in dieser Größenordnung.

Die Antwort „Van-der-Waals-Bindung“ ist falsch: Van-der-Waals-Kräfte sind noch schwächer.

Zum Weiterdenken: Drei Angaben genügen, um die Bindungsart eindeutig zu bestimmen. Welche der drei war dabei die aussagekräftigste, und warum?

MERKE

Verformbar ist nur das Metall — Salz und Diamant zerspringen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Bindung

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Metallbindung an drei Eigenschaften erkennen

C111 A Die Valenzelektronen sind frei im Gitter beweglich

Welche Aussage zur Metallbindung trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Valenzelektronen sind frei im Gitter beweglich“. Im Metallgitter sind die Außenelektronen frei beweglich und keinem bestimmten Atom mehr zugeordnet. Sie gehören gewissermaßen dem gesamten Kristall, weshalb man vom Elektronengas spricht.

Die Antwort „Es handelt sich um eine klassische Elektronenpaarbindung“ ist falsch: Eine Elektronenpaarbindung liegt zwischen zwei bestimmten Atomen vor; im Metall ist die Bindung dagegen unbestimmt und über den gesamten Verband verteilt.

Die Antwort „Jedes Elektron ist einem bestimmten Atomkern fix zugeordnet“ ist falsch: Gerade die fehlende Zuordnung zu einem Kern ist das Kennzeichen der Metallbindung.

Die Antwort „Das Pauli-Prinzip gilt bei der Metallbindung nicht“ ist falsch: Das Pauli-Prinzip gilt für alle Elektronen ausnahmslos und ist auch im Metall die Grundlage der

Bänderstruktur.

Die Antwort „Metallbindungen entstehen nur zwischen zwei verschiedenen Metallen“ ist falsch: Auch ein reines Metall aus einer einzigen Atomsorte wird durch die Metallbindung zusammengehalten.

Zum Weiterdenken: Im Metall gehören die Elektronen dem ganzen Kristall, in einem Molekül einem bestimmten Bindungspaar. Wie erklärt dieser Unterschied die Leitfähigkeit des einen und die Isolierwirkung des anderen?

MERKE

Im Metall gehören die Außenelektronen allen — deshalb leitet und verformt es sich.

LEHRTEXT IM KURS**Chemische Bindung**

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Metallbindung erneut beschreiben

Chemische Reaktionen**FORMELSCHREIBWEISE****LEHRTEXT IM KURS****Chemische Reaktionen**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C112 D MgO

Wie lautet die korrekte Summenformel von Magnesiumoxid?

Richtig ist die Antwort „MgO“. Magnesium steht in der zweiten Hauptgruppe und gibt zwei Elektronen ab, wird also zum zweifach positiven Ion. Sauerstoff steht in der sechsten Hauptgruppe und nimmt zwei Elektronen auf, wird also zum zweifach negativen Ion. Da sich die Ladungen genau ausgleichen, verbinden sich beide im Verhältnis eins zu eins, und die Formel lautet MgO. Das Grundprinzip lautet: Die Summe aller Ladungen muss null ergeben.

Die Antwort „MgO₂“ ist falsch: MgO₂ hätte eine Gesamtladung von minus zwei und wäre damit nicht neutral.

Die Antwort „Mg₂O“ ist falsch: Mg₂O trüge eine Gesamtladung von plus zwei.

Die Antwort „MgO₃“ ist falsch: MgO₃ wäre dreifach negativ geladen.

Die Antwort „Mg₂O₃“ ist falsch: Mg₂O₃ ergäbe eine Gesamtladung von minus zwei. Diese Formel gehört zu Aluminiumoxid, bei dem sich dreifach positive und zweifach negative Ionen im Verhältnis zwei zu drei ausgleichen.

Zum Weiterdenken: Aus den Hauptgruppen lassen sich die Ionenladungen ablesen und daraus die Formel. Wie leitest du damit die Formel von Aluminiumoxid selbst her?

MERKE

Ladungen müssen sich aufheben — die Hauptgruppe verrät, wie viele Elektronen abgegeben oder aufgenommen werden.

LEHRTEXT IM KURS**Chemische Reaktionen**

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Eine Summenformel aus den Ionenladungen ableiten

C113 C SO_4^{2-}

Welche Formel entspricht dem Sulfat-Ion?

Richtig ist die Antwort „ SO_4^{2-} “. Das Sulfation besteht aus einem Schwefelatom und vier Sauerstoffatomen und trägt zwei negative Ladungen. Es leitet sich von der Schwefelsäure ab, die zwei Wasserstoffionen abgeben kann; die verbleibenden zwei negativen Ladungen sind genau diese fehlenden Wasserstoffionen. Wer sich die zugehörige Säure merkt, kann jedes Säurerestion herleiten.

Die Antwort „ SO_3^{2-} “ ist falsch: Diese Formel gehört zum Sulfition, das sich von der schwefligen Säure ableitet. Die Endung -it steht dabei für die sauerstoffärmere Variante, die Endung -at für die sauerstoffreichere.

Die Antwort „ S^{2-} “ ist falsch: Das Sulfidion ist das einfache zweifach negative Schwefelion, wie es etwa in Schwefelwasserstoff vorliegt.

Die Antwort „ SO_2 “ ist falsch: Schwefeldioxid ist ein ungeladenes Molekül und kein Ion.

Die Antwort „ HSO_3^- “ ist falsch: Das Hydrogensulfation entsteht, wenn die schweflige Säure nur ein Wasserstoffion abgibt.

Zum Weiterdenken: Die Endungen -at und -it unterscheiden die sauerstoffreichere von der sauerstoffärmeren Form. Wie überträgst du diese Regel auf Nitrat und Nitrit?

MERKE

Endung -at ist sauerstoffreicher, -it sauerstoffärmer — Sulfat und Sulfid, Nitrat und Nitrit.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Die Formel des Sulfations angeben

C114 E CaCO_3

Wie lautet die Formel von Kalkstein?

Richtig ist die Antwort „ CaCO_3 “. Kalkstein besteht aus Calciumcarbonat. Das zweifach positive Calciumion und das zweifach negative Carbonation verbinden sich im Verhältnis eins zu eins. Kalkstein ist der Baustoff von Muschelschalen und Korallenriffen, bildet ganze Gebirge und ist zugleich für die Wasserhärte verantwortlich. Gibt man Säure darauf, schäumt er auf, weil Kohlenstoffdioxid entweicht — der klassische Nachweis.

Die Antwort „ CaO “ ist falsch: Calciumoxid ist der gebrannte Kalk, der beim Erhitzen von Kalkstein unter Abgabe von Kohlenstoffdioxid entsteht.

Die Antwort „ Ca(OH)_2 “ ist falsch: Calciumhydroxid ist der gelöschte Kalk, den man durch Zugabe von Wasser zum gebrannten Kalk erhält.

Die Antwort „ CaSO_4 “ ist falsch: Calciumsulfat ist Gips.

Die Antwort „ CaCl_2 “ ist falsch: Calciumchlorid wird als Streusalz und Trockenmittel verwendet.

Zum Weiterdenken: Kalkstein, gebrannter Kalk und gelöschter Kalk gehen durch Brennen und Löschen ineinander über. Wie schließt sich dieser Kreis, wenn gelöschter Kalk an der Luft wieder abbündet?

MERKE

Kalkstein ist Calciumcarbonat — gebrannt wird daraus Oxid, gelöscht Hydroxid.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Formel des Kalksteins angeben

C115 B Fe_2O_3

Wie lautet die Formel von Eisen(III)-oxid?

Richtig ist die Antwort „ Fe_2O_3 “. Die römische Drei im Namen gibt die Oxidationszahl des Eisens an, es liegt also dreifach positiv vor. Sauerstoff ist zweifach negativ. Damit sich die Ladungen aufheben, braucht man das kleinste gemeinsame Vielfache von drei und zwei, also sechs: zwei Eisenionen ergeben plus sechs, drei Sauerstoffionen minus sechs. Die Formel lautet folglich Fe_2O_3 .

Die Antwort „ Fe_3O_2 “ ist falsch: Diese Zusammensetzung ergäbe keine ausgeglichene Ladungsbilanz.

Die Antwort „ FeO_2 “ ist falsch: Hier ergäbe sich eine Gesamtladung von minus eins.

Die Antwort „ FeO “ ist falsch: FeO ist Eisen(II)-oxid, in dem das Eisen zweifach positiv vorliegt.

Die Antwort „ Fe_3O “ ist falsch: Diese Zusammensetzung ist nicht ausgeglichen.

Zum Weiterdenken: Eisen bildet sowohl zweifach als auch dreifach positive Ionen. Warum ist gerade bei Nebengruppenmetallen die römische Zahl im Namen unverzichtbar?

MERKE

Über Kreuz tauschen: Ladung des einen wird zum Index des anderen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Eine Formel aus der römischen Oxidationszahl ableiten

C116 D MgO

Was entsteht, wenn Magnesium verbrannt wird ($2 \text{ Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ MgO}$)?

Richtig ist die Antwort „ MgO “. Beim Verbrennen von Magnesium entsteht Magnesiumoxid, ein weißes Pulver. Die Reaktion verläuft mit außerordentlich heller Flamme, weshalb Magnesium früher als Blitzlicht verwendet wurde. Die Zusammensetzung folgt aus den Ladungen:

Magnesium bildet zweifach positive, Sauerstoff zweifach negative Ionen, sodass sie sich im Verhältnis eins zu eins verbinden.

Die Antwort „MgO₂“ ist falsch: Diese Formel trüge eine negative Gesamtladung.

Die Antwort „Mg₃N₂“ ist falsch: Magnesiumnitrid entsteht in geringer Menge tatsächlich, wenn Magnesium an Luft verbrennt, weil es sogar den trägen Stickstoff angreift. Die Reaktionsgleichung der Aufgabe nennt jedoch ausdrücklich reinen Sauerstoff.

Die Antwort „MgCO₃“ ist falsch: Magnesiumcarbonat entstünde bei einer Reaktion mit Kohlenstoffdioxid.

Die Antwort „Mg(OH)₂“ ist falsch: Magnesiumhydroxid entsteht erst, wenn das Oxid mit Wasser reagiert.

Zum Weiterdenken: Brennendes Magnesium lässt sich mit Wasser nicht löschen, sondern brennt dann erst recht heftiger. Welche Reaktion mit dem Wasser erklärt das?

MERKE

Zwei Ladungen gegen zwei Ladungen — Magnesium und Sauerstoff verbinden sich eins zu eins.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Das Produkt der Magnesiumverbrennung angeben

C117 D NaHCO₃

Welche Summenformel hat Speisesoda (Natriumhydrogencarbonat)?

Richtig ist die Antwort „NaHCO₃“. Speisesoda ist Natriumhydrogencarbonat. Der Name lässt sich unmittelbar in die Formel übersetzen: Natrium liefert ein einfach positives Ion, Hydrogencarbonat ist das einfach negative Ion, das entsteht, wenn die Kohlensäure nur eines ihrer beiden Protonen abgegeben hat. Beim Backen zerfällt es unter Hitze und gibt Kohlenstoffdioxid ab, das den Teig auflockert.

Die Antwort „Na₂CO₃“ ist falsch: Diese Formel gehört zum Natriumcarbonat, also zur Soda, bei der beide Protonen abgegeben sind.

Die Antwort „K₂CO₃“ ist falsch: Das ist Kaliumcarbonat, die Pottasche.

Die Antwort „NaKCO₃“ ist falsch: Eine solche Mischverbindung ist ungebräuchlich.

Die Antwort „KHCO₃“ ist falsch: Das wäre Kaliumhydrogencarbonat.

Zum Weiterdenken: Natron zerfällt beim Backen und gibt Kohlenstoffdioxid ab. Warum wirkt es zusätzlich, wenn im Teig eine Säure wie Buttermilch enthalten ist?

MERKE

Hydrogen im Namen heißt ein Proton noch dran — Natron ist die halb entladene Kohlensäure.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Formel des Natriumhydrogencarbonats angeben

C118 B Fe₂(SO₄)₃

Wie lautet die korrekte Formel für Eisen(III)-sulfat?

Richtig ist die Antwort „Fe₂(SO₄)₃“. Die römische Drei gibt die Oxidationszahl des Eisens an, es liegt also dreifach positiv vor. Das Sulfation trägt zwei negative Ladungen. Für den Ausgleich braucht man das kleinste gemeinsame Vielfache von drei und zwei, also sechs: zwei Eisenionen ergeben plus sechs, drei Sulfationen minus sechs. Weil das Sulfation mehratomig ist, wird es in Klammern gesetzt und der Index steht außen.

Die Antwort „Fe₂(SO₂)₃“ ist falsch: Hier steht das Sulfiton mit nur zwei Sauerstoffatomen, das es so nicht gibt.

Die Antwort „Fe₂SO₃“ ist falsch: Die Ladungen gleichen sich nicht aus, und es steht das falsche Ion.

Die Antwort „Fe₃(SO₃)₃“ ist falsch: Die Zahlenverhältnisse stimmen nicht.

Die Antwort „Fe₂(SO₃)₃“ ist falsch: Die Verhältnisse stimmen zwar, doch es steht das Sulfiton statt des Sulfations — die Verbindung hieße dann Eisen(III)-sulfit.

Zum Weiterdenken: Bei mehratomigen Ionen steht der Index außerhalb der Klammer. Warum wäre die Schreibweise ohne Klammer irreführend?

MERKE

Ladungen über Kreuz tauschen, mehratomige Ionen in Klammern setzen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Eine Formel mit mehratomigem Ion aufstellen

C119 A NaHCO₃

Wie lautet die Summenformel von Natriumhydrogencarbonat?

Richtig ist die Antwort „NaHCO₃“.

Natriumhydrogencarbonat setzt sich aus einem einfach positiven Natriumion und dem einfach negativen Hydrogencarbonation zusammen. Weil sich beide Ladungen genau ausgleichen, verbinden sie sich im Verhältnis eins zu eins.

Die Antwort „Na₂HCO₃“ ist falsch: Zwei Natriumionen ergäben eine positive Gesamtladung.

Die Antwort „Na₃HCO₃“ ist falsch: Drei Natriumionen erst recht.

Die Antwort „NaH₂CO₂“ ist falsch: Diese Zusammensetzung entspricht keiner gebräuchlichen Verbindung.

Die Antwort „Na₂CO₃“ ist falsch: Das ist Natriumcarbonat, also Soda, bei dem beide Protonen der Kohlensäure abgegeben sind. Genau die Vorsilbe Hydrogen unterscheidet die beiden Salze.

Zum Weiterdenken: Soda und Natron unterscheiden sich nur in einem Wasserstoffion und verhalten sich dennoch merklich verschieden. Welches der beiden reagiert stärker basisch, und warum?

MERKE

Hydrogen im Namen heißt ein Wasserstoffion mehr in der Formel und eine Ladung weniger.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Formel des Natrons erneut angeben

STÖCHIOMETRIE

C120 D Die Gesamtmasse der Edukte und Produkte.

Was bleibt bei einer chemischen Reaktion in einem geschlossenen System auf jeden Fall erhalten?

Richtig ist die Antwort „Die Gesamtmasse der Edukte und Produkte“. In einem geschlossenen System bleibt bei jeder chemischen Reaktion die Gesamtmasse erhalten. Der Grund ist einfach: Atome werden bei einer chemischen Reaktion lediglich neu angeordnet, aber weder erzeugt noch vernichtet. Genau darauf beruht das Ausgleichen von Reaktionsgleichungen, bei dem links und rechts von jeder Atomsorte gleich viele stehen müssen.

Die Antwort „Das Volumen aller beteiligten Stoffe“ ist falsch: Das Volumen kann sich erheblich ändern, besonders wenn Gase beteiligt sind.

Die Antwort „Die Anzahl der Mol-Teilchen bleibt immer gleich“ ist falsch: Die Stoffmenge bleibt keineswegs konstant. Aus zwei Molekülen Wasserstoff und einem Molekül Sauerstoff entstehen nur zwei Moleküle Wasser — aus drei Teilchen werden zwei.

Die Antwort „Die Farbe der Ausgangsstoffe“ ist falsch: Farbänderungen sind sogar ein häufiges Anzeichen dafür, dass eine Reaktion stattgefunden hat.

Die Antwort „Der Aggregatzustand aller Stoffe“ ist falsch: Der Aggregatzustand ändert sich häufig, etwa wenn ein Feststoff mit einer Flüssigkeit reagiert und ein Gas entweicht.

Zum Weiterdenken: Verbrennt Holz, scheint Masse zu verschwinden. Warum ist das kein Widerspruch zum Erhaltungssatz?

MERKE

Atome werden umgeordnet, nicht erzeugt — die Masse bleibt, alles andere darf sich ändern.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Massenerhaltung als Grundgesetz erkennen

$$\text{C121 D } 2 \frac{\text{g}}{100} \text{ mL}$$

5 g Substanz gelöst in 250 mL Lösung entsprechen welcher Konzentration?

Richtig ist die Antwort „2 g/100 mL“. Gefragt ist, wie viel Gramm in hundert Millilitern enthalten sind:

$$\frac{5 \text{ g}}{250 \text{ mL}} = 0,02 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \Rightarrow 0,02 \cdot 100 \text{ mL} = 2 \text{ g}$$

Ebenso schnell geht der Dreisatz, denn hundert ist zwei Fünftel von zweihundertfünfzig, und zwei Fünftel von fünf Gramm sind zwei Gramm.

Die Antwort „5 g/100 mL“ ist falsch: Fünf Gramm je hundert Milliliter wäre die Angabe, wenn sich die Gesamtmenge bereits in hundert Millilitern befände — hier wird das Volumen ignoriert.

Die Antwort „0,5 g/100 mL“ ist falsch: 0,5 Gramm entstünde, wenn man durch zehn statt durch 2,5 teilte.

Die Antwort „20 g/100 mL“ ist falsch: Zwanzig Gramm ergäbe sich, wenn man malnähme statt zu teilen.

Die Antwort „1,25 g/100 mL“ ist falsch: 1,25 Gramm entsteht, wenn man fünf durch vier teilt, also das Verhältnis umkehrt.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten entstehen dadurch, dass man mal- statt geteiltrechnet oder das Verhältnis umkehrt. Wie schützt dich eine kurze Plausibilitätsprüfung vor beiden Fehlern?

MERKE

$$\beta = \frac{\text{m}}{\text{V}} \text{ — erst auf einen Milliliter herunter, dann hoch.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Eine Konzentration auf ein anderes Volumen umrechnen

$$\text{C122 E } 20 \text{ g/L}$$

5 g einer Substanz gelöst in 250 mL Lösung entsprechen welcher Konzentration?

Richtig ist die Antwort „20 g/L“. Gesucht ist die Menge je Liter:

$$\beta = \frac{\text{m}}{\text{V}} = \frac{5 \text{ g}}{0,25 \text{ L}} = 20 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Zweihundertfünfzig Milliliter sind ein Viertelliter, in einem ganzen Liter steckt also viermal so viel.

Die Antwort „5 g/L“ ist falsch: Fünf Gramm je Liter wäre die Angabe, wenn sich die Menge bereits auf einen Liter bezöge.

Die Antwort „2 g/L“ ist falsch: Zwei Gramm je hundert Milliliter ist zwar derselbe Sachverhalt, aber in anderer Einheit — hier ist nach Gramm je Liter gefragt.

Die Antwort „0,5 g/L“ ist falsch: 0,5 Gramm entstünde durch Teilen statt Malnehmen.

Die Antwort „50 g/L“ ist falsch: Fünzig Gramm ergäbe sich beim Malnehmen mit zehn.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Konzentration lässt sich als zwei Gramm je hundert Milliliter oder als zwanzig Gramm je Liter angeben. Warum lohnt es sich, im Test zuerst auf die geforderte Einheit zu schauen?

MERKE

$\beta = \frac{m}{V}$ — erst die Einheit lesen, dann rechnen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Eine Konzentration in Gramm je Liter umrechnen

C123 B Die Masse bleibt konstant

Welche Aussage zu chemischen Reaktionen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Masse bleibt konstant“. Bei jeder chemischen Reaktion bleibt die Gesamtmasse erhalten, denn Atome werden nur umgeordnet und weder erzeugt noch vernichtet.

Die Antwort „Das Gesamtvolumen aller beteiligten Reaktionsteilnehmer ist konstant“ ist falsch: Das Volumen kann sich erheblich ändern, besonders wenn Gase beteiligt sind.

Die Antwort „Die Stoffmenge aller beteiligten Moleküle bleibt gleich“ ist falsch: Die Zahl der Moleküle ändert sich häufig. Aus drei Molekülen Wasserstoff und Sauerstoff werden nur zwei Moleküle Wasser.

Die Antwort „Die Energie der Reaktionsteilnehmer bleibt bei jeder chemischen Reaktion unverändert“ ist falsch: Nahezu jede chemische Reaktion setzt Energie frei oder verbraucht sie, weil beim Lösen und Knüpfen von Bindungen Energie umgesetzt wird. Erhalten bleibt die Energie nur in der Gesamtbilanz einschließlich der Umgebung, nicht in den Reaktionsteilnehmern selbst.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Die Massenerhaltung folgt daraus, dass die Atome erhalten bleiben. Warum sind das im Grunde zwei Formulierungen desselben Sachverhalts?

MERKE

Atome bleiben erhalten, deshalb bleibt die Masse erhalten — Moleküle und Volumen dürfen sich ändern.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Erhaltungsgrößen bei chemischen Reaktionen bestimmen

C124 B 34g

Umsetzung von 6g Wasserstoff und Stickstoff im Überschuss zu Ammoniak (NH₃). Die molare Masse von Wasserstoff (H) beträgt 1 g/mol und die von Stickstoff (N) beträgt 14 g/mol. Wie viel Gramm Ammoniak können maximal entstehen?

Richtig ist die Antwort „34g“. Rechne in vier Schritten. Wasserstoff liegt als zweiatomiges Molekül vor, seine

molare Masse beträgt also $2 \frac{g}{mol}$, und sechs Gramm

entsprechen $n = \frac{6 g}{2 g/mol} = 3 \text{ mol}$. Die Reaktionsgleichung lautet $N_2 + 3H_2 \Rightarrow 2NH_3$, aus drei Mol Wasserstoff entstehen

also zwei Mol Ammoniak. Mit $M(NH_3) = 14 + 3 = 17 \frac{g}{mol}$ folgt:

$$m = n \cdot M = 2 \text{ mol} \cdot 17 \frac{g}{mol} = 34 \text{ g}$$

Dass Stickstoff im Überschuss vorliegt, bedeutet dabei, dass allein der Wasserstoff die Ausbeute begrenzt.

Die Antwort „28g“ ist falsch: Achtundzwanzig Gramm entspricht der Masse eines Mols Stickstoffmoleküle.

Die Antwort „17g“ ist falsch: Siebzehn Gramm wäre nur ein Mol Ammoniak — hier fehlt der Faktor zwei aus der Reaktionsgleichung.

Die Antwort „40g“ ist falsch: Vierzig Gramm lässt sich aus den Angaben nicht herleiten.

Die Antwort „20g“ ist falsch: Zwanzig Gramm ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Der Wasserstoff wird hier als zweiatomiges Molekül gerechnet, obwohl die Aufgabe die molare Masse des Atoms nennt. Welche Fehlerquelle steckt genau in diesem Schritt?

MERKE

$n = \frac{m}{M}$ — erst in Mol, dann über die Gleichung, zuletzt zurück in Gramm.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Eine stöchiometrische Aufgabe über die Stoffmenge lösen

C125 C 18g

Weitere Frage zur Knallgasreaktion: Wie viel Wasser entsteht, wenn 20g Wasserstoff und 16g Sauerstoff reagieren?

Richtig ist die Antwort „18g“. Rechne über die Stoffmengen. Zwanzig Gramm Wasserstoff entsprechen bei zwei Gramm je Mol zehn Mol; sechzehn Gramm Sauerstoff entsprechen bei zweiunddreißig Gramm je Mol einem halben Mol. Nach der Gleichung reagieren zwei Wasserstoff mit einem Sauerstoff zu zwei Wasser. Für ein halbes Mol Sauerstoff wird also nur ein Mol Wasserstoff gebraucht — der Sauerstoff ist damit der begrenzende

Partner, und der Wasserstoff liegt in großem Überschuss vor. Aus einem halben Mol Sauerstoff entsteht ein Mol Wasser, und das wiegt achtzehn Gramm.

Die Antwort „36g“ ist falsch: Sechsdreißig Gramm entstünde, wenn man die eingesetzten Massen schlicht zusammenzählte, ohne den Überschuss zu berücksichtigen.

Die Antwort „20g“ ist falsch: Zwanzig Gramm ist die eingesetzte Wasserstoffmasse.

Die Antwort „16g“ ist falsch: Sechzehn Gramm ist die eingesetzte Sauerstoffmasse.

Die Antwort „180g“ ist falsch: Hundertachtzig Gramm entspräche zehn Mol Wasser und ließe außer Acht, dass der Sauerstoff längst aufgebraucht ist.

Zum Weiterdenken: Bei solchen Aufgaben entscheidet stets der Partner, der zuerst aufgebraucht ist. Wie erkennst du ihn zuverlässig, ohne beide Rechnungen vollständig durchzuführen?

MERKE

Immer beide in Mol umrechnen und prüfen, wer zuerst ausgeht — der bestimmt die Ausbeute.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Den begrenzenden Reaktionspartner bestimmen

C126 D 70%

Wie viel Prozent des Massenanteils von Eisen(III)-oxid entfallen auf Eisen (Fe: 56 g/mol, O: 16 g/mol)?

Richtig ist die Antwort „70%“. Bestimme zuerst die Massen aus der Formel Fe_2O_3 und bilde dann den Anteil:

$$w(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot 56}{2 \cdot 56 + 3 \cdot 16} = \frac{112}{160} = 0,70 = 70\%$$

Die Antwort „88%“ ist falsch: Achtundachtzig Prozent ergäbe sich bei einer falschen Zusammensetzung.

Die Antwort „84%“ ist falsch: Vierundachtzig Prozent lässt sich aus den Angaben nicht herleiten.

Die Antwort „91%“ ist falsch: Einundneunzig Prozent wäre viel zu hoch.

Die Antwort „78%“ ist falsch: Achtundsiebzig Prozent ebenfalls.

Zum Weiterdenken: Der Massenanteil eines Elements folgt allein aus der Formel und den Atommassen. Wie berechnest du damit, wie viel Eisen in einer Tonne Erz stecken kann?

MERKE

$w = \frac{m_{\text{Teil}}}{m_{\text{ges}}}$ — beide zuerst vollständig aus der Formel bestimmen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Einen Massenanteil aus der Formel berechnen

C127 E 44g

16 Gramm Methan werden in Sauerstoffüberschuss vollständig verbrannt ($\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$). Wie viel Gramm CO_2 entstehen?

Richtig ist die Antwort „44g“. Rechne in drei Schritten.

Methan hat die molare Masse $M = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$,

sechzehn Gramm entsprechen also $n = 1 \text{ mol}$. Nach der Gleichung $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ entsteht daraus genau ein Mol Kohlenstoffdioxid, und mit $M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ folgt:

$$m = n \cdot M = 1 \text{ mol} \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 44 \text{ g}$$

Dass Sauerstoff im Überschuss vorliegt, bedeutet dabei, dass allein das Methan die Ausbeute begrenzt.

Die Antwort „40g“ ist falsch: Vierzig Gramm ließe sich aus den Angaben nicht herleiten.

Die Antwort „28g“ ist falsch: Achtundzwanzig Gramm entspräche einem Mol Kohlenstoffmonoxid.

Die Antwort „14g“ ist falsch: Vierzehn Gramm passt zu keinem Zwischenergebnis.

Die Antwort „16g“ ist falsch: Sechzehn Gramm ist die eingesetzte Methanmasse — auffällig, aber falsch, denn die Masse geht nicht unverändert über.

Zum Weiterdenken: Aus sechzehn Gramm Methan entstehen vierundvierzig Gramm Kohlenstoffdioxid. Woher stammt die zusätzliche Masse, wenn doch die Gesamtmasse erhalten bleibt?

MERKE

$n = \frac{m}{M}$ — Gramm in Mol, Mol über die Gleichung, Mol zurück in Gramm.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Eine Verbrennungsrechnung über die Stoffmenge führen

C128 E Mit den Mengenverhältnissen von Edukten und Produkten in chemischen Reaktionen

Mit was befasst sich die Stöchiometrie?

Richtig ist die Antwort „Mit den Mengenverhältnissen von Edukten und Produkten in chemischen Reaktionen“. Die Stöchiometrie befasst sich mit den Mengenverhältnissen von Ausgangsstoffen und Produkten in chemischen Reaktionen und beantwortet Fragen danach, wie viel Gramm eines Stoffes nötig sind und wie viel Produkt daraus höchstens entstehen kann. Grundlage ist die

ausgeglichene Reaktionsgleichung, deren Koeffizienten das Verhältnis der Stoffmengen angeben, und die Brücke

zwischen Masse und Stoffmenge ist stets $n = \frac{m}{M}$.

Die Antwort „Mit der Berechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten“ ist falsch:

Reaktionsgeschwindigkeiten sind Gegenstand der Kinetik.

Die Antwort „Mit rein energetischen Berechnungen“ ist falsch: Energetische Betrachtungen gehören zur Thermodynamik.

Die Antwort „Mit dem räumlichen Aufbau von Molekülen“ ist falsch: Der räumliche Aufbau von Molekülen ist Gegenstand der Stereochemie.

Die Antwort „Mit der Bestimmung von pH-Werten“ ist falsch: pH-Werte gehören in die Säure-Base-Chemie.

Zum Weiterdenken: Die Koeffizienten einer Reaktionsgleichung geben Verhältnisse von Teilchenzahlen an, nicht von Massen. Warum muss man deshalb bei jeder stöchiometrischen Rechnung zuerst in Mol umrechnen?

MERKE

$n = \frac{m}{M}$ — Stöchiometrie rechnet immer über die Stoffmenge, nie unmittelbar über die Masse.

LEHRTEXT IM KURS

Chemische Reaktionen

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Den Gegenstand der Stöchiometrie benennen

Chemisches Gleichgewicht

REAKTIONSGESCHWINDIGKEIT



LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C129 C Sie erhöhen die Reaktionsgeschwindigkeit.

Welche Funktion erfüllen Katalysatoren?

Richtig ist die Antwort „Sie erhöhen die Reaktionsgeschwindigkeit“. Katalysatoren erhöhen die Reaktionsgeschwindigkeit, indem sie die Aktivierungsenergie senken und damit einen leichteren Reaktionsweg anbieten.

Die Antwort „Sie erhöhen die Aktivierungsenergie“ ist falsch: Gesenkt und nicht erhöht wird die Aktivierungsenergie.

Die Antwort „Sie verschieben das Gleichgewicht einer Reaktion auf die Seite der Edukte“ ist falsch: Zur Ausgangsseite verschiebt ein Katalysator das Gleichgewicht nicht.

Die Antwort „Sie werden nur bei exothermen Reaktionen verwendet“ ist falsch: Katalysatoren wirken unabhängig davon, ob eine Reaktion Wärme abgibt oder aufnimmt.

Die Antwort „Sie verschieben das Gleichgewicht einer Reaktion auf die Seite der Produkte“ ist falsch: Auch zur Produktseite verschiebt er nichts. Hin- und Rückreaktion werden gleichermaßen beschleunigt.

Zum Weiterdenken: Enzyme sind die Katalysatoren des Körpers und beschleunigen Reaktionen millionenfach. Warum wäre Leben ohne sie bei Körpertemperatur überhaupt nicht möglich?

MERKE

Schneller ja, in eine bestimmte Richtung nein — der Katalysator ist unparteiisch.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Wirkung des Katalysators auf die Geschwindigkeit bestimmen

AKTIVIERUNGSENERGIE

C130 D Die Energiedifferenz zwischen den Edukten und dem höchsten Punkt der Energiekurve (Übergangszustand).

Was stellt im Energiediagramm einer exothermen Reaktion die Aktivierungsenergie dar?

Richtig ist die Antwort „Die Energiedifferenz zwischen den Edukten und dem höchsten Punkt der Energiekurve (Übergangszustand)“. Die Aktivierungsenergie ist der Abstand zwischen dem Energieniveau der Ausgangsstoffe und dem höchsten Punkt der Kurve, dem Übergangszustand. Sie ist die Schwelle, die überwunden werden muss, damit die Reaktion überhaupt abläuft – und zwar unabhängig davon, ob insgesamt Energie frei wird oder aufgenommen werden muss. Genau deshalb brennt Holz nicht von selbst, obwohl die Verbrennung stark exotherm ist: Erst ein Streichholz liefert die nötige Anfangsenergie.

Die Antwort „Die Energiedifferenz zwischen Edukten und Produkten“ ist falsch: Der Abstand zwischen Ausgangs- und Endstoffen ist die Reaktionsenthalpie und beschreibt die Energiebilanz.

Die Antwort „Die Energie, die bei der Reaktion insgesamt freigesetzt wird“ ist falsch: Die insgesamt freigesetzte Energie ist ebenfalls die Reaktionsenthalpie.

Die Antwort „Die Differenz zwischen den Produkten und dem Übergangszustand allein“ ist falsch: Der Abstand vom Übergangszustand zu den Produkten ist die Aktivierungsenergie der Rückreaktion.

Die Antwort „Die Gesamtenergie der Produkte“ ist falsch: Die Gesamtenergie der Produkte ist ein Niveau und kein Unterschied.

Zum Weiterdenken: Auch stark exotherme Reaktionen laufen nicht von selbst an. Warum ist diese Trägheit für den Alltag ein Glücksfall?

MERKE

Aktivierungsenergie ist der Berg davor, Reaktionsenthalpie der Höhenunterschied insgesamt.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Aktivierungsenergie im Energiediagramm ablesen

C131 B Der rote Pfeil (freiwerdende Energie)

In einem Energiediagramm einer chemischen Reaktion ist die Energie über dem Reaktionsverlauf aufgetragen. Welcher Pfeil repräsentiert die Energie, welche bei der Reaktion frei wird?

Richtig ist die Antwort „Der rote Pfeil (freiwerdende Energie)“. Die bei einer Reaktion frei werdende Energie ist der Höhenunterschied zwischen dem Niveau der Ausgangsstoffe und dem der Produkte – im Diagramm also der Pfeil, der diese beiden Niveaus verbindet. Sie ist unabhängig davon, wie hoch der Berg dazwischen liegt.

Die Antwort „Der grüne Pfeil (Aktivierungsenergie)“ ist falsch: Der Abstand von den Ausgangsstoffen bis zum Gipfel ist die Aktivierungsenergie. Sie wird nicht frei, sondern muss zunächst aufgebracht werden – und kommt anschließend vollständig zurück.

Die Antwort „Die innere Energie, die nach der Reaktion noch verbleibt“ ist falsch: Die verbleibende innere Energie ist ein Niveau und kein Unterschied.

Die Antwort „Die Energieausbeute (gesamte freiwerdende Energie minus Aktivierungsenergie)“ ist falsch: Die Aktivierungsenergie wird von der freiwerdenden Energie nicht abgezogen, denn sie geht der Reaktion nicht verloren.

Die Antwort „Die Summe aus Aktivierungsenergie und freiwerdender Energie“ ist falsch: Eine Summe aus beiden Größen hat keine anschauliche Bedeutung.

Zum Weiterdenken: Die Aktivierungsenergie muss aufgebracht werden und kommt vollständig zurück. Warum ist sie deshalb in der Energiebilanz einer Reaktion gar nicht enthalten?

MERKE

Der Berg zählt für die Geschwindigkeit, der Höhenunterschied für die Bilanz.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die freiwerdende Energie im Diagramm zuordnen

EXOTHERM/ENDOTHERM

C132 D Die Produkte liegen energetisch niedriger als die Edukte.

Wie erkennt man im Energiediagramm, dass eine Reaktion exotherm verläuft?

Richtig ist die Antwort „Die Produkte liegen energetisch niedriger als die Edukte“. Bei einer exothermen Reaktion liegen die Produkte energetisch tiefer als die Ausgangsstoffe. Die Differenz wird an die Umgebung abgegeben, meist als Wärme, weshalb sich das Reaktionsgemisch erwärmt. Die Reaktionsenthalpie erhält deshalb ein negatives Vorzeichen – das System hat Energie verloren.

Die Antwort „Die Produkte liegen energetisch höher als die Edukte“ ist falsch: Höher liegende Produkte kennzeichnen eine endotherme Reaktion, die der Umgebung Energie entzieht und diese dadurch abkühlt.

Die Antwort „Edukte und Produkte liegen auf gleichem Energieniveau“ ist falsch: Auf gleichem Niveau würde weder Energie abgegeben noch aufgenommen.

Die Antwort „Die Aktivierungsenergie ist null“ ist falsch: Eine Aktivierungsenergie von null gibt es praktisch nicht, und sie sagt ohnehin nichts über die Energiebilanz aus. Auch exotherme Reaktionen brauchen eine Anfangszündung.

Die Antwort „Es wird keine Energie umgesetzt“ ist falsch: Ohne Energieumsatz gäbe es keine Reaktion.

Zum Weiterdenken: Aktivierungsenergie und Reaktionsenthalpie sind voneinander unabhängig. Warum kann eine stark exotherme Reaktion trotzdem jahrelang nicht ablaufen?

MERKE

Produkte tiefer heißt exotherm und Wärme heraus,
Produkte höher heißt endotherm und Wärme hinein.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Exotherme Reaktionen im Energiediagramm erkennen

C133 D Die Differenz zwischen dem Energieniveau der Edukte und dem der Produkte.

Im Energiediagramm einer exothermen Reaktion: Was zeigt die freiwerdende Reaktionsenergie?

Richtig ist die Antwort „Die Differenz zwischen dem Energieniveau der Edukte und dem der Produkte“. Die freiwerdende Reaktionsenergie ist der Höhenunterschied zwischen dem Niveau der Ausgangsstoffe und dem der Produkte. Bei einer exothermen Reaktion liegen die Produkte tiefer, und genau diese Differenz wird als Wärme abgegeben. Wichtig ist die Abgrenzung: Der Weg über den Berg spielt für die Bilanz keine Rolle, sondern nur der Höhenunterschied zwischen Start und Ziel.

Die Antwort „Die Differenz zwischen Edukten und dem Übergangszustand“ ist falsch: Der Abstand von den Ausgangsstoffen zum höchsten Punkt ist die Aktivierungsenergie.

Die Antwort „Die Höhe des Übergangszustands allein“ ist falsch: Die Höhe des Übergangszustands allein ist ein Niveau und kein Unterschied.

Die Antwort „Die Aktivierungsenergie der Rückreaktion allein“ ist falsch: Der Abstand vom Übergangszustand zu den Produkten ist die Aktivierungsenergie der Rückreaktion.

Die Antwort „Das Energieniveau der Produkte allein“ ist falsch: Das Niveau der Produkte allein sagt nichts über die umgesetzte Energie.

Zum Weiterdenken: Aktivierungsenergie und Reaktionsenthalpie sind zwei verschiedene Strecken im selben Diagramm. Welche der beiden bestimmt, wie schnell eine Reaktion abläuft, und welche, wie viel Energie sie liefert?

MERKE

Der Berg bestimmt die Geschwindigkeit, der Höhenunterschied die Energiebilanz.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die Reaktionsenthalpie im Diagramm ablesen

C134 E Der gasförmige Zustand begünstigt eine hohe Entropie

Welche Aussage zur Entropie ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Der gasförmige Zustand begünstigt eine hohe Entropie“. Der gasförmige Zustand geht mit der höchsten Entropie einher, denn dort bewegen sich die Teilchen frei und ungeordnet im gesamten Raum. Die Entropie steigt in der Reihenfolge fest, flüssig, gasförmig. Deshalb laufen Reaktionen, bei denen Gas entsteht, besonders bereitwillig ab – die Zunahme der Unordnung wirkt als zusätzliche Triebkraft.

Die Antwort „Der feste Zustand hat die höchste Entropie“ ist falsch: Der feste Zustand hat die geringste Entropie.

Die Antwort „Entropie nimmt bei jeder Reaktion immer ab“ ist falsch: Bei vielen Reaktionen nimmt die Entropie zu, etwa wenn aus einem Feststoff ein Gas entsteht.

Die Antwort „Entropie ist unabhängig vom Aggregatzustand“ ist falsch: Der Aggregatzustand ist gerade der stärkste Einflussfaktor.

Die Antwort „Kristalline Feststoffe haben die höchste Entropie“ ist falsch: Kristalline Feststoffe sind der geordnetste Zustand überhaupt und haben deshalb die geringste Entropie.

Zum Weiterdenken: Ob eine Reaktion freiwillig abläuft, hängt von Wärmetönung und Entropieänderung zusammen ab. Warum kann eine endotherme Reaktion trotzdem ablaufen, wenn dabei viel Gas entsteht?

MERKE

Fest am geordnetsten, gasförmig am ungeordnetsten – Gasbildung treibt Reaktionen an.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Entropie und Aggregatzustand verknüpfen

C135 A Eine Temperaturerhöhung verschiebt das Gleichgewicht nach rechts

Für die Gleichgewichtsreaktion $C + CO_2 \rightleftharpoons 2 CO$ mit $\Delta H = +134 \text{ kJ/mol}$ gilt:

Richtig ist die Antwort „Eine Temperaturerhöhung verschiebt das Gleichgewicht nach rechts“. Das positive

Vorzeichen in $\Delta H = +134 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ zeigt an, dass die Hinreaktion Wärme verbraucht, also endotherm ist. Führt man dem System Wärme zu, weicht es diesem Zwang aus, indem es die wärmeverbrauchende Richtung begünstigt – das Gleichgewicht verschiebt sich nach rechts. Man kann die Wärme dabei gedanklich als Ausgangsstoff mitschreiben, $C + CO_2 + \text{Wärme} \rightleftharpoons 2 CO$, dann ergibt sich die Richtung von selbst.

Die Antwort „Eine Produktentnahme erhöht die Gleichgewichtskonstante K“ ist falsch: Eine Produktentnahme verschiebt zwar die Lage, verändert aber die Gleichgewichtskonstante nicht.

Die Antwort „Die Reaktion ist unabhängig vom Druck“ ist falsch: Auf der linken Seite steht ein Gasteilchen, auf der rechten zwei – der Druck hat damit sehr wohl Einfluss.

Die Antwort „Eine Temperaturerhöhung verschiebt das Gleichgewicht nach links“ ist falsch: Nach links verschiebt sich das Gleichgewicht bei einer exothermen Reaktion.

Die Antwort „Die Gleichgewichtskonstante K ist temperaturunabhängig“ ist falsch: Die Temperatur ist gerade die einzige Größe, die die Gleichgewichtskonstante verändert.

Zum Weiterdenken: Schreibt man die Wärme als zusätzlichen Stoff in die Gleichung, ergibt sich die Verschiebungsrichtung wie bei jeder Konzentrationsänderung. Auf welcher Seite steht sie bei einer exothermen Reaktion?

MERKE

$\Delta H > 0$ heißt endotherm – Wärme links mitschreiben, dann schiebt mehr Wärme nach rechts.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Temperaturabhängigkeit eines endothermen Gleichgewichts bestimmen

C136 B Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen, Wärme ist die zwischen Systemen übertragene Energie

Was unterscheidet Wärme und Temperatur?

Richtig ist die Antwort „Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen, Wärme ist die zwischen Systemen übertragene Energie“. Temperatur und Wärme sind zwei verschiedene Größen. Die Temperatur ist ein Maß für die mittlere Bewegungsenergie der einzelnen Teilchen und wird in Kelvin oder Grad Celsius angegeben. Wärme dagegen ist Energie, die zwischen zwei Systemen übergeht, und wird in Joule gemessen. Der Unterschied wird an einem Beispiel deutlich: Ein Funke hat eine sehr hohe Temperatur, enthält aber so wenig Teilchen, dass er kaum Wärme überträgt – eine Badewanne mit lauwarmem Wasser enthält weit mehr.

Die Antwort „Temperatur ist ein Maß dafür, ob eine Reaktion abläuft oder nicht“ ist falsch: Ob eine Reaktion abläuft, entscheidet die freie Enthalpie und nicht die Temperatur allein.

Die Antwort „Wärme und Temperatur sind physikalisch identisch“ ist falsch: Die beiden Größen sind gerade nicht identisch.

Die Antwort „Wärme ist immer größer als Temperatur“ ist falsch: Größen mit verschiedenen Einheiten lassen sich nicht der Größe nach vergleichen.

Die Antwort „Temperatur wird nur in Joule gemessen“ ist falsch: In Joule misst man Energie und damit Wärme, nicht Temperatur.

Zum Weiterdenken: Ein Funke ist heißer als kochendes Wasser und dennoch harmlos. Wie erklärt der Unterschied zwischen Temperatur und Wärmemenge diesen Alltagsbefund?

MERKE

Temperatur misst die Heftigkeit je Teilchen, Wärme die insgesamt übertragene Energie.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Wärme und Temperatur voneinander trennen

C137 C Exotherme Reaktion

Bei welcher Art von Reaktion wird Energie frei?

Richtig ist die Antwort „Exotherme Reaktion“. Bei einer exothermen Reaktion wird Energie frei, meist als Wärme. Die Vorsilbe sagt es unmittelbar, denn exo bedeutet heraus. Die Produkte liegen energetisch tiefer als die Ausgangsstoffe, und die Reaktionsenthalpie trägt ein negatives Vorzeichen.

Die Antwort „Endotherme Reaktion“ ist falsch: Endotherm bedeutet, dass Energie aufgenommen wird.

Die Antwort „Adiabatische Reaktion“ ist falsch: Adiabatisch beschreibt einen Vorgang ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung.

Die Antwort „Isotherme Reaktion“ ist falsch: Isotherm bedeutet bei gleichbleibender Temperatur.

Die Antwort „Isochore Reaktion“ ist falsch: Isochor bedeutet bei gleichbleibendem Volumen.

Zum Weiterdenken: Adiabatisch, isotherm und isochor beschreiben Bedingungen, exotherm und endotherm dagegen die Energiebilanz. Warum lassen sich diese Begriffe deshalb frei miteinander verbinden?

MERKE

Exo heißt heraus, endo heißt hinein – alles andere beschreibt die Versuchsbedingungen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Exotherme Reaktionen benennen

C138 C Die Verringerung der Temperatur verschiebt das Gleichgewicht auf die linke Seite

Beim Kalkbrennen ($\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$, $\Delta H > 0$) gilt für das Gleichgewicht:

Richtig ist die Antwort „Die Verringerung der Temperatur verschiebt das Gleichgewicht auf die linke Seite“. Das positive Vorzeichen der Reaktionsenthalpie zeigt an, dass

die Hinreaktion Wärme verbraucht. Entzieht man dem System Wärme, weicht es aus, indem es die wärmeliefernde Richtung begünstigt – und das ist hier die Rückreaktion. Das Gleichgewicht verschiebt sich also nach links. Genau deshalb muss man Kalk auf über neunhundert Grad erhitzen, um ihn zu brennen.

Die Antwort „Entfernt man CO₂ aus dem System, verschiebt sich das Gleichgewicht auf die Seite der Edukte“ ist falsch: Entfernt man ein Produkt, weicht das System aus, indem es mehr davon bildet – das Gleichgewicht verschiebt sich nach rechts. In der Technik nutzt man das, indem man das entstehende Gas abzieht.

Die Antwort „Eine Druckerhöhung verschiebt das Gleichgewicht auf die Seite der Produkte“ ist falsch: Auf der rechten Seite steht ein Gasteilchen, auf der linken keines. Eine Druckerhöhung verschiebt das Gleichgewicht deshalb zur gasärmeren Seite, also nach links.

Die Antwort „Die Reaktion ist exotherm“ ist falsch: Das positive Vorzeichen kennzeichnet eine endotherme Reaktion.

Die Antwort „Eine Temperaturerhöhung verschiebt das Gleichgewicht nach links“ ist falsch: Eine Temperaturerhöhung verschiebt ein endothermes Gleichgewicht nach rechts.

Zum Weiterdenken: Kalkbrennen verlangt hohe Temperatur und niedrigen Druck. Wie folgen beide Bedingungen unmittelbar aus dem Prinzip des kleinsten Zwangs?

MERKE

Endotherm heißt Wärme als Edukt – kühlen schiebt nach links, heizen nach rechts.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Das Prinzip des kleinsten Zwangs auf das Kalkbrennen anwenden

C139 A $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Bei welcher der folgenden Reaktionen sinkt die Entropie am stärksten?

Richtig ist die Antwort „ $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ “. Prüfe für jede Reaktion, wie sich die Zahl der Gasteilchen ändert, denn der gasförmige Zustand trägt weitaus am meisten zur Unordnung bei. Bei $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ gehen drei Gasteilchen in zwei flüssige über – die Gasphase verschwindet also vollständig und zusätzlich sinkt die Teilchenzahl. Das ist die stärkste Abnahme der Unordnung in der Auswahl.

Die Antwort „ $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ “ ist falsch: Hier werden aus drei Gasteilchen zwei Gasteilchen; die Entropie sinkt, aber weit weniger stark, weil der gasförmige Zustand erhalten bleibt.

Die Antwort „ $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ “ ist falsch: Hier entsteht aus einem Feststoff ein Gas – die Entropie steigt sogar deutlich.

Die Antwort „ $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$ “ ist falsch: Aus vier Gasteilchen werden zwei; die Entropie sinkt, doch alles bleibt gasförmig.

Die Antwort „ $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ “ ist falsch: Aus einem Feststoff und einem Gasteilchen wird ein Gasteilchen; die Änderung ist gering.

Zum Weiterdenken: Für die Entropieänderung zählt vor allem, ob und wie viel Gas entsteht oder verschwindet. Warum wiegt ein Wechsel des Aggregatzustands schwerer als eine bloße Änderung der Teilchenzahl?

MERKE

$\Delta S < 0$ am stärksten, wenn Gas verschwindet – erst auf die Gasphase schauen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Entropieänderungen von Reaktionen vergleichen

C140 B Die Reaktion läuft spontan (exergon) ab

Ein Energiediagramm einer Reaktion wurde gezeigt (Edukte auf höherem Energieniveau als Produkte). Was trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Reaktion läuft spontan (exergon) ab“. Liegen die Produkte energetisch tiefer als die Ausgangsstoffe, wird bei der Reaktion Energie frei. Sie ist damit exotherm, und weil ein Energiegewinn die Reaktion antreibt, läuft sie in aller Regel freiwillig ab – man nennt das exergon. Streng genommen entscheidet über die Freiwilligkeit die freie Enthalpie, in die neben der Wärmetönung auch die Entropieänderung eingeht; bei einem deutlichen Energiegewinn überwiegt jedoch meist der Wärmeanteil.

Die Antwort „Es handelt sich um eine endotherme Reaktion“ ist falsch: Endotherm wäre die Reaktion, wenn die Produkte höher lägen.

Die Antwort „Die Reaktion läuft endergon ab“ ist falsch: Endergon bedeutet, dass die Reaktion Energie braucht, um überhaupt abzulaufen.

Die Antwort „Die Reaktion benötigt kontinuierlich Energiezufuhr“ ist falsch: Eine ständige Energiezufuhr ist nicht nötig; nach der anfänglichen Aktivierung läuft die Reaktion von selbst weiter und liefert die Energie sogar mit.

Die Antwort „Es findet keine Energieumwandlung statt“ ist falsch: Ohne Energieumwandlung fände keine Reaktion statt.

Zum Weiterdenken: Exotherm und exergon werden oft gleichgesetzt, meinen aber Verschiedenes. Welche zweite Größe neben der Wärmetönung entscheidet über die Freiwilligkeit einer Reaktion?

MERKE

Exotherm heißt Wärme heraus, exergon heißt läuft von selbst – meist, aber nicht zwingend zusammen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Exotherme und exergone Reaktionen im Diagramm erkennen

MASSENWIRKUNGSGESETZ

C141 **A** $K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$

Wie lautet der allgemeine Ausdruck für die Gleichgewichtskonstante K der Reaktion $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$?

Richtig ist die Antwort „ $K = [C]^c [D]^d / ([A]^a [B]^b)$ “. Die Gleichgewichtskonstante ist der Quotient aus den Produkt- und den Eduktkonzentrationen, jeweils potenziert mit dem stöchiometrischen Faktor:

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Zwei Punkte muss man sich merken: Die Produkte stehen im Zähler, und die Koeffizienten der Reaktionsgleichung werden zu Exponenten, nicht zu Faktoren.

Die Antwort „ $K = [A]^a [B]^b / ([C]^c [D]^d)$ “ ist falsch: Hier stehen Edukte und Produkte vertauscht; der Ausdruck entspricht dem Kehrwert der Gleichgewichtskonstanten.

Die Antwort „ $K = [A] + [B] / ([C] + [D])$ “ ist falsch: Die Konzentrationen werden malgenommen und potenziert, nicht zusammengezählt.

Die Antwort „ $K = [C] + [D] - [A] - [B]$ “ ist falsch: Eine Differenz von Konzentrationen kommt im Massenwirkungsgesetz nicht vor.

Die Antwort „ $K = [A]^a [C]^c / ([B]^b [D]^d)$ “ ist falsch: Hier sind Edukte und Produkte auf beiden Seiten vermischt.

Zum Weiterdenken: Ein großer Wert der Gleichgewichtskonstanten bedeutet, dass das Gleichgewicht auf der Produktseite liegt. Wie folgt das unmittelbar aus dem Aufbau des Ausdrucks?

MERKE

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ — Koeffizienten als Exponenten.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz korrekt aufstellen

C142 **C** $K = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2 \cdot [O_2]}$

Wie lautet der Ausdruck für die Gleichgewichtskonstante K der Reaktion $2 H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 H_2O$?

Richtig ist die Antwort „ $K = [H_2O]^2 / ([H_2]^2 \cdot [O_2])$ “. Nach dem Massenwirkungsgesetz stehen die Produkte im Zähler und die Edukte im Nenner, jeweils potenziert mit ihren Koeffizienten:

$$K = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2 \cdot [O_2]}$$

Der Koeffizient eins beim Sauerstoff wird wie üblich nicht geschrieben.

Die Antwort „ $K = [H_2]^2 \cdot [O_2] / [H_2O]^2$ “ ist falsch: Hier sind Zähler und Nenner vertauscht.

Die Antwort „ $K = [H_2O] / ([H_2] \cdot [O_2])$ “ ist falsch: Hier fehlen die Exponenten; die Koeffizienten der Gleichung müssen als Potenzen erscheinen.

Die Antwort „ $K = [H_2]^2 + [O_2] / [H_2O]^2$ “ ist falsch: Im Massenwirkungsgesetz wird nicht zusammengezählt, sondern malgenommen.

Die Antwort „ $K = [H_2O]^2 \cdot [H_2]^2 \cdot [O_2]$ “ ist falsch: Hier stehen alle Konzentrationen im Zähler.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten scheitern daran, dass Koeffizienten zu Faktoren statt zu Exponenten werden. Warum macht dieser Unterschied rechnerisch so viel aus?

MERKE

Produkte oben, Edukte unten, Koeffizienten als Hochzahlen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz auf eine konkrete Gleichung anwenden

C143 **D** Das Gleichgewicht verschiebt sich auf die Seite mit weniger Gasteilchen (nach rechts).

Bei einer Gasreaktion mit 3 Gasteilchen auf der Eduktseite und 2 auf der Produktseite: Was passiert bei Druckerhöhung?

Richtig ist die Antwort „Das Gleichgewicht verschiebt sich auf die Seite mit weniger Gasteilchen (nach rechts)“.

Erhöht man den Druck, weicht das System aus, indem es die Zahl der Gasteilchen verringert — es verschiebt sich also auf die Seite mit weniger Teilchen. Bei drei Teilchen links und zwei rechts bedeutet das eine Verschiebung nach rechts. Genau dieses Prinzip nutzt man bei der technischen Ammoniaksynthese, bei der aus vier Gasteilchen zwei werden und deshalb unter hohem Druck gearbeitet wird.

Die Antwort „Das Gleichgewicht verschiebt sich auf die Seite mit mehr Gasteilchen“ ist falsch: Zur Seite mit mehr Teilchen verschiebt sich das Gleichgewicht bei einer Druckerniedrigung.

Die Antwort „Druckänderungen haben keinen Einfluss auf gasförmige Gleichgewichte“ ist falsch: Einfluss hat der Druck sehr wohl, sofern sich die Teilchenzahlen unterscheiden.

Die Antwort „Das Gleichgewicht verschiebt sich immer nach links“ ist falsch: Die Richtung hängt davon ab, auf welcher Seite weniger Teilchen stehen, und ist nicht festgelegt.

Die Antwort „Der Druck beeinflusst nur die Reaktionsgeschwindigkeit, nicht die Gleichgewichtslage“ ist falsch: Der Druck beeinflusst bei ungleicher Teilchenzahl auch die Gleichgewichtslage und nicht nur die Geschwindigkeit.

Zum Weiterdenken: Bei gleicher Teilchenzahl auf beiden Seiten bleibt der Druck ohne Wirkung. Wie prüfst du das in einer Reaktionsgleichung mit einem Blick?

MERKE

Mehr Druck heißt weniger Gasteilchen — das System weicht aus.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Wirkung einer Druckerhöhung auf ein Gasgleichgewicht vorhersagen

C144 E Eine Erhöhung der Konzentration eines Reaktionspartners verschiebt das Gleichgewicht auf die Seite der Produkte (nach rechts).

Welche Aussage zum chemischen Gleichgewicht ist grundsätzlich richtig?

Richtig ist die Antwort „Eine Erhöhung der Konzentration eines Reaktionspartners verschiebt das Gleichgewicht auf die Seite der Produkte (nach rechts)“. Erhöht man die Konzentration eines Ausgangsstoffs, weicht das System diesem Zwang aus, indem es mehr davon umsetzt — das Gleichgewicht verschiebt sich zur Produktseite, denn $K = \frac{[\text{Produkte}]}{[\text{Edukte}]}$ muss konstant bleiben und der Zähler folglich mitwachsen. Genau dieses Prinzip nutzt man in der Technik, indem man einen billigen Ausgangsstoff im Überschuss einsetzt, um den teuren möglichst vollständig umzusetzen.

Die Antwort „Eine Druckänderung hat bei jeder Reaktion denselben Effekt auf das Gleichgewicht“ ist falsch: Eine Druckänderung wirkt nur, wenn sich die Zahl der Gasteilchen zwischen beiden Seiten unterscheidet. Sind sie gleich, bleibt sie ohne Wirkung.

Die Antwort „Das Gleichgewicht liegt immer vollständig auf der linken Seite“ ist falsch: Wo das Gleichgewicht liegt, hängt von der Reaktion ab und ist keineswegs festgelegt.

Die Antwort „Ein Katalysator verschiebt das Gleichgewicht nach rechts“ ist falsch: Ein Katalysator verschiebt das Gleichgewicht nicht.

Die Antwort „Die Gleichgewichtskonstante ändert sich durch Konzentrationsänderungen“ ist falsch: Die Gleichgewichtskonstante ändert sich nur mit der Temperatur. Konzentrationsänderungen verschieben zwar die Lage, doch der Quotient stellt sich wieder auf denselben Wert ein.

Zum Weiterdenken: Die Lage verschiebt sich, die Konstante bleibt. Wie kann beides gleichzeitig zutreffen?

MERKE

Konzentration verschiebt die Lage, nur die Temperatur ändert K.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Das Prinzip des kleinsten Zwangs anwenden

C145 B
$$\frac{(\text{H}_2\text{O})^2}{(\text{H}_2)^2 \times (\text{O}_2)}$$

Wie lautet der Ausdruck für das Massenwirkungsgesetz der Reaktion $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$?

Richtig ist die Antwort „ $(\text{H}_2\text{O})^2 / ((\text{H}_2)^2 \times (\text{O}_2))$ “. Die Produkte stehen im Zähler, die Ausgangsstoffe im Nenner, und die Koeffizienten der Gleichung werden zu Exponenten:

$$K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}$$

Die Antwort „ $(\text{H}_2\text{O}) / ((\text{H}_2) \times (\text{O}_2))$ “ ist falsch: Hier fehlen sämtliche Exponenten.

Die Antwort „ $(\text{H}_2) \times (\text{O}_2) / (\text{H}_2\text{O})$ “ ist falsch: Zähler und Nenner sind vertauscht, und die Exponenten fehlen.

Die Antwort „ $(\text{H}_2)^2 \times (\text{O}_2) / (\text{H}_2\text{O})^2$ “ ist falsch: Zähler und Nenner sind vertauscht.

Die Antwort „ $(\text{H}_2\text{O}) / ((\text{H}_2) \times (\text{O}_2)^2)$ “ ist falsch: Der Exponent steht beim falschen Stoff.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien mit derselben Reaktion in mehreren Jahrgängen. Was folgt daraus für die Frage, ob sich das Einüben eines einzigen Rechenschemas lohnt?

MERKE

Produkte oben, Edukte unten, Koeffizienten hoch.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz erneut aufstellen

C146 C Wenn man C hinzufügt, verschiebt sich das Gleichgewicht auf die linke Seite

Reaktionsgleichung $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$, $\Delta H = -245 \text{ kJ/mol}$. Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wenn man C hinzufügt, verschiebt sich das Gleichgewicht auf die linke Seite“. Fügt man ein Produkt hinzu, weicht das System diesem Zwang aus, indem es einen Teil davon wieder verbraucht — das Gleichgewicht verschiebt sich also zur Ausgangsseite, hier nach links. Formal muss $K = \frac{[\text{C}][\text{D}]}{[\text{A}]^2[\text{B}]}$ konstant bleiben, ein größerer Zähler zwingt den Nenner also mitzuwachsen.

Die Antwort „Die korrekte Gleichung für das Massenwirkungsgesetz lautet: $([\text{C}][\text{D}]) / (2[\text{A}][\text{B}])$ “ ist falsch: Im Massenwirkungsgesetz werden die Koeffizienten zu Exponenten und nicht zu Faktoren. Richtig wäre der Ausdruck mit A hoch zwei im Nenner.

Die Antwort „Wenn man B entfernt, verschiebt sich das Gleichgewicht auf die rechte Seite“ ist falsch: Entfernt man einen Ausgangsstoff, verschiebt sich das

Gleichgewicht zur Ausgangsseite, um ihn zu ersetzen — also nach links und nicht nach rechts.

Die Antwort „ΔH beschreibt die Entropie“ ist falsch: Die genannte Größe beschreibt die Reaktionsenthalpie, also die Wärmetönung, und nicht die Entropie. Der negative Wert zeigt an, dass die Reaktion exotherm ist.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Die Reaktion ist exotherm. Welche Wirkung hätte eine Temperaturerhöhung auf die Lage dieses Gleichgewichts?

MERKE

Produkt zugeben schiebt nach links, Edukt zugeben nach rechts — das System weicht immer aus.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Das Prinzip des kleinsten Zwangs auf eine konkrete Gleichung anwenden

C147 C Die Gleichgewichtskonstante dieser Reaktion

$$\text{lautet: } K = \frac{[C]^3 \cdot [D]}{[A]^2 \cdot [B]}$$

Reaktionsgleichung: $2A + B \rightleftharpoons 3C + D$. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Gleichgewichtskonstante dieser Reaktion lautet: $K = [C]^3 \times [D] / ([A]^2 \times [B])$ “. Für die angegebene Reaktion stehen die Produkte im Zähler und die Ausgangsstoffe im Nenner, jeweils mit den Koeffizienten als Exponenten:

$$K = \frac{[C]^3 \cdot [D]}{[A]^2 \cdot [B]}$$

Die Antwort „Das Gleichgewicht liegt auf der rechten Seite“ ist falsch: Wo das Gleichgewicht liegt, lässt sich aus der Reaktionsgleichung allein nicht ablesen; dafür bräuchte man den Zahlenwert der Konstanten.

Die Antwort „Die Konzentration der Produkte und Edukte hat Einfluss auf die Gleichgewichtskonstante K“ ist falsch: Die Gleichgewichtskonstante hängt nicht von den Konzentrationen ab. Ändert man diese, stellt sich das System so ein, dass der Quotient wieder denselben Wert ergibt.

Die Antwort „Die Konzentration der Produkte und Edukte hat keinen Einfluss auf das Gleichgewicht“ ist falsch: Auf die Lage des Gleichgewichts haben Konzentrationsänderungen sehr wohl Einfluss — nur eben nicht auf die Konstante. Der Unterschied zwischen Lage und Konstante ist der Kern dieser Aufgabe.

Die Antwort „Die Gleichgewichtskonstante K ist unabhängig von der Temperatur“ ist falsch: Die Temperatur ist die einzige Größe, die die Gleichgewichtskonstante tatsächlich verändert.

Zum Weiterdenken: Konzentrationen verschieben die Lage, die Temperatur verändert die Konstante. Warum ist das kein Widerspruch, sondern folgt unmittelbar aus dem Aufbau des

Massenwirkungsgesetzes?

MERKE

Lage verschiebbar durch vieles — K ändert nur die Temperatur.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz und die Gleichgewichtskonstante prüfen

C148 B 4

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ - Welchen Wert hat die Gleichgewichtskonstante, wenn H_2 und I_2 eine Konzentration von 1 mol/L und HI eine Konzentration von 2 mol/L haben?

Richtig ist die Antwort „4“. Setze die Werte in das Massenwirkungsgesetz ein:

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{2^2}{1 \cdot 1} = 4$$

Der Koeffizient zwei wird dabei zum Exponenten und nicht zum Faktor.

Die Antwort „8“ ist falsch: Acht entstünde, wenn man die Konzentration mit dem Koeffizienten malnähme statt zu potenzieren.

Die Antwort „16“ ist falsch: Sechzehn entstünde bei einem Exponenten von vier.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eins entstünde, wenn man den Exponenten ganz vergäße und zwei durch zwei teilte.

Die Antwort „2“ ist falsch: Zwei entstünde ohne jeden Exponenten im Zähler.

Zum Weiterdenken: Ein Wert der Gleichgewichtskonstanten größer als eins bedeutet, dass die Produktseite überwiegt. Was sagt der Wert vier damit über diese Reaktion aus?

MERKE

Koeffizient wird Exponent — hier 2^2 und nicht $2 \cdot 2$ als Faktor.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Eine Gleichgewichtskonstante zahlenmäßig berechnen

$$\text{C149 B } K = \frac{[C]^2 \times [D]}{[A] \times [B]^2}$$

Für die Reaktion $A + 2B \rightleftharpoons 2C + D$ lautet der Term des Massenwirkungsgesetzes:

Richtig ist die Antwort „ $K = [C]^2 \times [D] / ([A] \times [B]^2)$ “. Die Produkte stehen im Zähler, die Ausgangsstoffe im Nenner, und jeder Koeffizient wird zum Exponenten:

$$K = \frac{[C]^2 \cdot [D]}{[A] \cdot [B]^2}$$

Die Antwort „ $K = ([C]^2 + [D]) / ([A] + [B]^2)$ “ ist falsch: Im Massenwirkungsgesetz wird malgenommen und nicht zusammengezählt.

Die Antwort „ $K = [A] \times [B]^2 / ([C]^2 \times [D])$ “ ist falsch: Zähler und Nenner sind vertauscht; der Ausdruck entspricht dem Kehrwert.

Die Antwort „ $K = [A] \times [B] / ([C] \times [D])$ “ ist falsch: Zähler und Nenner sind vertauscht und die Exponenten fehlen.

Die Antwort „ $K = [C] \times [D] / ([A] \times [B])$ “ ist falsch: Die Exponenten fehlen vollständig.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabenart erschien in fast jedem Jahrgang mit wechselnden Koeffizienten. Welche zwei Fehler decken sämtliche falschen Antworten dieser Reihe ab?

MERKE

Produkte oben, Edukte unten, Koeffizienten als Exponenten, immer malnehmen.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz mit mehreren Koeffizienten aufstellen



Für eine Reaktion $A + 2B \rightleftharpoons C + D$ lautet der Term des Massenwirkungsgesetzes:

Richtig ist die Antwort „ $[C] \times [D] / ([A] \times [B]^2)$ “. Für die angegebene Reaktion stehen die Produkte im Zähler, beide mit dem Koeffizienten eins, und im Nenner der Ausgangsstoff A mit dem Koeffizienten eins sowie B mit dem Koeffizienten zwei:

$$K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]^2}$$

Die Antwort „ $[C]^2 \times [D] / ([A] \times [B])$ “ ist falsch: Der Exponent steht beim falschen Stoff; C hat den Koeffizienten eins.

Die Antwort „ $[A] \times [B]^2 / ([C] \times [D])$ “ ist falsch: Zähler und Nenner sind vertauscht.

Die Antwort „ $[C] + [D] / ([A] + [B])$ “ ist falsch: Es wird malgenommen und nicht zusammengezählt.

Die Antwort „ $[C] \times [D]^2 / ([A]^2 \times [B])$ “ ist falsch: Die Exponenten sind falsch verteilt.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in praktisch jedem Jahrgang, jeweils nur mit anderen Koeffizienten. Was folgt daraus für die Frage, ob sich das Einüben eines Schemas lohnt?

MERKE

Jeder Koeffizient wird zum Exponenten desselben Stoffes — nicht verschieben.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz erneut aufstellen



Für die Reaktion $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ lautet das Massenwirkungsgesetz:

Richtig ist die Antwort „ $K = [AB]^2 / ([A_2] \times [B_2])$ “. Die Koeffizienten der Reaktionsgleichung werden zu Exponenten, nicht die Indizes in den Formeln:

$$K = \frac{[AB]^2}{[A_2] \cdot [B_2]}$$

Auf der linken Seite steht je ein Molekül der beiden zweiatomigen Ausgangsstoffe mit dem Koeffizienten eins, auf der rechten stehen zwei Moleküle des Produkts mit dem Koeffizienten zwei.

Die Antwort „ $K = [AB] / ([A_2] \times [B_2])$ “ ist falsch: Der Exponent zwei fehlt im Zähler.

Die Antwort „ $K = [A_2] \times [B_2] / [AB]^2$ “ ist falsch: Zähler und Nenner sind vertauscht.

Die Antwort „ $K = [AB]^2 / ([A_2]^2 \times [B_2]^2)$ “ ist falsch: Hier sind fälschlich die Indizes der Formeln als Exponenten verwendet worden — ein besonders naheliegender Fehler bei zweiatomigen Molekülen.

Die Antwort „ $K = [AB] / ([A_2] + [B_2])$ “ ist falsch: Es wird malgenommen und nicht zusammengezählt, und der Exponent fehlt.

Zum Weiterdenken: Der Index in der Formel und der Koeffizient vor der Formel bedeuten Verschiedenes. Welcher von beiden landet im Massenwirkungsgesetz als Exponent, und warum?

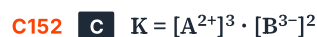
MERKE

Nur die Zahl vor der Formel wird zum Exponenten, nie die Zahl in der Formel.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Das Massenwirkungsgesetz für zweiatomige Ausgangsstoffe aufstellen



Für ein schwerlösliches Salz der Zusammensetzung A_3B_2 (aus A^{2+} - und B^{3-} -Ionen) lautet das Löslichkeitsprodukt:

Richtig ist die Antwort „ $K = [A^{2+}]^3 \times [B^{3-}]^2$ “. Das Löslichkeitsprodukt folgt demselben Aufbau wie das Massenwirkungsgesetz, nur dass der Feststoff selbst nicht auftaucht, weil seine Konzentration als reine Phase konstant ist:

$$K_L = [A^{2+}]^3 \cdot [B^{3-}]^2$$

Übrig bleiben allein die Ionenkonzentrationen, jeweils potenziert mit der Zahl, in der sie in der Formel vorkommen. Die Ladungen passen dabei zusammen, denn drei zweifach positive Ionen gleichen zwei dreifach negative aus.

Die Antwort „ $K = [A2+]^2 \times [B3-]^3$ “ ist falsch: Die Exponenten sind vertauscht; sie folgen der Zahl der Ionen in der Formel und nicht ihrer Ladung.

Die Antwort „ $K = [A2+] \times [B3-]$ “ ist falsch: Ohne Exponenten fehlt die stöchiometrische Gewichtung.

Die Antwort „ $K = [A2+]^3 + [B3-]^2$ “ ist falsch: Im Löslichkeitsprodukt wird malgenommen und nicht zusammengezählt.

Die Antwort „ $K = [A2+]^2 + [B3-]^3$ “ ist falsch: Hier sind beide Fehler zugleich enthalten.

Zum Weiterdenken: Der Feststoff taucht im Löslichkeitsprodukt nicht auf. Warum ändert sich die Löslichkeit deshalb nicht, wenn man mehr ungelösten Bodensatz zugibt?

MERKE

$K_L = [\text{Kation}]^x [\text{Anion}]^y$ — nur die gelösten Ionen zählen.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Das Löslichkeitsprodukt aufstellen

KATALYSATOR

C153 A Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie einer Reaktion.

Welche Aussage zum Katalysator trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie einer Reaktion“. Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie, also jene Schwelle, die überwunden werden muss, damit eine Reaktion überhaupt abläuft. Er tut das, indem er einen anderen Reaktionsweg über Zwischenstufen anbietet. Dadurch schaffen mehr Teilchen den Übergang, und die Reaktion läuft schneller — und zwar in beide Richtungen gleichermaßen.

Die Antwort „Ein Katalysator verschiebt das chemische Gleichgewicht“ ist falsch: Genau deshalb verschiebt ein Katalysator das Gleichgewicht nicht. Er beschleunigt Hin- und Rückreaktion im selben Maß, sodass sich der Gleichgewichtszustand nur früher einstellt, aber unverändert bleibt.

Die Antwort „Ein Katalysator wird bei der Reaktion verbraucht“ ist falsch: Verbraucht wird ein Katalysator nicht. Er geht zwar Zwischenverbindungen ein, wird dabei aber wieder freigesetzt und steht erneut zur Verfügung.

Die Antwort „Ein Katalysator erhöht die Reaktionsenthalpie“ ist falsch: Die Reaktionsenthalpie ist der Energieunterschied zwischen Ausgangs- und Endstoffen. Da der Katalysator weder die einen noch die anderen verändert, bleibt sie gleich.

Die Antwort „Ein Katalysator verändert die Gleichgewichtskonstante“ ist falsch: Die Gleichgewichtskonstante hängt allein von der Reaktionsenthalpie und der Temperatur ab, nicht vom Weg dorthin.

Zum Weiterdenken: Ein Katalysator beschleunigt Hin- und Rückreaktion gleichermaßen. Warum folgt daraus zwingend, dass er die Ausbeute im Gleichgewicht nicht verbessern kann?

MERKE

Der Katalysator ändert nur den Weg, nie das Ziel — schneller ja, mehr nein.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Die Wirkung eines Katalysators auf Aktivierungsenergie und Gleichgewicht bestimmen

C154 A Er senkt die Aktivierungsenergie und erhöht dadurch die Reaktionsgeschwindigkeit.

Was bewirkt ein Katalysator in einer chemischen Reaktion?

Richtig ist die Antwort „Er senkt die Aktivierungsenergie und erhöht dadurch die Reaktionsgeschwindigkeit“. Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie und erhöht dadurch die Reaktionsgeschwindigkeit. Beide Teilaussagen gehören zusammen: Weil die Schwelle niedriger liegt, verfügen bei gleicher Temperatur mehr Teilchen über genügend Energie, und pro Zeiteinheit finden mehr erfolgreiche Zusammenstöße statt.

Die Antwort „Er erhöht die Ausbeute der Reaktion“ ist falsch: Die Ausbeute im Gleichgewicht bleibt unverändert, denn Hin- und Rückreaktion werden gleichermaßen beschleunigt. Der Gleichgewichtszustand wird nur früher erreicht.

Die Antwort „Er verschiebt das chemische Gleichgewicht“ ist falsch: Das Gleichgewicht verschiebt sich aus demselben Grund nicht.

Die Antwort „Er verändert die Reaktionsenthalpie“ ist falsch: Die Reaktionsenthalpie ist der Energieunterschied zwischen Anfangs- und Endzustand und hängt nicht vom Weg ab.

Die Antwort „Er wird bei der Reaktion verbraucht“ ist falsch: Verbraucht wird ein Katalysator nicht; er liegt am Ende unverändert vor.

Zum Weiterdenken: Enzyme sind die Katalysatoren des Körpers und arbeiten bei Körpertemperatur. Warum wäre eine bloße Temperaturerhöhung für die Zelle keine brauchbare Alternative zur Beschleunigung?

MERKE

Niedrigere Schwelle heißt mehr erfolgreiche Zusammenstöße — schneller, aber nicht mehr.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Wirkung des Katalysators erneut bestimmen

C155 B Katalysator

Was führt NICHT zu einer Verschiebung des chemischen Gleichgewichts?

Richtig ist die Antwort „Katalysator“. Ein Katalysator verschiebt das Gleichgewicht nicht. Er beschleunigt Hin- und Rückreaktion gleichermaßen und lässt den Gleichgewichtszustand deshalb nur früher eintreten, ohne seine Lage zu verändern. Alle übrigen genannten Eingriffe wirken dagegen nach dem Prinzip des kleinsten Zwangs: Das System weicht einer Störung aus.

Die Antwort „Druckerhöhung“ ist falsch: Eine Druckerhöhung verschiebt das Gleichgewicht auf die Seite mit weniger Gasteilchen, sofern sich die Teilchenzahlen unterscheiden.

Die Antwort „Temperatursenkung“ ist falsch: Eine Temperatursenkung begünstigt die wärmeliefernde Richtung, weil das System die abgeführte Wärme ersetzen will.

Die Antwort „Konzentrationsänderung eines Reaktionspartners“ ist falsch: Erhöht man die Konzentration eines Ausgangsstoffs, verschiebt sich das Gleichgewicht zur Produktseite.

Die Antwort „Temperaturerhöhung“ ist falsch: Eine Temperaturerhöhung begünstigt umgekehrt die wärmeverbrauchende Richtung.

Zum Weiterdenken: Das Prinzip des kleinsten Zwangs besagt, dass ein System einer Störung ausweicht. Wie sagst du damit für jede der genannten Änderungen die Richtung der Verschiebung vorher?

MERKE

Druck, Temperatur und Konzentration verschieben — der Katalysator beschleunigt nur.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Einflussgrößen auf das chemische Gleichgewicht unterscheiden

C156 B Ein Katalysator sorgt dafür, dass sich das Gleichgewicht schneller einstellt, ohne dessen Lage zu verändern.

Welche Aussage zu Katalysatoren und dem chemischen Gleichgewicht ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Ein Katalysator sorgt dafür, dass sich das Gleichgewicht schneller einstellt, ohne dessen Lage zu verändern“. Ein Katalysator lässt das Gleichgewicht schneller einstellen, verändert aber dessen Lage nicht. Der Grund liegt darin, dass er die Aktivierungsenergie für beide Richtungen gleichermaßen absenkt: Hin- und Rückreaktion werden im selben

Verhältnis beschleunigt, und weil $K = \frac{k_{\text{hin}}}{k_{\text{rück}}}$ gilt, bleibt der Quotient und damit die Konstante unverändert.

Die Antwort „Ein Katalysator macht die Hinreaktion schneller und die Rückreaktion langsamer“ ist falsch: Eine einseitige Beschleunigung gibt es nicht. Der Übergangszustand liegt für beide Richtungen an derselben Stelle.

Die Antwort „Ein Katalysator verändert das Gleichgewicht“ ist falsch: Verändert wird das Gleichgewicht nicht.

Die Antwort „Die Anfangskonzentration bestimmt die Gleichgewichtskonstante“ ist falsch: Die Gleichgewichtskonstante hängt nur von der Reaktion selbst und der Temperatur ab. Die Anfangskonzentrationen bestimmen, wo man startet, nicht wo man landet.

Die Antwort „Ein Katalysator wirkt nur bei hohen Temperaturen auf die Gleichgewichtslage“ ist falsch: Auch bei hoher Temperatur verschiebt ein Katalysator das Gleichgewicht nicht.

Zum Weiterdenken: In der Technik nutzt man Katalysatoren dennoch, um Ausbeuten zu steigern. Wie ist das möglich, wenn sie die Gleichgewichtslage nicht verändern?

MERKE

$K = \frac{k_{\text{hin}}}{k_{\text{rück}}}$ — beide Richtungen gleich beschleunigt, Lage unverändert.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Katalysator und Gleichgewichtslage abschließend trennen

C157 B Katalysator

Wodurch wird ein chemisches Gleichgewicht NICHT verschoben?

Richtig ist die Antwort „Katalysator“. Der Katalysator ist der einzige der genannten Eingriffe, der das Gleichgewicht nicht verschiebt. Alle übrigen wirken nach dem Prinzip des kleinsten Zwangs, nach dem ein System einer aufgezwungenen Änderung ausweicht.

Die Antwort „Druckänderung“ ist falsch: Eine Druckänderung verschiebt das Gleichgewicht zur Seite mit weniger beziehungsweise mehr Gasteilchen.

Die Antwort „Temperaturänderung“ ist falsch: Eine Temperaturänderung begünstigt je nach Richtung die wärmeliefernde oder die wärmeverbrauchende Reaktion.

Die Antwort „Konzentrationsänderung eines Reaktionspartners“ ist falsch: Eine Konzentrationsänderung verschiebt das Gleichgewicht zur jeweils anderen Seite.

Die Antwort „Zugabe eines weiteren Edukts“ ist falsch: Die Zugabe eines weiteren Ausgangsstoffs ist ein Sonderfall der Konzentrationsänderung und wirkt entsprechend.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Aufgabe kehrte in mehreren Jahrgängen mit derselben Antwort zurück. Was sagt dir das über die Bedeutung, den Unterschied zwischen Geschwindigkeit und Lage eines Gleichgewichts wirklich verstanden zu haben?

MERKE

Alles verschiebt außer dem Katalysator — er beschleunigt nur.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Einflussgrößen auf das Gleichgewicht abschließend trennen

C158 A Katalysatoren senken die Aktivierungsenergie einer chemischen Reaktion.

Welche Aussage über Katalysatoren ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Katalysatoren senken die Aktivierungsenergie einer chemischen Reaktion“.

Katalysatoren senken die Aktivierungsenergie und beschleunigen dadurch die Reaktion. Sie bieten einen anderen Reaktionsweg an, dessen höchster Punkt tiefer liegt, sodass bei gleicher Temperatur mehr Teilchen die Schwelle überwinden.

Die Antwort „Katalysatoren erhöhen die Ausbeute einer Reaktion“ ist falsch: Die Ausbeute im Gleichgewicht bleibt unverändert.

Die Antwort „Katalysatoren verschieben das Gleichgewicht einer Reaktion“ ist falsch: Die Lage des Gleichgewichts verschiebt sich nicht.

Die Antwort „Katalysatoren werden bei der Reaktion verbraucht“ ist falsch: Verbraucht wird ein Katalysator nicht; er geht unverändert aus der Reaktion hervor.

Die Antwort „Katalysatoren senken die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion“ ist falsch: Gesenkt wird die Aktivierungsenergie, nicht die Geschwindigkeit — diese steigt.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antwortmöglichkeiten benennen die häufigsten Irrtümer über Katalysatoren. Welcher einzelne Grundsatz widerlegt alle vier auf einmal?

MERKE

Der Katalysator senkt nur die Schwelle — er verändert weder Ziel noch sich selbst.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Katalysatorwirkung abschließend bestimmen

C159 A Einsatz eines Katalysators

Durch welche der genannten Maßnahmen lässt sich die Lage des chemischen Gleichgewichts NICHT beeinflussen?

Richtig ist die Antwort „Einsatz eines Katalysators“. Der Katalysator ist der einzige Eingriff, der die Lage des Gleichgewichts unberührt lässt, weil er k_{hin} und $k_{\text{rück}}$ im selben Verhältnis vergrößert und ihr Quotient K damit

gleich bleibt. Alle übrigen genannten Maßnahmen verschieben die Lage nach dem Prinzip des kleinsten Zwangs.

Die Antwort „Verminderung von Druck“ ist falsch: Eine Druckverminderung verschiebt das Gleichgewicht zur Seite mit mehr Gasteilchen.

Die Antwort „Entfernung von Produkten“ ist falsch: Entfernt man laufend Produkte, weicht das System aus, indem es weitere bildet — ein in der Technik häufig genutztes Verfahren, um eine Reaktion vollständig ablaufen zu lassen.

Die Antwort „Erhöhung der Temperatur“ ist falsch: Eine Temperaturerhöhung begünstigt die wärmeverbrauchende Richtung und verändert zudem als einzige Größe die Gleichgewichtskonstante selbst.

Die Antwort „Zufuhr von Edukten“ ist falsch: Die Zufuhr von Ausgangsstoffen verschiebt das Gleichgewicht zur Produktseite.

Zum Weiterdenken: Entfernt man laufend ein Produkt, lässt sich eine Gleichgewichtsreaktion praktisch vollständig durchführen. Warum funktioniert dieser Trick, obwohl die Gleichgewichtskonstante gleich bleibt?

MERKE

Nur die Temperatur ändert K — alles andere verschiebt nur, der Katalysator gar nichts.

LEHRTEXT IM KURS

Chemisches Gleichgewicht

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Einflussgrößen auf das Gleichgewicht endgültig sichern

C160 D Katalysatoren kommen in der Biochemie häufig als Enzyme vor

Welche Aussage zum Katalysator trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Katalysatoren kommen in der Biochemie häufig als Enzyme vor“. Enzyme sind die Katalysatoren des Körpers. Sie senken die Aktivierungsenergie und ermöglichen dadurch, dass Reaktionen bei Körpertemperatur mit brauchbarer Geschwindigkeit ablaufen — häufig millionenfach schneller als ohne sie. Zugleich arbeiten sie außerordentlich spezifisch, weil ihr aktives Zentrum räumlich genau zu einem bestimmten Stoff passt.

Die Antwort „Er erhöht die Hin- und verlangsamt die Rückreaktion“ ist falsch: Ein Katalysator beschleunigt Hin- und Rückreaktion gleichermaßen.

Die Antwort „Die Konzentration der Produkte hängt nicht von der Konzentration der Edukte ab“ ist falsch: Die Produktkonzentration im Gleichgewicht hängt sehr wohl von den Ausgangskonzentrationen ab.

Die Antwort „Er verändert die Lage des chemischen Gleichgewichts“ ist falsch: Die Lage des Gleichgewichts bleibt unverändert.

Die Antwort „Er wird bei der Reaktion verbraucht“ ist falsch: Verbraucht wird ein Katalysator nicht; ein Enzymmolekül kann tausende Umsetzungen je Sekunde bewältigen.

Zum Weiterdenken: Ohne Enzyme würden die meisten Stoffwechselreaktionen bei Körpertemperatur Jahre dauern. Warum wäre eine Temperaturerhöhung für den Körper keine brauchbare Alternative?

MERKE

Enzyme sind Katalysatoren aus Eiweiß — schnell, spezifisch und unverbraucht.

**LEHRTEXT IM KURS****Elemente und deren Verbindungen**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

LEHRTEXT IM KURS**Chemisches Gleichgewicht**

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Enzyme als biologische Katalysatoren erkennen

Elemente und deren Verbindungen**WASSERSTOFF****C161 E Wasserstoff ist das leichteste Element und liegt normalerweise als H₂-Molekül vor.**

Welche Aussage zu Wasserstoff ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoff ist das leichteste Element und liegt normalerweise als H₂-Molekül vor“. Wasserstoff ist das leichteste Element und liegt unter gewöhnlichen Bedingungen als zweiatomiges Molekül vor. Sein Atom besteht aus einem Proton und einem Elektron; weil ein einzelnes Elektron energetisch ungünstig ist, verbinden sich zwei Atome zu einem Molekül mit gemeinsamem Elektronenpaar. Wasserstoff ist zudem das häufigste Element des Universums.

Die Antwort „Wasserstoff hat nur ein einziges natürlich vorkommendes Isotop“ ist falsch: Wasserstoff besitzt drei Isotope, nämlich das gewöhnliche Protium ohne Neutron, das Deuterium mit einem und das radioaktive Tritium mit zwei Neutronen.

Die Antwort „Wasserstoff ist schwerer als Luft“ ist falsch: Wasserstoff ist deutlich leichter als Luft, weshalb er in Ballonen aufsteigt.

Die Antwort „Wasserstoff kommt nur in radioaktiver Form vor“ ist falsch: Radioaktiv ist allein das Tritium, und dieses kommt nur in Spuren vor.

Die Antwort „Wasserstoff bildet keine Verbindungen mit Sauerstoff“ ist falsch: Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff zu Wasser, und diese Reaktion setzt so viel Energie frei, dass ein Gemisch beider Gase explosionsartig reagiert.

Zum Weiterdenken: Wasserstoff steht im Periodensystem über den Alkalimetallen, verhält sich aber in mancher Hinsicht wie ein Halogen. Woran liegt diese Zwitterstellung?

MERKE

Leichtestes Element, zweiatomiges Molekül, drei Isotope — und der häufigste Stoff im Weltall.

LEHRTEXT IM KURS**Elemente und deren Verbindungen**

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Grundlegende Eigenschaften des Wasserstoffs benennen

C162 C Wasserstoff kommt in vielen Verbindungen vor

Welche Aussage zu Wasserstoff trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoff kommt in vielen Verbindungen vor“. Wasserstoff kommt in außerordentlich vielen Verbindungen vor — in Wasser, in sämtlichen Säuren, in allen organischen Stoffen und damit in jedem Lebewesen. Elementar ist er auf der Erde dagegen selten, weil er so leicht ist, dass er der Anziehungskraft entkommt.

Die Antwort „Wasserstoff ist schwerer als Luft“ ist falsch: Wasserstoff ist das leichteste Element und deutlich leichter als Luft.

Die Antwort „Wasserstoff ist reaktionsträge“ ist falsch: Reaktionsträge ist er keineswegs; mit Sauerstoff reagiert er sogar explosionsartig.

Die Antwort „Wasserstoff ist ein Reinelement (hat nur ein Isotop)“ ist falsch: Ein Reinelement hat nur ein einziges natürliches Isotop. Wasserstoff hat drei, nämlich Protium, Deuterium und Tritium.

Die Antwort „Wasserstoff ist ein starkes Oxidationsmittel“ ist falsch: Wasserstoff gibt sein Elektron meist ab und wirkt damit als Reduktionsmittel, nicht als Oxidationsmittel.

Zum Weiterdenken: Wasserstoff ist das häufigste Element des Universums und auf der Erde elementar dennoch selten. Wie erklärt seine geringe Masse diesen scheinbaren Widerspruch?

MERKE

Leicht, reaktionsfreudig, drei Isotope und fast überall gebunden.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Aussagen zum Wasserstoff prüfen

SAUERSTOFF, WASSER**C163 A O₃**

Welche Formel besitzt Ozon?

Richtig ist die Antwort „O₃“. Ozon besteht aus drei Sauerstoffatomen, hat also die Formel O₃. Es ist eine andere Erscheinungsform desselben Elements als der gewöhnliche zweiatomige Sauerstoff O₂, und beide unterscheiden sich erheblich: Ozon ist deutlich reaktionsfreudiger, riecht stechend und wirkt in Bodennähe als Reizgas. In der Stratosphäre bildet es dagegen die Ozonschicht, die einen großen Teil der ultravioletten Strahlung abfängt — dieselbe Verbindung ist also je nach Ort schädlich oder lebensnotwendig.

Die Antwort „O₂“ ist falsch: Zwei Sauerstoffatome bilden den gewöhnlichen Luftsauerstoff.

Die Antwort „O₄“ ist falsch: Ein Molekül aus vier Sauerstoffatomen ist unter gewöhnlichen Bedingungen nicht beständig.

Die Antwort „O₂-“ ist falsch: Das einfach negativ geladene Sauerstoffmolekül ist ein Radikal und spielt im Stoffwechsel eine Rolle, ist aber nicht Ozon.

Die Antwort „O₃-“ ist falsch: Ein einfach negativ geladenes Ozonion ist keine gängige Verbindung.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Verbindung schützt in der Höhe und schädigt am Boden. Was sagt dieses Beispiel darüber aus, wie sinnvoll die Einteilung von Stoffen in gut und schlecht ist?

MERKE

O₂ zum Atmen, O₃ als Ozon — dieselben Atome, andere Eigenschaften.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Ozon als Modifikation des Sauerstoffs erkennen

C164 C Wasser hat seine größte Dichte bei 4°C, nicht am Gefrierpunkt.

Welche Aussage zur Dichteanomalie des Wassers ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wasser hat seine größte Dichte bei 4°C, nicht am Gefrierpunkt“. Wasser hat seine größte Dichte bei vier Grad Celsius. Kühlt es darunter weiter ab, ordnen sich die Moleküle durch die Wasserstoffbrücken in einem lockeren Gitter an, das mehr Raum beansprucht — deshalb dehnt sich Wasser beim Gefrieren aus und Eis schwimmt oben. Die Folge ist für das Leben entscheidend: Ein See friert von oben zu, die Eisdecke dämmt, und am Grund bleibt Wasser von vier Grad zurück, in dem Fische überwintern können.

Die Antwort „Wasser hat seine größte Dichte bei 0°C“ ist falsch: Bei null Grad ist die Dichte bereits wieder geringer.

Die Antwort „Die Dichte von Wasser nimmt mit sinkender Temperatur immer zu“ ist falsch: Unterhalb von vier Grad nimmt die Dichte gerade wieder ab — genau das ist die Anomalie.

Die Antwort „Eis ist dichter als flüssiges Wasser“ ist falsch: Eis ist weniger dicht als flüssiges Wasser, weshalb es schwimmt.

Die Antwort „Wasser zeigt keine Dichteanomalie“ ist falsch: Die Anomalie ist gut belegt und alltäglich zu beobachten.

Zum Weiterdenken: Würde Eis untergehen, fröre ein See von unten nach oben durch. Welche Folgen hätte das für das Leben in Gewässern kalter Regionen?

MERKE

Größte Dichte bei vier Grad — deshalb schwimmt Eis und Seen frieren von oben zu.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Dichteanomalie des Wassers beschreiben

C165 C Wasser hat bei 4°C seine höchste Dichte.

Welche Aussage zur Dichteanomalie des Wassers ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wasser hat bei 4°C seine höchste Dichte“. Wasser erreicht bei vier Grad Celsius seine größte Dichte. Kühlt es weiter ab, ordnen sich die Moleküle über Wasserstoffbrücken in einem weitmaschigen Gitter, das mehr Raum beansprucht als die ungeordnete Flüssigkeit. Deshalb dehnt sich Wasser beim Gefrieren um etwa ein Zehntel aus — der Grund, warum Wasserleitungen im Frost platzen und Felsen durch Frostsprengung zerbrechen.

Die Antwort „Eis ist dichter als flüssiges Wasser“ ist falsch: Eis ist weniger dicht und schwimmt deshalb.

Die Antwort „Die Dichte von Wasser nimmt beim Gefrieren zu“ ist falsch: Beim Gefrieren nimmt die Dichte ab.

Die Antwort „Wasser zeigt keine Anomalie im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten“ ist falsch: Die Anomalie ist gerade das Besondere am Wasser gegenüber fast allen anderen Flüssigkeiten.

Die Antwort „Wasser hat bei 0°C seine höchste Dichte“ ist falsch: Bei null Grad ist die Dichte bereits wieder geringer als bei vier Grad.

Zum Weiterdenken: Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus und sprengt dabei Gestein. Wie hat diese Eigenschaft die Landschaft geprägt, in der wir leben?

MERKE

Vier Grad ist der dichteste Zustand — darunter macht das Wasserstoffbrückengitter alles wieder lockerer.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Dichteanomalie erneut bestimmen

C166 A Wasserstoffbrückenbindungen

Welche Bindungsart liegt zwischen benachbarten Wassermolekülen vor (nicht innerhalb eines Moleküls)?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoffbrückenbindungen“. Zwischen benachbarten Wassermolekülen wirken Wasserstoffbrücken. Sie entstehen, weil der Sauerstoff die Bindungselektronen stark an sich zieht und das Molekül dadurch zum Dipol wird: Der teilweise positive Wasserstoff eines Moleküls wird vom teilweise negativen Sauerstoff des nächsten angezogen. Jedes Wassermolekül kann bis zu vier solcher Brücken knüpfen, und daraus erklären sich fast alle Besonderheiten des Wassers — der hohe Siedepunkt, die große Oberflächenspannung und die Dichteanomalie.

Die Antwort „Kovalente Bindungen“ ist falsch: Kovalente Bindungen bestehen innerhalb des Moleküls zwischen Sauerstoff und Wasserstoff. Sie sind rund zwanzigmal stärker als die Brücken zwischen den Molekülen.

Die Antwort „Ionenbindungen“ ist falsch: Ionen liegen in reinem Wasser nur in verschwindender Menge vor.

Die Antwort „Metallbindungen“ ist falsch: Metallbindungen gibt es nur zwischen Metallatomen.

Die Antwort „Ausschließlich Van-der-Waals-Kräfte“ ist falsch: Van-der-Waals-Kräfte wirken zwar zusätzlich, sind hier aber deutlich schwächer als die Wasserstoffbrücken.

Zum Weiterdenken: Schwefelwasserstoff ist schwerer als Wasser und siedet dennoch weit tiefer. Wie erklärt das Fehlen von Wasserstoffbrücken diesen Unterschied?

MERKE

Innen kovalent, außen Wasserstoffbrücken — Letztere erklären fast alle Besonderheiten des Wassers.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Wasserstoffbrücken als zwischenmolekulare Kräfte erkennen

C167 C Sauerstoff kommt zu 78% in der Luft vor.

Welche Aussage zu Sauerstoff in der Luft ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoff kommt zu 78% in der Luft vor“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Achtundsiebzig Prozent entfallen auf den Stickstoff und nicht auf den Sauerstoff. Der Sauerstoffanteil beträgt rund einundzwanzig Prozent, der Rest verteilt sich auf Argon und Spurengase.

Die Antwort „Sauerstoff ist ein Oxidationsmittel“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Sauerstoff ist ein starkes Oxidationsmittel und nimmt bei Reaktionen bereitwillig Elektronen auf.

Die Antwort „Ohne O₂ brennt nichts“ ist richtig: Ohne Sauerstoff findet keine Verbrennung im gewöhnlichen Sinn statt — genau darauf beruht das Ersticken einer Flamme durch Abdecken.

Die Antwort „Sauerstoff hat die Kernladungszahl 8“ ist richtig: Sauerstoff hat acht Protonen im Kern.

Die Antwort „Sauerstoff macht etwa 21% der Luft aus“ ist richtig: Einundzwanzig Prozent ist der zutreffende Anteil.

Zum Weiterdenken: Zwei Antwortmöglichkeiten dieser Aufgabe widersprechen einander unmittelbar. Wie nutzt du solche Gegensatzpaare, um die gesuchte Falschaussage schnell einzukreisen?

MERKE

78 Prozent Stickstoff, 21 Prozent Sauerstoff — diese beiden Zahlen nie vertauschen.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Anteile der Luftbestandteile richtig zuordnen

C168 C Sauerstoff ist ein starkes Oxidationsmittel und für die Verbrennung notwendig.

Welche Aussage zu Sauerstoff ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoff ist ein starkes Oxidationsmittel und für die Verbrennung notwendig“. Sauerstoff ist ein starkes Oxidationsmittel und für jede gewöhnliche Verbrennung notwendig. Mit sechs Außenelektronen fehlen ihm zwei zur vollen Schale, und diese nimmt er bereitwillig auf — daher rührt auch der Name der Oxidation, die ursprünglich schlicht die Reaktion mit Sauerstoff bezeichnete und erst später allgemeiner als Elektronenabgabe gefasst wurde.

Die Antwort „Sauerstoff ist ein Edelgas“ ist falsch: Edelgase stehen in der achten Hauptgruppe und sind reaktionsträge; Sauerstoff ist das Gegenteil.

Die Antwort „Sauerstoff kommt in der Natur nur als O₃ vor“ ist falsch: In der Natur überwiegt der zweiatomige Sauerstoff bei Weitem; Ozon ist die seltenere Form.

Die Antwort „Sauerstoff ist reaktionsträge und geht kaum Verbindungen ein“ ist falsch: Reaktionsträge ist Sauerstoff keineswegs — er verbindet sich mit fast allen Elementen.

Die Antwort „Sauerstoff hat die Ordnungszahl 16“ ist falsch: Die Ordnungszahl acht gehört zum Sauerstoff; sechzehn gehört zum Schwefel, der eine Gruppe tiefer steht.

Zum Weiterdenken: Der Begriff Oxidation stammt vom Sauerstoff, gilt heute aber auch für Reaktionen ganz ohne ihn. Warum war diese Erweiterung des Begriffs notwendig?

MERKE

Sauerstoff braucht zwei Elektronen und holt sie sich fast überall — deshalb ist er das Oxidationsmittel schlechthin.

LEHRTEXT IM KURS**Elemente und deren Verbindungen**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Sauerstoff als Oxidationsmittel einordnen

C169 D Wenn man Wasser unter 4 Grad Celsius abkühlt, nimmt das Volumen zu.

Welche Aussage zur Anomalie des Wassers ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Wenn man Wasser unter 4 Grad Celsius abkühlt, nimmt das Volumen zu“. Kühlt man Wasser unter vier Grad weiter ab, nimmt sein Volumen wieder zu. Der Grund liegt in den Wasserstoffbrücken, die die Moleküle in ein weitmaschiges Gitter zwingen — dieses beansprucht mehr Raum als die ungeordnete Flüssigkeit. Genau darauf beruht die Ausdehnung beim Gefrieren.

Die Antwort „Bei einer Temperatur von 4 Grad Celsius ist das Volumen von Wasser am größten und die Dichte am kleinsten“ ist falsch: Bei vier Grad ist das Volumen am kleinsten und die Dichte am größten — die Aussage kehrt beides um.

Die Antwort „Die Dichte wird bei Temperaturerhöhung geringer“ ist falsch: Zwischen null und vier Grad nimmt die Dichte bei Erwärmung sogar zu. Gerade dieser Bereich macht die Anomalie aus, weshalb die Aussage als allgemeine Regel nicht gilt.

Die Antwort „Eis hat eine höhere Dichte als Wasser“ ist falsch: Eis ist weniger dicht als Wasser und schwimmt deshalb.

Die Antwort „Bei einer Temperatur von 0 Grad hat Wasser die größte Dichte“ ist falsch: Bei null Grad ist die Dichte bereits geringer als bei vier Grad.

Zum Weiterdenken: Zwischen null und vier Grad verhält sich Wasser genau umgekehrt wie fast jede andere Flüssigkeit. Wie viele der fünf Antwortmöglichkeiten scheitern allein an diesem schmalen Temperaturbereich?

MERKE

Unter vier Grad dehnt sich Wasser wieder aus — deshalb sprengt Eis Rohre und Felsen.

LEHRTEXT IM KURS**Elemente und deren Verbindungen**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Anomalie des Wassers in ihrer Wirkung beschreiben

C170 C Sauerstoff hat die Ordnungszahl 8

Welche Aussage zum Sauerstoff ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoff hat die Ordnungszahl 8“. Sauerstoff hat die Ordnungszahl acht, besitzt also acht Protonen im Kern und beim neutralen Atom acht Elektronen, davon sechs in der Außenschale.

Die Antwort „Molekularer Sauerstoff hat die Summenformel O₃“ ist falsch: Molekularer Sauerstoff besteht aus zwei Atomen und trägt die Summenformel O₂. Die Formel O₃ gehört zum Ozon.

Die Antwort „Ozon besteht aus zwei Sauerstoffatomen“ ist falsch: Ozon besteht aus drei Sauerstoffatomen. Zwei Atome bilden den gewöhnlichen molekularen Sauerstoff.

Die Antwort „Sauerstoff ist Hauptbestandteil der Luft“ ist falsch: Hauptbestandteil der Luft ist der Stickstoff mit achtundsiebzig Prozent; auf Sauerstoff entfallen rund einundzwanzig.

Die Antwort „Sauerstoff hat 8 Valenzelektronen“ ist falsch: Sauerstoff hat sechs und nicht acht Außenelektronen — genau deshalb nimmt er zwei auf.

Zum Weiterdenken: Die Ordnungszahl acht und die sechs Außenelektronen werden gern verwechselt. Wie hängen beide Zahlen zusammen, und woran erkennst du die Außenelektronenzahl im Periodensystem?

MERKE

Ordnungszahl acht, aber nur sechs Außenelektronen — die Hauptgruppe verrät die zweite Zahl.

LEHRTEXT IM KURS**Elemente und deren Verbindungen**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Aussagen zum Sauerstoff prüfen

C171 C Sauerstoff

Was ist ein Produkt der Photosynthese?

Richtig ist die Antwort „Sauerstoff“. Sauerstoff ist ein Produkt der Photosynthese:



Bemerkenswert ist die Herkunft dieses Sauerstoffs, denn er stammt nicht aus dem Kohlenstoffdioxid, sondern aus der Spaltung des Wassers.

Die Antwort „Wasser“ ist falsch: Wasser ist ein Ausgangsstoff und kein Produkt.

Die Antwort „Kohlendioxid“ ist falsch: Kohlenstoffdioxid ist ebenfalls ein Ausgangsstoff.

Die Antwort „Glucose entsteht dabei nicht“ ist falsch: Traubenzucker entsteht sehr wohl und ist das eigentliche Ziel des Vorgangs.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Photosynthese und Zellatmung sind einander genau entgegengesetzt. Welche Folge hat das für den Kreislauf von Kohlenstoff und Sauerstoff auf der Erde?

MERKE

$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ — der Sauerstoff stammt aus dem Wasser.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Ausgangsstoffe und Produkte der Photosynthese trennen

C172 A +4°C

Wann hat Wasser seine höchste Dichte?

Richtig ist die Antwort „+4°C“: Wasser hat bei vier Grad Celsius seine größte Dichte. Unterhalb dieser Temperatur ordnen sich die Moleküle über Wasserstoffbrücken in ein weitmaschiges Gitter, das mehr Raum beansprucht, weshalb die Dichte wieder sinkt und Eis schließlich schwimmt.

Die Antwort „0°C“ ist falsch: Bei null Grad ist die Dichte bereits geringer.

Die Antwort „-4°C“ ist falsch: Bei minus vier Grad liegt gewöhnliches Wasser bereits als Eis vor.

Die Antwort „100°C“ ist falsch: Bei hundert Grad ist die Dichte am geringsten, bevor das Wasser siedet.

Die Antwort „-10°C“ ist falsch: Bei minus zehn Grad liegt Eis vor, das deutlich weniger dicht ist.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien über sämtliche Jahrgänge hinweg immer wieder. Was folgt daraus für die Frage, welche Zahlen man sich unbedingt merken sollte?

MERKE

Vier Grad ist der Punkt der größten Dichte — darüber wie darunter wird Wasser leichter.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Dichteanomalie abschließend bestimmen

C173 D Wird Wasser bei 4°C weiter gekühlt, so vergrößert sich sein Volumen

Welche Aussage zur Anomalie des Wassers ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wird Wasser bei 4°C weiter gekühlt, so vergrößert sich sein Volumen“. Kühlt man Wasser unter vier Grad weiter ab, nimmt sein Volumen wieder zu, weil sich die Moleküle über Wasserstoffbrücken in ein weitmaschiges Gitter einordnen.

Die Antwort „Wasser hat bei 4°C die kleinste Dichte und das größte Volumen“ ist falsch: Bei vier Grad hat Wasser die größte Dichte und das kleinste Volumen — die Aussage kehrt beides um.

Die Antwort „Am Boden eines zugefrorenen Sees ist das Wasser kälter als an der Oberfläche“ ist falsch: Am Boden eines zugefrorenen Sees ist das Wasser wärmer als an der Oberfläche, nämlich rund vier Grad, weil das dichteste Wasser absinkt. Genau deshalb überleben Fische dort den Winter.

Die Antwort „Wasser hat seine größte Dichte bei 0°C“ ist falsch: Bei null Grad ist die Dichte bereits geringer.

Die Antwort „Die Dichteanomalie tritt bei 25°C auf“ ist falsch: Die Anomalie liegt bei vier Grad und nicht bei fünfundzwanzig.

Zum Weiterdenken: Am Grund eines zugefrorenen Sees herrschen vier Grad, an der Oberfläche null. Wie folgt diese Schichtung zwingend aus der Dichteanomalie?

MERKE

Das dichteste Wasser sinkt — deshalb sind vier Grad unten und null Grad oben.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Volumenzunahme unter vier Grad erklären

C174 A Metalloxide reagieren basisch

Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Metalloxide reagieren basisch“. Metalloxide reagieren in Wasser basisch, weil sie mit dem Wasser Hydroxide bilden — Natriumoxid etwa wird zu Natronlauge, Calciumoxid zu Kalkwasser. Nichtmetalloxide verhalten sich umgekehrt und bilden Säuren, wie Schwefeldioxid die schweflige und Kohlenstoffdioxid die Kohlensäure. Diese Regel gilt durchgehend und erlaubt es, das Verhalten unbekannter Oxide vorherzusagen.

Die Antwort „Bei der Atmung wird Sauerstoff zu Wasser oxidiert“ ist falsch: Bei der Atmung wird Sauerstoff zu Wasser reduziert, denn er nimmt Elektronen auf.

Die Antwort „Ozon ist ein starkes Reduktionsmittel“ ist falsch: Ozon ist ein sehr starkes Oxidationsmittel und gerade kein Reduktionsmittel.

Die Antwort „Sauerstoff hat 5 Valenzelektronen“ ist falsch: Sauerstoff hat sechs Außenelektronen, entsprechend der sechsten Hauptgruppe.

Die Antwort „Sauerstoff bildet ausschließlich Anionen mit der Ladung -1“ ist falsch: Sauerstoff bildet üblicherweise zweifach negative Ionen; die Ladung minus eins tritt nur im Peroxid auf.

Zum Weiterdenken: Metalloxide werden basisch, Nichtmetalloxide sauer. Wie erklärt sich das aus der Stellung der Elemente im Periodensystem?

MERKE

Metalloxid plus Wasser gibt Lauge, Nichtmetalloxid plus Wasser gibt Säure.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Das Säure-Base-Verhalten von Oxiden vorhersagen

KOHLENSTOFF, OXIDE, KOHLENSÄURE

C175 D Kohlendioxid hat die Formel H_2CO_3 und zerfällt in H_2O und CO_2 .

Welche Aussage zur Kohlensäure ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Kohlensäure hat die Formel H_2CO_3 und zerfällt in H_2O und CO_2 “: Kohlensäure entsteht, wenn sich Kohlenstoffdioxid in Wasser löst, und zerfällt ebenso leicht wieder:



Genau dieses Gleichgewicht erklärt, warum Mineralwasser beim Öffnen sprudelt: Der Druck sinkt, das Gleichgewicht verschiebt sich zur Gasseite, und Kohlenstoffdioxid entweicht. Im Blut ist dasselbe Gleichgewicht das wichtigste Puffersystem des Körpers, und über die Atmung lässt es sich rasch steuern.

Die Antwort „Kohlensäure hat die Formel H_2CO_2 “ ist falsch: Die Formel ist falsch geschrieben; es fehlt ein Sauerstoffatom.

Die Antwort „Kohlensäure ist eine starke Säure“ ist falsch: Kohlensäure ist eine schwache Säure und liegt überwiegend undissoziiert vor.

Die Antwort „Kohlensäure zerfällt in H_2O und CO “ ist falsch: Es entsteht Kohlenstoffdioxid und nicht Kohlenstoffmonoxid. Letzteres bildet sich bei unvollständiger Verbrennung und ist ein Atemgift.

Die Antwort „Kohlensäure ist ein Salz der Kohlenstoffsäure“ ist falsch: Kohlensäure ist die Säure selbst; ihre Salze sind die Carbonate.

Zum Weiterdenken: Der Körper reguliert seinen pH-Wert über dasselbe Gleichgewicht, das eine Sprudelflasche zwischen lässt. Warum kann er es allein durch schnelleres oder langsames Atmen verschieben?

MERKE

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ – und ebenso leicht wieder zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Kohlensäure und ihr Zerfallsgleichgewicht beschreiben

C176 C Kohlenstoffdioxid und Wasser

Was entsteht bei der vollständigen Verbrennung von Methan (CH_4)?

Richtig ist die Antwort „Kohlenstoffdioxid und Wasser“: Bei vollständiger Verbrennung eines Kohlenwasserstoffs entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Das ergibt sich zwingend aus den Bausteinen: Der Kohlenstoff verbindet sich mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid, der Wasserstoff zu Wasser. Vollständig bedeutet dabei, dass genügend Sauerstoff zur Verfügung steht.

Die Antwort „Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff“ ist falsch: Kohlenstoffmonoxid entsteht bei unvollständiger Verbrennung, also bei Sauerstoffmangel. Es ist geruchlos und bindet an das Hämoglobin weit fester als Sauerstoff, weshalb es lebensgefährlich ist.

Die Antwort „Methan kann nicht verbrennen“ ist falsch: Methan ist das Hauptbestandteil von Erdgas und verbrennt sehr gut.

Die Antwort „Methan und Sauerstoff“ ist falsch: Methan und Sauerstoff sind die Ausgangsstoffe und nicht die Produkte.

Die Antwort „Schwefelwasserstoff“ ist falsch: Schwefelwasserstoff entstünde nur, wenn Schwefel beteiligt wäre; Methan enthält keinen.

Zum Weiterdenken: Bei Sauerstoffmangel entsteht statt Kohlenstoffdioxid das giftige Kohlenstoffmonoxid. Warum sind schlecht gewartete Gasthermen deshalb so gefährlich?

MERKE

Kohlenstoff wird zu Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff zu Wasser – bei Sauerstoffmangel entsteht Kohlenstoffmonoxid.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Produkte einer vollständigen Verbrennung angeben

C177 E Summenformel ist H_2CO_3

Welche Aussage zur Kohlensäure ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Summenformel ist H_2CO_3 “:

Kohlensäure besteht aus zwei Wasserstoff-, einem Kohlenstoff- und drei Sauerstoffatomen. Sie ist eine schwache und zudem instabile Säure, die sich leicht wieder in Wasser und Kohlenstoffdioxid zerlegt. Ihre Salze sind die Carbonate sowie die Hydrogencarbonate als Zwischenstufe.

Die Antwort „Summenformel ist H_2CO_2 “ ist falsch: Mit nur zwei Sauerstoffatomen ergibt sich keine gebräuchliche Verbindung.

Die Antwort „Zerfällt leicht in H₂O und CO“ ist falsch:

Beim Zerfall entsteht Kohlenstoffdioxid und nicht Kohlenstoffmonoxid.

Die Antwort „Kohlensäure kommt nur in fester Form vor“ ist falsch: Kohlensäure liegt gelöst in Wasser vor; als Reinstoff lässt sie sich kaum fassen.

Die Antwort „Kohlensäure ist eine starke Säure“ ist falsch: Sie ist eine schwache Säure, was gerade die Voraussetzung dafür ist, dass sie im Blut als Puffer wirken kann.

Zum Weiterdenken: Kohlensäure ist schwach und instabil und zugleich der wichtigste Puffer des Blutes. Warum sind ausgerechnet diese beiden Eigenschaften für einen Puffer von Vorteil?

MERKE

H₂CO₃ zerfällt leicht in Wasser und Kohlenstoffdioxid – schwach, flüchtig und deshalb regelbar.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Kohlensäure erneut bestimmen

C178 B Graphit und Diamant sind zwei natürlich vorkommende elementare Formen von Kohlenstoff

Was trifft auf Kohlenstoff zu?

Richtig ist die Antwort „Graphit und Diamant sind zwei natürlich vorkommende elementare Formen von Kohlenstoff“. Graphit und Diamant sind zwei natürlich vorkommende elementare Formen des Kohlenstoffs. Beide bestehen ausschließlich aus Kohlenstoffatomen und unterscheiden sich dennoch grundlegend, weil die Atome verschieden verknüpft sind: Im Diamant ist jedes Atom mit vier Nachbarn zu einem starren dreidimensionalen Netz verbunden, was ihn zum härtesten natürlichen Stoff macht. Im Graphit liegen ebene Schichten aus Sechsecken übereinander, die sich leicht gegeneinander verschieben lassen – deshalb schreibt ein Bleistift.

Die Antwort „Kohlenstoffverbindungen zerfallen bei unvollständiger Verbrennung ausschließlich zu Kohlenstoffdioxid“ ist falsch: Bei unvollständiger Verbrennung entsteht gerade Kohlenmonoxid, weil der Sauerstoff nicht ausreicht. Kohlenstoffdioxid ist das Produkt der vollständigen Verbrennung.

Die Antwort „Kohlenstoff besitzt kein einziges stabiles Isotop“ ist falsch: Kohlenstoff hat mit C-12 und C-13 zwei stabile Isotope. Nur das dritte, C-14, ist radioaktiv – und gerade darauf beruht die Altersbestimmung.

Die Antwort „Kohlenstoff kommt in der Natur ausschließlich in Form von Kohlenstoffdioxid vor“ ist falsch: Kohlenstoff kommt in vielfältigen Formen vor, elementar ebenso wie in unzähligen Verbindungen.

Die Antwort „Kohlenstoff zählt zu den Halogenen“ ist falsch: Kohlenstoff steht in der vierten Hauptgruppe; die Halogene bilden die siebte.

Zum Weiterdenken: Diamant und Graphit bestehen aus denselben Atomen und sind doch grundverschieden. Was sagt dieses Beispiel darüber aus, wie stark die Anordnung gegenüber der Zusammensetzung wiegt?

MERKE

Gleiche Atome, andere Anordnung – Diamant hart und farblos, Graphit weich und leitend.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die elementaren Formen des Kohlenstoffs kennen

C179 D Kohlenstoffdioxid und Wasser

Was entsteht bei der vollständigen Verbrennung von Methan?

Richtig ist die Antwort „Kohlenstoffdioxid und Wasser“. Bei vollständiger Verbrennung von Methan entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Das ergibt sich zwangsläufig aus den Bausteinen: Der Kohlenstoff verbindet sich vollständig mit Sauerstoff, der Wasserstoff ebenso.

Die Antwort „Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff“ ist falsch: Wasserstoff entweicht nicht elementar, sondern wird zu Wasser oxidiert.

Die Antwort „Kohlenstoffmonoxid und Wasser“ ist falsch: Kohlenstoffmonoxid entsteht nur bei Sauerstoffmangel.

Die Antwort „Kohlenstoff und Wasser“ ist falsch: Elementarer Kohlenstoff bliebe als Ruß nur bei stark unvollständiger Verbrennung zurück.

Die Antwort „Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff ist Ausgangsstoff und wird verbraucht.

Zum Weiterdenken: Vollständige und unvollständige Verbrennung unterscheiden sich allein im verfügbaren Sauerstoff. Warum ist eine gelb leuchtende Flamme deshalb ein Warnzeichen, eine blaue dagegen nicht?

MERKE

Genug Sauerstoff heißt Kohlenstoffdioxid und Wasser – zu wenig heißt Kohlenstoffmonoxid und Ruß.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die vollständige Verbrennung erneut bestimmen

C180 C Kohlenstoffdioxid hat eine höhere Dichte als Luft

Was trifft auf Kohlenstoff und seine Verbindungen zu?

Richtig ist die Antwort „Kohlenstoffdioxid hat eine höhere

Dichte als Luft“. Kohlenstoffdioxid hat mit $M = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ eine höhere Dichte als Luft, deren mittlere molare Masse bei etwa $29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ liegt. Deshalb sammelt es sich in Senken,

Kellern und Gärkellern am Boden — eine Eigenschaft, die schon zu tödlichen Unfällen geführt hat, weil das Gas geruchlos ist und den Sauerstoff verdrängt.

Die Antwort „Diamant hat pro Kohlenstoffatom 3 Bindungen“ ist falsch: Im Diamant hat jedes Kohlenstoffatom vier Bindungen zu vier Nachbarn; genau daraus folgt seine Härte.

Die Antwort „In Kalk liegt Natriumcarbonat vor“ ist falsch: Kalk ist Calciumcarbonat und nicht Natriumcarbonat.

Die Antwort „Kohlenmonoxid entsteht bei der alkoholischen Gärung“ ist falsch: Bei der alkoholischen Gärung entsteht Kohlenstoffdioxid und nicht Kohlenstoffmonoxid.

Die Antwort „Kohlenstoffdioxid ist leichter als Luft“ ist falsch: Kohlenstoffdioxid ist schwerer als Luft — die Aussage widerspricht der richtigen unmittelbar.

Zum Weiterdenken: Kohlenstoffdioxid ist schwerer als Luft, geruchlos und verdrängt den Sauerstoff. Warum sind Gärkeller und tiefe Brunnenschächte deshalb gefährlich?

MERKE

$44 > 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ — Kohlenstoffdioxid sinkt nach unten.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Eigenschaften der Kohlenstoffverbindungen prüfen

STICKSTOFF

C181 B Stickstoff ist der Hauptbestandteil der Luft in der Erdatmosphäre.

Welche Aussage zu Stickstoff trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Stickstoff ist der Hauptbestandteil der Luft in der Erdatmosphäre“. Stickstoff ist mit etwa achtundsiebzig Prozent der Hauptbestandteil der Luft, gefolgt von Sauerstoff mit rund einundzwanzig Prozent. Als Molekül ist er außerordentlich reaktionsträge, weil seine beiden Atome durch eine Dreifachbindung zusammengehalten werden, deren Spaltung sehr viel Energie erfordert — genau deshalb können die meisten Lebewesen den Luftstickstoff nicht unmittelbar nutzen.

Die Antwort „Stickstoff befindet sich in der 4. Hauptgruppe“ ist falsch: Stickstoff steht in der fünften Hauptgruppe und besitzt entsprechend fünf Außenelektronen.

Die Antwort „Stickstoffoxide sind vollkommen ungefährlich für die Umwelt“ ist falsch: Stickoxide sind alles andere als harmlos. Sie tragen zum sauren Regen bei, reizen die Atemwege und wirken an der Bildung von bodennahem Ozon mit.

Die Antwort „Stickstoff ist ein Edelgas“ ist falsch: Edelgase stehen in der achten Hauptgruppe. Stickstoff ist zwar reaktionsträge, aber kein Edelgas.

Die Antwort „Stickstoff macht etwa 21% der Luft aus“ ist falsch: Einundzwanzig Prozent entfallen auf den Sauerstoff.

Zum Weiterdenken: Der Luftstickstoff ist im Überfluss vorhanden und für Pflanzen dennoch kaum verfügbar. Welche Bedeutung haben deshalb Bakterien, die die Dreifachbindung spalten können?

MERKE

78 Prozent Stickstoff, 21 Prozent Sauerstoff — und die Dreifachbindung macht Stickstoff träge.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Zusammensetzung der Luft und die Stellung des Stickstoffs kennen

C182 D HNO₂

Wie lautet die Summenformel der salpetrigen Säure?

Richtig ist die Antwort „HNO₂“. Die salpetrige Säure enthält ein Sauerstoffatom weniger als die Salpetersäure. Die Endung -ige Säure zeigt dabei stets die sauerstoffärmere Form an, und ihr Salz trägt entsprechend die Endung -it, in diesem Fall Nitrit.

Die Antwort „HNO₃“ ist falsch: Diese Formel gehört zur Salpetersäure, deren Salz das Nitrat ist.

Die Antwort „NaHCl“ ist falsch: Diese Formel ergibt keine sinnvolle Verbindung.

Die Antwort „NO₃“ ist falsch: Ohne Wasserstoff handelt es sich nicht um eine Säure, sondern um das Nitration selbst.

Die Antwort „NH₃“ ist falsch: Ammoniak reagiert in Wasser basisch und nicht sauer.

Zum Weiterdenken: Salpetersäure und salpetrige Säure unterscheiden sich in einem Sauerstoffatom und in der Endung. Wie überträgst du dieses Muster auf Schwefelsäure und schweflige Säure?

MERKE

-ige Säure heißt ein Sauerstoff weniger und ergibt ein Salz auf -it.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Formel der salpetrigen Säure angeben

HALOGENE

C183 B Fluor ist Bestandteil des Zahnschmelzes (als Fluorapatit).

Welche Aussage zu Halogenen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Fluor ist Bestandteil des Zahnschmelzes (als Fluorapatit)“. Fluor ist als Fluorapatit Bestandteil des Zahnschmelzes. Baut man Fluoridionen in das Kristallgitter des Schmelzes ein, entsteht eine Form,

die gegenüber Säuren widerstandsfähiger ist als der ursprüngliche Hydroxylapatit – genau darauf beruht die Wirkung fluoridhaltiger Zahnpasta.

Die Antwort „Salzsäure (HCl) ist eine sauerstofffreie Verbindung“ ist falsch: Salzsäure enthält überhaupt keinen Sauerstoff. Sie ist die wässrige Lösung von Chlorwasserstoff und damit eine sauerstofffreie Säure, wie man schon an der Endung -id ihres Salzes erkennt.

Die Antwort „Halogene kommen in der Natur nur elementar vor“ ist falsch: Halogene sind so reaktionsfreudig, dass sie in der Natur praktisch nie elementar vorkommen, sondern gebunden als Salze – Chlor etwa als Kochsalz im Meerwasser.

Die Antwort „Alle Halogene sind bei Raumtemperatur gasförmig“ ist falsch: Bei Raumtemperatur sind Fluor und Chlor gasförmig, Brom ist flüssig und Jod fest. Innerhalb der Gruppe steigen die Schmelz- und Siedepunkte nach unten an.

Die Antwort „Halogene bilden niemals Salze mit Metallen“ ist falsch: Mit Metallen bilden Halogene gerade die klassischen Salze; ihr Name bedeutet wörtlich Salzbildner.

Zum Weiterdenken: Brom ist das einzige Nichtmetall, das bei Raumtemperatur flüssig ist. Wie erklärt der Anstieg der Van-der-Waals-Kräfte innerhalb der Gruppe den Übergang von gasförmig über flüssig zu fest?

MERKE

Halogen heißt Salzbildner – Fluor und Chlor gasförmig, Brom flüssig, Jod fest.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Eigenschaften und Vorkommen der Halogene prüfen

C184 C Elementares Chlor bildet toxische Gase

Welche der folgenden Aussagen zu Chlor trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Elementares Chlor bildet toxische Gase“. Elementares Chlor ist ein gelbgrünes, stechend riechendes und stark giftiges Gas. Es wirkt als starkes Oxidationsmittel und greift die Atemwege heftig an – im Ersten Weltkrieg wurde es deshalb als Kampfstoff eingesetzt. In gebundener Form als Chlorid ist es dagegen völlig unbedenklich und lebensnotwendig.

Die Antwort „Chlor hat 3 stabile Isotope“ ist falsch: Chlor hat zwei stabile Isotope, nämlich mit den Massenzahlen fünfunddreißig und siebenunddreißig. Ihr Mischungsverhältnis erklärt die ungewöhnliche mittlere Atommasse von etwa 35,5.

Die Antwort „Chlor bildet Steinsalz“ ist falsch: Steinsalz besteht aus Natrium und Chlorid; Chlor allein bildet kein Salz, dazu braucht es ein Metall.

Die Antwort „Chlor kann die Oxidationsstufen -2, 0 und 1 annehmen“ ist falsch: Chlor kann zahlreiche Oxidationsstufen annehmen, von minus eins bis plus sieben. Die genannte Auswahl trifft nicht zu.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Elementares Chlor ist giftig, Chlorid dagegen lebensnotwendig. Was sagt dieser Unterschied darüber aus, wie sinnvoll es ist, von der Gefährlichkeit eines Elements zu sprechen?

MERKE

Elementar giftig, gebunden harmlos – das gilt für Chlor wie für viele Elemente.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Eigenschaften des Chlors prüfen

SCHWEFEL**C185 E H₂SO₄**

Wie lautet die Summenformel von Schwefelsäure?

Richtig ist die Antwort „H₂SO₄“. Schwefelsäure hat die Formel H₂SO₄ und besteht damit aus zwei Wasserstoff-, einem Schwefel- und vier Sauerstoffatomen. Sie ist eine starke, zweiprotonige Säure und gibt ihre Protonen nacheinander ab: H₂SO₄ ⇌ HSO₄⁻ ⇌ SO₄²⁻. Sie zählt zu den wichtigsten Grundstoffen der chemischen Industrie überhaupt.

Die Antwort „H₂Cl“ ist falsch: Diese Schreibweise ergibt keine sinnvolle Verbindung.

Die Antwort „HNO₃“ ist falsch: Das ist die Salpetersäure.

Die Antwort „H₂SO₃“ ist falsch: Mit nur drei Sauerstoffatomen liegt die schweflige Säure vor, deren Salz das Sulfit ist.

Die Antwort „HClO₄“ ist falsch: Das ist die Perchlorsäure.

Zum Weiterdenken: Schwefelsäure kann zwei Protonen abgeben und bildet deshalb zwei verschiedene Salze. Wie heißen beide, und welches entsteht bei welchem pH-Wert?

MERKE

H₂SO₄ ⇌ HSO₄⁻ ⇌ SO₄²⁻ – zwei abgebbare Protonen.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Formel der Schwefelsäure angeben

C186 E CaSO₄

Wie lautet die Formel von Gips?

Richtig ist die Antwort „CaSO₄“. Gips ist Calciumsulfat, in der Natur meist als Dihydrat mit zwei angelagerten Wassermolekülen. Das zweifach positive Calciumion und das zweifach negative Sulfation verbinden sich im Verhältnis eins zu eins. Beim Brennen wird das Kristallwasser ausgetrieben; rührt man das Pulver später wieder mit Wasser an, lagert es sich erneut ein und der Gips erhärtet – genau darauf beruht der Gipsverband.

Die Antwort „CaSO₃“ ist falsch: Diese Formel gehört zum Calciumsulfid, dem Salz der schwefligen Säure.

Die Antwort „Na₂SO₄“ ist falsch: Natriumsulfat ist ein anderes Salz, bekannt als Glaubersalz.

Die Antwort „Ca(SO₄)₂“ ist falsch: Diese Schreibweise ergäbe eine zweifach negative Gesamtladung.

Die Antwort „CaSO₂“ ist falsch: Diese Formel entspricht keiner gebräuchlichen Verbindung.

Zum Weiterdenken: Gips erhärtet, weil er Wasser wieder in sein Kristallgitter aufnimmt. Warum wird ein Gipsverband dabei spürbar warm?

MERKE

Gips ist Calciumsulfat mit Kristallwasser — Brennen treibt es aus, Anrühren bringt es zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Formel des Gipses angeben

C187 B Schwefel steht im Periodensystem direkt unter Sauerstoff

Welche Aussage zu Schwefel trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Schwefel steht im Periodensystem direkt unter Sauerstoff“. Schwefel steht unmittelbar unter dem Sauerstoff in der sechsten Hauptgruppe. Beide besitzen sechs Außenelektronen und bilden bevorzugt zweifach negative Ionen, weshalb sie sich chemisch ähneln — Wasser und Schwefelwasserstoff sind entsprechend analog gebaut.

Die Antwort „Schwefel ist nicht im sauren Regen enthalten“ ist falsch: Schwefel ist über das Schwefeldioxid und die daraus entstehende Schwefelsäure einer der Hauptverursacher des sauren Regens.

Die Antwort „Schwefel steht in der 5. Hauptgruppe“ ist falsch: Schwefel steht in der sechsten und nicht in der fünften Hauptgruppe.

Die Antwort „Schwefel ist ein Edelgas“ ist falsch: Edelgase bilden die achte Hauptgruppe.

Die Antwort „Schwefel kommt nur elementar vor“ ist falsch: Schwefel kommt zwar elementar vor, etwa an Vulkanen, überwiegend jedoch gebunden in Sulfiden und Sulfaten.

Zum Weiterdenken: Wasser und Schwefelwasserstoff sind analog gebaut, doch Wasser ist flüssig und Schwefelwasserstoff ein Gas. Welcher Unterschied zwischen Sauerstoff und Schwefel erklärt das?

MERKE

Schwefel steht unter Sauerstoff — gleiche Gruppe, gleiche Außenelektronenzahl, ähnliches Verhalten.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Schwefel im Periodensystem verorten

C188 B In Proteinen (schwefelhaltige Aminosäuren)

Wo ist Schwefel im menschlichen Körper enthalten?

Richtig ist die Antwort „In Proteinen (schwefelhaltige Aminosäuren)“. Schwefel findet sich im Körper vor allem in den beiden Aminosäuren Cystein und Methionin und damit in den Proteinen. Besonders wichtig ist das Cystein, dessen Thiolgruppen Disulfidbrücken bilden und dadurch die räumliche Faltung von Proteinen festigen. Besonders schwefelreich ist das Keratin von Haaren und Nägeln — weshalb verbranntes Haar so charakteristisch riecht.

Die Antwort „In Fettsäuren“ ist falsch: Fettsäuren bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Die Antwort „In Nukleinsäuren“ ist falsch: Nukleinsäuren enthalten Phosphor, aber keinen Schwefel. Genau diesen Unterschied nutzte ein berühmter Versuch, um zu zeigen, dass die DNA und nicht das Protein der Träger der Erbinformation ist.

Die Antwort „In Lipiden allgemein“ ist falsch: Lipide enthalten in aller Regel keinen Schwefel.

Die Antwort „In Kohlenhydraten“ ist falsch: Kohlenhydrate bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Zum Weiterdenken: Proteine enthalten Schwefel, Nukleinsäuren Phosphor. Wie ließ sich mit diesen beiden Elementen und radioaktiver Markierung zeigen, welches Molekül die Erbinformation trägt?

MERKE

Schwefel steckt im Protein, Phosphor in der Nukleinsäure.

LEHRTEXT IM KURS

Elemente und deren Verbindungen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Schwefel im Körper verorten

Säure-Base-Reaktionen

AUTOPROTOLYSE DES WASSERS



LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C189 D In reinem Wasser ist die Konzentration von H_3O^+ gleich der von OH^- .

Welche Aussage zur Autoprotolyse des Wassers ist richtig?

Richtig ist die Antwort „In reinem Wasser ist die Konzentration von H_3O^+ gleich der von OH^- “. Wasser reagiert in geringem Umfang mit sich selbst:



Weil dabei immer genau ein Teilchen jeder Sorte gebildet wird, sind ihre Konzentrationen in reinem Wasser

zwangsläufig gleich, nämlich je $10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$. Genau daraus folgt der neutrale pH-Wert von sieben.

Die Antwort „In reinem Wasser gibt es mehr H_3O^+ als OH^- -Ionen“ ist falsch: Ein Überschuss an Oxoniumionen kennzeichnet eine saure Lösung, nicht reines Wasser.

Die Antwort „In reinem Wasser liegen ausschließlich OH^- -Ionen vor“ ist falsch: Ausschließlich Hydroxidionen können nicht vorliegen, denn beide entstehen stets gemeinsam.

Die Antwort „Reines Wasser enthält keine H_3O^+ -Ionen“ ist falsch: Oxoniumionen sind in jedem Wasser vorhanden, wenn auch in sehr geringer Menge.

Die Antwort „Die Autoprotolyse des Wassers ist irreversibel“ ist falsch: Die Autoprotolyse ist umkehrbar und stellt ein Gleichgewicht dar, das sich fortwährend einstellt.

Zum Weiterdenken: Der neutrale pH-Wert liegt bei sieben, allerdings nur bei fünfundzwanzig Grad. Warum verschiebt sich dieser Wert, wenn die Temperatur steigt?

MERKE

$2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ — beide entstehen paarweise.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Autoprotolyse des Wassers verstehen

C190 E Wasser kann nur sauer, aber nicht basisch reagieren.

Welche Aussage zum Wassermolekül ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Wasser kann nur sauer, aber nicht basisch reagieren“, denn gesucht ist die falsche Aussage.

Wasser kann sowohl sauer als auch basisch reagieren, es gibt also Protonen ab und nimmt sie auf. Genau diese Doppelfähigkeit nennt man amphoter, und sie zeigt sich schon in der Autoprotolyse $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$, bei der ein Wassermolekül gegenüber einem anderen als Säure und dieses als Base wirkt.

Die Antwort „Die Konzentration an Hydronium- und Hydroxidionen ist in reinem Wasser gleich hoch“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: In reinem Wasser sind beide Ionenkonzentrationen gleich groß.

Die Antwort „Wasser ist amphoter“ ist richtig: Wasser ist amphoter.

Die Antwort „Wasser kann sowohl als Säure als auch als Base reagieren“ ist richtig: Diese Aussage beschreibt dieselbe Eigenschaft in anderen Worten.

Die Antwort „Reines Wasser hat einen pH-Wert von 7“ ist richtig: Reines Wasser hat bei Raumtemperatur einen pH-Wert von sieben.

Zum Weiterdenken: Drei der fünf Aussagen beschreiben dieselbe Eigenschaft unterschiedlich formuliert. Wie hilft dir das, die eine widersprechende Aussage zu finden?

MERKE

$2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ — amphoter heißt beides.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Wasser als amphoteren Stoff erkennen

PH-WERT

C191 C Der pH-Wert sinkt.

Wie verändert sich der pH-Wert, wenn man Wasser mit einer Säure mischt?

Richtig ist die Antwort „Der pH-Wert sinkt“. Gibt man eine Säure zu Wasser, steigt die Konzentration der Oxoniumionen, und weil der pH-Wert als negativer Zehnerlogarithmus dieser Konzentration definiert ist, sinkt er:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$$

Das Minuszeichen in der Definition ist der Schlüssel, denn mehr Säure bedeutet einen kleineren pH-Wert. Eine Änderung um eine Einheit entspricht dabei einer Verzehnfachung der Konzentration.

Die Antwort „Der pH-Wert steigt“ ist falsch: Der pH-Wert steigt beim Zugeben einer Base.

Die Antwort „Der pH-Wert bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bliebe er nur, wenn nichts Wirksames hinzukäme oder ein Puffer die Änderung abfinge.

Die Antwort „Der pH-Wert wird 7“ ist falsch: Ein pH-Wert von sieben gilt für reines Wasser bei Raumtemperatur. Durch Säurezugabe entfernt man sich davon.

Die Antwort „Der pH-Wert wird negativ“ ist falsch: Negative pH-Werte sind rechnerisch bei sehr hohen Säurekonzentrationen möglich, aber keine Folge des bloßen Mischens mit Wasser.

Zum Weiterdenken: Ein Unterschied von zwei pH-Einheiten entspricht dem Hundertfachen der Konzentration. Warum ist eine logarithmische Skala für einen Bereich über vierzehn Größenordnungen praktischer als eine lineare?

MERKE

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ — das Minuszeichen dreht die Richtung um.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Wirkung einer Säurezugabe auf den pH-Wert bestimmen

C192 A Der pH-Wert steigt an.

Was passiert, wenn man NaOH in Wasser löst?

Richtig ist die Antwort „Der pH-Wert steigt an“. Natriumhydroxid zerfällt in Wasser nach $\text{NaOH} \Rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$. Die Hydroxidionenkonzentration steigt, und weil $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ konstant bleibt, sinkt die Oxoniumionenkonzentration entsprechend. Ein kleinerer Wert im Logarithmus bedeutet wegen $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ einen größeren pH-Wert, die Lösung wird also basisch.

Die Antwort „Der pH-Wert sinkt ab“ ist falsch: Absinken würde der pH-Wert beim Zugeben einer Säure.

Die Antwort „Die OH⁻-Ionenkonzentration sinkt“ ist falsch: Die Hydroxidionenkonzentration steigt gerade an, denn sie werden ja zugeführt.

Die Antwort „Die H⁺-Ionenkonzentration steigt an“ ist falsch: Die Konzentration der Wasserstoffionen sinkt, weil das Ionenprodukt konstant bleibt.

Die Antwort „Der pH-Wert bleibt bei 7“ ist falsch: Bei sieben bliebe der Wert nur ohne wirksamen Zusatz.

Zum Weiterdenken: Steigt die eine Ionenkonzentration, sinkt die andere zwangsläufig. Warum ist diese Kopplung der Grund dafür, dass eine einzige Zahl — der pH-Wert — genügt, um beide zu beschreiben?

MERKE

Base hinein heißt mehr OH⁻, weniger H₃O⁺ und damit höherer pH.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Wirkung einer Base auf den pH-Wert bestimmen

C193 D Der pH-Wert steigt über 7

Was passiert, wenn eine Base in Wasser gelöst wird?

Richtig ist die Antwort „Der pH-Wert steigt über 7“. Löst man eine Base in Wasser, steigt die Hydroxidionenkonzentration, wegen $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ sinkt die Oxoniumionenkonzentration entsprechend, und der pH-Wert steigt über sieben.

Die Antwort „Die Konzentration der OH⁻-Ionen sinkt unter 10⁻⁷ mol/L“ ist falsch: Die Hydroxidionenkonzentration steigt gerade an.

Die Antwort „Die Konzentration der H⁺-Ionen steigt über 10⁻⁷ mol/L“ ist falsch: Die Konzentration der Wasserstoffionen sinkt, weil das Ionenprodukt konstant bleibt.

Die Antwort „Der pOH-Wert steigt über 7“ ist falsch: Der pOH-Wert sinkt unter sieben, denn er verhält sich zum pH-Wert gegenläufig — beide ergeben zusammen stets vierzehn.

Die Antwort „Der pH-Wert sinkt unter 7“ ist falsch: Unter sieben sinkt der pH-Wert beim Zugeben einer Säure.

Zum Weiterdenken: pH und pOH ergeben zusammen immer vierzehn. Wie berechnest du damit aus einem pOH-Wert von drei unmittelbar den pH-Wert?

MERKE

$\text{pH} + \text{pOH} = 14$ — die Base hebt den pH und senkt den pOH.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Wirkung einer Base auf pH und pOH bestimmen

BRØNSTED SÄUREN/BASEN

C194 C Eine Säure ist ein Protonendonator.

Was kennzeichnet eine Säure nach Brønsted?

Richtig ist die Antwort „Eine Säure ist ein Protonendonator“. Nach Brønsted ist eine Säure ein Protonendonator, gibt also ein Wasserstoffion ab. In Wasser wird dieses Proton nicht frei, sondern von einem Wassermolekül aufgenommen, sodass ein Oxoniumion entsteht – deshalb schreibt man in Reaktionsgleichungen genauer dieses Ion statt eines nackten Protons.

Die Antwort „Eine Säure ist ein Protonenakzeptor“ ist falsch: Ein Protonenakzeptor ist eine Base.

Die Antwort „Eine Säure ist ein Elektronendonator“ ist falsch: Elektronendonator und -akzeptor gehören zur Redoxchemie beziehungsweise zur Definition nach Lewis.

Die Antwort „Eine Säure gibt grundsätzlich OH⁻-Ionen ab“ ist falsch: Die Abgabe von Hydroxidionen kennzeichnet Basen nach der älteren Definition von Arrhenius.

Die Antwort „Eine Säure ist ein Elektronenakzeptor“ ist falsch: Ein Elektronenakzeptor ist eine Lewis-Säure; das ist ein weiter gefasster, aber anderer Begriff.

Zum Weiterdenken: Ein freies Proton ist in Wasser praktisch nicht vorhanden, weil es sofort gebunden wird. Warum ist die Schreibweise mit dem Oxoniumion deshalb genauer?

MERKE

Donator gibt, Akzeptor nimmt – Säure gibt das Proton ab.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Säure als Protonendonator benennen

C195 E Säuren geben Protonen ab, Basen nehmen Protonen auf.

Was ist laut der Brønsted-Theorie über Säuren und Basen richtig?

Richtig ist die Antwort „Säuren geben Protonen ab, Basen nehmen Protonen auf“. Nach Brønsted ist eine Säure ein Stoff, der Protonen abgibt, und eine Base ein Stoff, der Protonen aufnimmt. Der große Vorteil dieser Sichtweise gegenüber der älteren ist, dass sie ohne Wasser auskommt: Auch Ammoniak ist eine Base, obwohl es keine Hydroxidionen enthält, denn es nimmt ein Proton auf. Zudem tritt jede Säure zusammen mit ihrer korrespondierenden Base auf – gibt die Säure ihr Proton ab, entsteht ein Teilchen, das es wieder aufnehmen kann.

Die Antwort „Säuren nehmen Protonen auf“ ist falsch: Protonen aufnehmen ist die Aufgabe der Base.

Die Antwort „Säuren geben Elektronen ab“ ist falsch: Elektronen stehen im Mittelpunkt der Definition nach Lewis, nicht nach Brønsted.

Die Antwort „Basen geben Protonen ab“ ist falsch: Protonen abgeben ist die Aufgabe der Säure.

Die Antwort „Säuren nehmen Elektronen auf“ ist falsch:

Ein Elektronenakzeptor ist eine Lewis-Säure, was ein weiter gefasster Begriff ist.

Zum Weiterdenken: Wasser kann sowohl Protonen abgeben als auch aufnehmen. Welchen Namen trägt ein solcher Stoff, und warum ist gerade Wasser dafür das wichtigste Beispiel?

MERKE

Säure gibt Protonen ab, Base nimmt sie auf – Wasser kann beides.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Säuren und Basen nach Brønsted definieren

C196 B CH₄ (Methan)

Welcher der folgenden Stoffe ist KEINE Säure?

Richtig ist die Antwort „CH₄ (Methan)“. Methan ist keine Säure. Zwar enthält es Wasserstoff, doch entscheidend ist nicht das Vorhandensein, sondern die Abgabefähigkeit: Die Bindung zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff ist nahezu unpolar, weil sich die Elektronegativitäten kaum unterscheiden, und deshalb wird kein Proton abgegeben. Genau daran erkennt man, dass man nicht auf das Wasserstoffatom in der Formel schauen darf, sondern darauf, woran es gebunden ist.

Die Antwort „NH₄⁺ (Ammonium)“ ist falsch: Das Ammoniumion gibt ein Proton ab und wird dabei zu Ammoniak; es ist damit eine schwache Säure.

Die Antwort „HCl“ ist falsch: Chlorwasserstoff ist in Wasser eine sehr starke Säure.

Die Antwort „H₂SO₄“ ist falsch: Schwefelsäure ist eine starke, zweiprotonige Säure.

Die Antwort „CH₃COOH“ ist falsch: Essigsäure ist eine schwache Carbonsäure, die ihr Proton aus der Carboxylgruppe abgibt.

Zum Weiterdenken: Essigsäure enthält vier Wasserstoffatome, gibt aber nur eines ab. Woran erkennst du, welches der vier das saure ist?

MERKE

Nicht jedes Wasserstoffatom ist sauer – es kommt darauf an, wie polar seine Bindung ist.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Säuren an ihrer Fähigkeit zur Protonenabgabe erkennen

C197 D Base nimmt Protonen auf

Wie ist eine Base nach Brønsted definiert?

Richtig ist die Antwort „Base nimmt Protonen auf“. Eine Base nimmt nach Brønsted Protonen auf, ist also ein Protonenakzeptor. Das bekannteste Beispiel ist Ammoniak, das aus Wasser ein Proton aufnimmt und dabei Ammonium- und Hydroxidionen bildet — obwohl es selbst keine Hydroxidgruppe enthält.

Die Antwort „Säure nimmt Protonen auf“ ist falsch: Protonen aufnehmen ist die Aufgabe der Base und nicht der Säure.

Die Antwort „Base gibt Elektronen ab“ ist falsch: Elektronen stehen in der Definition nach Lewis im Mittelpunkt.

Die Antwort „Säure nimmt Elektronen auf“ ist falsch: Ein Elektronenakzeptor ist eine Lewis-Säure.

Die Antwort „Base gibt Protonen ab“ ist falsch: Protonen abgeben ist die Aufgabe der Säure.

Zum Weiterdenken: Ammoniak ist eine Base, obwohl es keine Hydroxidgruppe besitzt. Warum ist die Definition nach Brønsted damit weiter gefasst als die ältere nach Arrhenius?

MERKE

Base nimmt auf, Säure gibt ab — und beides bezieht sich auf Protonen.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Base nach Brønsted definieren

C198 C NH₃

Welcher der folgenden Stoffe reagiert in Wasser basisch?

Richtig ist die Antwort „NH₃“. Ammoniak reagiert in Wasser basisch, denn sein Stickstoffatom besitzt ein freies Elektronenpaar, mit dem es ein Proton aufnimmt:



Dabei entstehen Ammonium- und Hydroxidionen, und der pH-Wert steigt.

Die Antwort „CO₂“ ist falsch: Kohlenstoffdioxid ist ein Nichtmetalloxid und bildet in Wasser Kohlensäure.

Die Antwort „HCl“ ist falsch: Chlorwasserstoff ist eine starke Säure.

Die Antwort „SO₃“ ist falsch: Schwefeltrioxid bildet in Wasser Schwefelsäure und ist damit ausgesprochen sauer.

Die Antwort „CH₄“ ist falsch: Methan ist unpolar und reagiert weder sauer noch basisch.

Zum Weiterdenken: Ammoniak ist basisch, obwohl es keine Hydroxidgruppe enthält. Wie erklärt das freie Elektronenpaar am Stickstoff dieses Verhalten vollständig?

MERKE

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ — freies Elektronenpaar fängt Protonen.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Basisch reagierende Stoffe erkennen

C199 A HSO₄⁻ ist die konjugierte Base von H₂SO₄

Welche Aussage zu Schwefelsäure/Sulfat trifft zu?

Richtig ist die Antwort „HSO₄⁻ ist die konjugierte Base von H₂SO₄“. Gibt Schwefelsäure ein Proton ab, entsteht das Hydrogensulfation — und dieses ist die korrespondierende Base der Schwefelsäure. Ein solches Paar unterscheidet sich stets um genau ein Proton, und jede Säure hat eine korrespondierende Base und umgekehrt.

Die Antwort „Methionin und Tyrosin sind schwefelhaltige Aminosäuren“ ist falsch: Die schwefelhaltigen Aminosäuren sind Cystein und Methionin. Tyrosin enthält keinen Schwefel, sondern eine Hydroxylgruppe am Ring.

Die Antwort „Sulfate sind Tenside“ ist falsch: Tenside sind waschaktive Stoffe mit einem wasserfreundlichen und einem fettfreundlichen Ende. Manche tragen zwar eine Sulfatgruppe, doch Sulfationen allein sind keine Tenside.

Die Antwort „H₂SO₄ ist eine einprotonige Säure“ ist falsch: Schwefelsäure ist zweiprotonig und kann nacheinander zwei Protonen abgeben.

Die Antwort „Sulfat-Ionen sind stark reduzierend“ ist falsch: Sulfationen sind sehr stabil und wirken weder stark reduzierend noch oxidierend.

Zum Weiterdenken: Jede Säure hat eine korrespondierende Base, die sich um genau ein Proton unterscheidet. Welche korrespondierende Base gehört demnach zum Wasser; und welche Säure?

MERKE

Ein Proton weniger ergibt die korrespondierende Base — genau eines, nie mehr.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Korrespondierende Säure-Base-Paare bilden

C200 B CH₄

Welches Gas ergibt in Wasser gelöst KEINE Säure?

Richtig ist die Antwort „CH₄“. Methan bildet in Wasser keine Säure. Es ist unpolar, löst sich kaum und gibt keine Protonen ab, weil die Bindung zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff dafür viel zu wenig polar ist.

Die Antwort „HCl“ ist falsch: Chlorwasserstoff bildet Salzsäure.

Die Antwort „HBr“ ist falsch: Bromwasserstoff bildet Bromwasserstoffsäure, eine noch stärkere Säure als die Salzsäure.

Die Antwort „SO₃“ ist falsch: Schwefeltrioxid bildet mit Wasser Schwefelsäure.

Die Antwort „CO₂“ ist falsch: Kohlenstoffdioxid bildet Kohlensäure – eine schwache Säure, doch eine Säure.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Gase bilden Säuren, eines nicht. Welche gemeinsame Eigenschaft haben die vier, die dem fünften fehlt?

MERKE

Nichtmetalloxide und Halogenwasserstoffe werden sauer – Kohlenwasserstoffe bleiben neutral.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Neutrale Gase von sauren unterscheiden

C201 D Wasser kann als Säure reagieren, nicht aber als Base

Welche Aussage zu Wasser trifft NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „Wasser kann als Säure reagieren, nicht aber als Base“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Wasser kann sowohl als Säure als auch als Base reagieren, gibt also gegenüber Ammoniak ein Proton ab und nimmt gegenüber Salzsäure eines auf. Genau diese Doppelfähigkeit, sichtbar in $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$, macht es amphoter und zugleich zum idealen Lösungsmittel für Säuren und Basen.

Die Antwort „Wasser ist amphoter“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Amphoter ist die Fachbezeichnung für ebendiese Eigenschaft.

Die Antwort „Wasser hat eine hohe spezifische Wärmekapazität“ ist richtig: Wasser hat eine ungewöhnlich hohe Wärmekapazität, weshalb Seen und Meere als Wärmespeicher wirken und das Klima ausgleichen.

Die Antwort „Wasser bildet Wasserstoffbrückenbindungen aus“ ist richtig: Wasserstoffbrücken sind die Ursache fast aller Besonderheiten des Wassers.

Die Antwort „Wasser hat bei 4°C seine höchste Dichte“ ist richtig: Die größte Dichte liegt bei vier Grad.

Zum Weiterdenken: Die hohe Wärmekapazität des Wassers macht Küstenklimata milder als Landklimata. Wie hängt diese Eigenschaft mit den Wasserstoffbrücken zusammen?

MERKE

$2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ – amphoter heißt beides zugleich.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Amphoterie des Wassers prüfen

C202 A H₂PO₄⁻

Wie lautet die konjugierte Säure von Hydrogenphosphat (HPO₄²⁻)?

Richtig ist die Antwort „H₂PO₄⁻“. Die konjugierte Säure entsteht, indem man ein Proton hinzufügt:



Das Hydrogenphosphation trägt zwei negative Ladungen; nimmt es ein positiv geladenes Proton auf, bleibt eine negative Ladung übrig. Als Merkregel gilt: zur konjugierten Säure ein Proton hinzu, zur konjugierten Base eines weg.

Die Antwort „HPO₄²⁻“ ist falsch: Das ist der Ausgangsstoff selbst.

Die Antwort „PO₄³⁻“ ist falsch: Das Phosphation entsteht durch Abgabe eines Protons und ist damit die konjugierte Base.

Die Antwort „H₃PO₄“ ist falsch: Die Phosphorsäure entsteht erst nach Aufnahme von zwei Protonen.

Die Antwort „HPO₄⁻“ ist falsch: Diese Schreibweise ist in sich nicht stimmig, denn die Ladung passt nicht zur Zusammensetzung.

Zum Weiterdenken: Die Phosphorsäure bildet eine ganze Kette von vier Teilchen, die jeweils um ein Proton auseinanderliegen. Warum ist eine solche Kette für den Körper als Puffer besonders nützlich?

MERKE

Konjugierte Säure heißt + H⁺ und damit eine negative Ladung weniger.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die konjugierte Säure eines Ions bilden

SÄURESTÄRKE**C203 B Die H₃O⁺-Konzentration ist größer als die OH⁻-Konzentration.**

Wie verhält sich die Konzentration von H₃O⁺ und OH⁻-Ionen in einer sauren Lösung?

Richtig ist die Antwort „Die H₃O⁺-Konzentration ist größer als die OH⁻-Konzentration“. In einer sauren Lösung überwiegen die Oxoniumionen die Hydroxidionen. Beide sind stets gleichzeitig vorhanden, denn Wasser zerfällt in geringem Umfang selbst, und ihr Produkt ist bei Raumtemperatur konstant:

$$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

Steigt also die eine Konzentration, muss die andere zwangsläufig sinken.

Die Antwort „Die OH⁻-Konzentration ist größer als die H₃O⁺-Konzentration“ ist falsch: Überwiegen die Hydroxidionen, ist die Lösung basisch.

Die Antwort „Beide Konzentrationen sind gleich groß“ ist falsch: Gleich groß sind beide nur in einer neutralen Lösung, dann jeweils zehn hoch minus sieben mol je Liter.

Die Antwort „Es liegen keine OH⁻-Ionen vor“ ist falsch: Hydroxidionen sind auch in der stärksten Säure vorhanden, wenn auch in verschwindend geringer Menge. Wegen des konstanten Produkts kann ihre Konzentration nie null werden.

Die Antwort „Es liegen keine H_3O^+ -Ionen vor“ ist falsch: Ebenso wenig verschwinden die Oxoniumionen jemals vollständig.

Zum Weiterdenken: Das Produkt beider Konzentrationen bleibt immer gleich. Wie lässt sich damit aus einem pH-Wert von drei unmittelbar die Hydroxidionenkonzentration bestimmen?

MERKE

$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ — beide Ionen sind immer da.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Das Verhältnis von Oxonium- und Hydroxidionen im Säuren bestimmen

C204 B Es handelt sich um eine starke Säure.

Was bedeutet ein pKs-Wert von -1 für eine Säure?

Richtig ist die Antwort „Es handelt sich um eine starke Säure“. Ein pKs-Wert von minus eins kennzeichnet eine starke Säure, denn es gilt $\text{pK}_\text{S} = -\log_{10} K_\text{S}$, und wie beim pH-Wert dreht das Minuszeichen die Richtung um: Je kleiner der pKs-Wert, desto stärker die Säure. Salzsäure liegt bei etwa -6, Essigsäure bei rund 4,8 und Kohlensäure noch darüber.

Die Antwort „Es handelt sich um eine starke Base“ ist falsch: Der pKs-Wert beschreibt Säuren; für Basen verwendet man den pKb-Wert.

Die Antwort „Ein negativer pKs-Wert ist chemisch nicht möglich“ ist falsch: Negative pKs-Werte sind bei starken Säuren die Regel und keineswegs unmöglich.

Die Antwort „Die Säure liegt in wässriger Lösung überwiegend undissoziiert vor“ ist falsch: Überwiegend undissoziiert liegen schwache Säuren vor. Eine starke Säure gibt ihr Proton in Wasser nahezu vollständig ab.

Die Antwort „Es handelt sich um eine sehr schwache Säure“ ist falsch: Sehr schwache Säuren haben hohe pKs-Werte.

Zum Weiterdenken: Je kleiner der pKs-Wert, desto stärker die Säure — dieselbe Umkehrung wie beim pH-Wert. Woran liegt es, dass beide Größen sich so verhalten?

MERKE

$\text{pK}_\text{S} = -\log K_\text{S}$ — kleiner pKs heißt starke Säure.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den pKs-Wert als Maß der Säurestärke deuten

C205 C Das Säureanion ist eine schwache Base

Eine Säure hat einen pKs von 5,75. Was trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Säureanion ist eine schwache Base“. Ein pKs-Wert von 5,75 kennzeichnet eine schwache Säure, denn $K_\text{S} = 10^{-5,75}$ ist sehr klein. Daraus folgt unmittelbar die Aussage über ihr Anion, denn je schwächer eine Säure, desto stärker ihre korrespondierende Base — bei einer nur mäßig schwachen Säure ist das Anion entsprechend eine schwache Base. Beide Werte hängen fest zusammen über $\text{pK}_\text{S} + \text{pK}_\text{B} = 14$.

Die Antwort „Es handelt sich um eine starke Säure“ ist falsch: Starke Säuren haben pKs-Werte unter etwa null; 5,75 liegt deutlich darüber.

Die Antwort „ $K_\text{S} = 10^{-5,75}$ “ ist falsch: Der pKs-Wert ist der negative Logarithmus, weshalb die Säurekonstante zehn hoch minus 5,75 beträgt — also ein sehr kleiner Wert.

Die Antwort „Kann in einem Puffersystem nicht mitwirken“ ist falsch: Gerade schwache Säuren eignen sich als Puffer, und zwar am besten in der Nähe ihres pKs-Werts. Eine Säure mit pKs 5,75 puffert im leicht sauren Bereich hervorragend.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Ein Puffer wirkt am besten bei einem pH-Wert nahe dem pKs seiner Säure. Warum ist das genau der Punkt, an dem Säure und korrespondierende Base in gleicher Menge vorliegen?

MERKE

$\text{pK}_\text{S} + \text{pK}_\text{B} = 14$ — schwache Säure heißt stärkere korrespondierende Base.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Säurestärke und Basenstärke des korrespondierenden Paares verknüpfen

C206 D Bei einem pH-Wert von 3 liegt das Gleichgewicht auf der linken Seite

Die Kohlensäure hat einen pKs-Wert von 6,35 und dissoziiert wie folgt in Wasser: $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Bei einem pH-Wert von 3 liegt das Gleichgewicht auf der linken Seite“. Der pKs-Wert der Kohlensäure liegt bei 6,35. Liegt der pH-Wert der Lösung darunter, etwa bei drei, herrscht ein Überschuss an Oxoniumionen, und nach dem Prinzip des kleinsten Zwangs weicht $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ nach links aus, hin zur undissoziierten Säure. Als Faustregel gilt $\text{pH} < \text{pK}_\text{S}$ für die Säureform und $\text{pH} > \text{pK}_\text{S}$ für die Anionenform.

Die Antwort „Die Säure dissoziiert vollständig“ ist falsch: Vollständig dissoziieren nur starke Säuren; bei einem pKs-Wert von 6,35 handelt es sich um eine schwache Säure.

Die Antwort „Hydrogencarbonat dissoziiert zu Dihydrogencarbonat“ ist falsch: Hydrogencarbonat gibt ein weiteres Proton ab und wird dabei zu Carbonat. Ein Dihydrogencarbonat gibt es nicht, denn die Kohlensäure trägt nur zwei Protonen.

Die Antwort „Bei neutralem pH-Wert dissoziieren Hydrogencarbonat-Ionen vollständig“ ist falsch: Bei neutralem pH-Wert liegt Hydrogencarbonat ganz überwiegend unverändert vor; seine weitere Abgabe erfolgt erst im deutlich basischen Bereich.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Nicht alle Aussagen treffen zu.

Zum Weiterdenken: Unterhalb des pK_s -Werts überwiegt die Säure, oberhalb ihr Anion, und genau beim pK_s -Wert liegen beide gleich häufig vor. Warum ist gerade dieser Punkt der wirksamste Bereich eines Puffers?

MERKE

$pH < pK_s$ heißt Säureform, $pH > pK_s$ heißt Anionenform.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Lage eines Säure-Base-Gleichgewichts aus dem pH-Wert ableiten

C207 D Blausäure

Was ist eine schwache Säure?

Richtig ist die Antwort „Blausäure“. Blausäure ist mit einem pK_s -Wert von etwa neun eine sehr schwache Säure — sie gibt ihr Proton kaum ab und liegt in Wasser fast vollständig undissoziiert vor. Ihre Gefährlichkeit hat mit der Säurestärke deshalb nichts zu tun, sondern beruht darauf, dass das Cyanidion die Atmungskette blockiert.

Die Antwort „Salzsäure“ ist falsch: Salzsäure ist eine der stärksten Säuren mit einem pK_s -Wert um minus sechs.

Die Antwort „Schwefelsäure“ ist falsch: Schwefelsäure ist in ihrer ersten Protonenabgabe ebenfalls sehr stark.

Die Antwort „Salpetersäure“ ist falsch: Salpetersäure zählt zu den starken Mineralsäuren.

Die Antwort „Perchlorsäure“ ist falsch: Perchlorsäure gilt als eine der stärksten Säuren überhaupt.

Zum Weiterdenken: Blausäure ist chemisch schwach und dennoch hochgiftig. Was sagt dieses Beispiel darüber aus, dass Säurestärke und Giftigkeit zwei ganz verschiedene Eigenschaften sind?

MERKE

Säurestärke sagt nichts über Gefährlichkeit — Blausäure ist schwach und tödlich zugleich.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Schwache von starken Säuren unterscheiden

C208 C Die Säure dissoziiert nahezu vollständig

Eine Säure hat einen pK_s -Wert von $-1,34$. Welche Aussage trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Säure dissoziiert nahezu vollständig“. Ein pK_s -Wert von minus $1,34$ kennzeichnet eine starke Säure, die in wässriger Lösung nahezu vollständig dissoziiert. Je kleiner der pK_s -Wert, desto stärker die Säure — bei negativen Werten ist die Abgabe des Protons praktisch vollständig.

Die Antwort „ K_s ist kleiner als 1“ ist falsch: Ein negativer pK_s -Wert bedeutet gerade, dass K_s größer als eins ist, denn der pK_s -Wert ist der negative Zehnerlogarithmus von K_s .

Die Antwort „Das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Edukte“ ist falsch: Bei einer starken Säure liegt das Gleichgewicht weit auf der Seite der Produkte, also der abgespaltenen Protonen und der Säurerest-Ionen.

Die Antwort „Die Säure ist eine schwache Säure“ ist falsch: Eine schwache Säure hätte einen deutlich positiven pK_s -Wert.

Die Antwort „Der pK_s -Wert zeigt eine sehr schwache Säure an“ ist falsch: Sehr schwache Säuren liegen bei Werten über etwa zehn.

Zum Weiterdenken: pK_s -Wert, Säurekonstante und Lage des Gleichgewichts sagen alle dasselbe aus. Wie rechnest du zwischen ihnen um?

MERKE

Negativer pK_s heißt Konstante über eins, Gleichgewicht rechts und vollständige Dissoziation — dreimal dasselbe.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Einen negativen pK_s -Wert deuten

C209 A Das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Produkte

Eine Säure hat einen pK_s -Wert von $-1,36$. Welche Aussage trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Produkte“. Ein pK_s -Wert von minus $1,36$ kennzeichnet eine starke Säure, die ihr Proton nahezu vollständig abgibt. Das Gleichgewicht der Dissoziation liegt damit weit auf der Produktseite, also bei den Ionen.

Die Antwort „Die Säure dissoziiert nur unvollständig“ ist falsch: Unvollständig dissoziieren schwache Säuren.

Die Antwort „ $pK_s = \log(K_s)$ “ ist falsch: Der pK_s -Wert ist der negative Logarithmus der Säurekonstanten. Ohne das Minuszeichen kehrte sich die gesamte Skala um.

Die Antwort „ K_s ist kleiner als 1“ ist falsch: Bei negativem pK_s -Wert ist die Säurekonstante größer als eins.

Die Antwort „Es handelt sich um eine schwache Säure“ ist falsch: Schwache Säuren haben deutlich positive pK_s -Werte.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in zwei aufeinanderfolgenden Jahren mit fast identischem Zahlenwert. Was folgt daraus für die Frage, wie tief man den Zusammenhang zwischen pKs-Wert und Dissoziation verstehen sollte?

MERKE

Negativer pKs heißt starke Säure und Gleichgewicht weit rechts.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Einen negativen pKs-Wert erneut deuten

C210 E Oxosäuren sind generell stärker, je mehr Sauerstoffatome sie enthalten

Welche Aussage zu Säuren ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Oxosäuren sind generell stärker, je mehr Sauerstoffatome sie enthalten“. Bei Sauerstoffsäuren desselben Zentralatoms steigt die Stärke mit der Zahl der Sauerstoffatome. Der Grund liegt in der Stabilität des zurückbleibenden Anions, denn je mehr Sauerstoffatome die negative Ladung untereinander aufteilen können, desto stabiler ist es und desto bereitwilliger wird das Proton abgegeben. Die Reihe $\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$ zeigt das eindrucksvoll – von der schwachen hypochlorigen Säure bis zur außerordentlich starken Perchlorsäure.

Die Antwort „Eine starke Säure hat eine starke konjugierte Base“ ist falsch: Eine starke Säure hat eine schwache konjugierte Base; beide verhalten sich gegenläufig.

Die Antwort „Eine schwache Säure hat eine große Säurekonstante K_s “ ist falsch: Eine schwache Säure hat eine kleine Säurekonstante und einen großen pKs-Wert.

Die Antwort „ HSO_4^- kann in Wasser ausschließlich als Base fungieren“ ist falsch: Das Hydrogensulfat ist amphoter, es kann also beides. Als Säure gibt es sein verbleibendes Proton ab und wird zum Sulfat, als Base nimmt es eines auf und wird zur Schwefelsäure. Das Wort „ausschließlich“ macht die Aussage unzutreffend.

Die Antwort „Natriumhydrogencarbonat senkt in Wasser den pH-Wert unter 7“ ist falsch: Natriumhydrogencarbonat reagiert in Wasser leicht basisch und hebt den pH-Wert – genau deshalb hilft es gegen Sodbrennen.

Zum Weiterdenken: Je mehr Sauerstoffatome, desto besser lässt sich die negative Ladung verteilen. Wie erklärt dieser Gedanke die gesamte Reihe der Chlorsäuren ohne einen einzigen Zahlenwert?

MERKE

$\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$ – mehr Sauerstoff heißt stärkere Säure.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Den Einfluss der Sauerstoffzahl auf die Säurestärke verstehen

MINERALSÄUREN**C211 B HNO_3 (Salpetersäure aus Stickoxiden)**

Was trägt maßgeblich zur Entstehung von saurem Regen bei?

Richtig ist die Antwort „ HNO_3 (Salpetersäure aus Stickoxiden)“. Zum sauren Regen tragen vor allem Salpetersäure und Schwefelsäure bei. Sie entstehen, wenn Stickoxide und Schwefeldioxid aus Verbrennungsvorgängen in die Luft gelangen, dort weiter oxidiert werden und sich mit Wasser verbinden. Stickoxide bilden sich in jedem heißen Verbrennungsvorgang, weil sich bei hohen Temperaturen sogar der träge Luftstickstoff mit Sauerstoff verbindet.

Die Antwort „ H_2S (Schwefelwasserstoff)“ ist falsch: Schwefelwasserstoff ist zwar ein Schwefelgas und riecht nach faulen Eiern, spielt aber für den sauren Regen keine tragende Rolle – dort ist Schwefeldioxid der Ausgangsstoff.

Die Antwort „ CH_4 (Methan)“ ist falsch: Methan ist ein starkes Treibhausgas, trägt aber nicht zur Versauerung bei.

Die Antwort „ O_2 (Sauerstoff)“ ist falsch: Sauerstoff selbst ist nicht sauer.

Die Antwort „ N_2 (Stickstoff)“ ist falsch: Stickstoff als Molekül ist reaktionsträge; erst seine Oxide sind das Problem.

Zum Weiterdenken: Stickoxide entstehen aus Bestandteilen der Luft selbst, sobald es heiß genug wird. Warum lässt sich ihre Entstehung dadurch nicht einfach durch besseren Kraftstoff verhindern?

MERKE

Stickoxide und Schwefeldioxid werden in der Luft zu Salpeter- und Schwefelsäure.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Ursachen des sauren Regens benennen

C212 C HCl

Unten ist eine Liste von vier Gasen angegeben. Welches der folgenden Gase bildet in Wasser gelöst eine Säure?

Richtig ist die Antwort „ HCl “. Chlorwasserstoff löst sich in Wasser und bildet dabei Salzsäure, eine der stärksten Säuren überhaupt:



Das Molekül gibt sein Proton nahezu vollständig ab, weil die Bindung zwischen Wasserstoff und Chlor stark polar ist.

Die Antwort „ NH_3 “ ist falsch: Ammoniak reagiert in Wasser basisch, denn es nimmt ein Proton auf und bildet Ammoniumionen sowie Hydroxidionen.

Die Antwort „He“ ist falsch: Helium ist ein Edelgas mit vollständig besetzter Außenschale. Es reagiert unter Normalbedingungen mit nichts und löst sich in Wasser nur in Spuren, ohne den pH-Wert zu verändern.

Die Antwort „CH₄“ ist falsch: Methan ist nahezu unpolar und reagiert weder sauer noch basisch; es löst sich kaum in Wasser.

Die Antwort „N₂“ ist falsch: Stickstoff ist reaktionsträge und löst sich nur in geringer Menge physikalisch.

Zum Weiterdenken: Nichtmetalloxide reagieren in Wasser sauer, Metalloxide basisch. Wie hilft dir diese Regel, das Verhalten unbekannter Oxide vorherzusagen?

MERKE

$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ — Ammoniak dagegen wird basisch.

LEHRTEXT IM KURS**Säure-Base-Reaktionen**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Gase erkennen, die in Wasser sauer reagieren

C213 B Hydrogensulfat

Schwefelsäure spaltet ein Proton ab. Welche Verbindung entsteht?

Richtig ist die Antwort „Hydrogensulfat“. Gibt Schwefelsäure ihr erstes Proton ab, entsteht das Hydrogensulfation. Die Vorsilbe Hydrogen zeigt an, dass noch ein abgebares Wasserstoffion vorhanden ist. Erst nach Abgabe des zweiten entsteht das Sulfation.

Die Antwort „Hydrogensulfid“ ist falsch: Hydrogensulfid stammt vom Schwefelwasserstoff, der keinen Sauerstoff enthält.

Die Antwort „Hydrogensulfit“ ist falsch: Hydrogensulfit stammt von der schwefligen Säure mit einem Sauerstoffatom weniger.

Die Antwort „Sulfat“ ist falsch: Das Sulfation entsteht erst nach Abgabe beider Protonen.

Die Antwort „Schwefeltrioxid“ ist falsch: Schwefeltrioxid ist ein Gas und die Vorstufe der Schwefelsäure, kein Ion.

Zum Weiterdenken: Mehrprotonige Säuren geben ihre Protonen nacheinander und mit jeweils eigenem pK_s-Wert ab. Warum wird die zweite Abgabe stets schwerer als die erste?

MERKE

Erstes Proton weg ergibt Hydrogensulfat, zweites weg ergibt Sulfat.

LEHRTEXT IM KURS**Säure-Base-Reaktionen**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Zwischenstufe der Schwefelsäure benennen

C214 E Salzsäure

Welche Säure zählt zu den nicht-sauerstoffhaltigen Säuren?

Richtig ist die Antwort „Salzsäure“. Salzsäure ist die wässrige Lösung von Chlorwasserstoff und enthält keinen Sauerstoff. Man erkennt das schon am Namen ihres Salzes: Chlorid endet auf -id, und diese Endung kennzeichnet stets die sauerstofffreien Säurereste. Alle übrigen genannten Säuren tragen dagegen Sauerstoff und unterscheiden sich nur in dessen Anzahl.

Die Antwort „Hypochlorsäure“ ist falsch: Die hypochlorige Säure enthält ein Sauerstoffatom.

Die Antwort „Perchlorsäure“ ist falsch: Die Perchlorsäure enthält vier Sauerstoffatome und ist die sauerstoffreichste der Reihe.

Die Antwort „Chlorsäure“ ist falsch: Die Chlorsäure enthält drei.

Die Antwort „Chlorige Säure“ ist falsch: Die chlorige Säure enthält zwei.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilben hypo- und per- sowie die Endungen -ig und -säure staffeln den Sauerstoffgehalt. Wie ordnest du damit vier Säuren desselben Elements der Reihe nach?

MERKE

Endung -id beim Salz heißt sauerstofffreie Säure — hypo-, -ig-, -säure und per staffeln den Sauerstoff.

LEHRTEXT IM KURS**Säure-Base-Reaktionen**

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Sauerstofffreie Säuren erkennen

C215 C HCl

Welches der folgenden Gase bildet in Wasser gelöst eine Säure?

Richtig ist die Antwort „HCl“. Chlorwasserstoff bildet in Wasser Salzsäure, $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$, und ist damit die eindeutigste saure Antwort. Die Bindung zwischen Wasserstoff und Chlor ist stark polar, sodass das Proton nahezu vollständig an das Wasser abgegeben wird.

Die Antwort „He“ ist falsch: Helium ist ein Edelgas und reagiert nicht mit Wasser. Es löst sich nur in Spuren rein physikalisch und verändert den pH-Wert nicht.

Die Antwort „CH₄“ ist falsch: Methan ist unpolar und reagiert weder sauer noch basisch.

Die Antwort „NH₃“ ist falsch: Ammoniak reagiert basisch, weil es ein Proton aufnimmt.

Die Antwort „NH₄⁺“ ist falsch: Das Ammoniumion ist zwar eine schwache Säure, aber kein Gas — es liegt in Lösung als Ion vor.

Zum Weiterdenken: Chlorgas in Wasser bildet zugleich eine Säure und ein Bleichmittel. Welche Art von Reaktion liegt vor, wenn aus einem einzigen Ausgangsstoff zwei Verbindungen mit verschiedener Oxidationszahl entstehen?

MERKE

$\text{HCl} \Rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ — Ammoniak wird basisch, Methan bleibt neutral.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Saure Gase erneut erkennen

SALZE**C216 A Das Salz dissoziiert in Na^+ - und Cl^- -Ionen.**

Was passiert, wenn man Natriumchlorid (NaCl) in Wasser gibt?

Richtig ist die Antwort „Das Salz dissoziiert in Na^+ - und Cl^- -Ionen“. Kochsalz zerfällt beim Lösen in Wasser in seine Ionen, $\text{NaCl}_{(\text{s})} \Rightarrow \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$. Möglich wird das, weil Wasser ein Dipol ist: Die negativen Sauerstoffseiten der Wassermoleküle lagern sich an die Natriumionen an, die positiven Wasserstoffseiten an die Chloridionen, und diese Hydrathüllen halten die Ionen voneinander getrennt. Dass gelöstes Kochsalz Strom leitet, ist der unmittelbare Beleg dafür, dass frei bewegliche Ionen vorliegen.

Die Antwort „Es entsteht eine chemische Reaktion mit Gasbildung“ ist falsch: Es entsteht kein Gas; das Lösen ist ein physikalischer Vorgang und keine chemische Reaktion im engeren Sinn.

Die Antwort „Der pH-Wert der Lösung wird stark sauer“ ist falsch: Eine Kochsalzlösung ist neutral, denn weder Natrium- noch Chloridionen reagieren nennenswert mit Wasser. Salze reagieren nur dann sauer oder basisch, wenn sie sich von einer schwachen Säure oder Base ableiten.

Die Antwort „Es bildet sich ein unlöslicher Niederschlag“ ist falsch: Kochsalz ist gut löslich; ein Niederschlag entsteht nicht.

Die Antwort „Es entsteht Natriumhydroxid“ ist falsch: Natriumhydroxid bildet sich nicht.

Zum Weiterdenken: Kochsalzlösung ist neutral, eine Sodalösung dagegen basisch. Woran erkennst du an einem Salz, ob seine Lösung neutral, sauer oder basisch reagiert?

MERKE

$\text{NaCl} \Rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ — freie Ionen mit Hydrathülle leiten Strom.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Das Lösen eines Salzes als Dissoziation beschreiben

C217 D H_3PO_4 - Phosphat

Welche Säure-Salz-Zuordnung ist richtig?

Richtig ist die Antwort „ H_3PO_4 - Phosphat“. Phosphorsäure H_3PO_4 bildet als Salz das Phosphat PO_4^{3-} . Die Zuordnung folgt einer festen Regel: Die sauerstoffreichere Säure endet auf -säure und ihr Rest auf -

at, die sauerstoffärmere auf -ige Säure und ihr Rest auf -it. Damit lassen sich alle übrigen Paare überprüfen, etwa $\text{HNO}_3 \Rightarrow \text{NO}_3^-$ als Nitrat und $\text{HNO}_2 \Rightarrow \text{NO}_2^-$ als Nitrit.

Die Antwort „ HNO_3 - Nitrit“ ist falsch: Salpetersäure bildet Nitrat. Nitrit stammt von der salpetrigen Säure mit einem Sauerstoffatom weniger.

Die Antwort „ H_2SO_4 - Sulfit“ ist falsch: Schwefelsäure bildet Sulfat. Sulfit stammt von der schwefligen Säure.

Die Antwort „ H_2CO_3 - Carbid“ ist falsch: Kohlensäure bildet Carbonat. Ein Carbid ist eine ganz andere Verbindungs-kategorie, in der Kohlenstoff als negativ geladener Partner mit einem Metall auftritt.

Die Antwort „ HCl - Chlorat“ ist falsch: Salzsäure bildet Chlorid. Chlorat stammt von der Chlorsäure, die zusätzlich Sauerstoff enthält.

Zum Weiterdenken: Aus dem Namen einer Säure lässt sich der Name ihres Salzes ableiten und umgekehrt. Wie prüfst du mit dieser Regel in wenigen Sekunden fünf angebotene Paare?

MERKE

-säure wird zu -at, -ige Säure zu -it, sauerstofffreie Säuren zu -id.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Säuren ihren Säurerestionen zuordnen

C218 A Das NaCl löst sich einfach auf, es findet keine Neutralisationsreaktion statt (NaCl ist bereits ein neutrales Salz).

Was passiert, wenn man festes NaCl in eine NaOH -Lösung gibt?

Richtig ist die Antwort „Das NaCl löst sich einfach auf, es findet keine Neutralisationsreaktion statt (NaCl ist bereits ein neutrales Salz)“. Kochsalz löst sich in Natronlauge einfach auf, ohne dass eine Reaktion stattfindet. Der Grund ist, dass eine Neutralisation eine Säure und eine Base voraussetzt, nämlich $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Kochsalz liefert weder das eine noch das andere, sondern nur Natrium- und Chloridionen, die in der Lösung unbeteiligt nebeneinander vorliegen. Die Lauge bleibt entsprechend basisch.

Die Antwort „Es kommt zu einer heftigen Neutralisationsreaktion“ ist falsch: Für eine Neutralisation fehlt der Reaktionspartner.

Die Antwort „Es entsteht Chlorgas“ ist falsch: Chlorgas entsteht aus Chloridionen erst bei einer Oxidation, etwa bei der Elektrolyse oder durch ein starkes Oxidationsmittel. Bloßes Auflösen genügt dafür nicht.

Die Antwort „Der pH-Wert der Lösung sinkt stark ab“ ist falsch: Der pH-Wert sinkt nicht, denn es wird keine Säure zugegeben.

Die Antwort „Es bildet sich Natriumhydrid“ ist falsch: Natriumhydrid ist eine ganz andere Verbindung, in der Wasserstoff negativ geladen vorliegt, und entsteht hier

nicht.

Zum Weiterdenken: Eine Neutralisation braucht immer beide Partner. Woran erkennst du an einer Aufgabe schnell, ob überhaupt eine Reaktion stattfinden kann?

MERKE

$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ — ohne Säure keine Neutralisation.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Erkennen, wann keine Neutralisation stattfindet

C219 B H₃PO₄ - Phosphat

Welche Säure-Salz-Zuordnung ist richtig?

Richtig ist die Antwort „H₃PO₄ - Phosphat“. Das vollständig deprotonierte Salz der Phosphorsäure heißt Phosphat, wie die Stufenfolge $\text{H}_3\text{PO}_4 \Rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- \Rightarrow \text{HPO}_4^{2-} \Rightarrow \text{PO}_4^{3-}$ zeigt. Die Endung -at steht dabei für die sauerstoffreiche Form, bei der alle drei Protonen abgegeben wurden.

Die Antwort „H₃PO₄ - Phosphit“ ist falsch: Phosphit leitet sich von der phosphorigen Säure ab, die ein Sauerstoffatom weniger enthält.

Die Antwort „H₃PO₄ - Phosphid“ ist falsch: Ein Phosphid ist eine ganz andere Verbindungsklasse, in der Phosphor als dreifach negativ geladenes Ion mit einem Metall auftritt — vergleichbar mit einem Chlorid.

Die Antwort „H₃PO₄ - Hydrogenphosphat“ ist falsch: Hydrogenphosphat entsteht, wenn die Phosphorsäure nur zwei ihrer drei Wasserstoffionen abgibt. Es ist damit eine Zwischenstufe und tatsächlich ein wichtiger Bestandteil des Blutpuffers.

Die Antwort „H₃PO₄ - Pyrophosphat“ ist falsch: Pyrophosphat entsteht, wenn zwei Phosphateinheiten unter Wasserabspaltung verknüpft werden.

Zum Weiterdenken: Phosphorsäure kann drei Wasserstoffionen abgeben und bildet dadurch drei verschiedene Salze. Warum eignet sich ausgerechnet eine solche mehrprotonige Säure gut als Puffer?

MERKE

$\text{H}_3\text{PO}_4 \Rightarrow \dots \Rightarrow \text{PO}_4^{3-}$ — drei Protonen, drei Stufen.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Das Salz der Phosphorsäure benennen

C220 C H₂SO₄ - Sulfat

Welche Säure-Salz-Zuordnung ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „H₂SO₄ - Sulfat“. Schwefelsäure H₂SO₄ bildet als Salz das Sulfat SO₄²⁻. Die Regel dahinter lautet: sauerstoffreiche Säure auf -säure ergibt -at, die

sauerstoffärmere -ige Säure ergibt -it, hier also H₂SO₃ ⇒ SO₃²⁻ als Sulfit, und eine sauerstofffreie Säure ergibt -id, etwa H₂S ⇒ S²⁻ als Sulfid.

Die Antwort „H₂SO₄ - Sulfid“ ist falsch: Sulfid ist das Salz des Schwefelwasserstoffs, der keinen Sauerstoff enthält.

Die Antwort „HNO₃ - Nitrid“ ist falsch: Salpetersäure bildet Nitrat. Nitrid ist die Verbindung von Stickstoff mit einem Metall, in der Stickstoff dreifach negativ geladen ist.

Die Antwort „H₃PO₄ - Phosphit“ ist falsch: Phosphorsäure bildet Phosphat; Phosphit stammt von der phosphorigen Säure.

Die Antwort „H₂CO₃ - Carbid“ ist falsch: Kohlensäure bildet Carbonat; ein Carbid ist die Verbindung von Kohlenstoff mit einem Metall.

Zum Weiterdenken: Die Endungen -at, -it und -id lassen sich auf jede Säure anwenden. Wie prüfst du damit fünf angebotene Paare in wenigen Sekunden?

MERKE

Viel Sauerstoff heißt -at, weniger -it, gar keiner -id.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Säure-Salz-Paare erneut prüfen

C221 C H₂CO₃ - Carbonat, H₃PO₄ - Phosphat

Welche Säure-Salz-Zuordnung ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „H₂CO₃ - Carbonat, H₃PO₄ - Phosphat“. Kohlensäure H₂CO₃ bildet das Carbonat CO₃²⁻, Phosphorsäure H₃PO₄ das Phosphat PO₄³⁻. Beide folgen derselben Regel, wonach die sauerstoffreiche Säure auf -säure ein Salz auf -at ergibt.

Die Antwort „H₂CO₃ - Carbid, H₃PO₄ - Phosphit“ ist falsch: Ein Carbid ist die Verbindung von Kohlenstoff mit einem Metall, und Phosphit stammt von der phosphorigen Säure.

Die Antwort „H₂CO₃ - Hydrogencarbonat, H₃PO₄ - Phosphid“ ist falsch: Hydrogencarbonat ist zwar ein echtes Ion, aber die nur teilweise deprotonierte Zwischenstufe und nicht das vollständige Salz. Phosphid ist wiederum die Metallverbindung des Phosphors.

Die Antwort „H₂CO₃ - Carbonit, H₃PO₄ - Phosphonat“ ist falsch: Carbonit und Phosphonat sind in diesem Zusammenhang keine gebräuchlichen Zuordnungen.

Die Antwort „H₂CO₃ - Kohlenstoffoxid, H₃PO₄ - Phosphorat“ ist falsch: Kohlenstoffoxid ist ein Gas und kein Salz; Phosphorat gibt es nicht.

Zum Weiterdenken: Hydrogencarbonat ist die Zwischenstufe zwischen Kohlensäure und Carbonat und zugleich der wichtigste Puffer des Blutes. Warum sind gerade Zwischenstufen mehrprotoniger Säuren so nützlich?

MERKE

Vollständig deprotoniert heißt -at, teilweise Hydrogen-, mit Metall verbunden -id.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Zwei Säure-Salz-Paare zugleich prüfen

C222 D Kochsalz besteht aus Na⁺- und Cl⁻-Ionen mit der Summenformel NaCl.

Welche Aussage über Kochsalz ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Kochsalz besteht aus Na⁺- und Cl⁻-Ionen mit der Summenformel NaCl“. Kochsalz besteht aus einfach positiv geladenen Natriumionen und einfach negativ geladenen Chloridionen im Verhältnis eins zu eins, woraus sich die Formel NaCl ergibt. Streng genommen gibt es dabei gar keine einzelnen Moleküle: Im Kristall ist jedes Natriumion von sechs Chloridionen umgeben und umgekehrt, sodass die Formel lediglich das Zahlenverhältnis angibt.

Die Antwort „Kochsalz besteht aus kovalent gebundenen Na- und Cl-Atomen“ ist falsch: Kovalent sind die Bindungen nicht; zwischen Metall und Nichtmetall liegt eine Ionenbindung vor.

Die Antwort „Die Summenformel von Kochsalz lautet Na₂Cl“ ist falsch: Zwei Natriumionen auf ein Chloridion ergäben eine positive Gesamtladung.

Die Antwort „Kochsalz besteht aus Na²⁺ und Cl²⁻-Ionen“ ist falsch: Natrium bildet einfach positive Ionen, Chlor einfach negative; zweifache Ladungen treten hier nicht auf.

Die Antwort „Kochsalz ist ein Molekül ohne Ionenbindung“ ist falsch: Ohne Ionenbindung gäbe es weder den hohen Schmelzpunkt noch die Leitfähigkeit der Lösung.

Zum Weiterdenken: Die Formel gibt nur ein Verhältnis an, kein Molekül. Warum spricht man bei Salzen deshalb genauer von einer Verhältnisformel?

MERKE

Bei Salzen beschreibt die Formel ein Verhältnis, kein einzelnes Teilchen.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Aufbau und Formel des Kochsalzes beschreiben

C223 A Es fällt sofort ein Feststoff (Niederschlag) aus.

Was passiert bei einer Neutralisationsreaktion mit HCl und NaOH NICHT?

Richtig ist die Antwort „Es fällt sofort ein Feststoff (Niederschlag) aus“, denn gesucht ist, was nicht geschieht. Bei der Neutralisation $\text{HCl} + \text{NaOH} \Rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ fällt kein Niederschlag aus, weil das entstehende Kochsalz sehr gut

wasserlöslich ist und als Ionen in Lösung bleibt. Erst wenn man das Wasser verdampfen ließe, blieben Salzkristalle zurück.

Die Antwort „Es entsteht Wasser“ ist falsch, denn Wasser entsteht tatsächlich: Das ist der Kern jeder Neutralisation, bei der ein Oxoniumion und ein Hydroxidion zu zwei Wassermolekülen zusammentreten.

Die Antwort „Es entsteht Natriumchlorid (NaCl)“ ist falsch, denn Natriumchlorid entsteht sehr wohl – allerdings nicht als Feststoff, sondern in Form seiner gelösten Ionen.

Die Antwort „Es findet eine Neutralisation statt“ ist falsch, denn eine Neutralisation findet statt.

Die Antwort „Der pH-Wert nähert sich 7 an“ ist falsch, denn bei gleichen Mengen einer starken Säure und einer starken Base nähert sich der pH-Wert tatsächlich sieben an.

Zum Weiterdenken: Salz entsteht bei jeder Neutralisation, doch ausfallen tut es nur selten. Woran entscheidet sich, ob ein Reaktionsprodukt in Lösung bleibt oder als Niederschlag erscheint?

MERKE

Säure + Base $\Rightarrow$ Salz + Wasser – sichtbar wird das Salz nur, wenn es schwer löslich ist.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Verlauf einer Neutralisation vorhersagen

C224 A NatriumnitratWie lautet die korrekte Bezeichnung für NaNO₃?

Richtig ist die Antwort „Natriumnitrat“. Die genannte Verbindung besteht aus einem Natriumion und einem Nitration und heißt deshalb Natriumnitrat. Entscheidend ist die Zahl der Sauerstoffatome: Drei davon kennzeichnen das Nitrat, das sich von der Salpetersäure ableitet.

Die Antwort „Natriumnitrid“ ist falsch: Ein Nitrid enthält gar keinen Sauerstoff, sondern dreifach negativ geladenen Stickstoff, der unmittelbar an ein Metall gebunden ist.

Die Antwort „Natriumnitrit“ ist falsch: Das Nitrit enthält nur zwei Sauerstoffatome und stammt von der salpetrigen Säure.

Die Antwort „Natriumnitrosid“ ist falsch: Natriumnitrosid ist keine gebräuchliche Bezeichnung.

Die Antwort „Natriumazid“ ist falsch: Ein Azid enthält drei Stickstoffatome und keinen Sauerstoff.

Zum Weiterdenken: Nitrat, Nitrit und Nitrid unterscheiden sich in einem einzigen Buchstaben und meinen völlig Verschiedenes. Wie leitest du die Bedeutung jeweils aus der Zahl der Sauerstoffatome ab?

MERKE

Drei Sauerstoff heißt Nitrat, zwei heißt Nitrit, keiner heißt Nitrid.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Salznamen aus der Formel ableiten

C225 D Es ist ein saures Salz (Dihydrogenphosphat-Ion) der Phosphorsäure.Zu welcher Stoffgruppe gehört das Ion H_2PO_4^- ?

Richtig ist die Antwort „Es ist ein saures Salz (Dihydrogenphosphat-Ion) der Phosphorsäure“. Das Dihydrogenphosphat entsteht, wenn die dreiprotonige Phosphorsäure nur eines ihrer drei Protonen abgegeben hat, also $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+$. Zwei Protonen bleiben erhalten, und weil das Ion diese noch abgeben kann, nennt man es ein saures Salz. Gemeinsam mit dem Hydrogenphosphat HPO_4^{2-} bildet es einen der wichtigsten Puffer des Körpers, besonders im Zellinneren und im Harn.

Die Antwort „Es ist eine Base“ ist falsch: Als Base allein lässt es sich nicht einordnen. Genau genommen kann es beides — Protonen abgeben und aufnehmen —, weshalb es amphoter ist.

Die Antwort „Es ist ein Kohlenwasserstoff“ ist falsch: Ein Kohlenwasserstoff enthält ausschließlich Kohlenstoff und Wasserstoff.

Die Antwort „Es ist ein Edelgas-Ion“ ist falsch: Edelgase bilden unter gewöhnlichen Bedingungen keine Ionen.

Die Antwort „Es ist ein Halogenid“ ist falsch: Halogenide sind die Ionen der siebten Hauptgruppe wie Chlorid oder Fluorid.

Zum Weiterdenken: Ein Teilchen, das Protonen sowohl abgeben als auch aufnehmen kann, eignet sich besonders gut als Puffer. Warum folgt diese Eignung unmittelbar aus der Doppelfähigkeit?

MERKE

$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$ — noch abspaltbare Protonen machen den Puffer.

LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Saure Salze mehrprotoniger Säuren erkennen

C226 E Das Eis schmilzt

Was passiert, wenn NaCl (Salz) auf Schnee gestreut wird? Beides hat eine Temperatur von -2°C .

Richtig ist die Antwort „Das Eis schmilzt“. Streut man Salz auf Schnee von minus zwei Grad, schmilzt das Eis. Der Grund ist die Gefrierpunktserniedrigung: Gelöste Teilchen setzen den Gefrierpunkt herab, sodass die Mischung erst bei tieferer Temperatur fest bleibt. Bei minus zwei Grad liegt die Umgebung damit oberhalb des neuen Gefrierpunkts, und das Eis schmilzt. Bemerkenswert ist die Folge: Weil das Schmelzen Energie verbraucht, kühlt sich die Mischung dabei sogar noch weiter ab — deshalb funktioniert Streusalz nur bis etwa minus zwanzig Grad.

Die Antwort „Die Temperatur erhöht sich“ ist falsch: Die Temperatur steigt nicht, sondern sinkt sogar, weil Schmelzwärme verbraucht wird.

Die Antwort „Die Temperatur bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bleibt sie ebenfalls nicht.

Die Antwort „Es passiert nichts“ ist falsch: Es geschieht sehr wohl etwas, und zwar unmittelbar.

Die Antwort „Der Schnee verdunstet vollständig“ ist falsch: Verdunsten spielt hier keine Rolle.

Zum Weiterdenken: Streusalz wirkt nur bis etwa minus zwanzig Grad. Warum stößt das Verfahren bei noch tieferen Temperaturen an eine Grenze?

MERKE

Gelöste Teilchen senken den Gefrierpunkt — deshalb schmilzt gesalzenes Eis unter null Grad.

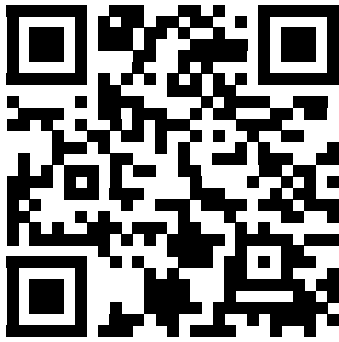
LEHRTEXT IM KURS

Säure-Base-Reaktionen

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Gefrierpunktserniedrigung durch Salz erklären

Redox-Reaktionen

OXIDATION/REDUKTION



LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C227 A Bei einer Reduktion wird die Oxidationszahl niedriger.

Welche Aussage zu Redoxreaktionen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Bei einer Reduktion wird die Oxidationszahl niedriger“. Bei einer Reduktion sinkt die Oxidationszahl, denn es werden negativ geladene Elektronen aufgenommen. Zugleich gilt: Der Stoff, der reduziert wird, ist das Oxidationsmittel — er oxidiert seinen Partner, indem er ihm Elektronen entzieht. Diese Umkehrung der Namen ist die häufigste Fehlerquelle des ganzen Themas.

Die Antwort „Bei einer Reduktion wird die Oxidationszahl höher“ ist falsch: Höher wird die Oxidationszahl bei der Oxidation.

Die Antwort „Ein Reduktionsmittel nimmt Elektronen auf“ ist falsch: Ein Reduktionsmittel gibt Elektronen ab und wird dabei selbst oxidiert. Aufgenommen werden Elektronen vom Oxidationsmittel.

Die Antwort „Bei einer Oxidation wird die Oxidationszahl niedriger“ ist falsch: Bei der Oxidation steigt die Oxidationszahl.

Die Antwort „Redoxreaktionen laufen nie mit Elektronenübertragung ab“ ist falsch: Die Elektronenübertragung ist gerade das Wesen jeder Redoxreaktion.

Zum Weiterdenken: Das Reduktionsmittel wird selbst oxidiert und umgekehrt. Warum ist diese scheinbar verdrehte Benennung tatsächlich folgerichtig, wenn man auf die Wirkung statt auf das Schicksal des Stoffes schaut?

MERKE

Reduktion senkt die Zahl — und wer reduziert wird, ist selbst das Oxidationsmittel.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Oxidation und Reduktion über die Oxidationszahl bestimmen

C228 C Eine Reduktion erniedrigt die Oxidationszahl.

Welche Aussage zu Oxidation und Reduktion ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Eine Reduktion erniedrigt die Oxidationszahl“. Eine Reduktion erniedrigt die Oxidationszahl, denn dabei werden Elektronen aufgenommen. Weil Elektronen negativ geladen sind, sinkt die rechnerische Ladung des Teilchens.

Die Antwort „Eine Reduktion erhöht die Oxidationszahl“ ist falsch: Erhöht wird sie bei der Oxidation.

Die Antwort „Eine Oxidation erniedrigt die Oxidationszahl“ ist falsch: Auch hier sind beide Begriffe vertauscht.

Die Antwort „Ein Reduktionsmittel nimmt Elektronen auf“ ist falsch: Ein Reduktionsmittel gibt Elektronen ab und wird dabei selbst oxidiert; aufgenommen werden sie vom Oxidationsmittel.

Die Antwort „Oxidationszahlen ändern sich bei Redoxreaktionen nie“ ist falsch: Die Änderung der Oxidationszahl ist gerade das Kennzeichen einer Redoxreaktion.

Zum Weiterdenken: Drei der vier falschen Antworten entstehen durch dieselbe Verwechslung von Oxidation und Reduktion. Welche einzelne Merkhilfe würde alle drei zugleich ausschließen?

MERKE

Elektronen sind negativ — wer sie aufnimmt, wird in der Zahl kleiner.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Oxidation und Reduktion abschließend gegenüberstellen

C229 D Nitrat nimmt Elektronen auf.

Redox-Reaktion: $\text{Cu} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{NO}$. Welche Aussage dazu ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Nitrat nimmt Elektronen auf“. Betrachte die Oxidationszahlen. Kupfer geht von null im elementaren Zustand auf plus zwei — es gibt also zwei Elektronen ab und wird oxidiert. Der Stickstoff im Nitration trägt zunächst plus fünf und im entstehenden Stickstoffmonoxid nur noch plus zwei; er nimmt also drei Elektronen auf und wird reduziert. Das Nitration ist damit das Oxidationsmittel und nimmt Elektronen auf.

Die Antwort „Die Oxidationszahl von Kupfer wird verringert“ ist falsch: Die Oxidationszahl des Kupfers steigt von null auf plus zwei.

Die Antwort „Nitrat ist ein Reduktionsmittel“ ist falsch: Nitrat ist das Oxidationsmittel, nicht das Reduktionsmittel. Reduktionsmittel ist hier das Kupfer.

Die Antwort „Die Oxidationszahl von Nitrat wird erhöht“ ist falsch: Beim Stickstoff sinkt die Oxidationszahl von plus fünf auf plus zwei.

Die Antwort „Kupfer fällt als metallischer Feststoff aus der Lösung aus“ ist falsch: Es verhält sich umgekehrt. Das metallische Kupfer wird zu Cu^{2+} oxidiert und geht dabei in Lösung — genau daher rührt die typische Blaufärbung.

Zum Weiterdenken: Kupfer löst sich in Salpetersäure, in Salzsäure dagegen nicht. Wie erklärt sich das daraus, dass hier nicht das Wasserstoffion, sondern das Nitration als Oxidationsmittel wirkt?

MERKE

Erst Oxidationszahlen bestimmen, dann sieht man sofort, wer aufnimmt und wer abgibt.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Oxidation und Reduktion in einer konkreten Gleichung zuordnen

C230 D Bei der Oxidation werden Elektronen abgegeben

Welche Aussage zu den Redox-Reaktionen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Bei der Oxidation werden Elektronen abgegeben“. Bei einer Oxidation werden Elektronen abgegeben, und entsprechend steigt die Oxidationszahl. Das ist die allgemeine Definition, die auch ohne Beteiligung von Sauerstoff gilt.

Die Antwort „Bei der Reduktion erhöht sich die Oxidationszahl“ ist falsch: Bei der Reduktion werden Elektronen aufgenommen, und die Oxidationszahl sinkt entsprechend. Erhöhen tut sie sich bei der Oxidation.

Die Antwort „Exotherme Reaktionen laufen immer spontan ab“ ist falsch: Exotherme Reaktionen laufen keineswegs immer von selbst ab. Ob eine Reaktion

freiwillig abläuft, entscheidet sich über die freie Enthalpie, in die neben der Wärmetönung auch die Entropieänderung eingeht.

Die Antwort „Bei endothermen Reaktionen wird immer Energie freigesetzt“ ist falsch: Bei endothermen Reaktionen wird Energie aufgenommen und nicht freigesetzt.

Die Antwort „Bei der Oxidation verringert sich die Oxidationszahl“ ist falsch: Bei der Oxidation steigt die Oxidationszahl.

Zum Weiterdenken: Auch endotherme Vorgänge können von selbst ablaufen, etwa das Auflösen von Salz unter Abkühlung. Welche zweite Größe neben der Wärmetönung entscheidet darüber?

MERKE

Oxidation gibt Elektronen ab und hebt die Zahl — Reduktion nimmt auf und senkt sie.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Oxidation über die Elektronenabgabe definieren

C231 D Wasserstoff nimmt Elektronen auf

Knallgas-Reaktion ($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$) - Welche Aussage stimmt NICHT?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoff nimmt Elektronen auf“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Wasserstoff nimmt keine Elektronen auf, sondern gibt sie ab. Im elementaren Zustand hat er die Oxidationszahl null, im Wasser plus eins — sie steigt also, was einer Oxidation entspricht. Sauerstoff geht umgekehrt von null auf minus zwei und wird reduziert.

Die Antwort „Sauerstoff nimmt Elektronen auf“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Sauerstoff nimmt die Elektronen auf.

Die Antwort „Wasserstoff wird oxidiert“ ist richtig: Wasserstoff wird oxidiert.

Die Antwort „Wasserstoff ist ein Reduktionsmittel“ ist richtig: Weil Wasserstoff Elektronen abgibt, wirkt er als Reduktionsmittel und reduziert dabei den Sauerstoff.

Die Antwort „Sauerstoff wird reduziert“ ist richtig: Sauerstoff wird reduziert und ist damit das Oxidationsmittel.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Aussagen beschreiben denselben Vorgang aus verschiedenen Blickwinkeln und stimmen alle. Wie hilft dir die Widerspruchsfreiheit der übrigen Aussagen, die eine falsche zu finden?

MERKE

Wasserstoff gibt ab und wird oxidiert, Sauerstoff nimmt auf und wird reduziert.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Knallgasreaktion als Redoxvorgang analysieren

C232 C Wasserstoff nimmt Elektronen auf

Frage zur Knallgasreaktion – Welche Aussage stimmt NICHT?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoff nimmt Elektronen auf“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Wasserstoff nimmt keine Elektronen auf, sondern gibt sie ab. Seine Oxidationszahl steigt von null im elementaren Zustand auf plus eins im Wasser – das ist eine Oxidation.

Die Antwort „Sauerstoff wird reduziert“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Sauerstoff geht von null auf minus zwei und wird reduziert.

Die Antwort „Wasserstoff wird oxidiert“ ist richtig: Wasserstoff wird oxidiert.

Die Antwort „Sauerstoff ist das Oxidationsmittel“ ist richtig: Weil Sauerstoff die Elektronen aufnimmt, wirkt er als Oxidationsmittel.

Die Antwort „Sauerstoff nimmt Elektronen auf“ ist richtig: Sauerstoff nimmt die Elektronen auf.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien in zwei aufeinanderfolgenden Jahren mit derselben Falschaussage. Welche einzelne Merkregel schützt dich vor genau dieser Verwechslung?

MERKE

Wasserstoff gibt ab, Sauerstoff nimmt auf – in jeder Verbrennung.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Knallgasreaktion erneut analysieren

C233 C Zink wird oxidiert.

Redoxreaktion von Zink mit Salzsäure ($\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$): Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Zink wird oxidiert“. Zink geht von der Oxidationszahl null im metallischen Zustand auf plus zwei im Zinkchlorid – es gibt also zwei Elektronen ab und wird oxidiert. Der Wasserstoff geht umgekehrt von plus eins in der Salzsäure auf null im entstehenden Wasserstoffgas; er nimmt Elektronen auf und wird reduziert. Genau deshalb löst sich unedles Zink in Säure unter Gasentwicklung auf.

Die Antwort „Zink wird reduziert“ ist falsch: Reduziert wird der Wasserstoff.

Die Antwort „Wasserstoff wirkt als Reduktionsmittel“ ist falsch: Wasserstoff nimmt Elektronen auf und wirkt damit als Oxidationsmittel.

Die Antwort „Chlorid wird oxidiert“ ist falsch: Das Chlorid behält seine Oxidationszahl minus eins durchgehend bei und ist an der Redoxreaktion gar nicht beteiligt – man nennt solche Ionen Zuschauerionen.

Die Antwort „Zink wirkt als Oxidationsmittel“ ist falsch: Zink gibt Elektronen ab und ist damit das Reduktionsmittel.

Zum Weiterdenken: Das Chloridion verändert sich in dieser Reaktion überhaupt nicht. Wie erkennst du solche unbeteiligten Ionen zuverlässig, und warum vereinfacht das die Analyse?

MERKE

Zink löst sich und gibt ab, Wasserstoff entweicht und hat aufgenommen – Chlorid schaut nur zu.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Eine konkrete Redoxreaktion auswerten

C234 B Reduktion ist die Aufnahme von Elektronen

Welche Aussage zu Säuren und Redoxvorgängen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Reduktion ist die Aufnahme von Elektronen“. Reduktion ist die Aufnahme von Elektronen. Diese Definition gilt allgemein und ohne Bezug auf Sauerstoff, weshalb sie auch Reaktionen erfasst, bei denen gar kein Sauerstoff beteiligt ist.

Die Antwort „Säuren sind generell schlechte Oxidationsmittel“ ist falsch: Manche Säuren sind ausgezeichnete Oxidationsmittel, etwa die Salpetersäure. Andere, wie die Salzsäure, wirken es nicht – eine pauschale Aussage trifft deshalb nicht zu.

Die Antwort „Säuren sind generell Reduktionsmittel“ ist falsch: Auch als Reduktionsmittel lassen sich Säuren nicht pauschal einordnen.

Die Antwort „Reduktion ist die Abgabe von Elektronen“ ist falsch: Die Abgabe von Elektronen ist die Oxidation.

Die Antwort „Säuren können nie an Redoxreaktionen teilnehmen“ ist falsch: Säuren nehmen sehr wohl an Redoxreaktionen teil, wie das Auflösen von Zink in Salzsäure zeigt.

Zum Weiterdenken: Salzsäure und Salpetersäure lösen beide unedle Metalle auf, aber auf verschiedene Weise. Welches Teilchen wirkt jeweils als Oxidationsmittel?

MERKE

Reduktion nimmt Elektronen auf – unabhängig davon, ob Sauerstoff beteiligt ist.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Reduktion über die Elektronenaufnahme definieren

C235 D Thiol

Welcher der folgenden Stoffe entsteht NICHT durch Oxidation?

Richtig ist die Antwort „Thiol“. Ein Thiol entsteht nicht durch Oxidation, sondern ist selbst der Ausgangsstoff für Oxidationen — aus zwei Thiolen wird bei Oxidation eine Disulfidbrücke, bei weiterer Oxidation entstehen Sulfonsäuren. Alle übrigen genannten Stoffklassen sind dagegen Produkte einer Oxidation.

Die Antwort „Carbonsäure“ ist falsch: Carbonsäuren entstehen durch Oxidation von Aldehyden.

Die Antwort „Keton“ ist falsch: Ketone entstehen durch Oxidation sekundärer Alkohole.

Die Antwort „Sulfonsäure“ ist falsch: Sulfonsäuren entstehen durch weitgehende Oxidation von Thiolen.

Die Antwort „Aldehyd“ ist falsch: Aldehyde entstehen durch Oxidation primärer Alkohole.

Zum Weiterdenken: Die organische Chemie kennt Oxidationsreihen für Kohlenstoff wie für Schwefel. Wie ähneln sich beide Reihen im Aufbau, obwohl es sich um verschiedene Elemente handelt?

MERKE

Thiol steht am Anfang der Schwefelreihe — Disulfid und Sulfonsäure kommen erst durch Oxidation.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Oxidationsprodukte von Ausgangsstoffen unterscheiden

OXIDATIONSZAHLEN**C236 C Sie wird erniedrigt.**

Was passiert mit der Oxidationszahl eines Stoffes bei einer Reduktion?

Richtig ist die Antwort „Sie wird erniedrigt“. Bei einer Reduktion werden Elektronen aufgenommen, und weil Elektronen negativ geladen sind, sinkt die Oxidationszahl. Nimmt etwa ein Eisenion mit der Oxidationszahl plus drei ein Elektron auf, sinkt sie auf plus zwei. Die Merkhilfe lautet, dass Reduktion eine Reduzierung der Zahl bedeutet — der Begriff sagt es also selbst.

Die Antwort „Sie wird erhöht“ ist falsch: Erhöht wird die Oxidationszahl bei der Oxidation, also bei der Abgabe von Elektronen.

Die Antwort „Sie bleibt unverändert“ ist falsch: Blicke sie unverändert, läge überhaupt keine Redoxreaktion vor.

Die Antwort „Sie wird null“ ist falsch: Null wird die Oxidationszahl nur dann, wenn tatsächlich das elementare Element entsteht — etwa wenn Kupferionen zu metallischem Kupfer reduziert werden. Das ist ein möglicher Sonderfall und nicht die allgemeine Regel.

Die Antwort „Sie kann nicht bestimmt werden“ ist falsch: Die Oxidationszahl lässt sich nach festen Regeln stets bestimmen.

Zum Weiterdenken: Oxidation und Reduktion treten immer gemeinsam auf. Warum muss in jeder Reaktion, in der eine Oxidationszahl sinkt, eine andere zwangsläufig steigen?

MERKE

Reduktion reduziert die Zahl, Oxidation erhöht sie — Elektronen sind negativ.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Änderung der Oxidationszahl bei einer Reduktion bestimmen

C237 D -2

Wie lautet die Oxidationszahl von Sauerstoff in Wasser (H₂O)?

Richtig ist die Antwort „-2“. Sauerstoff hat in Wasser die Oxidationszahl minus zwei. Die Regeln lauten: Wasserstoff erhält in Verbindungen mit Nichtmetallen plus eins, Sauerstoff in aller Regel minus zwei, und die Summe aller Oxidationszahlen muss der Gesamtladung entsprechen, bei einem neutralen Molekül also null. Für Wasser bedeutet das zweimal plus eins für den Wasserstoff und folglich minus zwei für den Sauerstoff.

Die Antwort „-1“ ist falsch: Minus eins hat Sauerstoff in Peroxiden wie Wasserstoffperoxid, wo zwei Sauerstoffatome unmittelbar aneinander gebunden sind.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null hat Sauerstoff im elementaren Zustand, also im Sauerstoffmolekül.

Die Antwort „+1“ ist falsch: Plus eins tritt bei Sauerstoff nicht auf.

Die Antwort „+2“ ist falsch: Plus zwei hat Sauerstoff nur in der seltenen Verbindung mit Fluor, denn Fluor ist das einzige Element mit noch höherer Elektronegativität.

Zum Weiterdenken: Sauerstoff hat fast immer minus zwei, aber nicht immer. Welche zwei Ausnahmen musst du kennen, und was haben beide gemeinsam?

MERKE

Wasserstoff plus eins, Sauerstoff minus zwei, Summe gleich Gesamtladung.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Oxidationszahlen nach festen Regeln bestimmen

C238 B -1

Welche Oxidationszahl hat Sauerstoff in der Verbindung H₂O₂?

Richtig ist die Antwort „-1“. In Wasserstoffperoxid hat Sauerstoff die Oxidationszahl minus eins. Der Grund liegt im Bau des Moleküls: Die beiden Sauerstoffatome sind unmittelbar aneinander gebunden, und zwischen zwei gleichen Atomen werden die Bindungselektronen zu gleichen Teilen aufgeteilt. Jedes Sauerstoffatom trägt damit nur ein Wasserstoffatom zur Rechnung bei und erhält

minus eins. Rechnerisch bestätigt sich das über die Summe: Zwei Wasserstoffatome mit je plus eins ergeben plus zwei, also müssen die beiden Sauerstoffatome zusammen minus zwei tragen, jedes also minus eins.

Die Antwort „+1“ ist falsch: Plus eins ist die Oxidationszahl des Wasserstoffs.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null hat Sauerstoff nur im elementaren Zustand.

Die Antwort „-2“ ist falsch: Minus zwei ist der Regelfall, gilt hier aber gerade nicht — das ist die eigentliche Falle der Aufgabe.

Die Antwort „+2“ ist falsch: Plus zwei tritt bei Sauerstoff nur in der Verbindung mit Fluor auf.

Zum Weiterdenken: Wasserstoffperoxid zerfällt leicht in Wasser und Sauerstoff. Wie erklärt die ungewöhnliche Oxidationszahl minus eins, dass dabei ein Teil oxidiert und ein Teil reduziert wird?

MERKE

Sauerstoff hat minus zwei — außer im Peroxid, dort minus eins.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Ausnahme der Sauerstoff-Oxidationszahl im Peroxid erkennen

C239 D +3

Welche Oxidationszahl hat Kohlenstoff in folgender Verbindung? CaC_2O_4

Richtig ist die Antwort „+3“. Rechne schrittweise, indem du die bekannten Oxidationszahlen einsetzt und die Summe auf null bringst:

$$(+2) + 2x + 4 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow 2x = +6 \Rightarrow x = +3$$

Calcium steuert als Element der zweiten Hauptgruppe +2 bei, jedes Sauerstoffatom -2, und weil die Verbindung insgesamt neutral ist, bleibt für die beiden Kohlenstoffatome zusammen +6, also +3 je Atom. Es handelt sich um Calciumoxalat, das bei manchen Menschen Nierensteine bildet.

Die Antwort „+4“ ist falsch: Plus vier hätte Kohlenstoff im Carbonat oder im Kohlenstoffdioxid.

Die Antwort „+6“ ist falsch: Plus sechs ist die Summe beider Kohlenstoffatome und nicht der Wert je Atom — ein häufiger Fehler, der aus dem Vergessen des letzten Rechenschritts entsteht.

Die Antwort „+2“ ist falsch: Plus zwei ergäbe zusammen nur plus vier.

Die Antwort „-4“ ist falsch: Minus vier hat Kohlenstoff im Methan.

Zum Weiterdenken: Oxidationszahlen dürfen auch gebrochen ausfallen, wenn mehrere gleiche Atome unterschiedlich gebunden sind. Was sagt das darüber aus, wie wörtlich man diese Zahlen nehmen sollte?

MERKE

Bekannte Werte einsetzen, Summe auf null bringen, zuletzt durch die Zahl der Atome teilen.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Oxidationszahlen in einem zusammengesetzten Salz berechnen

C240 E Die Oxidationszahl erhöht sich bei Oxidation.

Welche der folgenden Aussagen zu Oxidationszahlen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Oxidationszahl erhöht sich bei Oxidation“. Bei einer Oxidation steigt die Oxidationszahl, denn es werden negativ geladene Elektronen abgegeben. Wer Elektronen verliert, wird rechnerisch positiver.

Die Antwort „Die Oxidationszahl vermindert sich bei Oxidation“ ist falsch: Vermindert wird die Zahl bei der Reduktion.

Die Antwort „Die Oxidationszahl bleibt bei Oxidation gleich“ ist falsch: Bliebe sie gleich, läge keine Redoxreaktion vor.

Die Antwort „Die Reduktion von Stoffen führt zu einer erhöhten Oxidationszahl“ ist falsch: Bei der Reduktion sinkt die Oxidationszahl.

Die Antwort „Die Oxidationszahl vermindert sich, wenn Elektronen abgegeben werden“ ist falsch: Werden Elektronen abgegeben, steigt die Zahl. Die Aussage kehrt den Zusammenhang um.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antwortmöglichkeiten beruhen auf derselben Verwechslung. Welche einzelne Überlegung zur Ladung der Elektronen schließt sie alle zugleich aus?

MERKE

Elektron weg heißt positiver — Oxidation hebt die Zahl.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Oxidationszahl bei der Oxidation bestimmen

C241 D -2

Welche Oxidationszahl kann ein Chlormolekül in Verbindungen NICHT annehmen?

Richtig ist die Antwort „-2“. Chlor kann die Oxidationszahl minus zwei nicht annehmen. Als Element der siebten Hauptgruppe fehlt ihm genau ein Elektron zur vollen Achterschale, weshalb es höchstens eines aufnimmt und damit bei minus eins endet. Nach oben reicht die Spanne dagegen bis plus sieben, wenn es alle sieben Außenelektronen an einen elektronegativeren Partner abgibt.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null hat Chlor im elementaren Zustand als Chlormolekül.

Die Antwort „+3“ ist falsch: Plus drei tritt in der chlorigen Säure auf.

Die Antwort „-1“ ist falsch: Minus eins ist die häufigste Oxidationszahl des Chlors, nämlich im Chlorid.

Die Antwort „+5“ ist falsch: Plus fünf tritt in der Chlorsäure auf.

Zum Weiterdenken: Die höchste Oxidationszahl eines Hauptgruppenelements entspricht seiner Gruppennummer, die tiefste der Gruppennummer minus acht. Wie bestimmst du damit die Spanne für Schwefel?

MERKE

Siebte Hauptgruppe heißt höchstens ein Elektron aufnehmen — also nie tiefer als minus eins.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Mögliche Oxidationszahlen des Chlors eingrenzen

C242 B Butanal

In welcher der folgenden Verbindungen hat Kohlenstoff die höchste Oxidationszahl?

Richtig ist die Antwort „Butanal“. Die Reihe der Oxidationsstufen des Kohlenstoffs verläuft in fester Ordnung: Alkan, Alkohol, Aldehyd beziehungsweise Keton, Carbonsäure und schließlich Kohlenstoffdioxid. Mit jedem Schritt nimmt die Zahl der Bindungen zum Sauerstoff zu und die zum Wasserstoff ab, entsprechend steigt die Oxidationszahl. Butanal steht damit deutlich weiter oben in dieser Reihe als Butanol, Butan oder Buten.

Die Antwort „Butan-2-ol“ ist falsch: Butan-2-ol ist ein Alkohol. Sein Kohlenstoffatom trägt nur eine einfache Bindung zum Sauerstoff und liegt damit eine Oxidationsstufe unter dem Aldehyd.

Die Antwort „Butanol“ ist falsch: Butanol ist ein Alkohol und liegt eine Stufe tiefer als der Aldehyd.

Die Antwort „Butan“ ist falsch: Butan ist ein Alkan und steht auf der tiefsten Stufe.

Die Antwort „Buten“ ist falsch: Buten steht ebenfalls tief, denn eine Doppelbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen verändert die Oxidationszahl kaum.

Zum Weiterdenken: Aldehyd und Keton stehen auf derselben Oxidationsstufe, lassen sich aber unterschiedlich weiteroxidieren. Woran liegt das, obwohl beide dieselbe Summenformel haben können?

MERKE

Alkan, Alkohol, Aldehyd oder Keton, Säure, Kohlenstoffdioxid — die Oxidationsleiter des Kohlenstoffs.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Oxidationsstufen der Kohlenstoffverbindungen ordnen

C243 C H hat die Oxidationszahl -1 in H₂O

Bei der Knallgasreaktion ($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$) - welche Aussage ist falsch?

Richtig ist die Antwort „H hat die Oxidationszahl -1 in H₂O“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Wasserstoff hat im Wasser die Oxidationszahl plus eins und nicht minus eins. Minus eins tritt bei Wasserstoff nur in Verbindungen mit Metallen auf, den sogenannten Hydriden, weil er dort der elektroneigere Partner ist.

Die Antwort „Die Oxidationszahl von H₂ ist 0“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Im elementaren Wasserstoffmolekül ist die Oxidationszahl null, denn zwei gleiche Atome teilen sich die Bindungselektronen zu gleichen Teilen.

Die Antwort „Sauerstoff ist das Oxidationsmittel“ ist richtig: Sauerstoff nimmt Elektronen auf und wirkt damit als Oxidationsmittel.

Die Antwort „Sauerstoff hat die Oxidationszahl -2 in H₂O“ ist richtig: Sauerstoff hat im Wasser die Oxidationszahl minus zwei.

Die Antwort „Sauerstoff in O₂ hat die Oxidationszahl 0“ ist richtig: Im elementaren Sauerstoffmolekül ist sie null.

Zum Weiterdenken: Wasserstoff hat fast immer plus eins, in Metallhydriden aber minus eins. Welche Regel entscheidet in jedem Einzelfall über das Vorzeichen?

MERKE

Wasserstoff plus eins gegenüber Nichtmetallen, minus eins gegenüber Metallen, null im Element.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Oxidationszahlen der Knallgasreaktion prüfen

C244 C HClO₄

In welcher Verbindung hat Chlor die höchste Oxidationszahl?

Richtig ist die Antwort „HClO₄“. In der Perchlorsäure hat Chlor die Oxidationszahl plus sieben, also seine höchstmögliche — sie entspricht der Gruppennummer, denn mehr als seine sieben Außenelektronen kann es nicht abgeben. Rechne nach: Wasserstoff plus eins, vier Sauerstoffatome je minus zwei ergeben minus acht; damit die Summe null wird, muss Chlor plus sieben tragen. Je mehr Sauerstoffatome die Säure enthält, desto höher die Oxidationszahl.

Die Antwort „HClO“ ist falsch: In der hypochlorigen Säure mit einem Sauerstoffatom ist sie plus eins.

Die Antwort „HCl“ ist falsch: In der Salzsäure ist sie minus eins, also am niedrigsten.

Die Antwort „HClO₃“ ist falsch: In der Chlorsäure mit drei Sauerstoffatomen ist sie plus fünf.

Die Antwort „HClO₂“ ist falsch: In der chlorigen Säure mit zwei Sauerstoffatomen ist sie plus drei.

Zum Weiterdenken: Die Oxidationszahl steigt mit jedem zusätzlichen Sauerstoffatom um zwei. Wie ordnest du damit vier Säuren desselben Elements ohne Rechnung der Reihe nach?

MERKE

Mehr Sauerstoff heißt höhere Oxidationszahl — das Maximum entspricht der Gruppennummer.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die höchste Oxidationsstufe des Chlors bestimmen

C245 **B** +7

Welche Oxidationszahl hat Mangan in KMnO₄?

Richtig ist die Antwort „+7“. Rechne schrittweise: Kalium steht in der ersten Hauptgruppe und trägt plus eins, die vier Sauerstoffatome je minus zwei, zusammen also minus acht. Damit die Summe für das insgesamt neutrale Salz null ergibt, muss das Mangan plus sieben tragen. Das ist zugleich seine höchstmögliche Oxidationszahl, denn Mangan steht in der siebten Nebengruppe. Genau deshalb ist Kaliumpermanganat ein sehr starkes Oxidationsmittel — es kann nur noch Elektronen aufnehmen.

Die Antwort „+5“ ist falsch: Plus fünf ergäbe keine ausgeglichene Bilanz.

Die Antwort „+4“ ist falsch: Plus vier trägt Mangan im Braunstein.

Die Antwort „+2“ ist falsch: Plus zwei trägt es im Mangan(II)-Ion, seiner stabilsten Stufe in saurer Lösung.

Die Antwort „+6“ ist falsch: Plus sechs trägt es im Manganat.

Zum Weiterdenken: Ein Element in seiner höchsten Oxidationsstufe kann nur noch reduziert werden. Warum sind solche Verbindungen deshalb fast immer starke Oxidationsmittel?

MERKE

Bekannte Werte einsetzen, Summe auf null bringen — plus sieben ist Mangans Höchstwert.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Oxidationszahl in einem Permanganat berechnen

GALVANISCHES ELEMENT

C246 **D** An der Anode findet die Oxidation statt.

Welche Aussage zum galvanischen Element ist richtig?

Richtig ist die Antwort „An der Anode findet die Oxidation statt“. An der Anode findet stets die Oxidation statt, also die Abgabe von Elektronen. Diese Zuordnung gilt ausnahmslos, in der galvanischen Zelle ebenso wie bei der Elektrolyse. Im galvanischen Element ist die Anode das unedlere Metall: Es geht als Ion in Lösung und lässt die Elektronen zurück, die dann über den äußeren Leiter zur Kathode fließen. Als Merkhilfe hilft, dass Anode und Oxidation beide mit einem Vokal beginnen, Kathode und Reduktion beide mit einem Konsonanten.

Die Antwort „An der Kathode findet die Oxidation statt“ ist falsch: An der Kathode läuft die Reduktion ab, also die Aufnahme von Elektronen.

Die Antwort „Das unedlere Metall wird an der Kathode abgeschieden“ ist falsch: Abgeschieden wird an der Kathode das edlere Metall, denn es nimmt die Elektronen bereitwilliger auf.

Die Antwort „Elektronen fließen von der Kathode zur Anode“ ist falsch: Die Elektronen fließen von der Anode zur Kathode, weil sie an der Anode freigesetzt und an der Kathode verbraucht werden.

Die Antwort „Es findet keine Redoxreaktion statt“ ist falsch: Ein galvanisches Element beruht gerade auf einer Redoxreaktion; ohne sie flösse kein Strom.

Zum Weiterdenken: Anode und Kathode werden über Oxidation und Reduktion bestimmt, nicht über das Vorzeichen. Warum ist die Anode im galvanischen Element der Minuspol, bei der Elektrolyse dagegen der Pluspol?

MERKE

Anode und Oxidation, Kathode und Reduktion — diese Paarung gilt immer.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Anode und Kathode im galvanischen Element zuordnen

C247 **C** Eine Elektrode aus einem Metall, eingetaucht in eine Lösung ihrer eigenen Ionen.

Was versteht man unter einer galvanischen Halbzelle?

Richtig ist die Antwort „Eine Elektrode aus einem Metall, eingetaucht in eine Lösung ihrer eigenen Ionen“. Eine Halbzelle besteht aus einer Metallelektrode, die in eine Lösung ihrer eigenen Ionen taucht. Dort stellt sich ein Gleichgewicht ein: Metallatome gehen als Ionen in Lösung und lassen Elektronen zurück, während Ionen aus der Lösung sich wieder abscheiden. Je nach Metall überwiegt die eine oder die andere Richtung, und daraus ergibt sich das Potenzial der Halbzelle. Erst zwei Halbzellen zusammen, verbunden durch einen Leiter und eine Salzbrücke, ergeben eine vollständige galvanische Zelle.

Die Antwort „Zwei verschiedene Metalle ohne Elektrolytlösung“ ist falsch: Ohne Elektrolytlösung könnten sich weder Ionen bilden noch Ladungen ausgleichen.

Die Antwort „Eine Elektrode ohne Kontakt zu einer Ionenlösung“ ist falsch: Ohne Kontakt zur Ionenlösung entsteht kein Potenzial.

Die Antwort „Ein Gemisch zweier Salze ohne Metall“ ist falsch: Ohne Metallelektrode fehlt der Ort, an dem Elektronen aufgenommen oder abgegeben werden.

Die Antwort „Eine Elektrode aus einem Nichtmetall in reinem Wasser“ ist falsch: Ein Nichtmetall in reinem Wasser bildet keine gewöhnliche Halbzelle; Sonderformen wie die Wasserstoffelektrode sind anders aufgebaut.

Zum Weiterdenken: Ein einzelnes Potenzial lässt sich nicht messen, nur die Differenz zweier Halbzellen. Warum musste man deshalb eine Bezugs elektrode willkürlich auf null setzen?

MERKE

Metall in seiner eigenen Ionenlösung ergibt eine Halbzelle — erst zwei davon ergeben eine Batterie.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Die galvanische Halbzelle beschreiben

C248 D Bei einem Daniell-Element geht Zink in Lösung und Kupfer scheidet sich ab

Anhand einer abgebildeten Spannungsreihe: Welche Aussage lässt sich ableiten?

Richtig ist die Antwort „Bei einem Daniell-Element geht Zink in Lösung und Kupfer scheidet sich ab“. Im Daniell-Element stehen eine Zink- und eine Kupferhalbzelle einander gegenüber. Zink hat mit etwa minus 0,76 Volt das negativere Potenzial, ist also unedler, gibt Elektronen ab und geht als Ion in Lösung; Kupfer mit etwa plus 0,34 Volt nimmt die Elektronen auf und scheidet sich als Metall ab. Die allgemeine Regel lautet: Das unedlere Metall wird oxidiert und löst sich auf, das edlere wird reduziert und schlägt sich nieder.

Die Antwort „Zink ist edler als Eisen“ ist falsch: Zink ist unedler als Eisen, weshalb verzinktes Eisen auch dann noch geschützt bleibt, wenn die Schicht beschädigt ist.

Die Antwort „Zink ist edler als Kupfer“ ist falsch: Kupfer ist deutlich edler als Zink.

Die Antwort „Ag (+0,80 V) und Zn (-0,76 V) haben einen Spannungsunterschied von +0,04 V“ ist falsch: Die Differenz zwischen plus 0,80 und minus 0,76 Volt beträgt 1,56 Volt und nicht 0,04.

Die Antwort „Kupfer ist ein besseres Oxidationsmittel als Silber“ ist falsch: Silber hat das positivere Potenzial und ist damit das bessere Oxidationsmittel.

Zum Weiterdenken: Die Spannung einer Zelle ist stets die Differenz der beiden Potentiale. Welche Spannung liefert demnach ein Element aus Zink und Silber?

MERKE

Das unedlere Metall löst sich auf, das edlere scheidet sich ab — die Differenz ist die Spannung.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Spannungsreihe auf das Daniell-Element anwenden

C249 C Die Spannung (elektromotorische Kraft) der Zelle

Was sagt das Redoxpotential in einer galvanischen Zelle aus?

Richtig ist die Antwort „Die Spannung (elektromotorische Kraft) der Zelle“. Die Differenz der Redoxpotentiale beider Halbzellen ergibt die Spannung der galvanischen Zelle, die man auch elektromotorische Kraft nennt. Beim Daniell-Element aus Zink und Kupfer ergibt sich aus minus 0,76 und plus 0,34 Volt eine Spannung von rund 1,1 Volt. Das Potenzial sagt damit etwas darüber aus, wie stark die Zelle Elektronen antreibt.

Die Antwort „Die Stromstärke der Zelle“ ist falsch: Die Stromstärke hängt zusätzlich vom Widerstand des Kreises ab und ist nicht durch das Potenzial allein bestimmt.

Die Antwort „Die Ladungsmenge der Zelle“ ist falsch: Die insgesamt umgesetzte Ladungsmenge hängt davon ab, wie viel Stoff zur Verfügung steht — das ist die Kapazität und nicht die Spannung.

Die Antwort „Die Reaktionsgeschwindigkeit der Zelle“ ist falsch: Über die Geschwindigkeit sagt das Potenzial nichts aus; sie hängt von der Kinetik ab.

Die Antwort „Die Konzentration der Elektrolytlösung“ ist falsch: Die Konzentration beeinflusst das Potenzial zwar, wird aber nicht durch es beschrieben.

Zum Weiterdenken: Spannung und Kapazität einer Batterie sind zwei unabhängige Größen. Warum liefert eine kleine und eine große Batterie derselben Bauart dieselbe Spannung, aber unterschiedlich lange Strom?

MERKE

Die Potenzialdifferenz ergibt die Spannung — Stromstärke und Kapazität sind etwas anderes.

LEHRTEXT IM KURS**Redox-Reaktionen**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Bedeutung des Redoxpotentials in der Zelle bestimmen

REDOX-POTENZIAL

C250 C Das Redoxpaar hat eine hohe Bereitschaft, Elektronen abzugeben (starkes Reduktionsmittel).

Was bedeutet ein stark negatives Redoxpotenzial eines Redoxpaares?

Richtig ist die Antwort „Das Redoxpaar hat eine hohe Bereitschaft, Elektronen abzugeben (starkes Reduktionsmittel)“. Ein stark negatives Redoxpotenzial bedeutet, dass das Redoxpaar seine Elektronen bereitwillig abgibt — es ist also ein starkes Reduktionsmittel. Die Skala ist gegen die Wasserstoffelektrode aufgetragen, deren Potenzial willkürlich auf null gesetzt wurde. Unedle Metalle wie Lithium, Kalium und Zink liegen deutlich im Negativen, edle Metalle wie Silber und Gold im Positiven.

Die Antwort „Das Redoxpaar hat eine hohe Bereitschaft, Elektronen aufzunehmen“ ist falsch: Eine hohe Bereitschaft, Elektronen aufzunehmen, kennzeichnet ein stark positives Potenzial.

Die Antwort „Es handelt sich um ein edles Metall“ ist falsch: Edle Metalle haben ein positives Potenzial; ein negatives kennzeichnet gerade die unedlen.

Die Antwort „Die Reaktion läuft nicht freiwillig ab“ ist falsch: Ob eine Reaktion freiwillig abläuft, hängt vom Unterschied der Potenziale beider beteiligter Paare ab und nicht vom Vorzeichen eines einzelnen.

Die Antwort „Das Redoxpotenzial ist unabhängig von der Elektronenaffinität“ ist falsch: Das Redoxpotenzial ist unmittelbar ein Maß dafür, wie gern Elektronen aufgenommen oder abgegeben werden.

Zum Weiterdenken: In einer galvanischen Zelle wird stets das Paar mit dem negativeren Potenzial oxidiert. Wie sagst du damit für zwei beliebige Metalle vorher, welches sich auflöst?

MERKE

Negativ heißt unedel und elektronenfreudig, positiv heißt edel und elektronenhungrig.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Das Redoxpotenzial als Maß der Elektronenabgabe deuten

C251 B Unedle Metalle sind gute Reduktionsmittel, da sie leicht Elektronen abgeben.

Welche Aussage zu unedlen Metallen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Unedle Metalle sind gute Reduktionsmittel, da sie leicht Elektronen abgeben“. Unedle Metalle geben ihre Außenelektronen leicht ab und sind deshalb gute Reduktionsmittel — sie übertragen Elektronen auf einen Partner und reduzieren diesen, während sie selbst oxidiert werden. Ihr Redoxpotenzial ist entsprechend negativ. Zink, Eisen und Magnesium gehören dazu, und genau deshalb lösen sie sich in Säuren unter Bildung von Wasserstoff auf.

Die Antwort „Unedle Metalle sind gute Oxidationsmittel“ ist falsch: Gute Oxidationsmittel nehmen Elektronen auf; das trifft auf edle Metalle und auf Nichtmetalle wie Chlor zu.

Die Antwort „Unedle Metalle nehmen bevorzugt Elektronen auf“ ist falsch: Elektronen aufnehmen tun edle Metalle bereitwilliger.

Die Antwort „Unedle Metalle reagieren nie mit Säuren“ ist falsch: Gerade unedle Metalle reagieren mit Säuren, während edle wie Gold und Platin das nicht tun.

Die Antwort „Unedle Metalle haben ein stark positives Redoxpotenzial“ ist falsch: Ein stark positives Redoxpotenzial kennzeichnet edle Metalle.

Zum Weiterdenken: Ein Zinküberzug schützt Eisen selbst dann noch, wenn er beschädigt ist. Wie erklärt das unedlere Verhalten des Zinks diesen Schutz?

MERKE

Unedel heißt elektronenfreudig, negatives Potenzial und gutes Reduktionsmittel.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Unedle Metalle als Reduktionsmittel einordnen

C252 C Es gibt leicht Elektronen ab.

Welche Eigenschaft kennzeichnet ein gutes Reduktionsmittel?

Richtig ist die Antwort „Es gibt leicht Elektronen ab“. Ein gutes Reduktionsmittel gibt seine Elektronen leicht ab. Es überträgt sie auf den Partner und reduziert diesen dadurch, während es selbst oxidiert wird. Sein Redoxpotenzial ist entsprechend negativ. Typische Vertreter sind unedle Metalle wie Zink, Magnesium und Natrium sowie Wasserstoff.

Die Antwort „Es nimmt leicht Elektronen auf“ ist falsch: Elektronen aufnehmen tut das Oxidationsmittel.

Die Antwort „Es hat ein stark positives Redoxpotenzial“ ist falsch: Ein stark positives Potenzial kennzeichnet gute Oxidationsmittel.

Die Antwort „Es ist immer ein Nichtmetall“ ist falsch: Die meisten guten Reduktionsmittel sind gerade Metalle.

Die Antwort „Es reagiert nie mit Oxidationsmitteln“ ist falsch: Ein Reduktionsmittel reagiert notwendigerweise mit einem Oxidationsmittel, denn beide Vorgänge treten stets gemeinsam auf.

Zum Weiterdenken: Reduktionsmittel und Oxidationsmittel kommen nie allein vor. Warum ist eine Redoxreaktion immer ein Tauschgeschäft und nie ein einseitiger Vorgang?

MERKE

Reduktionsmittel gibt ab und wird selbst oxidiert — Oxidationsmittel nimmt auf und wird reduziert.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Das Reduktionsmittel über die Elektronenabgabe definieren

C253 **A** $\frac{J}{C}$

In welcher Einheit kann die elektrische Spannung ebenfalls angegeben werden?

Richtig ist die Antwort „J/C“: Spannung ist definiert als Energie je Ladung, also $U = \frac{W}{Q}$ mit der Einheit $1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$. Ein Volt bedeutet demnach, dass eine Ladung von einem Coulomb beim Durchlaufen der Spannung ein Joule an Energie aufnimmt oder abgibt. Diese Zerlegung in Grundeinheiten ist nützlich, weil sie den Zusammenhang zwischen elektrischer und chemischer Energie herstellt.

Die Antwort „J/m“ ist falsch: Joule je Meter ist die Einheit einer Kraft.

Die Antwort „J·A“ ist falsch: Joule mal Ampere ergibt keine sinnvolle Größe.

Die Antwort „Wattsekunden“ ist falsch: Wattsekunden sind Joule und damit eine Energie, keine Spannung.

Die Antwort „eV“ ist falsch: Das Elektronenvolt ist ebenfalls eine Energieeinheit, nämlich die Energie, die ein Elektron beim Durchlaufen von einem Volt aufnimmt.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten sind Energieeinheiten und keine Spannungseinheiten. Wie schützt dich die Zerlegung in Grundeinheiten davor, Größen zu verwechseln?

MERKE

$$U = \frac{W}{Q} \text{ — Volt ist Joule je Coulomb.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Die Spannung aus Energie und Ladung herleiten

C254 **C** Volt

Welche Einheit passt zur elektrischen Spannung?

Richtig ist die Antwort „Volt“. Die elektrische Spannung wird in Volt angegeben. Sie beschreibt den Energieunterschied je Ladungseinheit zwischen zwei Punkten und ist damit die treibende Kraft, die Ladungen in Bewegung setzt. In der Elektrochemie ist sie das Maß für die Potenzialdifferenz zwischen zwei Halbzellen.

Die Antwort „Coulomb“ ist falsch: Coulomb ist die Einheit der elektrischen Ladung.

Die Antwort „Ohm“ ist falsch: Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstands.

Die Antwort „Watt“ ist falsch: Watt ist die Einheit der Leistung, also der Energie je Zeit.

Die Antwort „Ampere“ ist falsch: Ampere ist die Einheit der Stromstärke, also der Ladung je Zeit.

Zum Weiterdenken: Spannung, Stromstärke und Widerstand hängen über ein einfaches Gesetz zusammen. Wie lautet es, und welche Einheit ergibt sich daraus jeweils aus den beiden anderen?

MERKE

Volt für Spannung, Ampere für Strom, Ohm für Widerstand, Coulomb für Ladung, Watt für Leistung.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Einheit der elektrischen Spannung benennen

C255 **E** Einzelne Potentiale können nicht gemessen werden, nur die Potentialdifferenz

Welche Aussage zum Normalpotential/zur Elektrochemie trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Einzelne Potentiale können nicht gemessen werden, nur die Potentialdifferenz“. Ein einzelnes Halbzellenpotenzial lässt sich grundsätzlich nicht messen, denn jedes Messgerät braucht zwei Anschlüsse und misst damit immer eine Differenz. Deshalb hat man eine Bezugselektrode willkürlich festgelegt — die Standardwasserstoffelektrode — und ihr das Potenzial null zugewiesen. Alle Werte der Spannungsreihe sind folglich Differenzen zu dieser einen Elektrode.

Die Antwort „Die beiden Halbzellen müssen elektrisch vollständig voneinander isoliert sein“ ist falsch: Genau das Gegenteil ist nötig. Die Halbzellen werden über einen äußeren Leiter und eine Salzbrücke verbunden — ohne geschlossenen Stromkreis fließt kein Strom.

Die Antwort „Die Metallstäbe tauchen in eine Lösung, die ausschließlich Ionen eines anderen Metalls enthält“ ist falsch: Für die Messung des Standardpotentials taucht jedes Metall in eine Lösung seiner eigenen Ionen. Nur dann stellt sich das gesuchte Gleichgewicht zwischen Metall und Metallion ein.

Die Antwort „Unedle Metalle haben ein positives Standardpotential“ ist falsch: Unedle Metalle geben ihre Elektronen leicht ab und haben deshalb ein negatives Standardpotential. Zink liegt bei minus 0,76 Volt.

Die Antwort „Edle Metalle werden in der galvanischen Zelle bevorzugt oxidiert“ ist falsch: Edle Metalle werden reduziert, nicht oxidiert. Sie nehmen Elektronen auf, während das unedlere Metall sie abgibt.

Zum Weiterdenken: Die Wasserstoffelektrode wurde willkürlich auf null gesetzt. Warum ändert diese Festlegung nichts an den gemessenen Spannungen zwischen zwei beliebigen Halbzellen?

MERKE

Nur Differenzen sind messbar — deshalb brauchte es eine willkürliche Null.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Messbarkeit elektrochemischer Potenziale verstehen

C256 E Edle Metalle nehmen eher Elektronen auf

Welche Aussage zum Redoxpotential edler Metalle trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Edle Metalle nehmen eher Elektronen auf“. Edle Metalle nehmen Elektronen eher auf, als sie abzugeben. Ihr Redoxpotential ist entsprechend positiv, und sie wirken als Oxidationsmittel. Genau deshalb korrodieren sie kaum und lösen sich nicht in gewöhnlichen Säuren — Gold und Platin brauchen dafür besondere Gemische.

Die Antwort „Edle Metalle sind gute Reduktionsmittel“ ist falsch: Gute Reduktionsmittel sind die unedlen Metalle, die ihre Elektronen leicht abgeben.

Die Antwort „Edle Metalle nehmen eher Protonen auf“ ist falsch: Protonen spielen bei der Einordnung als edel oder unedel keine Rolle; es geht ausschließlich um Elektronen.

Die Antwort „Unedle Metalle sind gute Oxidationsmittel“ ist falsch: Unedle Metalle sind Reduktionsmittel und keine Oxidationsmittel.

Die Antwort „Edle Metalle haben ein stark negatives Redoxpotential“ ist falsch: Ein stark negatives Potenzial kennzeichnet die unedlen Metalle.

Zum Weiterdenken: Edle Metalle korrodieren kaum, unedle rosten rasch. Wie folgt beides unmittelbar aus der Bereitschaft, Elektronen abzugeben?

MERKE

Edel heißt Elektronen behalten und aufnehmen, unedel heißt Elektronen hergeben.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Das Verhalten edler Metalle bestimmen

C257 E Wasserstoff hat die Oxidationszahl -1 in H₂O

Welche Aussage zur Oxidationszahl von Wasserstoff ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoff hat die Oxidationszahl -1 in H₂O“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Im Wasser hat Wasserstoff die Oxidationszahl plus eins, denn Sauerstoff ist deutlich elektronegativer und zieht die Bindungselektronen an sich.

Die Antwort „Wasserstoff hat eine positive Oxidationszahl in H₂O“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Genau das ist die zutreffende Angabe.

Die Antwort „Wasserstoff gibt bei Reaktionen leicht ein Elektron ab“ ist richtig: Wasserstoff gibt sein einziges Elektron leicht ab und wirkt deshalb in vielen Reaktionen als Reduktionsmittel.

Die Antwort „Wasserstoff hat in elementarer Form (H₂) die Oxidationszahl 0“ ist richtig: Im elementaren Wasserstoffmolekül ist die Oxidationszahl null.

Die Antwort „Wasserstoff hat in den meisten Verbindungen die Oxidationszahl +1“ ist richtig: In den meisten Verbindungen trägt Wasserstoff plus eins; minus eins tritt nur in Metallhydriden auf.

Zum Weiterdenken: Zwei Aussagen dieser Aufgabe widersprechen einander unmittelbar. Wie hilft dir das Erkennen solcher Paare, die Falschaussage schnell einzukreisen?

MERKE

Wasserstoff hat plus eins, außer gegenüber Metallen — dort minus eins.

LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Oxidationszahl des Wasserstoffs prüfen

C258 D Sie sind starke Oxidationsmittel

Welche Eigenschaft haben Elemente/Halbzellen mit einem stark positiven Redoxpotential?

Richtig ist die Antwort „Sie sind starke Oxidationsmittel“.

Ein stark positives Redoxpotential bedeutet eine hohe Bereitschaft, Elektronen aufzunehmen — und wer Elektronen aufnimmt, oxidiert seinen Partner. Solche Stoffe sind demnach starke Oxidationsmittel. Beispiele sind Fluor, Chlor und die Ionen der edlen Metalle.

Die Antwort „Sie sind starke Reduktionsmittel“ ist falsch: Starke Reduktionsmittel haben ein negatives Potenzial.

Die Antwort „Sie geben leicht Elektronen ab“ ist falsch: Leicht Elektronen abgeben tun die Stoffe mit negativem Potenzial.

Die Antwort „Sie haben eine niedrige Elektronegativität“ ist falsch: Ein hohes Potenzial geht häufig mit hoher und nicht mit niedriger Elektronegativität einher.

Die Antwort „Sie bilden ausschließlich Kationen“ ist falsch: Stoffe mit positivem Potenzial nehmen Elektronen auf und bilden dabei eher Anionen oder scheiden sich als Metall ab.

Zum Weiterdenken: Die Bereitschaft, Elektronen aufzunehmen, verbindet Redoxpotential und Elektronegativität. Warum beschreiben beide Größen letztlich dieselbe Neigung aus verschiedenen Blickwinkeln?

MERKE

Positiv heißt elektronenhungrig und damit Oxidationsmittel — negativ heißt elektronenfreudig und damit Reduktionsmittel.

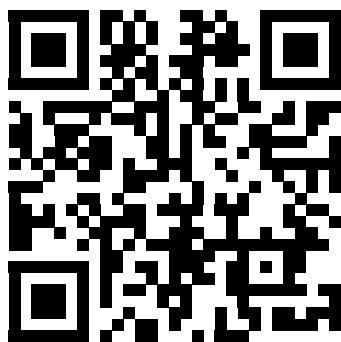
LEHRTEXT IM KURS

Redox-Reaktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Positives Redoxpotential als Oxidationskraft deuten

Organische Chemie

KOHLENWASSERSTOFFE



LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C259 **C** Es gibt organische Stoffe, die nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten.

Welche Aussage zu organischen Stoffen stimmt?

Richtig ist die Antwort „Es gibt organische Stoffe, die nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten“. Es gibt zahlreiche organische Stoffe, die ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen — man nennt sie Kohlenwasserstoffe, und dazu zählen Methan, Ethan, Propan, Benzol und die Bestandteile von Erdöl. Organisch bedeutet lediglich kohlenstoffhaltig, wobei einige einfache Kohlenstoffverbindungen wie Kohlenstoffdioxid, Kohlensäure und die Carbonate aus historischen Gründen zur anorganischen Chemie gezählt werden.

Die Antwort „Alle organischen Stoffe enthalten Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff enthält längst nicht jeder organische Stoff; die Kohlenwasserstoffe sind das beste Gegenbeispiel.

Die Antwort „Organische Stoffe enthalten niemals Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff kommt in vielen organischen Stoffen vor, etwa in Alkoholen, Säuren und Zuckern.

Die Antwort „Organische Stoffe sind per Definition anorganische Salze“ ist falsch: Anorganische Salze sind gerade das Gegenteil organischer Stoffe.

Die Antwort „Bei unvollständiger Verbrennung entsteht ausschließlich CO₂“ ist falsch: Bei unvollständiger Verbrennung entsteht neben Kohlenstoffdioxid auch Kohlenstoffmonoxid und Ruß. Gerade das Kohlenstoffmonoxid ist gefährlich, weil es geruchlos ist und das Hämoglobin weit fester bindet als Sauerstoff.

Zum Weiterdenken: Bei vollständiger Verbrennung entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser, bei unvollständiger zusätzlich Kohlenstoffmonoxid. Welche Bedingung entscheidet darüber, welcher Fall eintritt?

MERKE

Organisch heißt kohlenstoffhaltig — Kohlenwasserstoffe kommen mit zwei Elementen aus.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Den Begriff des organischen Stoffs eingrenzen

C260 **C** Der Siedepunkt steigt mit zunehmender Kettenlänge an.

Wie verändert sich der Siedepunkt von Alkanen mit zunehmender Kettenlänge (z. B. Butan, Pentan, Heptan)?

Richtig ist die Antwort „Der Siedepunkt steigt mit zunehmender Kettenlänge an“. Mit zunehmender Kettenlänge steigt der Siedepunkt der Alkane. Der Grund liegt in den Van-der-Waals-Kräften: Sie beruhen auf kurzzeitigen Ladungsverschiebungen und wirken umso stärker, je größer die Kontaktfläche zwischen den Molekülen ist. Längere Ketten berühren einander auf größerer Länge, halten deshalb fester zusammen und brauchen mehr Energie zum Verdampfen. Deshalb sind die ersten vier Alkane Gase, die mittleren Flüssigkeiten und die langen Feststoffe wie Paraffin.

Die Antwort „Der Siedepunkt sinkt mit zunehmender Kettenlänge“ ist falsch: Ein Absinken widerspräche der zunehmenden Anziehung.

Die Antwort „Der Siedepunkt bleibt unabhängig von der Kettenlänge konstant“ ist falsch: Konstant bleibt der Siedepunkt keineswegs, sonst gäbe es die Auftrennung des Erdöls durch Destillation nicht.

Die Antwort „Nur verzweigte Alkane haben einen höheren Siedepunkt als längere Ketten“ ist falsch: Verzweigte Alkane siedeten niedriger als unverzweigte gleicher Summenformel, weil sie kugelig sind und einander weniger berühren.

Die Antwort „Die Kettenlänge hat keinen Einfluss auf physikalische Eigenschaften“ ist falsch: Die Kettenlänge beeinflusst Siedepunkt, Schmelzpunkt und Dichte unmittelbar.

Zum Weiterdenken: Erdöl wird durch Destillation in Fraktionen getrennt. Wie nutzt dieses Verfahren genau den beschriebenen Zusammenhang aus?

MERKE

Längere Kette heißt mehr Berührungsfläche, mehr Anziehung und höherer Siedepunkt.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Den Siedepunktverlauf in der Alkanreihe erklären

C261 B Wegen ihrer Mehrfachbindungen (Doppel- bzw. Dreifachbindungen).

Warum sind Alkene und Alkine reaktionsfreudiger als Alkane?

Richtig ist die Antwort „Wegen ihrer Mehrfachbindungen (Doppel- bzw. Dreifachbindungen)“: Alkene und Alkine sind reaktionsfreudiger als Alkane, weil sie Mehrfachbindungen enthalten. Neben der stabilen Grundbindung gibt es dort eine zweite und beim Alkin eine dritte Bindung, die schwächer ist und deren Elektronen leichter zugänglich sind. Diese Bindungen lassen sich aufbrechen, sodass sich weitere Atome anlagern können – man nennt das Additionsreaktion. Alkane besitzen nur Einfachbindungen und können deshalb allenfalls Atome austauschen, was man als Substitution bezeichnet.

Die Antwort „Wegen ihrer ausschließlich einfachen Bindungen“ ist falsch: Ausschließlich einfache Bindungen kennzeichnen die Alkane, also gerade die reaktionsträge Gruppe.

Die Antwort „Weil sie mehr Wasserstoffatome enthalten als Alkane“ ist falsch: Alkene und Alkine enthalten weniger Wasserstoff als Alkane gleicher Kohlenstoffzahl; deshalb nennt man sie ungesättigt.

Die Antwort „Weil sie ringförmig aufgebaut sind“ ist falsch: Ringförmig sind die Cycloalkane, was mit der Frage nichts zu tun hat.

Die Antwort „Weil sie keine Kohlenstoffatome enthalten“ ist falsch: Selbstverständlich enthalten sie Kohlenstoff.

Zum Weiterdenken: Alkene reagieren durch Anlagerung, Alkane nur durch Austausch. Wie erklärt dieser Unterschied, warum ungesättigte Fette leichter verderben als gesättigte?

MERKE

Mehrfachbindung heißt Angriffsfläche – Alkene addieren, Alkane substituieren nur.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Reaktionsfreudigkeit ungesättigter Kohlenwasserstoffe erklären

C262 C Kohlenwasserstoffe bestehen ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff.

Welche Aussage über Kohlenwasserstoffe ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Kohlenwasserstoffe bestehen ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff“. Kohlenwasserstoffe bestehen ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff – der Name sagt es unmittelbar. Zu ihnen zählen die Alkane, Alkene, Alkine und die aromatischen Verbindungen wie Benzol. Kommt ein weiteres Element hinzu, etwa Sauerstoff in einer Hydroxylgruppe, spricht man von einem Derivat und ordnet den Stoff einer anderen Klasse zu.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe enthalten immer auch Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff enthalten sie definitionsgemäß nicht; sonst wären es Alkohole, Aldehyde, Ketone oder Säuren.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind grundsätzlich wasserlöslich“ ist falsch: Kohlenwasserstoffe sind unpolar und lösen sich deshalb nicht in Wasser, wohl aber in Fetten und Ölen – Öl schwimmt bekanntlich auf Wasser.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe enthalten immer Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff gehört ebenfalls nicht dazu.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind immer ionisch aufgebaut“ ist falsch: Ionisch aufgebaut sind sie nicht; ihre Bindungen sind kovalent und weitgehend unpolar.

Zum Weiterdenken: Ähnliches löst sich in Ähnlichem. Wie erklärt dieser Grundsatz, warum ein Fettfleck nicht mit Wasser, wohl aber mit Benzin verschwindet?

MERKE

Nur Kohlenstoff und Wasserstoff, unpolar und wasserunlöslich.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Kohlenwasserstoffe über ihre Zusammensetzung definieren

C263 A Es ist mit genau zwei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden.

Was kennzeichnet ein sekundäres Kohlenstoffatom?

Richtig ist die Antwort „Es ist mit genau zwei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden“. Ein sekundäres Kohlenstoffatom ist mit genau zwei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden. Die Einteilung zählt ausschließlich die benachbarten Kohlenstoffatome, nicht die Wasserstoffatome: primär bedeutet ein Nachbar, sekundär zwei, tertiär drei und quartär vier. Diese Einteilung ist wichtig, weil sie das Verhalten bestimmt – so lässt sich ein sekundärer Alkohol zum Keton oxidieren, ein primärer dagegen zum Aldehyd und weiter zur Säure, während ein tertiärer sich gar nicht oxidieren lässt.

Die Antwort „Es ist mit genau einem weiteren Kohlenstoffatom verbunden“ ist falsch: Ein Nachbar kennzeichnet ein primäres Kohlenstoffatom, wie es am Ende jeder Kette steht.

Die Antwort „Es ist mit drei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden“ ist falsch: Drei Nachbarn kennzeichnen ein tertiäres Kohlenstoffatom, also eine Verzweigungsstelle.

Die Antwort „Es ist mit vier weiteren Kohlenstoffatomen verbunden“ ist falsch: Vier Nachbarn kennzeichnen ein quartäres Kohlenstoffatom, das gar kein Wasserstoffatom mehr trägt.

Die Antwort „Es ist mit keinem weiteren Kohlenstoffatom verbunden“ ist falsch: Ohne Kohlenstoffnachbarn liegt kein Kettenglied vor, sondern etwa Methan.

Zum Weiterdenken: Primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole verhalten sich bei der Oxidation völlig verschieden. Wie erklärt die Zahl der verbleibenden Wasserstoffatome am Kohlenstoff diesen Unterschied?

MERKE

Gezählt werden nur die Kohlenstoffnachbarn: eins primär, zwei sekundär, drei tertiär, vier quartär.

LEHRTEXT IM KURS**Organische Chemie**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Kohlenstoffatome nach ihrer Nachbarschaft einteilen

C264 A Kohlenwasserstoffe sind über kovalente Bindungen aufgebaut.

Welche Aussage trifft auf Kohlenwasserstoffe zu?

Richtig ist die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind über kovalente Bindungen aufgebaut“. Kohlenwasserstoffe sind über kovalente Bindungen aufgebaut, denn sowohl Kohlenstoff als auch Wasserstoff sind Nichtmetalle. Weil sich ihre Elektronegativitäten kaum unterscheiden, sind diese Bindungen nahezu unpolar – daraus folgt unmittelbar die Wasserunlöslichkeit.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind generell hochreaktiv“ ist falsch: Hochreaktiv sind Kohlenwasserstoffe nicht. Besonders die Alkane sind so reaktionsträge, dass man sie früher Paraffine nannte, was so viel wie wenig verwandt bedeutet.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe bestehen aus Ionenbindungen“ ist falsch: Ionenbindungen setzen ein Metall voraus.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind immer wasserlöslich“ ist falsch: Wasserlöslich sind sie gerade nicht, weil sie unpolar sind.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe enthalten grundsätzlich Sauerstoff“ ist falsch: Sauerstoff enthalten sie definitionsgemäß nicht.

Zum Weiterdenken: Alkane sind reaktionsträge und dennoch die wichtigsten Brennstoffe. Wie passt beides zusammen, wenn man an die nötige Aktivierungsenergie denkt?

MERKE

Zwei Nichtmetalle, ähnliche Elektronegativität – kovalent, unpolar und wasserunlöslich.

LEHRTEXT IM KURS**Organische Chemie**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Bindungsart in Kohlenwasserstoffen bestimmen

C265 E Kohlenwasserstoffe sind über kovalente Bindungen aufgebaut.

Welche Eigenschaft von Kohlenwasserstoffverbindungen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind über kovalente Bindungen aufgebaut“. Kohlenwasserstoffe sind kovalent aufgebaut, denn Kohlenstoff und Wasserstoff sind beide Nichtmetalle und teilen sich Elektronenpaare. Weil ihre Elektronegativitäten sehr ähnlich sind, liegen die Elektronen nahezu mittig, und die Bindung ist praktisch unpolar.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe bestehen aus Ionenbindungen“ ist falsch: Ionenbindungen setzen ein Metall voraus.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe sind immer stark polar“ ist falsch: Stark polar sind Kohlenwasserstoffe gerade nicht; deshalb mischen sie sich nicht mit Wasser.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe enthalten grundsätzlich Stickstoff“ ist falsch: Stickstoff gehört nicht zu ihnen.

Die Antwort „Kohlenwasserstoffe leiten immer elektrischen Strom“ ist falsch: Strom leiten sie nicht, denn es gibt weder frei bewegliche Elektronen wie im Metall noch bewegliche Ionen wie in einer Salzlösung.

Zum Weiterdenken: Leitfähigkeit setzt frei bewegliche Ladungsträger voraus. Warum leiten weder Benzin noch reines Wasser den Strom, eine Salzlösung dagegen sehr gut?

MERKE

Kovalent, unpolar, wasserunlöslich und nicht leitfähig – vier Eigenschaften aus einer Ursache.

LEHRTEXT IM KURS**Organische Chemie**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Bindungsart der Kohlenwasserstoffe erneut bestimmen

C266 D Pentan ist bei Raumtemperatur flüssig.

Welche Aussage zu Pentan und Butan ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Pentan ist bei Raumtemperatur flüssig“. Pentan ist bei Raumtemperatur flüssig, denn sein Siedepunkt liegt bei etwa sechsunddreißig Grad. Die Reihe der Alkane wechselt genau an dieser Stelle den Zustand: Methan, Ethan, Propan und Butan sind Gase, ab Pentan folgen Flüssigkeiten, und ab etwa siebzehn

Kohlenstoffatomen werden es Feststoffe. Ursache ist die mit der Kettenlänge zunehmende Anziehung zwischen den Molekülen.

Die Antwort „Butan hat einen höheren Siedepunkt als Pentan“ ist falsch: Butan siedet bei etwa null Grad und damit deutlich tiefer als Pentan.

Die Antwort „Pentan ist bei Raumtemperatur gasförmig“ ist falsch: Gasförmig ist Butan, nicht Pentan.

Die Antwort „Pentan und Butan haben denselben Siedepunkt“ ist falsch: Unterschiedliche Kettenlängen bedeuten stets unterschiedliche Siedepunkte.

Die Antwort „Butan ist bei Raumtemperatur flüssig“ ist falsch: Butan ist bei Raumtemperatur gasförmig – es lässt sich allerdings durch Druck verflüssigen, weshalb Feuerzeuge flüssiges Butan enthalten.

Zum Weiterdenken: Ein Feuerzeug enthält flüssiges Butan, obwohl Butan bei Raumtemperatur gasförmig ist. Welche der beiden Zustandsgrößen wurde hier verändert?

MERKE

Die ersten vier Alkane sind Gase, ab Pentan wird es flüssig.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Aggregatzustände der kurzen Alkane kennen

C267 D Kohlenwasserstoffe bestehen aus unpolaren Molekülen

Welche Aussage zur organischen Chemie ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Kohlenwasserstoffe bestehen aus unpolaren Molekülen“. Kohlenwasserstoffe bestehen aus unpolaren Molekülen, denn Kohlenstoff und Wasserstoff unterscheiden sich in ihrer Elektronegativität kaum. Daraus folgt unmittelbar, dass sie sich nicht in Wasser, wohl aber in Fetten und Ölen lösen.

Die Antwort „Organische Moleküle bestehen ausschließlich aus C- und H-Atomen“ ist falsch: Organische Moleküle enthalten zwar stets Kohlenstoff, häufig aber auch Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel oder Phosphor. Nur die Kohlenwasserstoffe kommen mit zwei Elementen aus.

Die Antwort „Organische Moleküle, die Doppelbindungen enthalten, werden als Alkine bezeichnet“ ist falsch: Moleküle mit Doppelbindungen heißen Alkene. Alkine tragen Dreifachbindungen.

Die Antwort „Alkene sind Moleküle mit mindestens einer Dreifachbindung“ ist falsch: Auch hier sind die Begriffe vertauscht.

Die Antwort „Ein Molekül mit zwei C-Atomen kann als Butan bezeichnet werden“ ist falsch: Butan hat vier Kohlenstoffatome; zwei Kohlenstoffatome ergeben Ethan.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilben Meth-, Eth-, Prop- und But- stehen für ein bis vier Kohlenstoffatome, danach folgen die griechischen Zahlwörter. Wie benennst du damit ein Alkan mit sieben Kohlenstoffatomen?

MERKE

Alkan einfach, Alken doppelt, Alkin dreifach – und Kohlenwasserstoffe sind immer unpolar.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Aussagen zur organischen Chemie prüfen

FUNKTIONELLE GRUPPEN

C268 E Hydroxylgruppe (-OH)

Welche funktionelle Gruppe kennzeichnet einen Alkohol?

Richtig ist die Antwort „Hydroxylgruppe (-OH)“. Ein Alkohol ist durch die Hydroxylgruppe gekennzeichnet, also durch eine an ein Kohlenstoffatom gebundene Sauerstoff-Wasserstoff-Gruppe. Sie macht das Molekül polar und damit fähig, Wasserstoffbrücken auszubilden – weshalb kurzkettige Alkohole gut wasserlöslich sind und deutlich höhere Siedepunkte haben als vergleichbar große Kohlenwasserstoffe.

Die Antwort „Carboxylgruppe (-COOH)“ ist falsch: Die Carboxylgruppe kennzeichnet die Carbonsäuren, etwa Essigsäure.

Die Antwort „Aminogruppe (-NH₂)“ ist falsch: Die Aminogruppe kennzeichnet Amine und findet sich zusammen mit der Carboxylgruppe in jeder Aminosäure.

Die Antwort „Carbonylgruppe (-CHO)“ ist falsch: Die genannte Gruppe kennzeichnet Aldehyde. Die Carbonylgruppe im engeren Sinn ist die Kohlenstoff-Sauerstoff-Doppelbindung und kommt sowohl in Aldehyden als auch in Ketonen vor.

Die Antwort „Estergruppe (-COO-)“ ist falsch: Die Estergruppe entsteht bei der Reaktion einer Carbonsäure mit einem Alkohol.

Zum Weiterdenken: Die funktionelle Gruppe bestimmt die Eigenschaften eines Moleküls stärker als seine Kohlenstoffkette. Warum ist genau das der Grund, warum man organische Stoffe nach ihr einteilt?

MERKE

OH heißt Alkohol, COOH heißt Säure, NH₂ heißt Amin – die Gruppe bestimmt die Stoffklasse.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Funktionelle Gruppen ihren Stoffklassen zuordnen

C269 E Carboxylgruppe (-COOH)

Welche funktionelle Gruppe kennzeichnet eine Carbonsäure?

Richtig ist die Antwort „Carboxylgruppe (-COOH)“.

Carbonsäuren sind durch die Carboxylgruppe gekennzeichnet, in der eine Carbonyl- und eine Hydroxylgruppe am selben Kohlenstoffatom sitzen. Diese Nachbarschaft macht den Wasserstoff der Hydroxylgruppe deutlich leichter abspaltbar als in einem Alkohol – deshalb reagieren Carbonsäuren sauer, während Alkohole trotz ihrer Hydroxylgruppe praktisch neutral sind.

Die Antwort „Hydroxylgruppe (-OH)“ ist falsch: Die Hydroxylgruppe allein kennzeichnet die Alkohole.

Die Antwort „Aminogruppe (-NH₂)“ ist falsch: Die Aminogruppe kennzeichnet die Amine und findet sich neben der Carboxylgruppe in jeder Aminosäure.

Die Antwort „Doppelbindung (C=C)“ ist falsch: Eine Kohlenstoff-Doppelbindung kennzeichnet die Alkene.

Die Antwort „Carbonylgruppe (-CHO)“ ist falsch: Die genannte Gruppe kennzeichnet die Aldehyde.

Zum Weiterdenken: Alkohol und Carbonsäure tragen beide eine Hydroxylgruppe, nur die Säure reagiert sauer. Wie erklärt die benachbarte Doppelbindung zum Sauerstoff diesen Unterschied?

MERKE

Erst zusammen mit der Carbonylgruppe wird aus der Hydroxylgruppe eine Säure.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Carboxylgruppe der Carbonsäure zuordnen

C270 E -OH → Alkohol, -COOH → Carbonsäure, -NH₂ → Amin, C=C → Alken

Welche Zuordnung von funktioneller Gruppe zu Stoffklasse ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „-OH → Alkohol, -COOH → Carbonsäure, -NH₂ → Amin, C=C → Alken“. Alle vier Zuordnungen stimmen: Die Hydroxylgruppe kennzeichnet den Alkohol, die Carboxylgruppe die Carbonsäure, die Aminogruppe das Amin und die Kohlenstoff-Doppelbindung das Alken. Bei Aufgaben mit mehreren Zuordnungen zugleich lohnt sich ein festes Vorgehen: Prüfe zuerst die Zuordnung, die du am sichersten kennst, und schließe damit alle Antworten aus, die dort abweichen – meist bleibt nach zwei Prüfungen nur eine übrig.

Die Antwort „-OH → Amin, -COOH → Alkohol, -NH₂ → Carbonsäure, C=C → Alkin“ ist falsch: Hier sind sämtliche Zuordnungen durcheinandergeraten.

Die Antwort „-OH → Carbonsäure, -COOH → Amin, -NH₂ → Alkohol, C=C → Alken“ ist falsch: Hydroxylgruppe und Carboxylgruppe sind vertauscht.

Die Antwort „-OH → Alkohol, -COOH → Amin, -NH₂ → Carbonsäure, C=C → Alkin“ ist falsch: Carboxylgruppe und Aminogruppe sind vertauscht, und die Doppelbindung ist falsch zugeordnet.

Die Antwort „-OH → Ester, -COOH → Alkohol, -NH₂ → Amin, C=C → Alken“ ist falsch: Die Hydroxylgruppe ist fälschlich dem Ester zugeordnet.

Zum Weiterdenken: Bei einer Aufgabe mit vier Zuordnungen genügt oft eine einzige sichere Kenntnis, um die meisten Antworten auszuschließen. Wie planst du dein Vorgehen, um dabei möglichst wenig Zeit zu verlieren?

MERKE

OH Alkohol, COOH Säure, NH₂ Amin, C=C Alken – vier Paare, die immer wiederkehren.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Vier funktionelle Gruppen gleichzeitig zuordnen

C271 B Carboxylgruppe / Carbonsäure

Um welche funktionelle Gruppe handelt es sich bei -COOH?

Richtig ist die Antwort „Carboxylgruppe / Carbonsäure“.

Die Schreibweise mit Kohlenstoff, zwei Sauerstoffatomen und einem Wasserstoffatom bezeichnet die Carboxylgruppe und damit eine Carbonsäure. Man erkennt sie daran, dass an demselben Kohlenstoffatom sowohl eine Doppelbindung zum Sauerstoff als auch eine Hydroxylgruppe sitzt. Bekannte Vertreter sind Essigsäure, Ameisensäure und sämtliche Fettsäuren.

Die Antwort „Hydroxylgruppe / Alkohol“ ist falsch: Die Hydroxylgruppe allein besteht nur aus Sauerstoff und Wasserstoff.

Die Antwort „Aminogruppe / Amin“ ist falsch: Die Aminogruppe enthält Stickstoff.

Die Antwort „Carbonylgruppe / Aldehyd“ ist falsch: Die Aldehydgruppe trägt am Kohlenstoff eine Doppelbindung zum Sauerstoff und ein Wasserstoffatom, aber keine Hydroxylgruppe.

Die Antwort „Estergruppe“ ist falsch: In einer Estergruppe ist der Wasserstoff der Säuregruppe durch einen Kohlenwasserstoffrest ersetzt.

Zum Weiterdenken: Aldehyd, Keton, Alkohol und Säure lassen sich allein an der Umgebung des Kohlenstoffatoms unterscheiden. Wie liest du eine unbekannte Strukturformel systematisch daraufhin ab?

MERKE

Doppelbindung zum Sauerstoff plus Hydroxylgruppe am selben Kohlenstoff ergibt die Säure.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Carboxylgruppe an ihrer Schreibweise erkennen

C272 A Carbonsäure

Welche funktionelle Gruppe liegt in einer Verbindung des Bauprinzips R-COOH vor?

Richtig ist die Antwort „Carbonsäure“. Die Gruppe -COOH heißt Carboxygruppe und kennzeichnet die Carbonsäuren. Sie vereint zwei Bausteine in einem: eine Carbonylgruppe, also ein doppelt gebundener Sauerstoff, und daran eine Hydroxygruppe. Genau diese Nachbarschaft macht das Wasserstoffatom so leicht abspaltbar und die Verbindung damit sauer, denn das zurückbleibende Anion verteilt seine Ladung über beide Sauerstoffatome.

Die Antworten „Ether“, „Amin“, „Alkin“ und „Ester“ benennen jeweils andere Stoffklassen, die sich nach demselben Schema unterscheiden lassen.

Zum Weiterdenken: Alle Stoffklassen der organischen Chemie lassen sich an wenigen Merkmalen unterscheiden. Wie viele Fragen musst du an eine Strukturformel stellen, um sie sicher einzuordnen?

MERKE

Erst Heteroatome suchen, dann Bindungsart prüfen – damit ist jede funktionelle Gruppe bestimmbar.

LEHRTEXT IM KURS**Organische Chemie**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Funktionelle Gruppen aus einer Strukturformel bestimmen

C273 B Carbonsäure

Um welche funktionelle Gruppe handelt es sich bei einer Verbindung des Bauprinzips R-COOH?

Richtig ist die Antwort „Carbonsäure“. Die Gruppe -COOH ist die Carboxygruppe der Carbonsäuren. Achte auf die Abgrenzung zum Ester: Beim Ester ist das saure Wasserstoffatom durch einen weiteren Kohlenstoffrest ersetzt, die Schreibweise lautet dann R-COO-R'. Genau dieses eine Wasserstoffatom entscheidet darüber, ob die Verbindung sauer reagiert oder nicht.

Die Antworten „Ether“, „Ester“, „Amid“ und „Keton“ benennen jeweils diese anderen Stoffklassen, die sich nach demselben Schema unterscheiden lassen.

Zum Weiterdenken: Carbonsäure, Ester und Amid unterscheiden sich nur darin, was neben der Doppelbindung am selben Kohlenstoff sitzt. Wie hilft dir dieses eine Prüfkriterium, alle drei sicher zu trennen?

MERKE

Doppelbindung plus OH ergibt die Säure, plus Kette den Ester, plus Stickstoff das Amid.

LEHRTEXT IM KURS**Organische Chemie**

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Funktionelle Gruppen aus einer Abbildung bestimmen

C274 B Alkohol

Welche der angegebenen funktionellen Gruppen ist NICHT Teil des Aspartam-Moleküls?

Richtig ist die Antwort „Alkohol“. Aspartam ist ein Süßstoff und besteht aus zwei Aminosäuren, die über eine Peptidbindung verknüpft sind, wobei die endständige Säuregruppe zusätzlich mit Methanol verestert wurde. Daraus ergeben sich die vorhandenen Gruppen: die Peptidbindung ist ein Amid, die freie Aminogruppe der einen Aminosäure ein Amin, die veresterte Gruppe ein Methylester und die freie Säuregruppe der Asparaginsäure eine Carbonsäure. Eine alkoholische Hydroxylgruppe fehlt dagegen – sie war zwar im Methanol enthalten, ist aber in der Veresterung aufgegangen.

Die Antwort „Amid“ ist falsch, denn die Amidgruppe ist als Peptidbindung vorhanden.

Die Antwort „Amin“ ist falsch, denn eine freie Aminogruppe ist vorhanden.

Die Antwort „Methylester“ ist falsch, denn der Methylester ist Namensbestandteil der Verbindung.

Die Antwort „Carbonsäure“ ist falsch, denn eine freie Carboxylgruppe ist ebenfalls vorhanden.

Zum Weiterdenken: Bei der Veresterung verschwindet die Hydroxylgruppe des Alkohols in der neuen Bindung. Warum lässt sich aus einem Ester dennoch durch Spaltung wieder ein Alkohol gewinnen?

MERKE

Aspartam trägt Amid, Amin, Ester und Säure – aber keine freie Alkoholgruppe.

LEHRTEXT IM KURS**Organische Chemie**

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Funktionelle Gruppen in einem zusammengesetzten Molekül erkennen

C275 D Carbonsäure

Welcher Stoffklasse entspricht die Verbindung CH₃-CH₂-COOH?

Richtig ist die Antwort „Carbonsäure“. Die endständige Gruppe -COOH kennzeichnet die Carbonsäuren; die genannte Verbindung ist die Propansäure. Die Zuordnung gelingt stets über die funktionelle Gruppe am Ende der Kette, nicht über die Länge der Kette selbst.

Die Antworten „Alkohol“, „Keton“, „Aldehyd“ und „Ester“ benennen jeweils diese anderen Stoffklassen, die sich nach demselben Schema unterscheiden lassen.

Zum Weiterdenken: Alkohol, Aldehyd, Keton, Säure und Ester unterscheiden sich nur in der Umgebung eines einzigen Kohlenstoffatoms. Wie viele Ja-Nein-Fragen brauchst du höchstens, um sie alle zu trennen?

MERKE

Doppelbindung zum Sauerstoff? Und was sitzt daneben – daraus folgt die Stoffklasse.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Stoffklassen aus einer Strukturformel bestimmen

C276 C Bei der Oxidation von Ketonen entsteht eine Carbonsäure

Abbildung von zwei organischen Verbindungen, Aceton und einem weiteren Keton – Welche Aussage stimmt NICHT?

Richtig ist die Antwort „Bei der Oxidation von Ketonen entsteht eine Carbonsäure“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Bei der Oxidation von Ketonen entsteht keine Carbonsäure. Der Grund liegt im Bau: Das Kohlenstoffatom der Carbonylgruppe trägt beim Keton zwei Kohlenstoffnachbarn und kein Wasserstoffatom mehr, das noch entfernt werden könnte. Aldehyde dagegen tragen dort ein Wasserstoffatom und lassen sich deshalb ohne Weiteres zur Carbonsäure oxidieren – genau darauf beruhen die klassischen Nachweisreaktionen für Aldehyde.

Die Antwort „Verbindung B trägt auch den Trivialnamen Aceton“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Aceton ist der Trivialname für Propanon.

Die Antwort „Struktur B kann zu einem Alkohol reduziert werden“ ist richtig: Ketone lassen sich zu sekundären Alkoholen reduzieren; die Reaktion ist also in die andere Richtung sehr wohl möglich.

Die Antwort „Beide Verbindungen zählen zu den Carbonylverbindungen“ ist richtig: Aldehyde und Ketone tragen beide eine Carbonylgruppe und zählen deshalb zu den Carbonylverbindungen.

Die Antwort „Bei Verbindung A handelt es sich um Propanon“ ist richtig: Propanon ist der systematische Name des Acetons.

Zum Weiterdenken: Aldehyde lassen sich oxidieren, Ketone nicht. Wie nutzt man diesen Unterschied, um beide Stoffklassen im Labor zu unterscheiden?

MERKE

Der Aldehyd hat noch ein Wasserstoffatom zum Abgeben, das Keton nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Oxidierbarkeit von Ketonen und Aldehyden unterscheiden

C277 D Amin

Welche funktionelle Gruppe liegt in einer Verbindung des Bauprinzips R-NH₂ vor?

Richtig ist die Antwort „Amin“. Die Gruppe -NH₂ heißt Aminogruppe und kennzeichnet die Amine. Weil das freie Elektronenpaar am Stickstoff ein Proton aufnehmen kann, reagieren Amine basisch – das ist der Gegenpol zur sauren

Carboxygruppe. Genau dieses Gegenspiel macht Aminosäuren zu Molekülen mit beiden Eigenschaften zugleich.

Die Antwort „Carbonsäure“ ist falsch: Eine Carbonsäure trägt am selben Kohlenstoffatom eine Doppelbindung zum Sauerstoff und eine Hydroxylgruppe.

Die Antwort „Ether“ ist falsch: Ein Ether verbindet zwei Kohlenstoffketten über ein einfach gebundenes Sauerstoffatom.

Die Antwort „Alkin“ ist falsch: Ein Alkin trägt eine Dreifachbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen.

Die Antwort „Ester“ ist falsch: Ein Ester trägt neben der Doppelbindung zum Sauerstoff eine Sauerstoffbrücke zu einer weiteren Kette.

Zum Weiterdenken: Amine reagieren basisch, Carbonsäuren sauer. Warum trägt eine Aminosäure beide Gruppen und verhält sich dadurch je nach pH-Wert unterschiedlich?

MERKE

Stickstoff ohne benachbarte Carbonylgruppe heißt Amin – und Amine sind basisch.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Aminogruppe an ihrem Stickstoff erkennen

C278 B Ester

Amlodipin ist ein blutdrucksenkendes Medikament. Welche funktionelle Gruppe kommt in Amlodipin zweimal vor?

Richtig ist die Antwort „Ester“. Amlodipin trägt zwei Estergruppen, die an das zentrale Ringsystem gebunden sind. Estergruppen erkennt man daran, dass ein Kohlenstoffatom eine Doppelbindung zum Sauerstoff trägt und zusätzlich über ein weiteres Sauerstoffatom mit einer Kohlenstoffkette verbunden ist.

Die Antwort „Amin“ ist falsch: Amlodipin trägt zwar eine primäre Aminogruppe, aber nur eine einzige. Gefragt ist die Gruppe, die zweifach vorkommt.

Die Antwort „Carbonsäure“ ist falsch: Eine freie Carbonsäuregruppe enthält das Molekül nicht, denn die Säurefunktionen liegen verestert vor.

Die Antwort „Phenol“ ist falsch: Ein Phenol wäre eine Hydroxylgruppe unmittelbar an einem aromatischen Ring; eine solche fehlt.

Die Antwort „Alkohol“ ist falsch: Eine alkoholische Hydroxylgruppe ist ebenfalls nicht vorhanden.

Zum Weiterdenken: Arzneistoffe tragen fast immer mehrere funktionelle Gruppen zugleich. Warum ist die Frage nach der einen enthaltenen Gruppe deshalb selten eindeutig zu beantworten?

MERKE

Ester heißt Doppelbindung zum Sauerstoff plus Sauerstoffbrücke zur nächsten Kette.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Funktionelle Gruppen in einem Arzneistoff erkennen

C279 D Ketone entstehen durch Oxidation von sekundären Alkoholen

Welche Aussage zu Naturstoffen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Ketone entstehen durch Oxidation von sekundären Alkoholen“. Ketone entstehen durch Oxidation sekundärer Alkohole. Der Zusammenhang folgt unmittelbar aus dem Bau: Ein sekundärer Alkohol trägt seine Hydroxylgruppe an einem Kohlenstoffatom mit zwei Kohlenstoffnachbarn, und wenn dieses zur Carbonylgruppe oxidiert wird, entsteht zwangsläufig ein Keton. Primäre Alkohole ergeben dagegen zunächst Aldehyde und bei weiterer Oxidation Carbonsäuren, tertiäre lassen sich gar nicht oxidieren.

Die Antwort „Ketone und Aldehyde sind Carboxylverbindungen“ ist falsch: Ketone und Aldehyde sind Carbonylverbindungen und keine Carboxylverbindungen — Letztere sind die Carbonsäuren.

Die Antwort „Fette sind Etherverbindungen“ ist falsch: Fette sind Ester und keine Ether.

Die Antwort „Aldehyde entstehen durch Oxidation von Ketonen“ ist falsch: Aldehyde entstehen aus primären Alkoholen. Ketone lassen sich überhaupt nicht weiter oxidieren.

Die Antwort „Fette sind Amide von Glycerin“ ist falsch: Fette sind Ester des Glycerins und keine Amide.

Zum Weiterdenken: Primär, sekundär und tertiär entscheidet darüber, was bei der Oxidation entsteht — oder ob überhaupt etwas entsteht. Wie erklärt die Zahl der verbleibenden Wasserstoffatome am Kohlenstoff diese drei Fälle?

MERKE

Primär gibt Aldehyd und Säure, sekundär gibt Keton, tertiär gibt nichts.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Oxidation von Alkoholen zu Aldehyden und Ketonen ordnen

C280 C Sulfhydrylgruppe

Welche funktionelle Gruppe hat ein Thiol?

Richtig ist die Antwort „Sulfhydrylgruppe“. Ein Thiol trägt eine Sulfhydrylgruppe, also eine Schwefel-Wasserstoff-Gruppe. Sie ist das schwefelhaltige Gegenstück zur Hydroxylgruppe des Alkohols — Schwefel steht schließlich unmittelbar unter dem Sauerstoff. Thiole riechen charakteristisch unangenehm; man setzt sie deshalb dem geruchlosen Erdgas als Warnstoff zu.

Die Antwort „Hydroxylgruppe“ ist falsch: Die Hydroxylgruppe kennzeichnet Alkohole.

Die Antwort „Aminogruppe“ ist falsch: Die Aminogruppe kennzeichnet Amine.

Die Antwort „Carboxylgruppe“ ist falsch: Die Carboxylgruppe kennzeichnet Carbonsäuren.

Die Antwort „Carbonylgruppe“ ist falsch: Die Carbonylgruppe kennzeichnet Aldehyde und Ketone.

Zum Weiterdenken: Die Aminosäure Cystein trägt eine Thiolgruppe. Welche besondere Aufgabe erfüllt sie damit beim Aufbau von Proteinen?

MERKE

Thiol ist der Alkohol mit Schwefel statt Sauerstoff — und riecht entsprechend.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Thiolgruppe erkennen

C281 A Disulfide

Was entsteht durch oxidative Kupplung (Kondensierung) zweier Thiole?

Richtig ist die Antwort „Disulfide“. Werden zwei Thiolgruppen oxidiert, verbinden sich ihre Schwefelatome unter Abgabe von zwei Wasserstoffatomen zu einer Disulfidbrücke. Diese Reaktion ist in der Biochemie außerordentlich wichtig: Zwei Cysteinreste eines Proteins können auf diese Weise fest miteinander verknüpft werden und die räumliche Faltung stabilisieren. Umgekehrt lässt sich die Brücke durch Reduktion wieder öffnen — genau darauf beruht das Wellen von Haaren.

Die Antwort „Sulphydryle“ ist falsch: Sulfhydryl ist ein anderer Name für die Thiolgruppe selbst, also für den Ausgangsstoff.

Die Antwort „Sulfoxide“ ist falsch: Sulfoxide entstehen bei weitergehender Oxidation am Schwefel eines Thioethers.

Die Antwort „Thioester“ ist falsch: Thioester entstehen aus einem Thiol und einer Carbonsäure.

Die Antwort „Sulfonsäuren“ ist falsch: Sulfonsäuren entstehen bei sehr weitgehender Oxidation.

Zum Weiterdenken: Beim Dauerwellen werden Disulfidbrücken im Haarkeratin geöffnet und in neuer Anordnung wieder geschlossen. Wie erklärt das, warum die Form anschließend erhalten bleibt?

MERKE

Zwei Thiole oxidiert ergeben eine Disulfidbrücke — reduziert wird sie wieder geöffnet.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Die Disulfidbrücke als Oxidationsprodukt erkennen

C282 E Ester

Eine funktionelle Gruppe wurde in einer Strukturformel gezeigt (R-CO-O-R'). Um welche Verbindungsklasse handelt es sich?

Richtig ist die Antwort „Ester“. Die angegebene Schreibweise beschreibt einen Ester: Ein Kohlenstoffatom trägt eine Doppelbindung zum Sauerstoff und ist zusätzlich über ein zweites Sauerstoffatom mit einer weiteren Kohlenstoffkette verbunden. Ester entstehen aus einer Carbonsäure und einem Alkohol unter Abspaltung von Wasser und lassen sich durch Wasseraufnahme wieder spalten.

Die Antwort „Carbonsäure“ ist falsch: Bei einer Carbonsäure säße an der Stelle der zweiten Kette ein Wasserstoffatom.

Die Antwort „Ether“ ist falsch: Ein Ether verbindet zwei Ketten über ein einfach gebundenes Sauerstoffatom, ohne Doppelbindung.

Die Antwort „Keton“ ist falsch: Bei einem Keton stünden auf beiden Seiten der Carbonylgruppe unmittelbar Kohlenstoffatome, ohne Sauerstoffbrücke.

Die Antwort „Aldehyd“ ist falsch: Bei einem Aldehyd säße neben der Carbonylgruppe ein Wasserstoffatom.

Zum Weiterdenken: Ester sind für viele Fruchtaromen verantwortlich und bilden zugleich das Grundgerüst der Fette. Wie kann dieselbe Bindungsart so verschiedene Stoffe hervorbringen?

MERKE

Doppelbindung zum Sauerstoff plus Sauerstoffbrücke zur zweiten Kette — das ist der Ester.

LEHRTEXT IM KURS

Organische Chemie

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Estergruppe an ihrer Schreibweise erkennen

Naturstoffe**KOHLHYDRATE**

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

C283 A Kohlenhydrate sind lipophil.

Welche Aussage zu Naturstoffen ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Kohlenhydrate sind lipophil“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Kohlenhydrate sind nicht lipophil, sondern hydrophil. Sie tragen zahlreiche Hydroxylgruppen, bilden damit Wasserstoffbrücken zum Wasser aus und lösen sich entsprechend gut — Traubenzucker verschwindet in Wasser praktisch vollständig, während er sich in Öl nicht löst.

Die Antwort „Proteine bestehen aus Aminosäuren“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Proteine bestehen aus Aminosäuren.

Die Antwort „Nukleinsäuren bestehen aus Nukleotiden“ ist richtig: Nukleinsäuren bestehen aus Nukleotiden, also aus Base, Zucker und Phosphat.

Die Antwort „Vitamine sind an wichtigen biochemischen Vorgängen im Körper beteiligt“ ist richtig: Vitamine wirken meist als Bestandteile von Enzymen oder als Schutzstoffe.

Die Antwort „Fette sind chemische Ester des Glycerins“ ist richtig: Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren.

Zum Weiterdenken: Zucker löst sich in Wasser, Fett nicht. Wie erklärt die Zahl der Hydroxylgruppen diesen Unterschied vollständig?

MERKE

Viele Hydroxylgruppen heißt wasserfreundlich — Kohlenhydrate sind hydrophil, Fette lipophil.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Kohlenhydrate als hydrophile Stoffgruppe erkennen

C284 B Saccharose

Welche der folgenden Verbindungen hat Fructose als Bestandteil?

Richtig ist die Antwort „Saccharose“. Saccharose, also gewöhnlicher Haushaltszucker, ist ein Zweifachzucker aus je einem Molekül Traubenzucker und einem Molekül Fruchtzucker. Genau das unterscheidet sie von den übrigen genannten Kohlenhydraten, die sämtlich allein aus Traubenzucker aufgebaut sind.

Die Antwort „Stärke“ ist falsch: Stärke ist ein Vielfachzucker ausschließlich aus Traubenzucker.

Die Antwort „Glucose“ ist falsch: Glucose ist der Traubenzucker selbst, also ein Einfachzucker.

Die Antwort „Maltose“ ist falsch: Maltose, der Malzzucker, besteht aus zwei Molekülen Traubenzucker.

Die Antwort „Cellulose“ ist falsch: Cellulose besteht ebenfalls nur aus Traubenzucker, allerdings anders verknüpft als die Stärke — deshalb kann der Mensch sie nicht verdauen.

Zum Weiterdenken: Stärke und Cellulose bestehen aus denselben Bausteinen und sind doch für den Menschen völlig verschieden verwertbar. Woran liegt das?

MERKE

Saccharose gleich Glucose plus Fructose — Maltose, Stärke und Cellulose bestehen nur aus Glucose.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Bausteine der gängigen Zucker kennen

C285 C Maltose

Welcher der folgenden Stoffe ist ein Disaccharid?

Richtig ist die Antwort „Maltose“. Maltose, der Malzzucker, besteht aus zwei Molekülen Traubenzucker und ist damit ein Zweifachzucker. Sie entsteht beim Abbau von Stärke, etwa durch das Enzym im Speichel — weshalb lange gekaut Brot süß schmeckt.

Die Antwort „Ribose“ ist falsch: Ribose ist ein Einfachzucker mit fünf Kohlenstoffatomen und Baustein der RNA.

Die Antwort „Cellulose“ ist falsch: Cellulose ist ein Vielfachzucker aus sehr vielen Traubenzuckereinheiten.

Die Antwort „Amylose“ ist falsch: Amylose ist ein Bestandteil der Stärke und ebenfalls ein Vielfachzucker.

Die Antwort „Mannose“ ist falsch: Mannose ist ein Einfachzucker.

Zum Weiterdenken: Einfach-, Zweifach- und Vielfachzucker unterscheiden sich nur in der Zahl der verknüpften Bausteine. Warum schmecken dennoch nur die kurzen süß?

MERKE

Maltose, Saccharose und Lactose sind die drei wichtigen Zweifachzucker.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Zucker nach der Zahl ihrer Bausteine einteilen

PROTEINE

C286 D Aminosäuren

Aus welchen Bausteinen bestehen Proteine?

Richtig ist die Antwort „Aminosäuren“. Proteine bestehen aus Aminosäuren, die über Peptidbindungen verknüpft sind. Eine Peptidbindung entsteht, wenn die Säuregruppe der einen Aminosäure mit der Aminogruppe der nächsten unter Abspaltung von Wasser reagiert. Zwanzig verschiedene Aminosäuren stehen zur Verfügung, und ihre Reihenfolge bestimmt, wie sich die Kette faltet und welche Aufgabe das Protein übernimmt.

Die Antwort „Fettsäuren“ ist falsch: Fettsäuren bilden zusammen mit Glycerin die Fette.

Die Antwort „Monosaccharide“ ist falsch: Einfachzucker sind die Bausteine der Kohlenhydrate.

Die Antwort „Nukleotide“ ist falsch: Nukleotide bauen DNA und RNA auf.

Die Antwort „Glycerin“ ist falsch: Glycerin ist der dreiwertige Alkohol im Fettmolekül.

Zum Weiterdenken: Alle vier großen Stoffklassen bestehen aus wenigen Bausteintypen. Warum ist es lohnend, sich diese Zuordnung einmal vollständig einzuprägen?

MERKE

Aminosäuren zu Proteinen, Fettsäuren und Glycerin zu Fetten, Einfachzucker zu Kohlenhydraten, Nukleotide zu Nukleinsäuren.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Bausteine der Proteine erneut benennen

C287 A β -Faltblatt und α -Helix sind Tertiärstruktur

Welche Aussage trifft auf Naturstoffe NICHT zu?

Richtig ist die Antwort „ β -Faltblatt und α -Helix sind Tertiärstruktur“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Faltblatt und Schraube gehören zur Sekundärstruktur und nicht zur Tertiärstruktur. Die vier Ebenen bauen aufeinander auf: Die Primärstruktur ist die Reihenfolge der Aminosäuren, die Sekundärstruktur beschreibt örtliche Muster wie Schraube und Faltblatt, die Tertiärstruktur die räumliche Faltung der gesamten Kette und die Quartärstruktur das Zusammenlagern mehrerer Ketten.

Die Antwort „Proteine bestehen aus Aminosäuren“ ist richtig und deshalb nicht zu wählen: Proteine bestehen aus Aminosäuren.

Die Antwort „Kohlenhydrate sind Polyhydroxyaldehyde bzw. -ketone“ ist richtig: Kohlenhydrate sind mehrwertige Alkohole mit einer Aldehyd- oder Ketogruppe.

Die Antwort „Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren“ ist richtig: Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren.

Die Antwort „Nukleinsäuren enthalten Basen, Zucker und Phosphat“ ist richtig: Nukleinsäuren bestehen aus Base, Zucker und Phosphat.

Zum Weiterdenken: Die Sekundärstruktur wird von Wasserstoffbrücken zwischen den Rückgraten gehalten, die Tertiärstruktur zusätzlich von Wechselwirkungen der Seitenketten. Warum zerstört Hitze zuerst die höheren Ebenen und erst zuletzt die Primärstruktur?

MERKE

Primär die Reihenfolge, sekundär Schraube und Faltblatt, tertiär die Gesamtfaltung, quartär mehrere Ketten.

LEHRTEXT IM KURS**Naturstoffe**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Strukturebenen der Proteine unterscheiden

FETTE**C288 C Durch Verseifung (Hydrolyse von Triglyceriden mit einer Base).**

Wie entsteht Seife aus Fetten?

Richtig ist die Antwort „Durch Verseifung (Hydrolyse von Triglyceriden mit einer Base)“. Seife entsteht durch Verseifung, also durch die Spaltung von Fetten mithilfe einer Base. Fette sind Ester aus Glycerin und drei Fettsäuren; erhitzt man sie mit Natronlauge, werden diese Esterbindungen gespalten, und es entstehen Glycerin sowie die Natriumsalze der Fettsäuren – und genau diese Salze sind die Seife. Ihre Waschwirkung beruht darauf, dass sie eine wasserfreundliche und eine fettfreundliche Seite besitzen und dadurch Fett in Wasser verteilen können.

Die Antwort „Durch Veresterung von Fettsäuren mit Glycerin“ ist falsch: Die Veresterung ist der umgekehrte Vorgang, bei dem aus Glycerin und Fettsäuren ein Fett entsteht.

Die Antwort „Durch Oxidation von Fettsäuren mit Sauerstoff“ ist falsch: Die Oxidation von Fettsäuren mit Sauerstoff ist der Abbauweg im Körper zur Energiegewinnung.

Die Antwort „Durch Reduktion von Triglyceriden mit Wasserstoff“ ist falsch: Eine Reduktion mit Wasserstoff führt nicht zu Seife.

Die Antwort „Durch Hydrierung ungesättigter Fettsäuren“ ist falsch: Die Härtung ungesättigter Fettsäuren durch Anlagerung von Wasserstoff macht flüssige Öle streichfähig, hat aber mit Seife nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Ein Seifenmolekül hat eine wasserfreundliche und eine fettfreundliche Seite. Welche andere Stoffgruppe des Körpers ist genauso gebaut, und welche Aufgabe erfüllt sie damit?

MERKE

Fett plus Lauge ergibt Glycerin plus Seife – Veresterung ist der Weg zurück.

LEHRTEXT IM KURS**Naturstoffe**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Verseifung als basische Hydrolyse der Fette beschreiben

C289 A Lipide und Proteine

Welche Nährstoffe sind für den Aufbau der Zellmembran essentiell?

Richtig ist die Antwort „Lipide und Proteine“. Die Zellmembran besteht wesentlich aus Lipiden und Proteinen. Die Phospholipide bilden die Doppelschicht, die den Raum abgrenzt, und die eingelagerten Proteine übernehmen alles Weitere – Transport, Erkennung, Signalübertragung und Verankerung. Ohne die Lipide gäbe es keine Grenze, ohne die Proteine keinen geregelten Austausch.

Die Antwort „Lipide und Nukleinsäuren“ ist falsch: Nukleinsäuren sind Informationsträger und kein Baustoff der Membran.

Die Antwort „Proteine und Nukleinsäuren“ ist falsch: Ohne Lipide fehlte die eigentliche Doppelschicht.

Die Antwort „Kohlenhydrate und Eiweiß“ ist falsch: Kohlenhydrate kommen nur außen als kurze Zuckerketten vor und bilden keine tragende Struktur.

Die Antwort „Nukleinsäuren und Kohlenhydrate“ ist falsch: Weder Nukleinsäuren noch Kohlenhydrate bauen die Membran auf.

Zum Weiterdenken: Die Lipide bilden die Grenze, die Proteine die Türen. Warum wäre eine reine Lipiddoppelschicht für eine lebende Zelle unbrauchbar?

MERKE

Lipide bauen die Wand, Proteine setzen die Türen ein.

LEHRTEXT IM KURS**Naturstoffe**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Bausteine der Zellmembran benennen

C290 B Ester aus Glycerin und Fettsäuren (Triglyceride)

Woraus bestehen Fette?

Richtig ist die Antwort „Ester aus Glycerin und Fettsäuren (Triglyceride)“. Fette sind Ester aus einem Molekül Glycerin und drei Fettsäuren, weshalb man sie Triglyceride nennt. Glycerin ist ein Alkohol mit drei Hydroxylgruppen, und an jede kann eine Fettsäure gebunden werden. Ob ein Fett fest oder flüssig ist, hängt

von den Fettsäuren ab: Gesättigte Ketten sind gerade, packen dicht und ergeben feste Fette, ungesättigte haben durch ihre Doppelbindungen einen Knick, packen schlechter und ergeben Öle.

Die Antwort „Ester aus Glucose und Fettsäuren“ ist falsch: Glucose ist kein Bestandteil der Fette.

Die Antwort „Polymere aus Aminosäuren“ ist falsch: Polymere aus Aminosäuren sind Proteine.

Die Antwort „Ester aus Cholesterin und Fettsäuren ausschließlich“ ist falsch: Cholesterinester kommen im Körper vor, sind aber nicht die gewöhnlichen Nahrungsfette.

Die Antwort „Reine Kohlenwasserstoffketten ohne funktionelle Gruppen“ ist falsch: Reine Kohlenwasserstoffketten ohne funktionelle Gruppe wären keine Fette, sondern Alkane.

Zum Weiterdenken: Ungesättigte Fettsäuren haben einen Knick, gesättigte nicht. Wie erklärt allein dieser Unterschied in der Form, warum Olivenöl flüssig und Butter fest ist?

MERKE

Ein Glycerin, drei Fettsäuren — gesättigt heißt fest, ungesättigt heißt flüssig.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Fette als Ester aus Glycerin und Fettsäuren beschreiben

C291 B Man erhält Seifen (Verseifung).

Was erhält man, wenn man Triglyceride mit einer Base versetzt?

Richtig ist die Antwort „Man erhält Seifen (Verseifung)“. Versetzt man Triglyceride mit einer Base, werden die drei Esterbindungen gespalten, und es entstehen Glycerin sowie die Salze der Fettsäuren — also Seife. Die Reaktion heißt deshalb Verseifung, und sie ist der klassische Weg der Seifenherstellung aus Fett und Lauge.

Die Antwort „Man erhält Zucker“ ist falsch: Zucker entstehen dabei nicht; Fette enthalten keine Zuckerbausteine.

Die Antwort „Man erhält Aminosäuren“ ist falsch: Aminosäuren entstehen beim Abbau von Eiweißen.

Die Antwort „Man erhält Alkohole ausschließlich ohne Fettsäuren“ ist falsch: Es entsteht zwar Glycerin, also ein Alkohol, doch die Fettsäuresalze fallen ebenso an — und gerade sie sind das Ziel der Reaktion.

Die Antwort „Es findet keine Reaktion statt“ ist falsch: Die Reaktion läuft ab, und zwar recht bereitwillig unter Erwärmung.

Zum Weiterdenken: Ein Seifenmolekül hat einen wasserfreundlichen Kopf und einen fettfreundlichen Schwanz. Wie erklärt dieser Bau, dass Seife Fett überhaupt aus einem Gewebe lösen kann?

MERKE

Fett plus Lauge ergibt Glycerin und Seife — das ist die Verseifung.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Verseifung erneut bestimmen

C292 C Glycerin und Fettsäuren (Triglyceride)

Woraus bestehen Fette?

Richtig ist die Antwort „Glycerin und Fettsäuren (Triglyceride)“. Fette bestehen aus Glycerin und drei Fettsäuren, die über Esterbindungen verknüpft sind. Glycerin liefert dabei das Grundgerüst mit seinen drei Hydroxylgruppen, an die je eine Fettsäure gebunden wird. Weil dreimal verestert wird, spricht man von Triglyceriden.

Die Antwort „Aminosäuren“ ist falsch: Aminosäuren bauen Proteine auf.

Die Antwort „Monosaccharide“ ist falsch: Einfachzucker bauen Kohlenhydrate auf.

Die Antwort „Nukleotide“ ist falsch: Nukleotide bauen Nukleinsäuren auf.

Die Antwort „Ausschließlich Kohlenwasserstoffe ohne funktionelle Gruppen“ ist falsch: Ohne funktionelle Gruppen läge ein Alkan vor. Gerade die Esterbindung macht das Fett zum Fett.

Zum Weiterdenken: Fett, Protein und Kohlenhydrat bestehen jeweils aus einer eigenen Bausteinklasse. Wie erklärt allein diese Unterscheidung, warum der Körper sie nicht beliebig ineinander umwandeln kann?

MERKE

Ein Glycerin plus drei Fettsäuren gleich Triglycerid.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Aufbau der Fette erneut bestimmen

C293 D Fette bestehen aus einem abgewinkelten Ester des Alkohols Glycerin mit drei angehängten Fettsäuren

Welche Aussage zum Aufbau von Fetten ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Fette bestehen aus einem abgewinkelten Ester des Alkohols Glycerin mit drei angehängten Fettsäuren“. Ein Fett besteht aus dem dreiwertigen Alkohol Glycerin, an dessen drei Hydroxylgruppen je eine Fettsäure über eine Esterbindung gebunden ist. Die Beschreibung als abgewinkelt trifft zu, weil das Glyceringerüst die drei Ketten nicht in einer Linie hält, sondern gewinkelt anordnet.

Die Antwort „Fette bestehen aus einem Alkohol mit zwei angehängten Fettsäuren“ ist falsch: Zwei Fettsäuren ergäben ein Diglycerid, eine Zwischenstufe beim Auf- und Abbau, aber nicht das gewöhnliche Nahrungsfett.

Die Antwort „Fette bestehen aus einem abgewinkelten Ester des Alkohols Glycerin mit einer angehängten Fettsäure“ ist falsch: Eine einzelne Fettsäure ergäbe ein Monoglycerid.

Die Antwort „Fette bestehen aus Estern von langkettigen Monocarbonsäuren“ ist falsch: Diese Beschreibung lässt das Glycerin aus und träge eher auf Wachse zu, die Ester langkettiger Säuren mit langkettigen Alkoholen sind.

Die Antwort „Fette bestehen aus einem Carbonsäureester mit einer Aminogruppe als Rest“ ist falsch: Eine Aminogruppe kommt in gewöhnlichen Fetten nicht vor; sie findet sich in bestimmten Membranlipiden.

Zum Weiterdenken: Mono-, Di- und Triglyceride unterscheiden sich nur in der Zahl der angehängten Fettsäuren. Warum entstehen bei der Fettverdauung zwangsläufig zuerst Di- und dann Monoglyceride?

MERKE

Drei Fettsäuren am Glycerin ergeben ein Triglycerid – zwei ein Di-, eine ein Monoglycerid.

LEHRTEXT IM KURS**Naturstoffe**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Den Bau der Triglyceride genau beschreiben

C294 A Ein Triglycerid besteht aus einem Glycerin-Molekül, das mit drei Fettsäuren verestert ist.

Welche Aussage zum Aufbau eines Triglycerids ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Ein Triglycerid besteht aus einem Glycerin-Molekül, das mit drei Fettsäuren verestert ist“.

Ein Triglycerid besteht aus einem Molekül Glycerin, das mit drei Fettsäuren verestert ist. Die Vorsilbe sagt es unmittelbar: Drei Fettsäuren hängen an einem Glyceringerüst mit seinen drei Hydroxylgruppen. Bei jeder dieser drei Veresterungen wird ein Molekül Wasser abgespalten.

Die Antwort „Ein Triglycerid besteht aus einem Glycerin-Molekül, das mit einer Fettsäure verestert ist“ ist falsch: Eine einzelne Fettsäure ergäbe ein Monoglycerid.

Die Antwort „Ein Triglycerid ist ein Ester aus drei Glycerin-Molekülen und einer Fettsäure“ ist falsch: Die Zahlenverhältnisse sind hier vertauscht; es ist ein Glycerin und drei Fettsäuren, nicht umgekehrt.

Die Antwort „Ein Triglycerid besteht aus einem Zucker- und einem Phosphatrest“ ist falsch: Zucker- und Phosphatrest gehören zu den Nukleotiden.

Die Antwort „Ein Triglycerid ist ein Disaccharid aus zwei Fettsäuren“ ist falsch: Ein Disaccharid besteht aus zwei Zuckerbausteinen und hat mit Fetten nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Bei jeder Veresterung wird Wasser abgespalten, bei jeder Spaltung wieder aufgenommen. Warum heißt die Fettspaltung im Körper deshalb zu Recht Hydrolyse?

MERKE

Tri heißt drei Fettsäuren an einem Glycerin – und dreimal Wasser abgespalten.

LEHRTEXT IM KURS**Naturstoffe**

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Bau des Triglycerids abschließend bestimmen

C295 D Steroid

Was ist Cholesterin?

Richtig ist die Antwort „Steroid“. Cholesterin ist ein Steroid und damit durch sein charakteristisches Grundgerüst aus vier miteinander verbundenen Ringen gekennzeichnet. Es erfüllt im Körper zwei wichtige Aufgaben: Es lagert sich zwischen die Phospholipide der Zellmembran und regelt dort deren Beweglichkeit, und es ist die Ausgangsverbindung für sämtliche Steroidhormone sowie für Vitamin D und die Gallensäuren.

Die Antwort „Triglycerid“ ist falsch: Ein Triglycerid besteht aus Glycerin und drei Fettsäuren und hat einen völlig anderen Bau.

Die Antwort „Kohlenhydrat“ ist falsch: Kohlenhydrate bestehen aus Zuckerbausteinen.

Die Antwort „Carbonsäureester“ ist falsch: Ein Carbonsäureester ist Cholesterin nicht; es trägt lediglich eine Hydroxylgruppe und ist damit genau genommen ein Alkohol.

Die Antwort „Dipeptid“ ist falsch: Ein Dipeptid besteht aus zwei Aminosäuren.

Zum Weiterdenken: Cholesterin ist die gemeinsame Vorstufe der Geschlechtshormone, des Cortisols, des Vitamins D und der Gallensäuren. Was sagt diese Vielfalt darüber aus, wie sinnvoll es ist, Cholesterin nur als schädlich zu betrachten?

MERKE

Vier Ringe heißt Steroid – Cholesterin ist die Vorstufe fast aller Steroidhormone.

LEHRTEXT IM KURS**Naturstoffe**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Cholesterin als Steroid einordnen

C296 B Fette sind Ester des Glycerins mit langkettigen Fettsäuren

Wie sind Fette chemisch aufgebaut?

Richtig ist die Antwort „Fette sind Ester des Glycerins mit langkettigen Fettsäuren“. Fette sind Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit langkettigen Fettsäuren. Genau diese Esterbindung ist der Angriffspunkt der Verdauung:

Enzyme der Bauchspeicheldrüse spalten sie unter Wasseraufnahme, und die freigesetzten Fettsäuren und Monoglyceride können aufgenommen werden.

Die Antwort „Fette sind Monosaccharide“ ist falsch: Monosaccharide sind Einfachzucker.

Die Antwort „Fette sind Kohlenhydrate“ ist falsch: Kohlenhydrate sind eine eigene Stoffklasse aus Zuckerbausteinen.

Die Antwort „Fette sind Proteine“ ist falsch: Proteine bestehen aus Aminosäuren.

Die Antwort „Fette sind Nukleinsäuren“ ist falsch: Nukleinsäuren bestehen aus Nukleotiden.

Zum Weiterdenken: Die Esterbindung entsteht unter Wasserabspaltung und wird unter Wasseraufnahme wieder gelöst. Warum ist dieses Prinzip in der Biochemie so verbreitet?

MERKE

Fett gleich Ester aus Glycerin und Fettsäuren — gespalten wird mit Wasser.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Fette abschließend als Ester einordnen

NUKLEINSÄUREN**C297 B Die DNA hat ein Zucker-Phosphat-Rückgrat**

Welche Aussage zu Nukleinsäuren ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die DNA hat ein Zucker-Phosphat-Rückgrat“. Die DNA besitzt ein Rückgrat aus abwechselnd Zucker und Phosphat, an dem die Basen nach innen hängen. Dieses Rückgrat ist über kovalente Phosphodiesterbindungen verknüpft und gibt dem Strang seine Stabilität und Richtung.

Die Antwort „Die Einzelstränge sind über Ionenbindungen zu Doppelsträngen verknüpft“ ist falsch: Die beiden Einzelstränge werden über Wasserstoffbrücken zwischen den gegenüberliegenden Basen zusammengehalten, nicht über Ionenbindungen. Gerade weil diese Brücken einzeln schwach sind, lässt sich der Doppelstrang zum Ablesen leicht öffnen.

Die Antwort „Die Pentosen sind untereinander über Wasserstoffbrücken verknüpft“ ist falsch: Die Zucker sind über Phosphodiesterbindungen verknüpft, also über echte kovalente Bindungen. Wasserstoffbrücken wirken quer zwischen den Basen, nicht längs im Rückgrat.

Die Antwort „Die Basen sind über kovalente Bindungen miteinander verknüpft“ ist falsch: Die gegenüberliegenden Basen sind über Wasserstoffbrücken verbunden und nicht kovalent.

Die Antwort „Alle sind richtig“ ist falsch: Da C nicht zutrifft, kann die Sammelantwort nicht richtig sein.

Zum Weiterdenken: Das Rückgrat ist kovalent, die Querverbindung über Wasserstoffbrücken. Warum lässt sich die DNA dadurch öffnen, ohne zu zerreißen?

MERKE

Zucker-Phosphat-Rückgrat längs, Basenpaare quer über Wasserstoffbrücken.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Aufbau der Nukleinsäuren beschreiben

C298 D Wasserstoffbrückenbindungen

Welche Bindungsart besteht zwischen den gegenüberliegenden Basen in der DNA?

Richtig ist die Antwort „Wasserstoffbrückenbindungen“. Zwischen den gegenüberliegenden Basen der DNA wirken Wasserstoffbrücken — zwei zwischen Adenin und Thymin, drei zwischen Guanin und Cytosin. Diese Bindungen sind einzeln schwach, in ihrer Vielzahl aber stark genug, um den Doppelstrang zusammenzuhalten. Genau diese Kombination ist entscheidend: Der Strang bleibt stabil und lässt sich dennoch zum Ablesen und Verdoppeln örtlich öffnen.

Die Antwort „Ionenbindung“ ist falsch: Ionenbindungen kommen zwischen den Basen nicht vor.

Die Antwort „Kovalente Bindung“ ist falsch: Kovalente Bindungen halten die Bausteine innerhalb eines Strangs zusammen, also Zucker und Phosphat.

Die Antwort „Koordinative Bindung/Komplexbindung“ ist falsch: Komplexbindungen spielen hier keine Rolle.

Die Antwort „Van-der-Waals-Kräfte“ ist falsch: Van-der-Waals-Kräfte wirken zwar zwischen den gestapelten Basenpaaren, doch die eigentliche Paarung geschieht über Wasserstoffbrücken.

Zum Weiterdenken: Längs kovalent, quer über Wasserstoffbrücken — dasselbe Bauprinzip findet sich in vielen biologischen Strukturen. Warum ist diese Kombination aus starker Längs- und schwacher Querverbindung so verbreitet?

MERKE

Längs kovalent und stabil, quer über Wasserstoffbrücken und offenbar.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Die Basenpaarung als Wasserstoffbrücken erkennen

C299 C Uracil

Welche der folgenden Nukleinbasen ist nur in der RNA zu finden?

Richtig ist die Antwort „Uracil“. Uracil kommt ausschließlich in der RNA vor. In der DNA steht an dieser Stelle Thymin, das sich vom Uracil nur durch eine zusätzliche Methylgruppe unterscheidet. Diese Frage ist im

Vergleich zu ähnlichen Aufgaben sauber gestellt, weil sie ausdrücklich nach der Base fragt, die nur in der RNA vorkommt.

Die Antwort „Adenin“ ist falsch: Adenin kommt in beiden Nukleinsäuren vor.

Die Antwort „Thymin“ ist falsch: Thymin ist gerade die DNA-spezifische Base.

Die Antwort „Guanin“ ist falsch: Guanin findet sich in beiden.

Die Antwort „Cytosin“ ist falsch: Cytosin findet sich ebenfalls in beiden.

Zum Weiterdenken: Die DNA verwendet Thymin, obwohl Uracil einfacher herzustellen wäre. Welchen Vorteil bietet die zusätzliche Methylgruppe für ein Molekül, das Erbinformation langfristig speichern muss?

MERKE

A, G und C in beiden — Thymin nur in der DNA, Uracil nur in der RNA.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Uracil als RNA-spezifische Base bestimmen

C300 E Uracil

Welche Base findet man NICHT in der DNA?

Richtig ist die Antwort „Uracil“. Uracil kommt in der DNA nicht vor; dort steht an seiner Stelle das Thymin. Die vier Basen der DNA lauten Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin, wobei Adenin stets mit Thymin und Guanin stets mit Cytosin paart.

Die Antwort „Adenin“ ist falsch: Adenin gehört zur DNA.

Die Antwort „Guanin“ ist falsch: Guanin gehört ebenfalls dazu.

Die Antwort „Thymin“ ist falsch: Thymin ist gerade die DNA-spezifische Base.

Die Antwort „Cytosin“ ist falsch: Cytosin gehört ebenfalls zur DNA.

Zum Weiterdenken: Cytosin kann sich spontan in Uracil umwandeln. Warum ist es für die Zelle ein Vorteil, dass Uracil in der DNA normalerweise nicht vorkommt und deshalb als Fehler erkannt wird?

MERKE

DNA hat A, G, C und T — Uracil gehört zur RNA.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die DNA-Basen von der RNA-Base abgrenzen

C301 C Phosphodiesterbindung

Welcher Stoff/welche Struktur ist Bestandteil der DNA?

Richtig ist die Antwort „Phosphodiesterbindung“. Die Phosphodiesterbindung verknüpft die Zuckerbausteine der DNA über die Phosphatgruppen zu einem durchgehenden Strang. Sie heißt so, weil das Phosphat zwei Esterbindungen eingeht, nämlich zum dritten Kohlenstoffatom des einen und zum fünften des nächsten Zuckers — daraus ergibt sich zugleich die Richtung des Strangs.

Die Antwort „Cystein“ ist falsch: Cystein ist eine schwefelhaltige Aminosäure und Bestandteil von Proteinen.

Die Antwort „Ribose“ ist falsch: Ribose ist der Zucker der RNA. In der DNA steht Desoxyribose, der am zweiten Kohlenstoffatom eine Hydroxylgruppe fehlt.

Die Antwort „Säureanhydrid“ ist falsch: Säureanhydridbindungen finden sich zwischen den Phosphatgruppen des ATP, nicht im DNA-Rückgrat.

Die Antwort „Thiolgruppe“ ist falsch: Thiolgruppen enthalten Schwefel und kommen in Aminosäuren vor.

Zum Weiterdenken: Die Phosphodiesterbindung verbindet stets das dritte mit dem fünften Kohlenstoffatom. Wie ergibt sich daraus, dass ein DNA-Strang zwei unterscheidbare Enden hat?

MERKE

Zwei Esterbindungen am Phosphat verbinden die Zucker — daraus entsteht die Richtung des Strangs.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Bestandteile der DNA von ähnlichen Begriffen abgrenzen

VITAMINE

C302 E Vitamin D

Welches Vitamin kann der menschliche Körper unter Sonneneinstrahlung selbst produzieren?

Richtig ist die Antwort „Vitamin D“. Vitamin D kann der Körper unter Einwirkung ultravioletten Lichts in der Haut selbst herstellen, ausgehend von einer Vorstufe des Cholesterins. Streng genommen ist es deshalb gar kein Vitamin, sondern ein Hormon, denn Vitamine sind definitionsgemäß Stoffe, die der Körper nicht selbst bilden kann. Der historische Name blieb erhalten. Vitamin D fördert die Aufnahme von Calcium im Darm und dessen Einbau in den Knochen; sein Mangel führt beim Kind zur Rachitis.

Die Antwort „Vitamin C“ ist falsch: Vitamin C kann der Mensch nicht selbst herstellen, weil ihm ein Enzym des Syntheseweges fehlt — anders als die meisten Säugetiere.

Die Antwort „Vitamin A“ ist falsch: Vitamin A wird aus Vorstufen der Nahrung gewonnen, etwa aus Carotin.

Die Antwort „Vitamin B12“ ist falsch: Vitamin B12 stammt letztlich aus Bakterien und muss aufgenommen werden.

Die Antwort „Vitamin K“ ist falsch: Vitamin K stammt aus der Nahrung sowie von Darmbakterien, wird aber nicht von menschlichen Zellen gebildet.

Zum Weiterdenken: Vitamin D entsteht nur bei ausreichender Sonneneinstrahlung. Welche Folge hat das für Menschen in nördlichen Breiten im Winter?

MERKE

Vitamin D macht die Haut im Sonnenlicht selbst — genau genommen ist es ein Hormon.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Vitamin D als körpereigenes bildbares Vitamin erkennen

C303 C Vitamin E

Welches der folgenden Vitamine ist fettlöslich?

Richtig ist die Antwort „Vitamin E“. Vitamin E gehört zu den fettlöslichen Vitaminen. Diese Gruppe umfasst die Vitamine E, D, K und A, was man sich mit dem Kunstwort EDEKA merkt. Fettlöslich bedeutet zweierlei: Zur Aufnahme im Darm braucht es Gallensalze und etwas Nahrungsfett, und der Körper kann diese Vitamine in Leber und Fettgewebe speichern. Daraus folgt, dass ein Mangel sich erst spät bemerkbar macht, eine Überdosierung dagegen möglich ist.

Die Antwort „Vitamin C“ ist falsch: Vitamin C ist wasserlöslich und wird bei Überschuss über den Harn ausgeschieden.

Die Antwort „Vitamin B1“ ist falsch: Vitamin B1 ist wasserlöslich.

Die Antwort „Vitamin B12“ ist falsch: Vitamin B12 ist wasserlöslich, wird allerdings als einzige Ausnahme dieser Gruppe in der Leber über Jahre gespeichert.

Die Antwort „Folsäure“ ist falsch: Folsäure gehört ebenfalls zu den wasserlöslichen Vitaminen der B-Gruppe.

Zum Weiterdenken: Fettlösliche Vitamine lassen sich speichern, wasserlösliche kaum. Welche Folge hat dieser Unterschied für die Frage, wie regelmäßig man sie aufnehmen muss?

MERKE

EDEKA ist fettlöslich — E, D, K und A werden gespeichert, der Rest muss laufend nachkommen.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Fettlösliche von wasserlöslichen Vitaminen unterscheiden

C304 C Vitamin D

Welches der folgenden Vitamine ist fettlöslich?

Richtig ist die Antwort „Vitamin D“. Vitamin D gehört zu den fettlöslichen Vitaminen, zusammen mit E, K und A — merkbar über das Kunstwort EDEKA. Es steuert die Aufnahme von Calcium im Darm und dessen Einbau in den Knochen und wird zudem in der Haut unter Sonnenlicht selbst gebildet. Weil es fettlöslich ist, lässt es sich speichern, sodass ein Mangel sich erst spät zeigt und eine dauerhafte Überdosierung möglich ist.

Die Antwort „Vitamin C“ ist falsch: Vitamin C ist wasserlöslich.

Die Antwort „Vitamin B1“ ist falsch: Vitamin B1 gehört zu den wasserlöslichen B-Vitaminen.

Die Antwort „Vitamin B12“ ist falsch: Vitamin B12 ist wasserlöslich, wird allerdings als Ausnahme in der Leber jahrelang gespeichert.

Die Antwort „Folsäure (Vitamin B9)“ ist falsch: Folsäure ist wasserlöslich und in der Frühschwangerschaft besonders wichtig, weil sie den Verschluss des Neuralrohrs unterstützt.

Zum Weiterdenken: Fettlösliche Vitamine brauchen zur Aufnahme Nahrungsfett und Gallensalze. Welche Folge hat eine langfristig extrem fettarme Ernährung deshalb für die Versorgung?

MERKE

EDEKA ist fettlöslich und speicherbar — alles Übrige wasserlöslich und laufend nötig.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Fettlösliche Vitamine erneut bestimmen

C305 E Vitamin C

Welches der folgenden Vitamine ist wasserlöslich?

Richtig ist die Antwort „Vitamin C“. Vitamin C ist wasserlöslich. Zu dieser Gruppe zählen außerdem sämtliche B-Vitamine. Wasserlösliche Vitamine werden kaum gespeichert und bei Überschuss über den Harn ausgeschieden, weshalb sie regelmäßig aufgenommen werden müssen und eine Überdosierung schwer möglich ist. Zugleich sind sie hitzeempfindlich und gehen beim Kochen leicht ins Wasser über.

Die Antwort „Vitamin A“ ist falsch: Vitamin A ist fettlöslich und Bestandteil des Sehfärbstoffs.

Die Antwort „Vitamin D“ ist falsch: Vitamin D ist fettlöslich und steuert den Calciumhaushalt.

Die Antwort „Vitamin E“ ist falsch: Vitamin E ist fettlöslich und wirkt als Schutz vor Oxidation.

Die Antwort „Vitamin K“ ist falsch: Vitamin K ist fettlöslich und wird für die Blutgerinnung gebraucht.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf angebotenen Vitamine bilden die Gruppe EDEKA. Wie hilft dir dieses eine Kunstwort, jede Aufgabe dieser Art in Sekunden zu lösen?

MERKE

E, D, K und A sind fettlöslich — C und alle B-Vitamine wasserlöslich.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Wasserlösliche Vitamine bestimmen

C306 D Vitamin C

Welches für die Ernährung wichtige Vitamin entspricht der Ascorbinsäure?

Richtig ist die Antwort „Vitamin C“. Ascorbinsäure ist der chemische Name des Vitamins C. Er verrät zugleich seine Bedeutung, denn er bedeutet sinngemäß gegen Skorbut — jene Mangelkrankheit, an der früher zahllose Seeleute starben, weil auf langen Fahrten frisches Obst und Gemüse fehlten. Vitamin C wird unter anderem für den Aufbau von Kollagen gebraucht, weshalb sein Fehlen zu Zahnfleischbluten, schlechter Wundheilung und brüchigen Gefäßen führt.

Die Antwort „Salicylsäure“ ist falsch: Salicylsäure ist der Grundstoff der Acetylsalicylsäure, also des bekannten Schmerzmittels.

Die Antwort „Zitronensäure“ ist falsch: Zitronensäure ist ein Zwischenprodukt des Citratzyklus und wird vom Körper selbst gebildet.

Die Antwort „Essigsäure“ ist falsch: Essigsäure ist eine einfache Carbonsäure.

Die Antwort „Oxalsäure“ ist falsch: Oxalsäure kommt in Rhabarber und Spinat vor und bindet Calcium.

Zum Weiterdenken: Die meisten Säugetiere können Vitamin C selbst herstellen, der Mensch nicht. Was sagt dieser Verlust eines einzigen Enzyms über den Zusammenhang von Ernährung und Evolution aus?

MERKE

Ascorbinsäure heißt wörtlich gegen Skorbut — das ist Vitamin C.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Ascorbinsäure als Vitamin C erkennen

C307 D A

Welches der folgenden Vitamine ist fettlöslich?

Richtig ist die Antwort „A“. Vitamin A gehört zu den fettlöslichen Vitaminen. Es ist Bestandteil des Sehfärbstoffs Rhodopsin, weshalb sein Mangel zuerst zu Nachtblindheit führt, und wird zudem für Haut und Schleimhäute

gebraucht. Aufgenommen wird es unmittelbar aus tierischen Lebensmitteln oder als Vorstufe Carotin aus Karotten und anderem orangefarbenem Gemüse.

Die Antwort „B“ ist falsch: Die B-Vitamine sind sämtlich wasserlöslich.

Die Antwort „C“ ist falsch: Vitamin C ist wasserlöslich.

Die Antwort „B12“ ist falsch: Vitamin B12 ist wasserlöslich. Es nimmt allerdings eine Sonderstellung ein, weil der Körper es in der Leber über Jahre speichern kann — anders als die übrigen wasserlöslichen Vitamine.

Die Antwort „H“ ist falsch: Vitamin H, auch Biotin genannt, gehört zu den wasserlöslichen B-Vitaminen.

Zum Weiterdenken: Carotin ist die pflanzliche Vorstufe des Vitamins A und lässt sich nur mit etwas Fett gut aufnehmen. Warum ist ein Schuss Öl über den Karottensalat deshalb mehr als eine Geschmacksfrage?

MERKE

E, D, K und A sind fettlöslich — B, C und H wasserlöslich.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Fettlösliche Vitamine erneut zuordnen

C308 D A

Welches der folgenden Vitamine ist fettlöslich?

Richtig ist die Antwort „A“. Vitamin A ist fettlöslich und gehört mit E, D und K zur Gruppe, die man sich über das Kunstwort EDEKA merkt. Es ist Bestandteil des Sehfärbstoffs und wird für Haut und Schleimhäute gebraucht.

Die Antwort „B“ ist falsch: Die B-Vitamine sind wasserlöslich.

Die Antwort „C“ ist falsch: Vitamin C ist wasserlöslich.

Die Antwort „H“ ist falsch: Vitamin H, auch Biotin genannt, gehört zu den wasserlöslichen B-Vitaminen.

Die Antwort „B6“ ist falsch: Vitamin B6 ist wasserlöslich. Ein Überschuss wird über die Nieren ausgeschieden, weshalb sich im Körper anders als bei den fettlöslichen Vitaminen kaum ein Vorrat anlegen lässt.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien mehrfach und enthielt dabei mehrfach zwei fettlösliche Vitamine zur Auswahl. Was folgt daraus für den Umgang mit Altfragen aus Gedächtnisprotokollen?

MERKE

EDEKA — E, D, K und A sind die vier fettlöslichen Vitamine.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Fettlösliche Vitamine erneut bestimmen

C309 C Phyllochinon

Welches Vitamin gehört NICHT zur Familie der B-Vitamine?

Richtig ist die Antwort „Phyllochinon“. Phyllochinon ist die chemische Bezeichnung des Vitamins K, das für die Blutgerinnung gebraucht wird und fettlöslich ist. Alle übrigen genannten Stoffe gehören zur Gruppe der wasserlöslichen B-Vitamine.

Die Antwort „Cobalamin“ ist falsch: Cobalamin ist Vitamin B12 und enthält als einziges Vitamin ein Metallatom, nämlich Cobalt.

Die Antwort „Thiamin“ ist falsch: Thiamin ist Vitamin B1.

Die Antwort „Riboflavin“ ist falsch: Riboflavin ist Vitamin B2 und gibt Vitaminpräparaten ihre gelbe Farbe.

Die Antwort „Pantothensäure“ ist falsch: Pantothensäure ist Vitamin B5.

Zum Weiterdenken: Die B-Vitamine sind wasserlöslich, Vitamin K dagegen fettlöslich. Welche Folge hat dieser Unterschied für die Speicherung im Körper und für die Gefahr einer Überdosierung?

MERKE

Phyllochinon ist Vitamin K und fettlöslich — alle B-Vitamine sind wasserlöslich.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Vitamin K von den B-Vitaminen abgrenzen

C310 A Ascorbinsäure

Was ist Vitamin C?

Richtig ist die Antwort „Ascorbinsäure“. Vitamin C heißt chemisch Ascorbinsäure. Der Name verweist auf seine Wirkung gegen Skorbut. Es ist wasserlöslich, hitzeempfindlich und wirkt im Körper unter anderem beim Aufbau von Kollagen mit.

Die Antwort „Acetylsalicylsäure“ ist falsch: Acetylsalicylsäure ist der Wirkstoff eines bekannten Schmerz- und Fiebertmittels.

Die Antwort „Salicylsäure“ ist falsch: Salicylsäure ist dessen Ausgangsstoff und findet sich unter anderem in der Weidenrinde.

Die Antwort „Tocopherol“ ist falsch: Tocopherol ist die chemische Bezeichnung des Vitamins E.

Die Antwort „Retinol“ ist falsch: Retinol ist die chemische Bezeichnung des Vitamins A und verweist auf seine Rolle in der Netzhaut.

Zum Weiterdenken: Retinol und Tocopherol tragen ihre Aufgabe im Namen. Wie hilft dir das Übersetzen solcher Namen, sie den richtigen Vitaminen zuzuordnen?

MERKE

Ascorbinsäure ist C, Tocopherol ist E, Retinol ist A — die Namen verraten die Wirkung.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Vitaminnamen ihren chemischen Bezeichnungen zuordnen

C311 A Tocopherol

Wie nennt man Vitamin E noch?

Richtig ist die Antwort „Tocopherol“. Vitamin E heißt chemisch Tocopherol. Es ist fettlöslich und wirkt als Schutzstoff, indem es Radikale abfängt und dadurch die ungesättigten Fettsäuren der Zellmembranen vor Oxidation bewahrt.

Die Antwort „Retinol“ ist falsch: Retinol ist Vitamin A.

Die Antwort „Phyllochinon“ ist falsch: Phyllochinon ist Vitamin K.

Die Antwort „Carotin“ ist falsch: Carotin ist die pflanzliche Vorstufe des Vitamins A und gibt Karotten ihre Farbe.

Die Antwort „Cobalamin“ ist falsch: Cobalamin ist Vitamin B12 und enthält Cobalt.

Zum Weiterdenken: Vitamin E schützt Fette vor Oxidation und ist selbst fettlöslich. Warum ist dieser Zusammenhang von Löslichkeit und Wirkort kein Zufall?

MERKE

Tocopherol E, Retinol A, Phyllochinon K, Cobalamin B12 — vier Namen, vier Vitamine.

LEHRTEXT IM KURS

Naturstoffe

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die chemische Bezeichnung des Vitamins E kennen

WEITERLERNEN · TEIL II ABGESCHLOSSEN

Chemie belohnt Breite. Die Lehrtexte im Kurs gehen jedes der dreizehn Stichworte *einzel*n durch.

47

Kursthemen, aus jeder Lösung direkt verlinkt

2.416

eigene Übungsfragen zu allen 47 Themen

181

Formeln und Konstanten zum Ausdrucken

- **Hinter jeder Lösung ein ganzes Kapitel.** Die Zeile unter der Begründung nennt das Kursthema und führt dich am Bildschirm direkt hinein — mit Abbildungen, Merksätzen und typischen Fallen.
- **Lehrtext zu jedem Stichwort.** Auf den MedAT zugeschnitten statt Lehrbuch zum Querlesen, durchgehend bebildert, mit Merksätzen und typischen Fallen.
- **Diagnostik nach jeder Runde.** Die Auswertung zeigt dir, welches Stichwort dich Punkte kostet und was als Nächstes dran ist.

**SCANNEN**

Alle Chemiethemen im Lehrtext

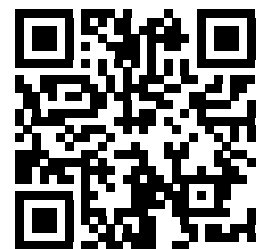
mission-medizin.de · Lehrtexte, Übungsfragen und Auswertung

Physik

234 begründete Lösungen · Nummern P001 bis P234

STICHWORT	NUMMERN	LÖSUNGEN
Größen und Einheiten	P001–P026	26
Mechanik	P027–P063	37
Schwingungen und Wellen	P064–P098	35
Wärmelehre	P099–P125	27
Elektrizitätslehre	P126–P169	44
Optik	P170–P207	38
Atomphysik	P208–P234	27

Die Nummern sind mit dem Übungsheft identisch. Jede Lösung nennt zuerst die richtige Antwort, widerlegt dann jeden der vier Distraktoren einzeln und schließt mit einem Merksatz.



PHYSIK IM KURS
Formelsammlung und Lehrtexte

Größen und Einheiten

GRUNDGRÖSSEN



LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P001 D Masse in Kilogramm

Welche der folgenden Größenangaben entspricht einer SI-Basiseinheit?

Richtig ist die Antwort „Masse in Kilogramm“. Das Kilogramm ist eine der sieben SI-Basiseinheiten. Die vollständige Liste lautet Meter für die Länge, Kilogramm für die Masse, Sekunde für die Zeit, Ampere für die Stromstärke, Kelvin für die Temperatur, Mol für die Stoffmenge und Candela für die Lichtstärke. Alle übrigen Einheiten lassen sich daraus zusammensetzen.

Die Antwort „Zeit in Lichtjahren“ ist falsch: Das Lichtjahr ist eine Längeneinheit und keine Zeiteinheit — der Name führt hier bewusst in die Irre. Die Basiseinheit der Zeit ist die Sekunde.

Die Antwort „Keines ist richtig“ ist falsch: Eine zutreffende Angabe ist enthalten.

Die Antwort „Temperatur in Grad Celsius“ ist falsch: Die Basiseinheit der Temperatur ist das Kelvin. Grad Celsius ist eine abgeleitete Einheit mit verschobenem Nullpunkt.

Die Antwort „Energie in Kilowattstunden“ ist falsch: Die Kilowattstunde ist eine abgeleitete Energieeinheit.

Zum Weiterdenken: Sieben Basiseinheiten genügen, um jede physikalische Größe auszudrücken. Was sagt diese geringe Zahl über den inneren Zusammenhang der Physik aus?

MERKE

Sieben Basiseinheiten: Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampere, Kelvin, Mol, Candela.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: SI-Basiseinheiten von abgeleiteten Einheiten unterscheiden

P002 A Lichtstärke (Candela)

Was ist eine SI-Basiseinheit?

Richtig ist die Antwort „Lichtstärke (Candela)“. Die Lichtstärke mit ihrer Einheit Candela gehört zu den sieben Basisgrößen des internationalen Einheitensystems. Sie wird gern übersehen, weil sie im Physikunterricht kaum vorkommt — genau deshalb eignet sie sich gut als Prüfungsfrage.

Die Antwort „Spannung (Volt)“ ist falsch: Das Volt ist abgeleitet und lässt sich als Watt je Ampere schreiben.

Die Antwort „Kraft (Newton)“ ist falsch: Das Newton ist abgeleitet, nämlich Kilogramm mal Meter je Quadratsekunde.

Die Antwort „Energie (Joule)“ ist falsch: Das Joule ist abgeleitet, nämlich Newton mal Meter.

Die Antwort „Leistung (Watt)“ ist falsch: Das Watt ist abgeleitet, nämlich Joule je Sekunde.

Zum Weiterdenken: Alle falschen Antworten sind abgeleitete Einheiten, die sich aus Basiseinheiten zusammensetzen. Wie prüfst du im Zweifel selbst nach, ob eine Einheit abgeleitet ist?

MERKE

Sieben Basisgrößen — und die Lichtstärke in Candela ist die, die am ehesten vergessen wird.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Candela als Basiseinheit erkennen

P003 B Kraft (Newton)

Was ist keine SI-Basiseinheit?

Richtig ist die Antwort „Kraft (Newton)“. Die Kraft ist keine Basisgröße, denn das Newton setzt sich nach $F = m \cdot a$ aus drei Basiseinheiten zusammen: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Alle übrigen genannten Einheiten gehören zu den sieben Basiseinheiten.

Die Antwort „Temperatur (Kelvin)“ ist falsch als Antwort, weil das Kelvin die Basiseinheit der Temperatur ist.

Die Antwort „Stromstärke (Ampere)“ ist falsch als Antwort, weil das Ampere die Basiseinheit der Stromstärke ist.

Die Antwort „Lichtstärke (Candela)“ ist falsch als Antwort, weil die Candela die Basiseinheit der Lichtstärke ist.

Die Antwort „Stoffmenge (Mol)“ ist falsch als Antwort, weil das Mol die Basiseinheit der Stoffmenge ist.

Zum Weiterdenken: Das Newton wirkt so grundlegend und ist doch abgeleitet. Woran erkennst du unabhängig vom Auswendiglernen, dass es sich nicht um eine Basiseinheit handelt?

MERKE

$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ — Newton ist abgeleitet.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Das Newton als abgeleitete Einheit erkennen

P004 D Lumen (Lichtstrom)

Welche Einheit ist keine SI-Basiseinheit?

Richtig ist die Antwort „Lumen (Lichtstrom)“. Das Lumen ist keine Basiseinheit, sondern eine abgeleitete Einheit für den Lichtstrom, also die insgesamt abgestrahlte Lichtleistung. Basiseinheit ist die Candela für die Lichtstärke, die angibt, wie viel Licht in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird. Der Unterschied ist im Alltag durchaus greifbar: Auf Leuchtmittelverpackungen steht die Lumenzahl, weil sie die Gesamthelligkeit angibt, während eine gebündelte Taschenlampe bei gleichem Lichtstrom eine viel größere Lichtstärke in ihre Richtung erreicht.

Die Antwort „Candela (Lichtstärke)“ ist falsch als Antwort, weil die Candela tatsächlich Basiseinheit ist.

Die Antwort „Kelvin (Temperatur)“ ist falsch als Antwort, weil das Kelvin Basiseinheit ist.

Die Antwort „Mol (Stoffmenge)“ ist falsch als Antwort, weil das Mol Basiseinheit ist.

Die Antwort „Kilogramm (Masse)“ ist falsch als Antwort, weil das Kilogramm Basiseinheit ist.

Zum Weiterdenken: Zwei Lampen mit gleichem Lichtstrom können sehr verschieden hell wirken. Welche Größe erfasst diesen Unterschied?

MERKE

Candela ist Basiseinheit für die Lichtstärke, Lumen ist abgeleitet für den Lichtstrom.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Lumen und Candela auseinanderhalten

P005 B Kraft = Newton

Welche der folgenden Einheiten ist keine SI-Basiseinheit?

Richtig ist die Antwort „Kraft = Newton“. Die Kraft ist keine Basisgröße, denn $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ setzt sich aus drei Basiseinheiten zusammen. Die übrigen vier Antworten nennen Basiseinheiten: Candela für die Lichtstärke, Kelvin für die Temperatur, Mol für die Stoffmenge und Ampere für die Stromstärke.

Die Antwort „Candela“ ist falsch als Antwort, weil die Candela Basiseinheit ist.

Die Antwort „Kelvin“ ist falsch als Antwort, weil das Kelvin Basiseinheit ist.

Die Antwort „Mol“ ist falsch als Antwort, weil das Mol Basiseinheit ist.

Die Antwort „Ampere“ ist falsch als Antwort, weil das Ampere Basiseinheit ist.

Zum Weiterdenken: Die Frage nach den Basiseinheiten kam in nahezu jedem Prüfungsjahr vor. Welchen Teil deiner Vorbereitung sollte das beeinflussen?

MERKE

$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ — sieben Basiseinheiten, die Kraft gehört nicht dazu.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Das Newton erneut als abgeleitete Einheit erkennen

P006 C Ampere

Welche der folgenden Einheiten ist eine der 7 SI-Basiseinheiten?

Richtig ist die Antwort „Ampere“. Das Ampere ist die Basiseinheit der elektrischen Stromstärke und die einzige elektrische Größe unter den sieben Basiseinheiten. Alle übrigen elektrischen Einheiten leiten sich daraus ab, etwa

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s} \text{ und } 1 \text{ V} = 1 \frac{\text{W}}{\text{A}}.$$

Die Antwort „Volt“ ist falsch: Das Volt ist abgeleitet.

Die Antwort „Newton“ ist falsch: Das Newton ist abgeleitet.

Die Antwort „Coulomb“ ist falsch: Das Coulomb ist abgeleitet.

Die Antwort „Joule“ ist falsch: Das Joule ist abgeleitet.

Zum Weiterdenken: Von allen elektrischen Größen ist nur eine grundlegend. Warum entschied man sich ausgerechnet für die Stromstärke und nicht etwa für die Ladung?

MERKE

$1\text{ C} = 1\text{ A} \cdot \text{s}$ — nur das Ampere ist elektrische Basiseinheit.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Das Ampere als Basiseinheit erkennen

ABGELEITETE GRÖSSEN

P007 D Periodendauer

Welche abgeleitete Größe basiert NICHT auf der Basisgröße Länge?

Richtig ist die Antwort „Periodendauer“. Die Periodendauer ist eine reine Zeitgröße und enthält keine Länge. Alle übrigen genannten Größen tragen die Länge in sich, wie sich an ihren Einheiten unmittelbar ablesen lässt.

Die Antwort „Beschleunigung“ ist falsch als Antwort, weil die Beschleunigung in Metern je Quadratsekunde angegeben wird und damit die Länge enthält.

Die Antwort „Radius“ ist falsch als Antwort, weil der Radius selbst eine Länge ist.

Die Antwort „Volumen“ ist falsch als Antwort, weil das Volumen die Länge sogar dreifach enthält.

Die Antwort „Geschwindigkeit“ ist falsch als Antwort, weil die Geschwindigkeit in Metern je Sekunde angegeben wird.

Zum Weiterdenken: Ein Blick auf die Einheit verrät sofort, welche Basisgrößen in einer abgeleiteten Größe stecken. Wie machst du dir das bei unbekannten Größen zunutze?

MERKE

Die Einheit verrät die Bausteine — steht kein Meter darin, steckt auch keine Länge dahinter.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Abgeleitete Größen auf ihre Basisgrößen zurückführen

P008 A Fläche

Was kommt heraus, wenn man ein Volumen durch eine Länge teilt?

Richtig ist die Antwort „Fläche“. Ein Volumen hat die Einheit Kubikmeter, also Meter hoch drei. Teilt man durch eine Länge, bleibt Meter hoch zwei übrig, und das ist eine Fläche. Solche Überlegungen heißen Dimensionsbetrachtung und sind ein wirksames Prüfmittel: Kommt am Ende einer Rechnung eine unpassende Einheit heraus, steckt sicher ein Fehler in der Formel.

Die Antwort „Zeit“ ist falsch: Eine Zeit kann aus reinen Längen niemals entstehen.

Die Antwort „Länge“ ist falsch: Eine Länge ergäbe sich, wenn man das Volumen durch eine Fläche teilte.

Die Antwort „Masse“ ist falsch: Eine Masse entsteht erst durch Malnehmen mit einer Dichte.

Die Antwort „Volumen“ ist falsch: Ein Volumen bliebe nur bei Teilen durch eine reine Zahl.

Zum Weiterdenken: Die Einheit allein verrät oft schon, ob eine Formel stimmen kann. Wie setzt du dieses Werkzeug in einer Prüfung unter Zeitdruck ein?

MERKE

Kubikmeter durch Meter ergibt Quadratmeter — Einheiten rechnen wie Zahlen.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Mit Einheiten rechnen statt mit Zahlen

P009 B $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

Welche Einheit hat der Druck?

Richtig ist die Antwort „ $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ “. Der Druck ist definiert als

Kraft je Fläche, also $p = \frac{F}{A}$ mit der Einheit $1\text{ Pa} = 1\text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$.

Daraus folgt unmittelbar eine praktische Einsicht: Dieselbe Kraft erzeugt auf kleiner Fläche großen Druck, weshalb ein spitzer Absatz den Boden eher beschädigt als ein Elefantenfuß, obwohl der Elefant weit schwerer ist.

Die Antwort „ $\text{N} \cdot \text{m}$ “ ist falsch: Newtonmeter ist die Einheit von Arbeit oder Drehmoment.

Die Antwort „ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ “ ist falsch: Kilogramm je Quadratmeter ist eine Flächenmasse und keine Druckangabe.

Die Antwort „ N/s “ ist falsch: Newton je Sekunde ergibt keine gebräuchliche Größe.

Die Antwort „ $\text{N} \cdot \text{m}^2$ “ ist falsch: Newton mal Quadratmeter ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Ein spitzer Absatz erzeugt mehr Druck als ein Elefantenfuß. Wie folgt das unmittelbar aus der Definition des Drucks?

MERKE

$p = \frac{F}{A}$ — kleine Fläche, großer Druck.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Den Druck als Kraft je Fläche erkennen

P010 **B** $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Welche Definition des Drucks ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „1 Pa = 1 N/m²“. Ein Pascal ist definiert als ein Newton je Quadratmeter. Das ist eine sehr kleine Einheit, weshalb im Alltag meist mit dem Hektopascal oder dem Bar gearbeitet wird: Ein Bar entspricht hunderttausend Pascal, und der normale Luftdruck liegt bei rund 1.013 Hektopascal, also knapp über einem Bar.

Die Antwort „1 atm = 1 N/m²“ ist falsch: Eine Atmosphäre entspricht rund 101.325 Pascal.

Die Antwort „1 bar = 1 N/m²“ ist falsch: Ein Bar entspricht hunderttausend Pascal.

Die Antwort „1 bar = 9,91 N/m²“ ist falsch: Der genannte Zahlenwert passt zu keiner Umrechnung.

Die Antwort „1 Pa = 9,81 N/m²“ ist falsch: Der Faktor 9,81 gehört zur Fallbeschleunigung und hat mit der Definition des Pascal nichts zu tun.

Zum Weiterdenken: Der Luftdruck von rund einem Bar bedeutet auf jedem Quadratzentimeter Haut ein Gewicht von rund einem Kilogramm. Warum spürst du diese Last nicht?

MERKE

Ein Pascal ist ein Newton je Quadratmeter, ein Bar sind hunderttausend Pascal.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Das Pascal korrekt definieren

P011 **E** Periodendauer

Welche Größe lässt sich nicht (auch) über die Länge definieren?

Richtig ist die Antwort „Periodendauer“. Die Periodendauer ist eine reine Zeitgröße und enthält keine Länge; ihre Einheit ist die Sekunde. Alle anderen genannten Größen tragen die Länge in sich, was sich an ihren Einheiten unmittelbar ablesen lässt.

Die Antwort „Querschnitt“ ist falsch als Antwort, weil der Querschnitt eine Fläche und damit Länge zum Quadrat ist.

Die Antwort „Volumen“ ist falsch als Antwort, weil das Volumen Länge hoch drei ist.

Die Antwort „Radius“ ist falsch als Antwort, weil der Radius selbst eine Länge ist.

Die Antwort „Beschleunigung“ ist falsch als Antwort, weil die Beschleunigung in Metern je Quadratsekunde angegeben wird.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Frage stellte der MedAT bereits 2019 in nahezu gleicher Form. Wie viel Vorbereitungszeit sparst du, wenn du Wiederholungen wie diese erkennst?

MERKE

Steht kein Meter in der Einheit, steckt auch keine Länge in der Größe.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Zeitgrößen von Längengrößen unterscheiden

EINHEITEN

P012 **D** $5 \times 10^{-9} \text{ m}$

Wie viele Meter entsprechen 5 Nanometern?

Richtig ist die Antwort „5×10⁻⁹ m“. Die Vorsilbe nano steht für 10⁻⁹, also gilt 5 nm = 5 · 10⁻⁹ m. Die wichtigsten Vorsilben lohnen sich auswendig, denn sie tauchen in nahezu jeder Rechenaufgabe auf: milli 10⁻³, mikro 10⁻⁶, nano 10⁻⁹, piko 10⁻¹², in der anderen Richtung kilo 10³, mega 10⁶ und giga 10⁹.

Die Antwort „5×10⁻⁶ m“ ist falsch: Zehn hoch minus sechs entspricht der Vorsilbe mikro.

Die Antwort „5×10⁻¹² m“ ist falsch: Zehn hoch minus zwölf entspricht piko.

Die Antwort „5×10⁹ m“ ist falsch: Zehn hoch plus neun entspricht giga und wäre das Milliardenfache statt des Milliardenstels.

Die Antwort „5×10⁶ m“ ist falsch: Zehn hoch plus sechs entspricht mega.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilben schreiten in Dreierschritten der Zehnerpotenzen voran. Wie hilft dir diese Regelmäßigkeit, auch selten gebrauchte Vorsilben herzuleiten?

MERKE

Milli, mikro, nano, piko sind 10⁻³, 10⁻⁶, 10⁻⁹, 10⁻¹² — jeweils drei Schritte.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Vorsilben von Einheiten in Zehnerpotenzen übersetzen

P013 **C** $\frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

1 Joule entspricht welcher Einheitenkombination?

Richtig ist die Antwort „1 kg·m²/s²“. Herleiten lässt sich das über die Arbeit als Kraft mal Weg:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Dieselbe Einheit erhält man über die Bewegungsenergie E

$$= \frac{1}{2} m v^2.$$

Die Antwort „1 kg·m/s²“ ist falsch: Kilogramm mal Meter pro Quadratsekunde ist das Newton, also die Einheit der Kraft.

Die Antwort „1 kg·m²/s“ ist falsch: Diese Kombination entspricht keiner gebräuchlichen Größe.

Die Antwort „1 kg/(m·s²)“ ist falsch: Kilogramm pro Meter und Quadratsekunde ist die Einheit des Drucks, also das Pascal.

Die Antwort „1 kg·m/s“ ist falsch: Kilogramm mal Meter pro Sekunde ist die Einheit des Impulses.

Zum Weiterdenken: Arbeit, Bewegungsenergie und Wärme haben alle die Einheit Joule. Was sagt diese Übereinstimmung darüber aus, ob es sich um wesensverschiedene Größen handelt?

MERKE

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}.$$

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Das Joule in Grundeinheiten zerlegen

P014 B 10⁵ cm³

Wie viele Kubikzentimeter (cm³) entsprechen 100 Litern?

Richtig ist die Antwort „10⁵ cm³“. Ein Liter ist ein Kubikdezimeter, also 1 L = 10³ cm³:

$$100 \text{ L} = 100 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 10^5 \text{ cm}^3$$

Die Falle bei Volumeneinheiten liegt darin, dass sich ein Faktor zehn in der Länge zu einem Faktor tausend im Volumen auswächst, weil er dreifach eingeht.

Die Antwort „10⁶ cm³“ ist falsch: Zehn hoch sechs entspräche tausend Litern, also einem Kubikmeter.

Die Antwort „10⁴ cm³“ ist falsch: Zehn hoch vier entspräche zehn Litern.

Die Antwort „10³ cm³“ ist falsch: Zehn hoch drei entspräche einem Liter.

Die Antwort „10⁷ cm³“ ist falsch: Zehn hoch sieben entspräche zehntausend Litern.

Zum Weiterdenken: Bei Längen bedeutet ein Zehnerschritt den Faktor zehn, bei Flächen hundert und bei Volumina tausend. Warum ist gerade das die häufigste Fehlerquelle beim Umrechnen?

MERKE

1 L = 10³ cm³ — beim Volumen geht jeder Faktor dreifach ein.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Volumeneinheiten umrechnen

P015 E Sekunde (s)

Welche der folgenden Angaben ist eine physikalische Einheit (nicht nur eine Größe)?

Richtig ist die Antwort „Sekunde (s)“. Die Sekunde ist eine Einheit; alle übrigen Antwortmöglichkeiten benennen physikalische Größen. Der Unterschied ist grundlegend: Eine Größe ist das, was gemessen wird — etwa die Zeit —, eine Einheit dagegen der Maßstab, mit dem verglichen wird. Jede Messangabe besteht aus einer Zahl und einer Einheit.

Die Antwort „Zeit (t)“ ist falsch: Die Zeit ist eine Größe; ihre Einheit ist die Sekunde.

Die Antwort „Temperatur (T)“ ist falsch: Die Temperatur ist eine Größe; ihre Basiseinheit ist das Kelvin.

Die Antwort „Masse (m)“ ist falsch: Die Masse ist eine Größe; ihre Einheit ist das Kilogramm.

Die Antwort „Kraft (F)“ ist falsch: Die Kraft ist eine Größe; ihre Einheit ist das Newton.

Zum Weiterdenken: Jede physikalische Angabe besteht aus Zahlenwert und Einheit. Warum ist eine Angabe ohne Einheit in der Physik wertlos?

MERKE

Größe ist, was gemessen wird — Einheit ist, womit verglichen wird.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Größen von Einheiten unterscheiden

P016 A 0,05 mol/h

50 mmol/h entsprechen wie vielen mol/h?

Richtig ist die Antwort „0,05 mol/h“. Die Vorsilbe milli bedeutet ein Tausendstel, fünfzig Millimol sind also 0,05 Mol. Weil die Zeitangabe je Stunde auf beiden Seiten gleich bleibt, ändert sie an der Umrechnung nichts — du rechnest allein die Stoffmenge um. Genau solche Angaben begegnen dir später ständig auf Laborbefunden.

Die Antwort „5 mol/h“ ist falsch: Fünf Mol je Stunde wäre hundertmal zu groß.

Die Antwort „0,5 mol/h“ ist falsch: 0,5 Mol je Stunde wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „500 mol/h“ ist falsch: Fünfhundert Mol je Stunde entstünde durch Malnehmen statt Teilen.

Die Antwort „0,005 mol/h“ ist falsch: 0,005 Mol je Stunde wäre zehnmal zu klein.

Zum Weiterdenken: Bei zusammengesetzten Einheiten wie Millimol je Stunde ändert sich nur ein Teil. Wie stellst du sicher, dass du den anderen nicht versehentlich mitumrechnest?

MERKE

Milli heißt ein Tausendstel — bei zusammengesetzten Einheiten rechnest du nur den betroffenen Teil um.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe milli bei Stoffmengen anwenden

P017 **B** 1,3 h

75 min und 180 sek sind wie viele Stunden?

Richtig ist die Antwort „1,3 h“. Rechne beide Angaben zunächst in Minuten um, 180 s = 3 min:

$$\frac{75 \text{ min} + 3 \text{ min}}{60} = \frac{78}{60} \text{ h} = 1,3 \text{ h}$$

Die Falle liegt darin, dass Zeit im Sechzigersystem geführt wird – 1,3 h sind eben nicht eine Stunde dreißig, sondern eine Stunde achtzehn.

Die Antwort „1,4 h“ ist falsch: 1,4 Stunden entspräche vierundachtzig Minuten.

Die Antwort „1,5 h“ ist falsch: 1,5 Stunden entspräche neunzig Minuten und entsteht, wenn man 1,3 fälschlich als eine halbe Stunde deutet.

Die Antwort „1,25 h“ ist falsch: 1,25 Stunden entspräche fünfundsechzig Minuten, also den Sekunden nicht mitgerechnet.

Die Antwort „1,35 h“ ist falsch: 1,35 Stunden entspräche einundachtzig Minuten.

Zum Weiterdenken: Eine Dezimalstunde und die Angabe in Stunden und Minuten sehen ähnlich aus und meinen Verschiedenes. Wie rechnest du sicher zwischen beiden um?

MERKE

Erst alles in Minuten, dann :60 – Zeit rechnet im Sechzigersystem.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Zeitangaben in Stunden zusammenfassen

P018 **B** 19 m/s

Wie viel sind 70 km/h in m/s umgerechnet (gerundet)?

Richtig ist die Antwort „19 m/s“. Kilometer je Stunde werden durch 3,6 geteilt, denn $\frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6}$:

$$\frac{70}{3,6} = 19,44 \approx 19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Achte darauf, erst am Ende zu runden – wer unterwegs mit 3,5 überschlägt, landet bei zwanzig und damit auf dem falschen Wert.

Die Antwort „20 m/s“ ist falsch: Zwanzig Meter je Sekunde entspricht genau 72 Kilometern je Stunde. Der Wert entsteht durch grobes Überschlagen mit dem Faktor 3,5 statt 3,6.

Die Antwort „19 m/s“ gibt mit neunzehn Metern je Sekunde den mathematisch korrekt gerundeten Wert an.

Die Antwort „25 m/s“ ist falsch: Fünfundzwanzig Meter je Sekunde entspräche neunzig Kilometern je Stunde.

Die Antwort „15 m/s“ ist falsch: Fünfzehn Meter je Sekunde entspräche vierundfünfzig Kilometern je Stunde.

Die Antwort „70 m/s“ ist falsch: Siebzig Meter je Sekunde entspräche zweihundertzweiundfünfzig Kilometern je Stunde und übernimmt schlicht die Zahl ohne Umrechnung.

Zum Weiterdenken: Der Unterschied zwischen 19 und 20 entsteht allein durch zu frühes Runden. In welchen Aufgabentypen ist ein Überschlag zulässig und wann führt er wie hier zur falschen Antwort?

MERKE

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} : 3,6 = \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ – der Faktor steckt in 1000 durch 3600.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Von Kilometern je Stunde in Meter je Sekunde umrechnen

P019 **E** 10⁶

Wie viel Mikroliter passen in einen Liter?

Richtig ist die Antwort „10⁶“. Die Vorsilbe mikro bedeutet 10⁻⁶, ein Mikroliter ist also ein Millionstel Liter. Umgekehrt gilt

$$1 \text{ L} = 10^6 \mu \text{L}$$

Im Labor begegnet dir diese Umrechnung ständig, denn Pipetten arbeiten im Mikroliterbereich.

Die Antwort „10³“ ist falsch: Zehn hoch drei ist die Zahl der Milliliter in einem Liter.

Die Antwort „10⁹“ ist falsch: Zehn hoch neun wäre die Zahl der Nanoliter.

Die Antwort „10⁴“ ist falsch: Zehn hoch vier passt zu keiner gebräuchlichen Vorsilbe.

Die Antwort „10²“ ist falsch: Zehn hoch zwei entspräche Zentilitern.

Zum Weiterdenken: Milliliter, Mikroliter und Nanoliter unterscheiden sich jeweils um den Faktor tausend. Wie hilft dir diese gleichmäßige Staffelung beim schnellen Umrechnen im Labor?

MERKE

$$1 \text{ L} = 10^3 \text{ mL} = 10^6 \mu \text{L}$$

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Von Litern in Mikroliter umrechnen

P020 C Gramm (g)

Welche der folgenden Einheiten ist KEINE SI-Basiseinheit?

Richtig ist die Antwort „Gramm (g)“. Das Gramm ist keine SI-Basiseinheit — die Basiseinheit der Masse ist das Kilogramm. Damit ist sie die einzige Basiseinheit, die bereits eine Vorsilbe im Namen trägt, was eine historische Eigenheit ist und beim Rechnen erfahrungsgemäß Fehler verursacht. Merke dir deshalb: In physikalischen Formeln steht die Masse in Kilogramm, nicht in Gramm.

Die Antwort „Sekunde (s)“ ist falsch als Antwort, weil die Sekunde die Basiseinheit der Zeit ist.

Die Antwort „Kelvin (K)“ ist falsch als Antwort, weil das Kelvin die Basiseinheit der Temperatur ist.

Die Antwort „Candela (cd)“ ist falsch als Antwort, weil die Candela die Basiseinheit der Lichtstärke ist.

Die Antwort „Ampere (A)“ ist falsch als Antwort, weil das Ampere die Basiseinheit der Stromstärke ist.

Zum Weiterdenken: Das Kilogramm ist die einzige Basiseinheit mit Vorsilbe. Welche typischen Rechenfehler entstehen daraus, wenn man Massen in Gramm in eine Formel einsetzt?

MERKE

Die Basiseinheit der Masse ist das Kilogramm — die einzige mit Vorsilbe im Namen.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Das Kilogramm als einzige Basiseinheit mit Vorsilbe erkennen

P021 D J/C

Welche der folgenden Einheiten kann zur Angabe von elektrischer Spannung verwendet werden?

Richtig ist die Antwort „J/C“. Die Spannung ist definiert als Energie je Ladung, also $U = \frac{W}{Q}$ mit der Einheit $1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$. Solche Aufgaben lassen sich allein über die Einheitenbetrachtung lösen, ganz ohne Formelwissen.

Die Antwort „Ws“ ist falsch: Wattsekunde ist Leistung mal Zeit und damit eine Energie, gleichbedeutend mit dem Joule.

Die Antwort „J/m“ ist falsch: Joule je Meter ist Energie je Weg und damit eine Kraft, also ein Newton.

Die Antwort „kW“ ist falsch: Kilowatt ist eine Leistung.

Die Antwort „N/C“ ist falsch: Newton je Coulomb ist Kraft je Ladung und damit die elektrische Feldstärke, nicht die Spannung. Beide hängen über die Strecke zusammen.

Zum Weiterdenken: Newton je Coulomb und Joule je Coulomb unterscheiden sich nur um einen Meter im Zähler. Welche beiden Größen sind das, und wie hängen sie zusammen?

MERKE

$U = \frac{W}{Q}$ — Volt ist Joule je Coulomb, nicht Newton je Coulomb.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Spannung als Energie je Ladung wiedererkennen

P022 A Ladung - Coulomb

Welche Beziehung von Größe und Einheit ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Ladung - Coulomb“. Die Ladung wird in Coulomb angegeben. Alle übrigen Zuordnungen sind paarweise vertauscht, was diese Frage zu einer reinen Sorgfaltsübung macht.

Die Antwort „Spannung - Ampere“ ist falsch: Die Spannung wird in Volt angegeben, das Ampere gehört zur Stromstärke.

Die Antwort „Stromstärke - Volt“ ist falsch: Die Stromstärke wird in Ampere angegeben.

Die Antwort „Leitwert - Farad“ ist falsch: Der Leitwert wird in Siemens angegeben; das Farad ist die Einheit der Kapazität.

Die Antwort „Widerstand - Siemens“ ist falsch: Der Widerstand wird in Ohm angegeben.

Zum Weiterdenken: Vier von fünf Antworten entstehen durch systematisches Vertauschen. Welche kleine Merkhilfe genügt dir, um die fünf elektrischen Grundeinheiten dauerhaft auseinanderzuhalten?

MERKE

Ladung Coulomb, Strom Ampere, Spannung Volt, Widerstand Ohm, Kapazität Farad.

LEHRTEXT IM KURS**Größen und Einheiten**

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Elektrische Größen und Einheiten erneut zuordnen

P023 D $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

Wie lautet die Einheit Newton ausgedrückt in SI-Basiseinheiten?

Richtig ist die Antwort „kg·m/s²“. Aus $F = m \cdot a$ folgt unmittelbar $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Diese Zerlegung solltest du ableiten können statt auswendig zu lernen, denn aus ihr folgen sofort weitere: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ und $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

Die Antwort „kg·m/s“ ist falsch: Kilogramm mal Meter je Sekunde ist der Impuls.

Die Antwort „kg·m²/s“ ist falsch: Diese Kombination gehört zu keiner geläufigen Größe.

Die Antwort „ $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ “ ist falsch: Kilogramm mal Quadratmeter je Quadratsekunde ist das Joule.

Die Antwort „ $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$ “ ist falsch: Kilogramm je Meter und Quadratsekunde ist das Pascal.

Zum Weiterdenken: Aus dem Newton lassen sich Joule und Pascal in einem Schritt gewinnen. Welche jeweils?

MERKE

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \text{ — Masse mal Beschleunigung.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Das Newton in Basiseinheiten zerlegen

P024 **B** 10^{-15}

Für welche Zahl steht das Präfix "femto"?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-15} “. Femto steht für zehn hoch minus fünfzehn. Die Reihe schreitet in Dreierschritten fort: milli für minus drei, mikro für minus sechs, nano für minus neun, piko für minus zwölf und femto für minus fünfzehn. In dieser Größenordnung liegt übrigens der Durchmesser eines Atomkerns, weshalb man einen Femtometer auch Fermi nennt.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun ist nano.

Die Antwort „ 10^{-12} “ ist falsch: Zehn hoch minus zwölf ist piko.

Die Antwort „ 10^{-6} “ ist falsch: Zehn hoch minus sechs ist mikro.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei ist milli.

Zum Weiterdenken: Ein Atomkern misst rund einen Femtometer. Wie hilft dir diese Verankerung an einem konkreten Objekt, die Vorsilbe dauerhaft zu behalten?

MERKE

Milli, mikro, nano, piko, femto — jeweils drei Zehnerpotenzen weiter nach unten.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe femto zuordnen

P025 **D** 10^9

Welche Zahl steht für das Präfix "Giga"?

Richtig ist die Antwort „ 10^9 “. Giga steht für zehn hoch neun, also die Milliarde. Nach oben schreitet die Reihe ebenfalls in Dreierschritten fort: kilo für plus drei, mega

für plus sechs, giga für plus neun und tera für plus zwölf.

Die Antwort „ 10^6 “ ist falsch: Zehn hoch sechs ist mega.

Die Antwort „ 10^{12} “ ist falsch: Zehn hoch zwölf ist tera.

Die Antwort „ 10^3 “ ist falsch: Zehn hoch drei ist kilo.

Die Antwort „ 10^{15} “ ist falsch: Zehn hoch fünfzehn ist peta.

Zum Weiterdenken: Nach oben wie nach unten schreiten die Vorsilben in Dreierschritten. Wie viele Vorsilben musst du dir tatsächlich merken, wenn du dieses Muster einmal verstanden hast?

MERKE

Kilo, mega, giga, tera — plus drei, sechs, neun, zwölf.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe giga zuordnen

P026 **E** 10^{-6}

Wofür steht die Vorsilbe "Mikro" (μ)?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-6} “. Mikro steht für zehn hoch minus sechs, also ein Millionstel. Im medizinischen Alltag begegnet dir die Vorsilbe ständig, etwa bei Mikrolitern im Labor oder bei Mikrogramm in Arzneimitteldosierungen — wo eine Verwechslung mit Milligramm um den Faktor tausend danebenläge.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei ist milli.

Die Antwort „ 10^6 “ ist falsch: Zehn hoch sechs ist mega.

Die Antwort „ 10^{-12} “ ist falsch: Zehn hoch minus zwölf ist piko.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun ist nano.

Zum Weiterdenken: Mikrogramm und Milligramm unterscheiden sich um den Faktor tausend. Welche Folgen hätte eine Verwechslung bei einer Arzneimitteldosierung?

MERKE

Mikro ist ein Millionstel — tausendmal kleiner als milli.

LEHRTEXT IM KURS

Größen und Einheiten

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe mikro zuordnen

Mechanik**GRUNDGRÖSSEN UND GRUNDGESETZE DER MECHANIK**



LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P027 **E** $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Ein Eishockeypuck mit einer Masse von 0,20 kg erfährt eine Kraft F_1 von 4,0 N und eine entgegengesetzt wirkende Kraft F_2 von 2,0 N. Welche Beschleunigung erfährt er?

Richtig ist die Antwort „10 m/s²“. Zuerst die resultierende Kraft, $F = 4,0 \text{ N} - 2,0 \text{ N} = 2,0 \text{ N}$. Dann das zweite Newtonsche Gesetz $F = m \cdot a$, nach der Beschleunigung umgestellt:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2,0 \text{ N}}{0,20 \text{ kg}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Der entscheidende Schritt ist die Vorzeichenbetrachtung — nur die Summe aller Kräfte beschleunigt einen Körper.

Die Antwort „5 m/s²“ ist falsch: Fünf Meter je Quadratsekunde entspräche einer Kraft von einem Newton.

Die Antwort „20 m/s²“ ist falsch: Zwanzig Meter je Quadratsekunde entstünde, wenn man nur die vier Newton berücksichtigte und die Gegenkraft übersähe.

Die Antwort „25 m/s²“ ist falsch: Fünfundzwanzig Meter je Quadratsekunde lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „30 m/s²“ ist falsch: Dreißig Meter je Quadratsekunde entspräche der Summe statt der Differenz beider Kräfte.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten entstehen dadurch, dass die Kräfte addiert statt subtrahiert werden. Woran erkennst du zuverlässig, wann welche Rechnung richtig ist?

MERKE

Erst die Kräfte mit Vorzeichen zusammenfassen, dann a

$$= \frac{F}{m}.$$

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Das zweite Newtonsche Gesetz mit entgegengesetzten Kräften anwenden

P028 **E** $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Auf einen Eishockeypuck mit einer Masse von 0,2 kg wirken zwei entgegengesetzte Kräfte ($F_1=4\text{N}$, $F_2=2\text{N}$). Welche Beschleunigung erfährt der Eishockeypuck?

Richtig ist die Antwort „10 m/s²“. Bilde zuerst die resultierende Kraft und wende dann das zweite Newtonsche Gesetz an:

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{4 \text{ N} - 2 \text{ N}}{0,2 \text{ kg}} = \frac{2 \text{ N}}{0,2 \text{ kg}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Diese Aufgabe erschien in nahezu gleicher Form bereits zwei Jahre zuvor — ein deutlicher Hinweis darauf, dass sich das Durchrechnen der Altfragen unmittelbar auszahlt.

Die Antwort „20 m/s²“ ist falsch: Zwanzig Meter je Quadratsekunde entstünde, wenn man die Gegenkraft übersähe.

Die Antwort „15 m/s²“ ist falsch: Fünfzehn Meter je Quadratsekunde lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „25 m/s²“ ist falsch: Fünfundzwanzig Meter je Quadratsekunde ebenso wenig.

Die Antwort „5 m/s²“ ist falsch: Fünf Meter je Quadratsekunde entspräche einer resultierenden Kraft von einem Newton.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe tauchte in zwei Prüfungsjahren fast wortgleich auf. Welchen Schluss ziehst du daraus für die Reihenfolge, in der du dich vorbereitest?

MERKE

$a = \frac{F_{\text{res}}}{m}$ — erst die Kräfte mit Vorzeichen zusammenfassen.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das zweite Newtonsche Gesetz erneut anwenden

P029 E Wenn keine Kraft wirkt, bleibt ein Körper in Ruhe oder bewegt sich gleichförmig auf einer geraden Bahn.

Welche Aussage zum Trägheitsgesetz stimmt?

Richtig ist die Antwort „Wenn keine Kraft wirkt, bleibt ein Körper in Ruhe oder bewegt sich gleichförmig auf einer geraden Bahn“. Das erste Newtonsche Axiom besagt, dass ein Körper ohne einwirkende Kraft in Ruhe bleibt oder sich gleichförmig geradlinig weiterbewegt. Beide Zusätze sind wesentlich: gleichförmig, also mit unveränderter Geschwindigkeit, und geradlinig, also ohne Richtungsänderung. Denn jede Richtungsänderung ist bereits eine Beschleunigung und setzt eine Kraft voraus – deshalb braucht auch eine gleichmäßige Kreisbewegung fortwährend eine Kraft zur Mitte hin.

Die Antwort „Wenn keine Kraft wirkt, bleibt ein Körper in Ruhe oder bewegt sich gleichförmig auf einer gekrümmten Bahn“ ist falsch: Eine gekrümmte Bahn erfordert stets eine Kraft.

Die Antwort „Wenn eine gleichmäßige Kraft wirkt, bleibt ein Körper in Ruhe oder bewegt sich gleichförmig auf einer geraden Bahn“ ist falsch: Wirkt eine Kraft, wird der Körper beschleunigt.

Die Antwort „Ein Körper bewegt sich nur dann geradlinig, wenn eine konstante Kraft auf ihn wirkt“ ist falsch: Geradlinige gleichförmige Bewegung ist gerade der kräftefreie Fall.

Die Antwort „Die Trägheit eines Körpers ist unabhängig von seiner Masse“ ist falsch: Die Masse ist genau das Maß der Trägheit.

Zum Weiterdenken: Ein Satellit umkreist die Erde mit gleichbleibender Geschwindigkeit und wird dennoch dauernd beschleunigt. Wie löst das Trägheitsgesetz diesen scheinbaren Widerspruch auf?

MERKE

Ohne Kraft: gleichförmig UND geradlinig – jede Kurve verrät eine Kraft.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das Trägheitsgesetz vollständig formulieren

P030 D $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Beim Hockeyspiel wirken zwei Kräfte auf den Puck, in eine Richtung 2 N, in die andere Richtung 4 N, Masse des Pucks 0,2 kg. Wie groß ist seine Beschleunigung?

Richtig ist die Antwort „10 m/s²“. Die beiden Kräfte wirken einander entgegen, es bleibt also eine resultierende Kraft von zwei Newton:

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{4 \text{ N} - 2 \text{ N}}{0,2 \text{ kg}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Diese Aufgabe erschien nun bereits zum dritten Mal in nahezu unveränderter Form, nämlich 2017, 2019 und 2023. Deutlicher lässt sich kaum zeigen, wie sehr sich das Durcharbeiten der Altfragen auszahlt.

Die Antwort „20 m/s²“ ist falsch: Zwanzig Meter je Quadratsekunde entstünde, wenn man die Gegenkraft übersähe.

Die Antwort „5 m/s²“ ist falsch: Fünf Meter je Quadratsekunde entspräche einer resultierenden Kraft von einem Newton.

Die Antwort „15 m/s²“ ist falsch: Fünfzehn Meter je Quadratsekunde lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „2 m/s²“ ist falsch: Zwei Meter je Quadratsekunde übernimmt lediglich einen der gegebenen Zahlenwerte.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Aufgabe kam in drei verschiedenen Jahren vor. Was folgt daraus für die Frage, ob sich das Rechnen alter Prüfungsaufgaben lohnt?

MERKE

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} \text{ — erst die Kräfte verrechnen, dann teilen.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Das zweite Newtonsche Gesetz ein weiteres Mal anwenden

ERHALTUNGSSÄTZE DER MECHANIK

P031 C 15 m/s

Ein Skifahrer (75 kg) fährt einen Hang mit 30° Neigung hinunter und überwindet dabei einen Höhenunterschied von 11,25 m. Wie groß ist seine Geschwindigkeit am Ende der Abfahrt (Reibung wird vernachlässigt)?

Richtig ist die Antwort „15 m/s“. Ohne Reibung wandelt sich die gesamte Lageenergie in Bewegungsenergie um, $m g h = \frac{1}{2} m v^2$. Die Masse kürzt sich heraus:

$$v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 11,25 \text{ m}} = \sqrt{225} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bemerkenswert: Weder die Masse des Skifahrers noch der Neigungswinkel gehen in die Rechnung ein – beide Angaben sind bewusst überflüssig.

Die Antwort „10 m/s“ ist falsch: Zehn Meter je Sekunde entspräche einer Höhe von fünf Metern.

Die Antwort „20 m/s“ ist falsch: Zwanzig Meter je Sekunde entspräche zwanzig Metern Höhe.

Die Antwort „7,5 m/s“ ist falsch: 7,5 Meter je Sekunde wäre die halbe richtige Geschwindigkeit, was einem Viertel der Höhe entspräche.

Die Antwort „22 m/s“ ist falsch: Zweiundzwanzig Meter je Sekunde passt zu keiner sinnvollen Rechnung.

Zum Weiterdenken: Masse und Neigungswinkel spielen für die Endgeschwindigkeit keine Rolle. Warum erreicht dann ein schwerer und ein leichter Skifahrer bei gleicher Höhe

dieselbe Geschwindigkeit?

MERKE

$v = \sqrt{2 g h}$ — Masse und Winkel kürzen sich heraus.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Den Energieerhaltungssatz auf eine Abfahrt anwenden

P032 B 10 m/s

Ein 70 kg schwerer Turmspringer springt von einem 5 m hohen Turm ins Wasser. Wie schnell ist er beim Auftreffen auf dem Wasser, wenn man den Luftwiderstand vernachlässigt? (Erdbeschleunigung: 10 m/s^2)

Richtig ist die Antwort „10 m/s“. Beim freien Fall wandelt sich Lageenergie vollständig in Bewegungsenergie um, $m g$

$h = \frac{1}{2} m v^2$, wobei sich die Masse herauskürzt:

$$v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m}} = \sqrt{100} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die Masse von siebzig Kilogramm ist bewusst überflüssig angegeben.

Die Antwort „2 m/s“ ist falsch: Zwei Meter je Sekunde ist deutlich zu klein.

Die Antwort „5 m/s“ ist falsch: Fünf Meter je Sekunde entsteht, wenn man die Höhe versehentlich als Geschwindigkeit übernimmt.

Die Antwort „15 m/s“ ist falsch: Fünfzehn Meter je Sekunde entspräche gut elf Metern Höhe.

Die Antwort „20 m/s“ ist falsch: Zwanzig Meter je Sekunde entstünde, wenn man die Wurzel vergisst und schlicht zweimal g mal h durch etwas teilt.

Zum Weiterdenken: Die Masse kürzt sich heraus, und dennoch spürt ein schwerer Springer den Aufprall härter. Wo steckt der Unterschied, wenn nicht in der Geschwindigkeit?

MERKE

$v = \sqrt{2 g h}$ — die Masse spielt für die Endgeschwindigkeit keine Rolle.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Auftreffgeschwindigkeit beim freien Fall berechnen

P033 A Energieerhaltung

Chloroplasten der Pflanzen wandeln Sonnenenergie in Glucose um – nach welchem physikalischen Prinzip?

Richtig ist die Antwort „Energieerhaltung“. Chloroplasten erzeugen keine Energie, sondern wandeln Strahlungsenergie des Sonnenlichts in chemisch gebundene Energie in Form von Glucose um. Genau das beschreibt der Energieerhaltungssatz: Energie lässt sich

weder erschaffen noch vernichten, sondern nur von einer Form in eine andere überführen. Die Frage prüft damit weniger Formelwissen als die Fähigkeit, ein physikalisches Grundprinzip in einem fachfremden Zusammenhang wiederzuerkennen.

Die Antwort „1. Newtonsches Axiom“ ist falsch: Das erste Newtonsche Axiom beschreibt die Trägheit.

Die Antwort „Snellius'sches Brechungsgesetz“ ist falsch: Das Brechungsgesetz beschreibt die Richtungsänderung an Grenzflächen.

Die Antwort „Gesetz von Bernoulli“ ist falsch: Das Gesetz von Bernoulli betrifft strömende Flüssigkeiten und Gase.

Die Antwort „Archimedisches Prinzip“ ist falsch: Das archimedische Prinzip beschreibt den Auftrieb.

Zum Weiterdenken: Der Energieerhaltungssatz gilt für Maschinen, Sterne und Chloroplasten gleichermaßen. Was macht ein Prinzip von solcher Reichweite für die Naturwissenschaft so wertvoll?

MERKE

Energie wird nie erzeugt, nur umgewandelt — auch in der Photosynthese.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Energieerhaltungssatz in einem biologischen Vorgang wiedererkennen

TRANSLATION, ROTATION

P034 B Bei der Translation bewegen sich alle Punkte eines Körpers mit gleicher Geschwindigkeit und Richtung, bei der Rotation nicht

Welche Aussage zum Unterschied zwischen Translation und Rotation trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Bei der Translation bewegen sich alle Punkte eines Körpers mit gleicher Geschwindigkeit und Richtung, bei der Rotation nicht“. Bei einer Translation, also einer reinen Verschiebung, legen alle Punkte eines Körpers denselben Weg mit derselben Geschwindigkeit und in derselben Richtung zurück. Bei einer Rotation dagegen bewegen sich Punkte weiter außen schneller als Punkte nahe der Drehachse, denn sie müssen in derselben Zeit einen größeren Kreisumfang zurücklegen. Genau deshalb braucht man für Drehbewegungen eigene Größen wie Winkelgeschwindigkeit und Drehmoment.

Die Antwort „Translation und Rotation beschreiben denselben Bewegungstyp“ ist falsch: Es handelt sich um zwei grundsätzlich verschiedene Bewegungsarten, die sich allerdings überlagern können — ein rollendes Rad tut beides zugleich.

Die Antwort „Bei der Rotation ist die Winkelgeschwindigkeit für alle Punkte unterschiedlich groß“ ist falsch: Die Winkelgeschwindigkeit ist bei einer starren Drehung für alle Punkte gleich; verschieden ist die Bahngeschwindigkeit.

Die Antwort „Translation ist immer schneller als Rotation“ ist falsch: Eine Aussage über die Geschwindigkeit lässt sich allgemein nicht treffen.

Die Antwort „Rotation kann nur bei Flüssigkeiten auftreten“ ist falsch: Rotation tritt bei Festkörpern ebenso auf wie bei Flüssigkeiten.

Zum Weiterdenken: Bei einer Drehung ist die Winkelgeschwindigkeit überall gleich, die Bahngeschwindigkeit nicht. Warum ist gerade diese Unterscheidung der Grund, warum man für Drehbewegungen eigene Größen einführt?

MERKE

Translation heißt alle Punkte gleich, Rotation heißt außen schneller als innen.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Translation und Rotation voneinander abgrenzen

P035 E T ist der Kehrwert der Frequenz f

Welche Aussage zur Umlaufzeit T trifft zu?

Richtig ist die Antwort „T ist der Kehrwert der Frequenz f“. Die Umlaufzeit ist die Zeit für einen vollen Umlauf, die Frequenz die Zahl der Umläufe je Sekunde — beide sind demnach Kehrwerte voneinander. Dreht sich etwas zweimal je Sekunde, dauert ein Umlauf eine halbe Sekunde.

Die Antwort „Die Einheit von T ist $\frac{1}{s}$ “ ist falsch: Eins durch Sekunde ist die Einheit der Frequenz, also das Hertz. Die Umlaufzeit hat die Einheit Sekunde.

Die Antwort „T ist unabhängig von der Bahngeschwindigkeit“ ist falsch: Umlaufzeit und Bahngeschwindigkeit hängen über den Bahnradius zusammen.

Die Antwort „T nimmt mit steigender Frequenz zu“ ist falsch: Weil beide Kehrwerte sind, nimmt die Umlaufzeit mit steigender Frequenz ab.

Die Antwort „T hat die Einheit Hertz“ ist falsch: Hertz ist die Einheit der Frequenz.

Zum Weiterdenken: Umlaufzeit und Frequenz sind Kehrwerte, ihre Einheiten ebenfalls. Wie hilft dir diese doppelte Spiegelung, beide nie zu verwechseln?

MERKE

Umlaufzeit in Sekunden, Frequenz in Hertz — die eine ist der Kehrwert der anderen.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Umlaufzeit und Frequenz verknüpfen

P036 D Nm

Welche Einheit hat das Drehmoment?

Richtig ist die Antwort „Nm“. Das Drehmoment ist $M = F \cdot r$ und hat daher die Einheit Newtonmeter. Rechnerisch entspricht das zwar dem Joule, doch schreibt man beim Drehmoment bewusst Newtonmeter, um es von der Energie zu unterscheiden — beim Drehmoment stehen Kraft und Hebelarm senkrecht aufeinander, bei der Arbeit dagegen parallel.

Die Antwort „m/s“ ist falsch: Meter je Sekunde ist die Einheit der Geschwindigkeit.

Die Antwort „Newton“ ist falsch: Das Newton ist die Einheit der Kraft ohne Hebelarm.

Die Antwort „Joule“ ist falsch: Das Joule ist zahlenmäßig gleich, doch für Energie und Arbeit reserviert.

Die Antwort „Watt“ ist falsch: Das Watt ist die Einheit der Leistung.

Zum Weiterdenken: Newtonmeter und Joule sind rechnerisch dasselbe und bezeichnen dennoch Verschiedenes. Welche geometrische Beziehung zwischen Kraft und Strecke unterscheidet die beiden Fälle?

MERKE

$M = F \cdot r$ in Newtonmeter — rechnerisch wie Joule, physikalisch etwas anderes.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Einheit des Drehmoments angeben

P037 B Eine Gerade mit konstanter Steigung ungleich null.

Ein Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm (v-t-Diagramm) zeigt welche Kurvenform bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung?

Richtig ist die Antwort „Eine Gerade mit konstanter Steigung ungleich null“. Bei gleichmäßiger Beschleunigung nimmt die Geschwindigkeit in jeder Sekunde um denselben Betrag zu, weshalb das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm eine Gerade mit konstanter Steigung zeigt; die Steigung ist gerade die Beschleunigung. Verwechsle das nicht mit dem Weg-Zeit-Diagramm, das bei derselben Bewegung eine Parabel ergibt, weil der Weg quadratisch mit der Zeit wächst.

Die Antwort „Eine Parabel“ ist falsch: Eine Parabel zeigt das Weg-Zeit-Diagramm.

Die Antwort „Eine Gerade parallel zur x-Achse“ ist falsch: Eine waagerechte Gerade bedeutet gleichbleibende Geschwindigkeit, also keine Beschleunigung.

Die Antwort „Eine Exponentialkurve“ ist falsch: Eine Exponentialkurve entstünde bei einer mit der Geschwindigkeit wachsenden Beschleunigung.

Die Antwort „Eine Potenzfunktion dritten Grades“ ist falsch: Eine Kurve dritten Grades passt zu keiner der Grundbewegungen.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Bewegung zeigt im Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm eine Gerade und im Weg-Zeit-Diagramm eine Parabel. Wie hängen beide Darstellungen über die Fläche unter der Kurve zusammen?

MERKE

Geschwindigkeit-Zeit-Gerade heißt gleichmäßig beschleunigt — die Steigung ist die Beschleunigung.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Ein Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm lesen

P038 C 90°

Bei Fahrradpedalen wirkt eine Kraft auf den Pedalarm. Bei welchem Winkel zwischen Kraft und Pedalarm ist das Drehmoment am größten?

Richtig ist die Antwort „90°“. Für das Drehmoment gilt $M = F \cdot r \cdot \sin\phi$, und weil $\sin 90^\circ = 1$ der Höchstwert des Sinus ist, wird es bei einem rechten Winkel am größten. Beim Radfahren spürst du das unmittelbar: Steht die Kurbel waagrecht und trittst du senkrecht nach unten, ist die Wirkung am größten; steht sie senkrecht, trittst du wegen $\sin 0^\circ = 0$ gewissermaßen ins Leere.

Die Antwort „60°“ ist falsch: Bei sechzig Grad beträgt der Sinus rund 0,87.

Die Antwort „30°“ ist falsch: Bei dreißig Grad nur 0,5, also die Hälfte des Höchstwerts.

Die Antwort „0°“ ist falsch: Bei null Grad ist der Sinus null, das Drehmoment verschwindet vollständig.

Die Antwort „45°“ ist falsch: Bei fünfundvierzig Grad beträgt der Sinus rund 0,71.

Zum Weiterdenken: Bei senkrecht stehender Kurbel bewirkt selbst größte Kraft kein Drehmoment. Wie erklärt der Sinusfaktor diesen toten Punkt?

MERKE

$M = F \cdot r \cdot \sin\phi$ — größtes Drehmoment bei 90°.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Winkelabhängigkeit des Drehmoments bestimmen

P039 D Wenn das Produkt aus Kraft und Hebelarm auf beiden Seiten gleich groß ist ($F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$)

Wann befindet sich ein zweiseitiger Hebel im Gleichgewicht?

Richtig ist die Antwort „Wenn das Produkt aus Kraft und Hebelarm auf beiden Seiten gleich groß ist ($F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$)“. Ein zweiseitiger Hebel steht im Gleichgewicht, wenn die Drehmomente auf beiden Seiten gleich groß sind:

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

Daraus folgt die goldene Regel der Mechanik, dass man an Weg zulegen muss, was man an Kraft spart. Genau deshalb kann ein Kind auf der Wippe einen Erwachsenen ausgleichen, wenn es weit genug außen sitzt.

Die Antwort „Wenn die Kräfte auf beiden Seiten gleich groß sind, unabhängig vom Hebelarm“ ist falsch: Ohne Berücksichtigung der Hebelarme wäre der Hebel wirkungslos.

Die Antwort „Wenn die Hebelarme auf beiden Seiten gleich lang sind, unabhängig von der Kraft“ ist falsch: Gleich lange Hebelarme verlangen zusätzlich gleich große Kräfte.

Die Antwort „Wenn die Summe der Kräfte null ergibt, unabhängig vom Angriffspunkt“ ist falsch: Für Drehungen kommt es gerade auf den Angriffspunkt an.

Die Antwort „Wenn die größere Kraft am kürzeren Hebelarm angreift“ ist falsch: Am kürzeren Hebelarm muss die größere Kraft angreifen, doch entscheidend ist das genaue Verhältnis und nicht bloß die Reihenfolge.

Zum Weiterdenken: Ein Kind gleicht auf der Wippe einen Erwachsenen aus, wenn es weit genug außen sitzt. Wie weit müsste ein halb so schweres Kind sitzen, um genau auszugleichen?

MERKE

$F_1 r_1 = F_2 r_2$ — was an Kraft gespart wird, kostet Weg.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Das Hebelgesetz formulieren

P040 E Trägheitsmoment

Der Masse bei der Translation entspricht bei der Rotation welche Größe?

Richtig ist die Antwort „Trägheitsmoment“. Bei der Drehbewegung übernimmt das Trägheitsmoment die Rolle der Masse: Es gibt an, wie stark sich ein Körper einer Änderung seiner Drehung widersetzt. Anders als die Masse hängt es nicht nur davon ab, wie viel Materie vorhanden ist, sondern auch davon, wie weit sie von der Drehachse entfernt liegt — weiter außen liegende Masse wiegt dabei quadratisch schwerer. Deshalb dreht sich eine Eiskunstläuferin schneller, sobald sie die Arme anlegt: Ihre Masse bleibt gleich, ihr Trägheitsmoment sinkt.

Die Antwort „Drehmoment“ ist falsch: Das Drehmoment entspricht der Kraft.

Die Antwort „Masse“ ist falsch: Die Masse ist gerade die Größe der Translation, zu der die Entsprechung gesucht wird.

Die Antwort „Drehimpuls“ ist falsch: Der Drehimpuls entspricht dem Impuls.

Die Antwort „Winkelgeschwindigkeit“ ist falsch: Die Winkelgeschwindigkeit entspricht der Geschwindigkeit.

Zum Weiterdenken: Eine Eiskunstläuferin dreht sich schneller, sobald sie die Arme anlegt, ohne sich abzustößen. Welche Erhaltungsgröße erzwingt diese Beschleunigung?

MERKE

Masse wird zum Trägheitsmoment, Kraft zum Drehmoment, Geschwindigkeit zur Winkelgeschwindigkeit.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Größen der Translation ihren Entsprechungen bei der Rotation zuordnen

P041 B Drehmoment

Welche Größe ergibt sich, wenn man bei einem rotierenden Körper Kraft mal Länge (Hebelarm) rechnet?

Richtig ist die Antwort „Drehmoment“. Kraft mal Hebelarm ergibt nach $M = F \cdot r$ das Drehmoment, gemessen in Newtonmetern. Es ist bei der Drehbewegung das, was bei der geradlinigen Bewegung die Kraft ist, nämlich die Ursache der Beschleunigung. Genau deshalb ist ein langer Schraubenschlüssel wirksamer als ein kurzer, obwohl beide dieselbe Schraube fassen.

Die Antwort „Impuls“ ist falsch: Der Impuls ist Masse mal Geschwindigkeit.

Die Antwort „Druck“ ist falsch: Der Druck ist Kraft je Fläche.

Die Antwort „Masse“ ist falsch: Die Masse ergibt sich aus diesem Produkt nicht.

Die Antwort „Leistung“ ist falsch: Die Leistung ist Arbeit je Zeit.

Zum Weiterdenken: Ein langer Schraubenschlüssel löst festsitzende Schrauben leichter. Welche Größe der Formel wird dabei verändert, und welche bleibt gleich?

MERKE

$M = F \cdot r$ — die Kraft der Drehbewegung.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Das Drehmoment als Produkt aus Kraft und Hebelarm benennen

ARBEIT, ENERGIE, IMPULS, LEISTUNG**P042 B 491 Nm**

Ein Arbeiter hebt 20 Säcke à 5 kg in einen Anhänger, der sich 50 cm über dem Boden befindet. Wie groß ist die dabei verrichtete Arbeit?

Richtig ist die Antwort „491 Nm“. Die Hubarbeit ist $W = m \cdot g \cdot h$. Zwanzig Säcke zu je fünf Kilogramm ergeben $m = 100$ kg, fünfzig Zentimeter sind $h = 0,5$ m. Damit

$$W = 100 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \text{ m} = 490,5 \text{ Nm} \approx 491 \text{ Nm}$$

Die Antwort „49,1 Nm“ ist falsch: 49,1 entsteht bei einer Höhe von fünf Zentimetern — ein Zehnerfehler beim Umrechnen der Einheit.

Die Antwort „981 Nm“ ist falsch: 981 entsteht bei einem vollen Meter Höhe, also wenn man die fünfzig Zentimeter übersieht.

Die Antwort „98,1 Nm“ ist falsch: 98,1 entsteht bei einer Masse von zehn Kilogramm.

Die Antwort „4,91 Nm“ ist falsch: 4,91 ist um den Faktor hundert zu klein.

Zum Weiterdenken: Drei der vier falschen Antworten entstehen durch Zehnerfehler beim Umrechnen von Zentimetern oder beim Zusammenzählen der Massen. Welche Gewohnheit schützt dich davor?

MERKE

Erst alle Größen in Grundeinheiten, dann $W = m \cdot g \cdot h$.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Hubarbeit berechnen

P043 A kW

Welche Einheit ist eine Einheit der Leistung?

Richtig ist die Antwort „kW“. Das Kilowatt ist eine Einheit der Leistung, also der Energie je Zeit, denn es gilt $P = \frac{W}{t}$

und damit $1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$. Die Kilowattstunde dagegen ist Leistung mal Zeit und damit eine Energie, nämlich $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Die Antwort „kWh“ ist falsch: Die Kilowattstunde ist Leistung mal Zeit und damit eine Energieeinheit — sie steht deshalb auch auf der Stromrechnung.

Die Antwort „J“ ist falsch: Das Joule ist die Grundeinheit der Energie.

Die Antwort „Nm“ ist falsch: Das Newtonmeter ist ebenfalls eine Energieeinheit und gleichbedeutend mit dem Joule.

Die Antwort „Ah“ ist falsch: Die Amperestunde ist Stromstärke mal Zeit und damit eine Ladungsmenge, wie man sie zur Angabe der Akkukapazität verwendet.

Zum Weiterdenken: Kilowatt und Kilowattstunde unterscheiden sich nur um den Faktor Zeit und meinen doch Verschiedenes. Warum wird gerade dieses Paar im Alltag so häufig verwechselt?

MERKE

$P = \frac{W}{t}$ — Watt ist Energie je Zeit, Wattstunde ist Energie.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Leistung von Energie unterscheiden

P044 **E** J/s

Welche Einheit beschreibt die Leistung?

Richtig ist die Antwort „J/s“. Leistung ist Energie je Zeit, also $P = \frac{W}{t}$ mit der Einheit $1 \frac{J}{s} = 1 \text{ W}$. Die Kilowattstunde und die Kilowattsekunde sind dagegen Produkte aus Leistung und Zeit und damit Energien.

Die Antwort „kWh“ ist falsch: Die Kilowattstunde ist Leistung mal Zeit und damit eine Energie.

Die Antwort „kWs“ ist falsch: Die Kilowattsekunde ist ebenfalls eine Energie, nämlich tausend Joule.

Die Antwort „J·s“ ist falsch: Joule mal Sekunde ist die Einheit der Wirkung, wie sie im Planckschen Wirkungsquantum auftritt.

Die Antwort „N/s“ ist falsch: Newton je Sekunde ergibt keine gebräuchliche Größe.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten sind Energieeinheiten, die durch Malnehmen mit der Zeit entstehen. Woran erkennst du zuverlässig, ob eine Einheit eine Leistung oder eine Energie beschreibt?

MERKE

$P = \frac{W}{t}$ — geteilt durch Zeit ergibt Leistung, malgenommen ergibt Energie.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Einheit der Leistung als Energie je Zeit erkennen

P045 **A** Joule lässt sich nicht direkt in Watt umrechnen, da es sich um unterschiedliche physikalische Größen handelt (Energie vs. Leistung)

Wie viel Watt entsprechen 1 Joule?

Richtig ist die Antwort „Joule lässt sich nicht direkt in Watt umrechnen, da es sich um unterschiedliche physikalische Größen handelt (Energie vs. Leistung)“. Joule und Watt lassen sich nicht ineinander umrechnen, denn sie messen Verschiedenes: Das Joule ist eine Energie, das Watt eine Leistung, also Energie je Zeit. Erst mit einer Zeitangabe entsteht ein Zusammenhang — ein Joule je Sekunde ergibt ein Watt. Eine Umrechnung ohne Zeitangabe ist deshalb so sinnlos wie die Frage, wie viele Kilometer je Stunde einem Kilometer entsprechen.

Die Antwort „1 Joule = 1 Watt“ ist falsch: Eine Gleichsetzung ist nicht möglich.

Die Antwort „1 Joule = 0,5 Watt“ ist falsch: Auch mit einem Zahlenfaktor lassen sich verschiedene Größen nicht ineinander überführen.

Die Antwort „1 Joule = 2 Watt“ ist falsch: Ebenso wenig.

Die Antwort „1 Joule = 1000 Watt“ ist falsch: Der Faktor tausend führt lediglich zum Kilojoule oder Kilowatt, ändert aber nichts an der Verschiedenheit der Größen.

Zum Weiterdenken: Die Frage nach der Umrechnung von Joule in Watt ist ähnlich gebaut wie die Frage nach Kilometern in Stundenkilometer. Wie erkennst du solche Scheinfragen in der Prüfung sofort?

MERKE

Energie und Leistung unterscheiden sich um die Zeit — ohne Zeitangabe keine Umrechnung.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Energie und Leistung als verschiedene Größen erkennen

P046 **E** Joule (Energie) lässt sich nicht direkt in Watt (Leistung) umrechnen, da es sich um unterschiedliche physikalische Größen handelt

Wie viel Watt entsprechen 1 Joule?

Richtig ist die Antwort „Joule (Energie) lässt sich nicht direkt in Watt (Leistung) umrechnen, da es sich um unterschiedliche physikalische Größen handelt“. Joule und Watt messen verschiedene Größen und lassen sich deshalb nicht ineinander umrechnen: Das Joule ist eine Energie, das Watt eine Leistung. Erst über eine Zeitangabe entsteht der Zusammenhang, denn ein Watt ist ein Joule je Sekunde.

Die Antwort „1 J = 1 W“ ist falsch: Eine Gleichsetzung ist nicht möglich.

Die Antwort „1 J = 10 W“ ist falsch: Auch ein Faktor zehn ändert nichts an der Verschiedenheit der Größen.

Die Antwort „1 J = 0,1 W“ ist falsch: Ebenso wenig ein Faktor ein Zehntel.

Die Antwort „1 J = 100 W“ ist falsch: Ebenso wenig ein Faktor hundert.

Zum Weiterdenken: Diese Frage stellte der MedAT in mehreren Jahren nahezu wortgleich. Was sagt eine solche Wiederholung darüber, wie du deine Vorbereitung gewichten solltest?

MERKE

Energie und Leistung trennt die Zeit — ohne Zeitangabe ist keine Umrechnung möglich.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Energie und Leistung erneut als verschiedene Größen erkennen

P047 C Kraft in Richtung der Kraftwirkung mal Länge des Weges

Wie berechnet man die mechanische Arbeit?

Richtig ist die Antwort „Kraft in Richtung der Kraftwirkung mal Länge des Weges“. Mechanische Arbeit ist das Produkt aus der Kraft in Richtung des Weges und der Weglänge, also $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$. Der Zusatz zur Richtung ist entscheidend, denn bei $\alpha = 90^\circ$ ist $\cos 90^\circ = 0$ und es wird gar keine Arbeit verrichtet. Deshalb leistet die Zentripetalkraft bei einer Kreisbewegung keine Arbeit, und deshalb verrichtest du physikalisch gesehen keine Arbeit, wenn du eine schwere Tasche waagrecht trägst.

Die Antwort „Kraft mal Länge des Hebels“ ist falsch: Kraft mal Hebelarm ergibt das Drehmoment.

Die Antwort „Kraft mal Zeit“ ist falsch: Kraft mal Zeit ergibt den Kraftstoß und damit die Impulsänderung.

Die Antwort „Masse mal Beschleunigung“ ist falsch: Masse mal Beschleunigung ergibt die Kraft selbst.

Die Antwort „Kraft mal Geschwindigkeit“ ist falsch: Kraft mal Geschwindigkeit ergibt die Leistung.

Zum Weiterdenken: Wer eine schwere Tasche waagrecht trägt, verrichtet physikalisch keine Arbeit und wird dennoch müde. Wo steckt die aufgewendete Energie in diesem Fall?

MERKE

$W = F s \cos \alpha$ — nur die Kraftkomponente längs des Weges zählt.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die mechanische Arbeit korrekt definieren

P048 A Nur beim Heben des Sackes, unabhängig von der Dauer des Hebens.

Ein Arbeiter hebt einen Sack Zement um 1,3 Meter in die Höhe und hält ihn dann für 5 Minuten in gleicher Position. Wann wird mechanische Arbeit geleistet?

Richtig ist die Antwort „Nur beim Heben des Sackes, unabhängig von der Dauer des Hebens“. Mechanische Arbeit ist $W = F \cdot s$, und ein Weg wird nur beim Heben zurückgelegt. Beim Halten bleibt $s = 0$ und damit auch $W = 0$, gleichgültig wie lange gehalten wird. Ebenso wenig kommt es darauf an, wie schnell gehoben wird, denn die

Geschwindigkeit beeinflusst über $P = \frac{W}{t}$ nur die Leistung.

Dass Halten dennoch anstrengt, liegt an den Muskeln, die sich fortwährend an- und entspannen und dabei Energie in Wärme umsetzen.

Die Antwort „Nur beim Heben des Sackes, umso schneller umso mehr“ ist falsch: Die Geschwindigkeit ändert die Leistung, nicht die Arbeit.

Die Antwort „Nur beim Halten des Sackes, umso länger umso mehr“ ist falsch: Beim Halten wird physikalisch keine Arbeit verrichtet.

Die Antwort „Beim Heben und beim Halten des Sackes“ ist falsch: Nur das Heben zählt.

Die Antwort „Nur beim Halten des Sackes, unabhängig von der Dauer des Haltens“ ist falsch: Auch hier wird das Halten fälschlich als Arbeit gewertet.

Zum Weiterdenken: Physikalisch wird beim Halten keine Arbeit verrichtet, körperlich strengt es dennoch an. Wohin fließt die Energie, die dein Körper dabei verbraucht?

MERKE

$W = F \cdot s$ — ohne Weg keine Arbeit, egal wie lange und wie schnell.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Den physikalischen Arbeitsbegriff vom alltäglichen abgrenzen

P049 C Er wird berechnet durch Geschwindigkeit mal Masse.

Welche der folgenden Aussagen zum Impuls ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Er wird berechnet durch Geschwindigkeit mal Masse“. Der Impuls ist das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit. Weil die Geschwindigkeit eine Richtung hat, ist auch der Impuls gerichtet, und in einem abgeschlossenen System bleibt seine Summe stets erhalten — bei elastischen wie bei unelastischen Stößen. Genau darin unterscheidet er sich von der Bewegungsenergie, die beim unelastischen Stoß teilweise in Verformung und Wärme übergeht.

Die Antwort „In einem abgeschlossenen System kann sich der Gesamtimpuls ändern“ ist falsch: In einem abgeschlossenen System bleibt der Gesamtimpuls unverändert.

Die Antwort „Die Summe der Impulse vor einem Zusammenstoß ist größer als die Summe der Impulse nach dem Zusammenstoß“ ist falsch: Die Summen vor und nach dem Stoß sind gleich.

Die Antwort „Impuls ist eine skalare Größe“ ist falsch: Der Impuls ist eine gerichtete Größe.

Die Antwort „Impuls bleibt nur bei elastischen Stößen erhalten“ ist falsch: Gerade das ist der springende Punkt — der Impuls bleibt bei jedem Stoß erhalten, die Bewegungsenergie nur beim elastischen.

Zum Weiterdenken: Beim unelastischen Stoß bleibt der Impuls erhalten, die Bewegungsenergie nicht. Wohin verschwindet die Energie, und warum kann dem Impuls dasselbe nicht widerfahren?

MERKE

Impuls gleich Masse mal Geschwindigkeit — er bleibt bei jedem Stoß erhalten, die Energie nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Den Impuls und seine Erhaltung beschreiben

P050 D Er ist eine vektorielle Größe, charakterisiert durch Betrag und Richtung

Welche Aussage zum Impuls trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Er ist eine vektorielle Größe, charakterisiert durch Betrag und Richtung“. Der Impuls $\vec{p} = m \vec{v}$ ist eine gerichtete Größe, hat also Betrag und Richtung, denn er entsteht aus der Masse und der ebenfalls gerichteten Geschwindigkeit. Genau deshalb können sich beim Zusammenstoß zweier gleich schwerer und gleich schneller Körper die Impulse zu $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0$ aufheben — die Beträge sind gleich, die Richtungen entgegengesetzt.

Die Antwort „Er ist eine skalare Größe“ ist falsch: Eine ungerichtete Größe wäre etwa die Masse oder die Energie.

Die Antwort „Er hat die Einheit Joule“ ist falsch: Die Einheit ist Kilogramm mal Meter je Sekunde, gleichbedeutend mit Newtonsekunde. Das Joule gehört zur Energie.

Die Antwort „Er ist unabhängig von der Geschwindigkeit“ ist falsch: Die Geschwindigkeit geht unmittelbar ein.

Die Antwort „Er bleibt stets erhalten, unabhängig von äußeren Kräften“ ist falsch: Erhalten bleibt der Impuls nur ohne äußere Kräfte, also im abgeschlossenen System.

Zum Weiterdenken: Bei einem Frontalzusammenstoß zweier gleicher Fahrzeuge ist der Gesamtimpuls null und dennoch entsteht großer Schaden. Welche Größe erklärt den Schaden, wenn nicht der Impuls?

MERKE

$\vec{p} = m \vec{v}$ — Betrag und Richtung, deshalb kann er sich aufheben.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Den Impuls als gerichtete Größe kennzeichnen

P051 D Leistung

Welche Größe ergibt sich, wenn man Energie (Arbeit) durch die Zeit dividiert?

Richtig ist die Antwort „Leistung“. Nach $P = \frac{W}{t}$ ergibt Energie geteilt durch Zeit die Leistung, gemessen in Watt. Sie gibt an, wie schnell Energie umgesetzt wird: Zwei Motoren können dieselbe Arbeit verrichten, doch der leistungsstärkere schafft es in kürzerer Zeit.

Die Antwort „Kraft“ ist falsch: Die Kraft ergibt sich aus Energie geteilt durch Weg.

Die Antwort „Masse“ ist falsch: Die Masse lässt sich aus Energie und Zeit nicht gewinnen.

Die Antwort „Spannung“ ist falsch: Die Spannung ergibt sich aus Energie geteilt durch Ladung.

Die Antwort „Impuls“ ist falsch: Der Impuls ist Masse mal Geschwindigkeit.

Zum Weiterdenken: Energie geteilt durch Zeit ergibt Leistung, geteilt durch Weg die Kraft und geteilt durch Ladung die Spannung. Was sagt diese Familie von Beziehungen über die Rolle der Energie in der Physik aus?

MERKE

$P = \frac{W}{t}$ — die Leistung misst das Tempo, nicht die Menge.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Leistung als Energie je Zeit bestimmen

P052 A Arbeit ist das Produkt aus Kraft und dem in Kraftrichtung zurückgelegten Weg ($W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$)

Welche Aussage beschreibt die physikalische Arbeit am besten?

Richtig ist die Antwort „Arbeit ist das Produkt aus Kraft und dem in Kraftrichtung zurückgelegten Weg ($W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$)“. Arbeit ist $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$, es zählt also nur der Anteil der Kraft, der in Richtung des Weges zeigt. Steht die Kraft senkrecht zur Bewegung, ist $\cos 90^\circ = 0$ und damit auch die Arbeit null. Deshalb verrichtet die Zentripetalkraft bei einer Kreisbewegung keine Arbeit, und deshalb ändert sich die Geschwindigkeit eines Satelliten auf kreisförmiger Bahn nicht.

Die Antwort „Arbeit ist das Produkt aus Kraft und Zeit“ ist falsch: Kraft mal Zeit ergibt die Impulsänderung.

Die Antwort „Arbeit ist der Quotient aus Kraft und Weglänge“ ist falsch: Ein Quotient ergibt keine Arbeit.

Die Antwort „Arbeit beschreibt ausschließlich die Bewegung entlang einer geraden Linie“ ist falsch: Arbeit lässt sich auch entlang gekrümmter Wege bestimmen.

Die Antwort „Arbeit ist immer $F \cdot s$, unabhängig von der Kraftrichtung“ ist falsch: Gerade der Kosinusfaktor darf nicht entfallen; nur bei paralleler Kraft vereinfacht sich die Formel.

Zum Weiterdenken: Ein Satellit auf kreisförmiger Bahn wird ständig beschleunigt, und dennoch wird an ihm keine Arbeit verrichtet. Wie löst der Kosinusfaktor diesen Widerspruch auf?

MERKE

$W = F s \cos \alpha$ — senkrecht heißt null.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Winkelabhängigkeit der Arbeit berücksichtigen

P053 D Das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit, eine vektorielle Größe

Was beschreibt der Impuls $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ eines Körpers?

Richtig ist die Antwort „Das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit, eine vektorielle Größe“. Der Impuls $\vec{p} = m \vec{v}$ ist eine gerichtete Größe, weil die Geschwindigkeit

eine Richtung besitzt. Seine Einheit ist $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \text{N} \cdot \text{s}$, was schon andeutet, dass eine Kraft, die eine Zeit lang wirkt, den Impuls ändert — genau das besagt $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$.

Die Antwort „Das Produkt aus Masse und Beschleunigung“ ist falsch: Masse mal Beschleunigung ergibt die Kraft.

Die Antwort „Eine skalare Größe ohne Richtung“ ist falsch: Der Impuls ist gerichtet.

Die Antwort „Die pro Zeiteinheit verrichtete Arbeit“ ist falsch: Arbeit je Zeit ist die Leistung.

Die Antwort „Den Quotienten aus Kraft und Zeit“ ist falsch: Kraft mal Zeit ergibt die Impulsänderung; ein Quotient ergibt sich nicht.

Zum Weiterdenken: Die Einheit Newtonsekunde verrät den Zusammenhang zwischen Kraft, Zeit und Impuls. Wie nutzt der Airbag genau diesen Zusammenhang aus?

MERKE

$\vec{p} = m \vec{v}$ in Newtonsekunden — gerichtet, nicht skalar.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Den Impuls vollständig kennzeichnen

P054 C Kraft entlang des zurückgelegten Weges mal Weg

Was ist mechanische Arbeit?

Richtig ist die Antwort „Kraft entlang des zurückgelegten Weges mal Weg“. Mechanische Arbeit ist $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$, also das Produkt aus der Kraft in Wegrichtung und der Länge des Weges. Die Betonung auf der Richtung ist wesentlich, denn nur der längs des Weges wirkende Anteil der Kraft leistet Arbeit.

Die Antwort „Kraft mal Zeit“ ist falsch: Kraft mal Zeit ergibt die Impulsänderung.

Die Antwort „Kraft durch Weg“ ist falsch: Ein Quotient ergibt keine Arbeit.

Die Antwort „Masse mal Geschwindigkeit“ ist falsch: Masse mal Geschwindigkeit ergibt den Impuls.

Die Antwort „Kraft mal Geschwindigkeit“ ist falsch: Kraft mal Geschwindigkeit ergibt die Leistung.

Zum Weiterdenken: Die vier falschen Antworten sind allesamt richtige Formeln für andere Größen. Wie unterscheidest du sie zuverlässig, wenn alle aus denselben Bausteinen bestehen?

MERKE

$W = F s$, $P = F v$, $p = m v$ — drei Produkte, drei Größen.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die mechanische Arbeit erneut definieren

P055 C $W = F \cdot \Delta x$

Wie lautet die Formel für die mechanische Arbeit (x als zurückgelegter Weg definiert)?

Richtig ist die Antwort „ $W = F \cdot \Delta x$ “. Die Arbeit ist das Produkt aus Kraft und zurückgelegtem Weg, also $W = F \cdot \Delta x$. Alle übrigen Antworten kombinieren die Kraft mit Größen, die nicht zur Arbeit führen — ein Blick auf die Einheiten entlarvt sie sofort, denn nur $\text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$ ergibt eine Energie.

Die Antwort „ $W = F \cdot v$ “ ist falsch: Kraft mal Geschwindigkeit ergibt die Leistung.

Die Antwort „ $W = F \cdot a$ “ ist falsch: Kraft mal Beschleunigung ergibt keine gebräuchliche Größe.

Die Antwort „ $W = F \cdot m$ “ ist falsch: Kraft mal Masse ebenso wenig.

Die Antwort „ $W = m \cdot v^2/2$ “ ist falsch: Die halbe Masse mal Geschwindigkeitsquadrat ist die Bewegungsenergie. Sie hat zwar dieselbe Einheit und ist zahlenmäßig oft gleich groß, beschreibt aber die Energie eines Körpers und nicht die an ihm verrichtete Arbeit.

Zum Weiterdenken: Arbeit und Bewegungsenergie haben dieselbe Einheit und sind oft zahlenmäßig gleich. Welcher begriffliche Unterschied bleibt dennoch bestehen?

MERKE

$W = F \cdot \Delta x$ — Newton mal Meter ergibt Joule.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Formel der mechanischen Arbeit erkennen

GRAVITATION

P056 A Umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands ($F \propto \frac{1}{r^2}$)

Wie verhält sich die Gravitationskraft in Abhängigkeit vom Abstand r zweier Massen?

Richtig ist die Antwort „Umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands ($F \propto \frac{1}{r^2}$)“. Für die Gravitationskraft gilt:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Verdoppelt man den Abstand, sinkt die Kraft daher auf ein Viertel, verdreifacht man ihn, auf ein Neuntel. Dieselbe quadratische Abnahme findet sich beim Coulombschen Gesetz und bei der Lichtintensität, weil sich etwas gleichmäßig auf eine Kugeloberfläche $A = 4\pi r^2$ verteilt.

Die Antwort „Proportional zum Abstand“ ist falsch: Mit wachsendem Abstand nimmt die Kraft ab, nicht zu.

Die Antwort „Umgekehrt proportional zum Abstand ($F \propto \frac{1}{r}$)“ ist falsch: Eine einfache Umkehrproportionalität würde zu langsam abfallen.

Die Antwort „Proportional zum Quadrat des Abstands“ ist falsch: Ein Anstieg mit dem Quadrat des Abstands widerspricht jeder Beobachtung.

Die Antwort „Unabhängig vom Abstand“ ist falsch: Die Abstandsabhängigkeit ist gerade der Kern des Gesetzes.

Zum Weiterdenken: Gravitation, elektrische Kraft und Lichtintensität nehmen alle mit dem Quadrat des Abstands ab. Welche gemeinsame geometrische Ursache steckt dahinter?

MERKE

$F \propto \frac{1}{r^2}$ — doppelter Abstand, ein Viertel der Kraft.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Das Abstandsgesetz der Gravitation anwenden

REIBUNG

P057 D Der Körper bleibt in Ruhe, solange die wirkende Kraft kleiner als die maximale Haftreibungskraft ist

Eine Kraft wirkt auf einen Körper, dieser bewegt sich aber nicht. Welche Aussage zur Reibung ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Der Körper bleibt in Ruhe, solange die wirkende Kraft kleiner als die maximale Haftreibungskraft ist“. Solange die angreifende Kraft die maximale Haftreibungskraft nicht übersteigt, bleibt der Körper in Ruhe; die Haftreibung wächst dabei genau so weit mit, wie es zum Ausgleich nötig ist. Wird die Grenze überschritten, setzt sich der Körper in Bewegung, und es gilt fortan die Gleitreibung, die kleiner ist als die maximale Haftreibung. Genau daher rührt der ruckartige Beginn beim Verschieben eines schweren Schrankes — und genau darauf beruht das Blockiersystem im Auto, das die Räder am Übergang zum Gleiten hält.

Die Antwort „Reibung ist unabhängig von den Oberflächeneigenschaften der Körper“ ist falsch: Die Beschaffenheit der Oberflächen bestimmt den Reibungskoeffizienten.

Die Antwort „Reibung wirkt stets in dieselbe Richtung wie die äußere Kraft“ ist falsch: Reibung wirkt der Bewegung beziehungsweise der angreifenden Kraft entgegen.

Die Antwort „Die Haftreibungskraft ist stets kleiner als die Gleitreibungskraft“ ist falsch: Die Haftreibung ist die größere von beiden.

Die Antwort „Reibung tritt nur bei bewegten Körpern auf“ ist falsch: Gerade die Haftreibung wirkt bei ruhenden Körpern.

Zum Weiterdenken: Ein blockierendes Rad bremst schlechter als ein rollendes. Wie erklärt der Unterschied zwischen Haft- und Gleitreibung diesen Befund?

MERKE

Haftreibung ist größer als Gleitreibung — deshalb ruckt es beim Losschieben.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Haftreibung und Gleitreibung unterscheiden

P058 D Umwandlung in Wärmeenergie, Umgebung und Körper erwärmen sich

Was passiert energetisch bei Reibung, wenn ein Körper über eine Oberfläche gleitet?

Richtig ist die Antwort „Umwandlung in Wärmeenergie, Umgebung und Körper erwärmen sich“. Reibung wandelt Bewegungsenergie in Wärme um, wobei sich sowohl der gleitende Körper als auch die Unterlage erwärmen. Die Energie verschwindet dabei nicht, sondern geht in die ungeordnete Bewegung der Teilchen über — genau deshalb lässt sie sich nicht mehr vollständig zurückgewinnen, was der zweite Hauptsatz beschreibt. Im Alltag nutzt man das gezielt: Beim Bremsen soll die Bewegungsenergie eines Fahrzeugs möglichst rasch in Wärme übergehen.

Die Antwort „Die Reibungskraft erzeugt keine Arbeit, da sie eine physikalische Scheinkraft ist“ ist falsch: Reibung ist eine echte Kraft und verrichtet sehr wohl Arbeit.

Die Antwort „Umwandlung von kinetischer in Wärmeenergie, wobei sich die Umgebung abkühlt“ ist falsch: Die Umgebung erwärmt sich, statt sich abzukühlen.

Die Antwort „Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie“ ist falsch: Lageenergie entsteht bei waagrechtem Gleiten nicht.

Die Antwort „Es findet keine Energieumwandlung statt“ ist falsch: Gerade die Umwandlung ist das Kennzeichen der Reibung.

Zum Weiterdenken: Bremsscheiben werden beim starken Bremsen glühend heiß. Welche Energie steckt in dieser Wärme, und wo kam sie her?

MERKE

Reibung macht aus Bewegung Wärme — und dieser Weg führt nicht zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die energetische Bilanz der Reibung aufstellen

DICHTE

P059 **D** $0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

In einem U-Rohr stehen Wasser der Dichte $1,0 \text{ g/cm}^3$ und eine nicht mischbare Flüssigkeit unbekannter Dichte im Gleichgewicht. Die Wassersäule ist 20 cm hoch, die Säule der unbekannten Flüssigkeit 25 cm. Wie groß ist deren Dichte?

Richtig ist die Antwort „ $0,8 \text{ g/cm}^3$ “. Am gemeinsamen Boden herrscht beidseitig derselbe Druck, $p = \rho g h$. Weil g auf beiden Seiten gleich ist, kürzt es sich heraus und es bleibt $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2} = \frac{1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 20 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Die Regel dahinter lohnt sich als Bild: Die dichtere Flüssigkeit bildet die niedrigere Säule.

Die Antwort „ $1,25 \text{ g/cm}^3$ “ ist falsch: 1,25 Gramm je Kubikzentimeter entsteht, wenn man den Bruch umdreht und 25 durch 20 rechnet. Das Ergebnis widerspricht der Anschauung, denn die höhere Säule muss die leichtere Flüssigkeit sein.

Die Antwort „ $1,0 \text{ g/cm}^3$ “ ist falsch: Bei gleicher Dichte stünden beide Säulen gleich hoch.

Die Antwort „ $0,5 \text{ g/cm}^3$ “ ist falsch: 0,5 Gramm je Kubikzentimeter entspräche einer doppelt so hohen Säule von 40 Zentimetern.

Die Antwort „ $1,5 \text{ g/cm}^3$ “ ist falsch: 1,5 Gramm je Kubikzentimeter entspräche einer Säule von gut 13 Zentimetern.

Zum Weiterdenken: Die dichtere Flüssigkeit bildet stets die niedrigere Säule. Warum stehen Wassersäulen in kommunizierenden Röhren dennoch immer gleich hoch, sobald auf beiden Seiten dieselbe Flüssigkeit steht?

MERKE

Am Boden gleicher Druck: $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$ — dichter heißt niedriger.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Dichten über den Druckausgleich im U-Rohr vergleichen

AUFTRIEB

P060 **D** Die Auftriebskraft entspricht der Gewichtskraft des verdrängten Fluids

Welche Aussage zur Auftriebskraft eines schwimmenden Körpers trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Auftriebskraft entspricht der Gewichtskraft des verdrängten Fluids“. Nach dem archimedischen Prinzip entspricht die Auftriebskraft der Gewichtskraft des verdrängten Fluids:

$$F_A = \rho_{\text{Fluid}} \cdot V_{\text{verdr}} \cdot g$$

Achte auf die genaue Formulierung, denn es ist die Gewichtskraft und nicht die Masse — eine Kraft muss einer Kraft gegenübergestellt werden.

Die Antwort „Die Auftriebskraft entspricht der Masse des verdrängten Fluids“ ist falsch: Die Masse ist keine Kraft; erst multipliziert mit der Fallbeschleunigung ergibt sich eine solche.

Die Antwort „Die Auftriebskraft entspricht der Masse des Körpers“ ist falsch: Auf die Masse des Körpers kommt es nicht an, sondern auf die verdrängte Flüssigkeit.

Die Antwort „Die Auftriebskraft entspricht dem Volumen des Körpers“ ist falsch: Das Volumen geht zwar ein, ist aber selbst keine Kraft.

Die Antwort „Die Auftriebskraft ist unabhängig von der Dichte des Fluids“ ist falsch: Die Dichte des Fluids geht unmittelbar ein — deshalb schwimmt man im Toten Meer leichter als im Süßwasser.

Zum Weiterdenken: Ein Stahlschiff schwimmt, obwohl Stahl viel dichter ist als Wasser. Wie löst das archimedische Prinzip diesen scheinbaren Widerspruch auf?

MERKE

$F_A = \rho V g$ — Kraft gegen Kraft, nicht Masse.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Das archimedische Prinzip korrekt formulieren

P061 **D** Die Auftriebskraft ergibt sich aus der Masse der verdrängten Flüssigkeit multipliziert mit der Erdbeschleunigung g

Welche Aussage zur Auftriebskraft bzw. Dichte ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Die Auftriebskraft ergibt sich aus der Masse der verdrängten Flüssigkeit multipliziert mit der Erdbeschleunigung g “. Die Auftriebskraft ist die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit, also deren Masse mal Fallbeschleunigung:

$$F_A = m_{\text{verdr}} \cdot g = \rho_{\text{Fluid}} \cdot V_{\text{verdr}} \cdot g$$

Entscheidend ist, dass ausschließlich Eigenschaften der verdrängten Flüssigkeit eingehen und nicht solche des Körpers — vom Körper zählt allein, wie viel er verdrängt.

Die Antwort „Die Auftriebskraft ergibt sich aus der Masse des eintauchenden Körpers multipliziert mit g “ ist falsch: Die Masse des Körpers bestimmt seine Gewichtskraft, nicht den Auftrieb.

Die Antwort „Die Dichte des Körpers bestimmt allein die Auftriebskraft, unabhängig vom Medium“ ist falsch: Ohne das Medium lässt sich der Auftrieb gar nicht angeben.

Die Antwort „Die Auftriebskraft ist unabhängig von g “ ist falsch: Die Fallbeschleunigung geht unmittelbar ein; auf dem Mond wäre der Auftrieb kleiner, allerdings auch die Gewichtskraft.

Die Antwort „Die Auftriebskraft entspricht dem Gewicht des Körpers in Luft“ ist falsch: Das Gewicht in Luft ist eine andere Größe.

Zum Weiterdenken: Ob ein Körper schwimmt, entscheidet sich im Vergleich zweier Kräfte. Welche beiden sind das, und was folgt daraus für den Vergleich der Dichten?

MERKE

$F_A = \rho_{\text{Fluid}} V g$ — nur die verdrängte Flüssigkeit zählt.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die Auftriebskraft rechnerisch bestimmen

P062 B Der Ballon steigt auf.

Ein Ballon wird mit Helium gefüllt. Was passiert?

Richtig ist die Antwort „Der Ballon steigt auf“. Der Ballon steigt auf, weil Helium eine weit geringere Dichte hat als Luft. Das archimedische Prinzip gilt nämlich nicht nur in Flüssigkeiten, sondern in jedem Fluid und damit auch in Gasen: Der Auftrieb entspricht der Gewichtskraft der verdrängten Luft. Weil diese Gewichtskraft größer ist als das Gewicht des Ballons samt Füllung, überwiegt der Auftrieb, und der Ballon steigt — bis in eine Höhe, in der die Luft so dünn geworden ist, dass sich beide Kräfte ausgleichen.

Die Antwort „Der Ballon dehnt sich sofort explosionsartig aus“ ist falsch: Eine schlagartige Ausdehnung tritt nicht ein; beim Aufsteigen dehnt sich der Ballon allenfalls allmählich, weil der Außendruck abnimmt.

Die Antwort „Der Ballon zieht sich zusammen“ ist falsch: Ein Zusammenziehen setzt steigenden Außendruck voraus.

Die Antwort „Der Ballon sinkt langsam zu Boden“ ist falsch: Ein Sinken tritt nur ein, wenn das Füllgas dichter ist als Luft.

Die Antwort „Der Ballon bleibt am Boden liegen“ ist falsch: Ebenso wenig bleibt der Ballon liegen.

Zum Weiterdenken: Ein Heliumballon steigt nicht unbegrenzt, sondern bleibt in einer bestimmten Höhe stehen. Welche beiden Kräfte halten sich dort die Waage?

MERKE

Auftrieb gilt auch in Luft — leichter als die verdrängte Luft heißt aufsteigen.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Den Auftrieb in Luft auf einen Gasballon anwenden

GESETZ VON BERNOULLI

P063 A $v_2 > v_1$

In einem Rohr mit Querschnittsverengung ist der Querschnitt A1 groß und A2 klein. Wie verhalten sich die Strömungsgeschwindigkeiten v_1 (bei A1) und v_2 (bei A2) zueinander?

Richtig ist die Antwort „ $v_2 > v_1$ “. Nach der Kontinuitätsgleichung fließt durch jeden Querschnitt eines Rohres in gleicher Zeit dieselbe Menge, denn die Flüssigkeit kann sich weder anstauen noch verschwinden. Das Produkt aus Querschnitt und Geschwindigkeit ist deshalb überall gleich, und wo der Querschnitt kleiner wird, muss die Geschwindigkeit steigen. An der Engstelle strömt es also schneller. Nach Bernoulli sinkt dort zugleich der statische Druck — beides zusammen erklärt, warum sich verengte Blutgefäße nicht harmlos verhalten.

Die Antwort „ $v_1 > v_2$ “ ist falsch: Das kehrt den Zusammenhang um.

Die Antwort „ $v_1 = v_2$ “ ist falsch: Gleiche Geschwindigkeiten gäbe es nur bei gleichem Querschnitt.

Die Antwort „ $v_1 = 0$ “ ist falsch: Ein Stillstand im weiten Teil widerspricht der Durchströmung.

Die Antwort „ $v_2 = 0$ “ ist falsch: An der Engstelle fließt es besonders schnell, keinesfalls gar nicht.

Zum Weiterdenken: An der Engstelle ist die Geschwindigkeit hoch und der Druck niedrig. Welche Folgen hat diese Kombination für eine bereits verengte Arterie?

MERKE

Querschnitt mal Geschwindigkeit bleibt gleich — enger heißt schneller und zugleich weniger Druck.

LEHRTEXT IM KURS

Mechanik

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Kontinuitätsgleichung auf eine Rohrverengung anwenden

Schwingungen und Wellen**PENDEL**



LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P064 A Gewichtskraft (Schwerkraft, tangentielle Komponente)

Welche Kraft ist die rücktreibende Kraft beim Fadenpendel?

Richtig ist die Antwort „Gewichtskraft (Schwerkraft, tangentielle Komponente)“. Beim Fadenpendel zerlegt man die Gewichtskraft in zwei Anteile: einen längs des Fadens, den die Fadenspannung ausgleicht, und einen tangential zur Bahn, nämlich $F_{\text{rück}} = -m g \sin\phi$. Nur dieser tangentielle Anteil treibt das Pendel zurück zur Ruhelage. Weil für kleine Winkel $\sin\phi \approx \phi$ gilt, ist die Kraft näherungsweise der Auslenkung proportional und das Pendel schwingt harmonisch — bei großen Auslenkungen gilt das nicht mehr, und die Schwingungsdauer wächst.

Die Antwort „Federkonstante“ ist falsch: Die Federkonstante gehört zum Federpendel und ist ohnehin keine Kraft.

Die Antwort „Zentripetalkraft“ ist falsch: Die Zentripetalkraft hält den Körper auf der Kreisbahn und zeigt zum Aufhängepunkt.

Die Antwort „Fliehkraft“ ist falsch: Die Fliehkraft ist eine Scheinkraft im mitbewegten Bezugssystem.

Die Antwort „Spannung (Zugkraft) des Fadens“ ist falsch: Die Fadenspannung wirkt längs des Fadens und treibt nicht zurück.

Zum Weiterdenken: Nur bei kleinen Auslenkungen schwingt ein Fadenpendel harmonisch. Was geschieht mit der Schwingungsdauer, wenn du es sehr weit auslenkst?

MERKE

$F_{\text{rück}} = -m g \sin\phi$ — der Faden hält nur, die Tangentialkraft treibt zurück.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Die rücktreibende Kraft beim Fadenpendel bestimmen

HARMONISCHE SCHWINGUNGEN

P065 C Sie verläuft sinusförmig und ist ungedämpft mit konstanter Frequenz und Amplitude

Welche Aussage zur harmonischen Schwingung trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sie verläuft sinusförmig und ist ungedämpft mit konstanter Frequenz und Amplitude“. Eine harmonische Schwingung verläuft sinusförmig, weil die rücktreibende Kraft der Auslenkung proportional ist:

$$F = -D \cdot x \Rightarrow x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

Im ungedämpften Fall bleiben Frequenz und Amplitude über die Zeit gleich. Näherungsweise verwirklicht ist das etwa beim Fadenpendel mit kleinen Auslenkungen und beim Federpendel.

Die Antwort „Sie ist immer gedämpft mit abnehmender Frequenz“ ist falsch: Bei Dämpfung nimmt die Amplitude ab, während die Frequenz nahezu gleich bleibt.

Die Antwort „Sie besitzt keine feste Periodendauer“ ist falsch: Die feste Periodendauer ist ein Kennzeichen der harmonischen Schwingung.

Die Antwort „Sie hat mehrere überlagerte Oberschwingungen“ ist falsch: Überlagerte Oberschwingungen machen eine Schwingung gerade unharmonisch.

Die Antwort „Sie ist nur bei elektrischen Schwingkreisen definiert“ ist falsch: Der Begriff gilt für mechanische wie elektrische Schwingungen gleichermaßen.

Zum Weiterdenken: Beim Fadenpendel gilt die harmonische Näherung nur für kleine Auslenkungen. Was geschieht mit der Schwingungsdauer, wenn du das Pendel sehr weit auslenkst?

MERKE

$F = -D x$ ergibt $x(t) = A \sin(\omega t)$ mit fester Frequenz.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die harmonische Schwingung kennzeichnen

P066 A Die Gesamtenergie (Summe aus kinetischer und potentieller Energie) bleibt zu jedem Zeitpunkt konstant.

Welche Aussage zur Energie eines schwingenden Federpendels (ungedämpft) ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Gesamtenergie (Summe aus kinetischer und potentieller Energie) bleibt zu jedem Zeitpunkt konstant“. Beim ungedämpften Federpendel wandeln sich Lage- und Bewegungsenergie fortlaufend ineinander um, ihre Summe bleibt jedoch zu jedem Zeitpunkt gleich. An den Umkehrpunkten steht das Pendel still, sodass die gesamte Energie als Spannenergie in der Feder steckt; im Nulldurchgang ist die Feder entspannt und die gesamte Energie liegt als Bewegungsenergie vor. Dazwischen teilen sich beide Anteile.

Die Antwort „Die kinetische Energie ist zu jedem Zeitpunkt gleich der potentiellen Energie“ ist falsch: Gleich groß sind beide nur in zwei kurzen Augenblicken je Halbschwingung.

Die Antwort „Die Gesamtenergie nimmt mit der Zeit stetig ab“ ist falsch: Eine Abnahme setzt Dämpfung voraus, die hier ausdrücklich ausgeschlossen ist.

Die Antwort „Die potentielle Energie ist im Nulldurchgang (Gleichgewichtslage) maximal“ ist falsch: In der Gleichgewichtslage ist die Lageenergie gerade am kleinsten.

Die Antwort „Die kinetische Energie ist an den Umkehrpunkten maximal“ ist falsch: An den Umkehrpunkten ist die Bewegungsenergie null, weil das Pendel dort ruht.

Zum Weiterdenken: Bewegungs- und Spannenergie tauschen sich zweimal je Schwingung vollständig aus. Wie oft je Periode durchläuft demnach die Bewegungsenergie ihr Maximum?

MERKE

Umkehrpunkt heißt alles Spannenergie, Nulldurchgang heißt alles Bewegungsenergie — die Summe bleibt.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Energieaustausch beim Federpendel beschreiben

P067 C Die Schwingung mit den meisten vollständigen Perioden in der dargestellten Zeitspanne

Mehrere Schwingungen sind im Diagramm über dieselbe Zeitspanne dargestellt. Welche Schwingung hat die höchste Frequenz?

Richtig ist die Antwort „Die Schwingung mit den meisten vollständigen Perioden in der dargestellten Zeitspanne“. Die Frequenz ist die Zahl der vollständigen Schwingungen je Zeit. Sind mehrere Schwingungen über dieselbe Zeitspanne dargestellt, hat also diejenige die höchste Frequenz, die in diesem Ausschnitt die meisten vollständigen Perioden zeigt — gleichbedeutend damit,

dass ihre Wellen am dichtesten gedrängt erscheinen. Die Amplitude, also die Höhe der Ausschläge, sagt darüber nichts aus; sie entspricht beim Schall der Lautstärke, während die Frequenz die Tonhöhe bestimmt.

Die Antwort „Die Schwingung mit der größten Amplitude“ ist falsch: Die Amplitude ist von der Frequenz unabhängig.

Die Antwort „Die Schwingung mit der längsten Periodendauer“ ist falsch: Die längste Periodendauer bedeutet die niedrigste Frequenz.

Die Antwort „Die Schwingung mit der geringsten Amplitude“ ist falsch: Auch eine kleine Amplitude sagt nichts über die Frequenz.

Die Antwort „Die Schwingung, die zuerst ihren Maximalwert erreicht“ ist falsch: Wann eine Schwingung ihren ersten Höchstwert erreicht, hängt von der Phasenlage ab.

Zum Weiterdenken: Amplitude und Frequenz sind im Diagramm zwei völlig verschiedene Richtungen — Höhe und Dichte. Wie hilft dir dieses Bild, sie nie zu verwechseln?

MERKE

Dicht gedrängt heißt hohe Frequenz, hoch ausschlagend heißt große Amplitude.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Frequenzen aus einem Schwingungsdiagramm ablesen

P068 A Die Gesamtenergie (kinetische plus potentielle Energie) bleibt konstant

Welche Aussage zu einer ungedämpften harmonischen Schwingung ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Gesamtenergie (kinetische plus potentielle Energie) bleibt konstant“. Bei einer ungedämpften harmonischen Schwingung wandeln sich Bewegungs- und Lageenergie fortlaufend ineinander um, während ihre Summe unverändert bleibt. Im Nulldurchgang ist die Geschwindigkeit am größten und die gesamte Energie liegt als Bewegungsenergie vor; an den Umkehrpunkten steht der Körper still und die gesamte Energie steckt in der Auslenkung.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit ist im Nulldurchgang am geringsten“ ist falsch: Im Nulldurchgang ist die Geschwindigkeit gerade am größten.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit ist an den Umkehrpunkten am größten“ ist falsch: An den Umkehrpunkten ist sie null.

Die Antwort „Die Amplitude nimmt mit der Zeit ab“ ist falsch: Eine abnehmende Amplitude kennzeichnet die gedämpfte Schwingung.

Die Antwort „Die Frequenz ändert sich mit der Auslenkung“ ist falsch: Bei der harmonischen Schwingung ist die Frequenz von der Amplitude unabhängig — genau diese Eigenschaft macht das Pendel als Uhrwerk brauchbar.

Zum Weiterdenken: Die Frequenz eines Pendels hängt nicht davon ab, wie weit es ausschlägt. Warum ist gerade das die Voraussetzung dafür, dass eine Pendeluhr richtig geht?

MERKE

Nulldurchgang schnell, Umkehrpunkt still, Summe der Energien immer gleich.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Energiebilanz der ungedämpften Schwingung erneut prüfen

GEDÄMPFTE SCHWINGUNGEN**P069 B Wenn die anregende Frequenz der Eigenfrequenz möglichst ähnlich ist**

Wann ist die Resonanz eines schwingenden Systems maximal?

Richtig ist die Antwort „Wenn die anregende Frequenz der Eigenfrequenz möglichst ähnlich ist“. Resonanz tritt auf, wenn die anregende Frequenz mit der Eigenfrequenz des Systems übereinstimmt. Dann wird bei jeder Schwingung im richtigen Augenblick nachgeholfen, und die Amplitude wächst mit jedem Anstoß weiter — bei geringer Dämpfung bis zur Zerstörung, was man als Resonanzkatastrophe bezeichnet. Deshalb dürfen Soldaten nicht im Gleichschritt über Brücken marschieren.

Die Antwort „Wenn die anregende Amplitude möglichst hoch ist“ ist falsch: Eine große anregende Amplitude erhöht zwar den Ausschlag, erzeugt aber keine Resonanz.

Die Antwort „Wenn die Dämpfung maximal ist“ ist falsch: Starke Dämpfung schwächt die Resonanz gerade ab.

Die Antwort „Wenn die Masse des Schwingers groß ist“ ist falsch: Die Masse beeinflusst die Eigenfrequenz, ist aber nicht selbst die Bedingung.

Die Antwort „Wenn die Periodendauer sehr klein ist“ ist falsch: Die Periodendauer allein sagt nichts über Resonanz aus.

Zum Weiterdenken: Ein Kind auf der Schaukel wird durch kleine, gut getimte Anstöße immer höher. Warum wirkt der richtige Zeitpunkt hier stärker als die Kraft des Anstoßes?

MERKE

Resonanz heißt anregende Frequenz gleich Eigenfrequenz — der Takt zählt, nicht die Kraft.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Bedingung für maximale Resonanz benennen

P070 D Nur die Amplitude

Was verändert sich bei einer harmonisch gedämpften Schwingung im Verlauf der Zeit?

Richtig ist die Antwort „Nur die Amplitude“. Bei einer gedämpften Schwingung nimmt allein die Amplitude ab, denn Reibung entzieht dem System fortlaufend Energie, die sich in Wärme umwandelt. Die Frequenz bleibt dabei praktisch unverändert — deshalb klingt eine angeschlagene Stimmgabel leiser und leiser, aber nicht tiefer.

Die Antwort „Nur die Frequenz“ ist falsch: Die Frequenz ist gerade die Größe, die im Wesentlichen gleich bleibt.

Die Antwort „Die Amplitude und die Frequenz“ ist falsch: Streng genommen sinkt die Frequenz bei starker Dämpfung geringfügig, doch im Rahmen dieser Aufgabe ist die Amplitude die maßgebliche Größe.

Die Antwort „Die Amplitude und die Phasenlage“ ist falsch: Die Phasenlage ist keine Größe, die sich durch die Dämpfung fortlaufend verändert.

Die Antwort „Die Frequenz und die Periodendauer“ ist falsch: Frequenz und Periodendauer sind Kehrwerte und ändern sich daher gemeinsam oder gar nicht.

Zum Weiterdenken: Eine ausklingende Stimmgabel wird leiser, aber nicht tiefer. Welche Größe entspricht der Lautstärke und welche der Tonhöhe?

MERKE

Dämpfung frisst die Amplitude, nicht die Frequenz — leiser, aber nicht tiefer.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Wirkung der Dämpfung auf eine Schwingung bestimmen

P071 A Gedämpfte Schwingung nur im positiven Bereich, mit abnehmender Amplitude.

Bei einer Pendeluhr fällt der Motor aus. Welches Diagramm beschreibt die kinetische Energie (E_{kin}) in Abhängigkeit von der Zeit (t) richtig?

Richtig ist die Antwort „Gedämpfte Schwingung nur im positiven Bereich, mit abnehmender Amplitude“. Zwei Überlegungen führen zur Lösung. Erstens kann die

Bewegungsenergie wegen $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$ niemals negativ werden, weil ein Quadrat stets nichtnegativ ist, der Verlauf liegt also vollständig im positiven Bereich. Zweitens entzieht die Reibung dem System fortlaufend Energie, weshalb die aufeinanderfolgenden Maxima immer kleiner werden. Beides zusammen ergibt eine schwingende Kurve oberhalb der Nulllinie mit abnehmender Amplitude.

Die Antwort „Gedämpfte Schwingung im positiven und negativen Bereich, beginnend bei 0“ ist falsch: Ein Verlauf im negativen Bereich ist bei einer Bewegungsenergie ausgeschlossen.

Die Antwort „Schwingung, die weiter oben beginnt und bis auf null abnimmt“ ist falsch: Eine bloß abfallende Kurve ohne Schwingung beschreibt den Verlauf nicht, denn die Bewegungsenergie durchläuft in jeder Halbschwingung ein Maximum.

Die Antwort „Konstante Amplitude nur im positiven Bereich“ ist falsch: Gleichbleibende Amplitude bedeutete eine ungedämpfte Schwingung.

Die Antwort „Linear ansteigende Amplitude“ ist falsch: Ein Anstieg widerspricht dem Energieverlust.

Zum Weiterdenken: Die Bewegungsenergie durchläuft ihr Maximum doppelt so oft wie die Auslenkung. Woran liegt das?

MERKE

$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2 \geq 0$ — nie negativ, und doppelt so schnell wie die Auslenkung.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Den zeitlichen Verlauf der Bewegungsenergie einer gedämpften Schwingung lesen

P072 B Wird einem schwingungsfähigen System mit seiner Eigenfrequenz Energie zugeführt, kommt es zur Resonanz (Amplitudenüberhöhung)

Was versteht man unter Resonanz bei einer gedämpften Schwingung?

Richtig ist die Antwort „Wird einem schwingungsfähigen System mit seiner Eigenfrequenz Energie zugeführt, kommt es zur Resonanz (Amplitudenüberhöhung)“. Von Resonanz spricht man, wenn ein schwingungsfähiges System mit seiner Eigenfrequenz angeregt wird und die Amplitude dadurch stark ansteigt. Die Dämpfung entscheidet dabei über das Ausmaß: Bei schwacher Dämpfung wächst der Ausschlag bis zur Zerstörung, bei starker bleibt er begrenzt. Genau deshalb baut man in Brücken und Hochhäuser gezielt Dämpfer ein, statt Resonanz vermeiden zu wollen — verhindern lässt sie sich nicht, begrenzen schon.

Die Antwort „Resonanz entsteht durch Überlagerung zweier gegenläufiger Wellen gleicher Frequenz (stehende Welle)“ ist falsch: Das beschreibt die stehende Welle.

Die Antwort „Resonanz tritt nur bei ungedämpften Schwingungen auf“ ist falsch: Resonanz tritt gerade auch bei gedämpften Systemen auf, nur eben begrenzt.

Die Antwort „Resonanz ist die vollständige Auslöschung einer Schwingung“ ist falsch: Auslöschung ist eine Erscheinung der Interferenz.

Die Antwort „Resonanz beschreibt die Abnahme der Amplitude über die Zeit“ ist falsch: Die Abnahme der Amplitude ist die Dämpfung selbst.

Zum Weiterdenken: Man kann Resonanz nicht verhindern, aber dämpfen. Wie schlägt sich diese Einsicht im Bau erdbebensicherer Hochhäuser nieder?

MERKE

Anregung mit der Eigenfrequenz treibt die Amplitude hoch — die Dämpfung setzt die Grenze.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Resonanz bei gedämpften Schwingungen beschreiben

P073 D Nur die Amplitude

Was verändert sich bei einer harmonisch gedämpften Schwingung im Verlauf der Zeit?

Richtig ist die Antwort „Nur die Amplitude“. Bei einer gedämpften Schwingung nimmt die Amplitude ab, weil Reibung dem System fortlaufend Energie entzieht und in Wärme umwandelt. Die Frequenz bleibt dabei praktisch unverändert. Dieselbe Frage stellte der MedAT bereits 2019 wortgleich.

Die Antwort „Nur die Frequenz“ ist falsch: Die Frequenz ist gerade die Größe, die bleibt.

Die Antwort „Die Amplitude und die Frequenz“ ist falsch: Streng genommen sinkt die Frequenz bei starker Dämpfung geringfügig; im Rahmen dieser Aufgabe ist jedoch die Amplitude die maßgebliche Größe.

Die Antwort „Die Amplitude und die Phasenlage“ ist falsch: Die Phasenlage verändert sich nicht fortlaufend.

Die Antwort „Die Frequenz und die Periodendauer“ ist falsch: Frequenz und Periodendauer sind Kehrwerte und ändern sich stets gemeinsam.

Zum Weiterdenken: Eine ausklingende Gitarrensaite wird leiser, ohne den Ton zu verändern. Welche der beiden Größen entspricht dem Ton?

MERKE

Dämpfung nimmt Amplitude, nicht Frequenz — leiser, aber gleich hoch.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die Wirkung der Dämpfung erneut bestimmen

ELEMENTARWELLEN

P074 E Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle

Was besagt das Huygenssche Prinzip?

Richtig ist die Antwort „Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle“. Nach Huygens ist jeder Punkt einer Wellenfront der Ausgangspunkt einer neuen kugelförmigen Elementarwelle, und die Überlagerung all dieser Elementarwellen ergibt die neue Wellenfront. Aus diesem Gedanken lassen sich Reflexion, Brechung und vor

allem die Beugung erklären — also warum Wellen um Hindernisse und durch Spalte herumlaufen, statt scharfe Schatten zu werfen.

Die Antwort „Wellen breiten sich nur geradlinig aus“ ist falsch: Gerade die Beugung zeigt, dass Wellen nicht nur geradlinig laufen.

Die Antwort „Jede Wellenfront hat nur einen Ausgangspunkt“ ist falsch: Jeder Punkt der Front ist Ausgangspunkt, nicht nur einer.

Die Antwort „Elementarwellen überlagern sich nie“ ist falsch: Die Überlagerung der Elementarwellen ist der Kern des Prinzips.

Die Antwort „Das Prinzip gilt nur für Longitudinalwellen“ ist falsch: Es gilt für alle Wellenarten.

Zum Weiterdenken: Man hört um eine Hausecke herum, sieht aber nicht darum. Wie erklärt das Huygenssche Prinzip zusammen mit den unterschiedlichen Wellenlängen diesen Alltagsbefund?

MERKE

Jeder Punkt der Front startet eine neue Elementarwelle — daraus folgt die Beugung.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Das Huygenssche Prinzip formulieren

P075 A Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle

Was besagt das Huygenssche Prinzip?

Richtig ist die Antwort „Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle“. Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle, und die Einhüllende aller Elementarwellen bildet die nächste Wellenfront. Aus diesem Gedanken folgen Reflexion, Brechung und Beugung gleichermaßen — er ist damit eines der ergiebigsten Prinzipien der gesamten Wellenlehre.

Die Antwort „Wellen breiten sich nur in eine Richtung aus“ ist falsch: Wellen breiten sich in alle Richtungen aus, in die Elementarwellen laufen können.

Die Antwort „Nur der Mittelpunkt einer Wellenfront erzeugt neue Wellen“ ist falsch: Jeder Punkt und nicht nur der Mittelpunkt ist Ausgangspunkt.

Die Antwort „Elementarwellen können sich nicht überlagern“ ist falsch: Die Überlagerung ist der Kern des Prinzips.

Die Antwort „Das Prinzip gilt nur für elektromagnetische Wellen“ ist falsch: Es gilt für alle Wellenarten, also auch für Schall und Wasserwellen.

Zum Weiterdenken: Ein Prinzip erklärt drei verschiedene Erscheinungen. Was sagt eine solche Reichweite über die Güte einer physikalischen Idee aus?

MERKE

Jeder Punkt startet eine neue Welle — daraus folgen Reflexion, Brechung und Beugung.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Das Huygenssche Prinzip erneut formulieren

P076 D Jeder Punkt auf der Wellenfront ist Quelle einer Elementarwelle.

Welche Aussage zum Huygens'schen Prinzip ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Jeder Punkt auf der Wellenfront ist Quelle einer Elementarwelle“. Jeder Punkt einer Wellenfront ist Quelle einer Elementarwelle, und die Einhüllende aller dieser Elementarwellen bildet die neue Wellenfront. Die Elementarwellen breiten sich dabei mit derselben Geschwindigkeit aus wie die Welle selbst — sie sind ja nichts anderes als deren gedankliche Zerlegung.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit von Elementarwellen ist größer als jene der Wellenfront“ ist falsch: Schneller können sie nicht sein.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit von Elementarwellen ist kleiner als jene der Wellenfront“ ist falsch: Langsamer ebenso wenig; die Geschwindigkeit ist dieselbe.

Die Antwort „Von einer Wellenfront gehen immer drei Elementarwellen aus“ ist falsch: Es gibt unendlich viele Elementarwellen, nämlich eine je Punkt.

Die Antwort „In Wasser entstehen keine Elementarwellen“ ist falsch: Das Prinzip gilt für Wasserwellen wie für alle anderen.

Zum Weiterdenken: Die Elementarwellen laufen genauso schnell wie die Welle selbst. Warum muss das so sein, wenn ihre Einhüllende die nächste Wellenfront ergeben soll?

MERKE

Unendlich viele Elementarwellen, alle gleich schnell — ihre Einhüllende ist die neue Front.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Das Huygenssche Prinzip erneut prüfen

P077 C Beugung tritt an jedem Hindernis bzw. jeder Öffnung auf, ist aber besonders ausgeprägt, wenn die Spaltbreite in der Größenordnung der Wellenlänge liegt.

Welche Aussage zur Beugung (Diffraktion) von Wellen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Beugung tritt an jedem Hindernis bzw. jeder Öffnung auf, ist aber besonders ausgeprägt, wenn die Spaltbreite in der Größenordnung der Wellenlänge liegt“. Beugung tritt grundsätzlich an jedem Hindernis und jeder Öffnung auf, wird aber erst dann deutlich sichtbar, wenn die Spaltbreite in der

Größenordnung der Wellenlänge liegt. Genau daraus erklärt sich eine alltägliche Beobachtung: Schallwellen sind meterlang und beugen sich mühelos um eine Türkante, weshalb du um die Ecke hörst. Lichtwellen messen nur wenige hundert Nanometer und beugen sich an derselben Kante praktisch gar nicht, weshalb du nicht um die Ecke siehst.

Die Antwort „Longitudinalwellen können nicht gebeugt werden“ ist falsch: Auch Longitudinalwellen wie der Schall werden gebeugt.

Die Antwort „Beugung tritt nur auf, wenn der Spalt deutlich größer als die Wellenlänge ist“ ist falsch: Ein sehr breiter Spalt bewirkt gerade kaum sichtbare Beugung.

Die Antwort „Beim Durchgang durch einen Spalt entstehen maximal zwei symmetrische Nebenmaxima“ ist falsch: Am Einzelspalt entstehen mehrere Nebenmaxima abnehmender Helligkeit.

Die Antwort „Beugung entsteht ausschließlich beim Übergang zwischen zwei unterschiedlich dichten Medien“ ist falsch: Am Übergang zwischen Medien tritt Brechung auf, nicht Beugung.

Zum Weiterdenken: Um eine Hausecke hörst du, siehst aber nicht. Wie erklärt das Verhältnis von Wellenlänge zur Größe des Hindernisses diesen Unterschied vollständig?

MERKE

Beugung wird sichtbar, wenn der Spalt so breit ist wie die Welle lang.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Bedingung für ausgeprägte Beugung angeben

P078 D Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer kugelförmigen Elementarwelle (Huygens'sches Prinzip), wodurch hinter einer kleinen Öffnung ein Muster aus Maxima und Minima entsteht.

Welche Aussage zur Beugung von Wellen an einer kleinen Öffnung ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer kugelförmigen Elementarwelle (Huygens'sches Prinzip), wodurch hinter einer kleinen Öffnung ein Muster aus Maxima und Minima entsteht“. Jeder Punkt in der Öffnung wirkt als Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle. Diese Elementarwellen legen zu einem Punkt auf dem Schirm unterschiedlich lange Wege zurück und treffen deshalb mit unterschiedlicher Phase ein. Wo sie im Gleichtakt ankommen, verstärken sie einander zu einem Maximum, wo sie gegenläufig ankommen, löschen sie einander zu einem Minimum aus. So entsteht das bekannte Streifenmuster aus dem Zusammenspiel von Huygens'schem Prinzip und Interferenz.

Die Antwort „Beugungsmuster entstehen durch multiplikative Überlagerung der Wellen“ ist falsch: Wellen überlagern sich durch Addition der Auslenkungen, nicht durch Multiplikation.

Die Antwort „Monochromatisches Licht wird durch Beugung in seine Spektralfarben zerlegt“ ist falsch: Einfarbiges Licht enthält nur eine Wellenlänge und lässt sich daher nicht in Farben zerlegen.

Die Antwort „Beugung tritt nur bei elektromagnetischen Wellen auf“ ist falsch: Auch Schall- und Wasserwellen werden gebeugt.

Die Antwort „Je größer die Öffnung im Vergleich zur Wellenlänge, desto stärker die Beugung“ ist falsch: Das kehrt den Zusammenhang um — je kleiner die Öffnung im Verhältnis zur Wellenlänge, desto stärker die Beugung.

Zum Weiterdenken: Aus zwei einfachen Gedanken — Elementarwellen und Wegunterschiede — folgt das gesamte Beugungsmuster. Wie erklärst du damit, warum die Maxima nach außen hin schwächer werden?

MERKE

Elementarwellen plus Wegunterschied ergibt das Muster aus Maxima und Minima.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Beugungsmuster aus dem Huygensschen Prinzip herleiten

P079 A Sie sind Scherwellen (Querwellen)

Welche Aussage zu Transversalwellen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sie sind Scherwellen (Querwellen)“. Transversalwellen schwingen quer zur Ausbreitungsrichtung und heißen deshalb auch Scher- oder Querwellen, denn sie verschieben benachbarte Schichten gegeneinander. Daraus folgt unmittelbar, dass sie ein Medium brauchen, das Scherkräfte überträgt — also einen Festkörper. In Flüssigkeiten und Gasen breiten sich nur Longitudinalwellen aus. Elektromagnetische Wellen sind zwar ebenfalls transversal, kommen aber ohne Medium aus, weil dort nicht Materie schwingt, sondern Felder.

Die Antwort „Sie schwingen longitudinal zur Ausbreitungsrichtung“ ist falsch: Longitudinal ist gerade das Gegenteil.

Die Antwort „Sie schwingen in gleicher Richtung wie die Ausbreitungsrichtung“ ist falsch: In Ausbreitungsrichtung schwingen Longitudinalwellen.

Die Antwort „Sie sind Druckwellen“ ist falsch: Druckwellen sind die Longitudinalwellen, etwa der Schall.

Die Antwort „Sie breiten sich nur im Vakuum aus“ ist falsch: Mechanische Transversalwellen brauchen ein Medium; nur die elektromagnetischen kommen ohne aus.

Zum Weiterdenken: Mechanische Transversalwellen brauchen einen Festkörper, elektromagnetische gar kein Medium. Was schwingt im zweiten Fall überhaupt?

MERKE

Transversal heißt quer heißt Scherwelle — mechanisch nur in Festkörpern.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Transversalwellen als Scherwellen einordnen

HARMONISCHE WELLEN

P080 E Die Amplitude beschreibt die maximale Auslenkung, die Wellenlänge den Abstand zweier aufeinanderfolgender Wellenberge

Welche Aussage zu Amplitude und Wellenlänge einer harmonischen Welle trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Amplitude beschreibt die maximale Auslenkung, die Wellenlänge den Abstand zweier aufeinanderfolgender Wellenberge“. Die Amplitude ist die größte Auslenkung aus der Ruhelage und wird senkrecht zur Ausbreitungsrichtung gemessen; die Wellenlänge ist der Abstand zwischen zwei benachbarten gleichartigen Punkten, etwa zwei Wellenbergen, und wird längs der Ausbreitungsrichtung gemessen. Beide Größen haben zwar die Einheit Meter, beschreiben aber völlig Verschiedenes — die Amplitude bestimmt beim Schall die Lautstärke, die Wellenlänge die Tonhöhe.

Die Antwort „Amplitude und Wellenlänge sind stets gleich groß“ ist falsch: Beide Größen sind unabhängig voneinander.

Die Antwort „Die Wellenlänge beschreibt die maximale Auslenkung“ ist falsch: Die maximale Auslenkung ist die Amplitude; hier sind die Begriffe vertauscht.

Die Antwort „Die Amplitude ist von der Frequenz abhängig“ ist falsch: Die Amplitude ist grundsätzlich unabhängig von der Frequenz.

Die Antwort „Die Wellenlänge hat die Einheit Sekunde“ ist falsch: Die Wellenlänge hat die Einheit Meter. Die Einheit Sekunde gehört zur Periodendauer.

Zum Weiterdenken: Amplitude und Wellenlänge werden beide in Metern gemessen und stehen dennoch senkrecht aufeinander. Wie hilft dir dieses Bild, sie nie zu verwechseln?

MERKE

Amplitude misst quer die Höhe, Wellenlänge misst längs den Abstand.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Amplitude und Wellenlänge unterscheiden

P081 E Transversalwellen können sich in Flüssigkeiten wie Wasser im Gegensatz zu Longitudinalwellen nicht fortpflanzen, da Flüssigkeiten keine Scherkräfte übertragen

Welche Aussage zur Ausbreitung von Longitudinal- und Transversalwellen (z. B. in Wasser) trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Transversalwellen können sich in Flüssigkeiten wie Wasser im Gegensatz zu Longitudinalwellen nicht fortpflanzen, da Flüssigkeiten keine Scherkräfte übertragen“. Transversalwellen schwingen quer zur Ausbreitungsrichtung, und dafür muss das Medium Scherkräfte übertragen können — Schichten müssen also gegeneinander verschoben werden und dabei zurückgezogen werden. Flüssigkeiten und Gase können das nicht, weshalb sich dort nur Longitudinalwellen ausbreiten. Genau daraus zieht die Erdbebenforschung ihren wichtigsten Schluss: Weil bestimmte Erdbebenwellen den Erdkern nicht durchqueren, muss dieser zumindest teilweise flüssig sein.

Die Antwort „Longitudinalwellen können sich nur in Festkörpern ausbreiten“ ist falsch: Longitudinalwellen breiten sich in allen Medien aus, auch in Luft und Wasser.

Die Antwort „Transversalwellen breiten sich in Wasser schneller aus als Longitudinalwellen“ ist falsch: Transversalwellen gibt es in Wasser gar nicht — die sichtbaren Wasserwellen an der Oberfläche sind ein Sonderfall mit kreisförmiger Teilchenbewegung.

Die Antwort „Beide Wellenarten benötigen kein Medium zur Ausbreitung“ ist falsch: Mechanische Wellen brauchen stets ein Medium; ohne Medium breiten sich nur elektromagnetische Wellen aus.

Die Antwort „Longitudinalwellen schwingen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung“ ist falsch: Longitudinalwellen schwingen längs der Ausbreitungsrichtung.

Zum Weiterdenken: Aus dem Ausbleiben bestimmter Erdbebenwellen schloss man auf einen flüssigen Erdkern. Wie mächtig ist eine physikalische Regel, wenn sie solche Aussagen über Unzugängliches erlaubt?

MERKE

Quer schwingen geht nur, wo Scherkräfte übertragen werden — also nicht in Flüssigkeiten und Gasen.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Die Ausbreitungsbedingungen beider Wellenarten unterscheiden

P082 C Sie lässt sich durch eine Sinus- oder Kosinusfunktion beschreiben, deren Auslenkung periodisch in Raum und Zeit ist

Welche Aussage beschreibt eine harmonische Welle korrekt?

Richtig ist die Antwort „Sie lässt sich durch eine Sinus- oder Kosinusfunktion beschreiben, deren Auslenkung periodisch in Raum und Zeit ist“. Eine harmonische Welle lässt sich durch eine Sinus- oder Kosinusfunktion

beschreiben und ist damit sowohl im Raum als auch in der Zeit periodisch: An einem festen Ort schwingt die Auslenkung mit der Periodendauer, und zu einem festen Zeitpunkt wiederholt sich das Bild nach jeder Wellenlänge. Diese doppelte Periodizität ist das Kennzeichen jeder Welle.

Die Antwort „Sie hat keine feste Frequenz“ ist falsch: Gerade die feste Frequenz macht die Welle harmonisch.

Die Antwort „Ihre Amplitude nimmt mit der Zeit immer ab“ ist falsch: Eine abnehmende Amplitude kennzeichnet eine gedämpfte Schwingung.

Die Antwort „Sie kann nur longitudinal auftreten“ ist falsch: Harmonische Wellen können longitudinal wie transversal auftreten.

Die Antwort „Sie besitzt keine Wellenlänge“ ist falsch: Die Wellenlänge ist eine ihrer Grundgrößen.

Zum Weiterdenken: Eine Welle ist zugleich in Raum und Zeit periodisch. Wie hängen Wellenlänge, Periodendauer und Ausbreitungsgeschwindigkeit deshalb zwangsläufig zusammen?

MERKE

Harmonisch heißt sinusförmig – periodisch im Raum über die Wellenlänge, in der Zeit über die Periodendauer.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die harmonische Welle mathematisch beschreiben

P083 E 25 cm

Eine Welle breitet sich mit einer Geschwindigkeit von 340 m/s aus und hat eine Frequenz von 1360 Hz. Wie groß ist die Wellenlänge?

Richtig ist die Antwort „25 cm“. Für jede Welle gilt $c = \lambda \cdot f$, nach der Wellenlänge umgestellt $\lambda = \frac{c}{f}$. Eingesetzt:

$$\lambda = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1360 \text{ Hz}} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

Der Wert von 340 Metern je Sekunde verrät dir übrigens sofort, dass es sich um Schall in Luft handelt.

Die Antwort „2,5 cm“ ist falsch: 2,5 Zentimeter wären zehnmal zu klein.

Die Antwort „250 cm“ ist falsch: Zweihundertfünfzig Zentimeter wären zehnmal zu groß.

Die Antwort „0,25 cm“ ist falsch: 0,25 Zentimeter wären hundertmal zu klein.

Die Antwort „2,5 m“ ist falsch: 2,5 Meter wären zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Alle falschen Antworten sind Zehnerpotenzfehler derselben Rechnung. Wie schätzt du die Größenordnung vorab ab, um sie auszuschließen?

MERKE

$$\lambda = \frac{c}{f} = 340 \text{ m/s}$$

heißt Schall in Luft.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Wellenlänge aus Geschwindigkeit und Frequenz berechnen

P084 B Schallwellen sind Longitudinalwellen

Welche Aussage zur Wellentheorie des Schalls stimmt?

Richtig ist die Antwort „Schallwellen sind Longitudinalwellen“. Schallwellen sind Longitudinalwellen: Die Luftteilchen schwingen in Ausbreitungsrichtung hin und her, sodass sich Bereiche höherer und niedrigerer Dichte abwechseln. Man spricht deshalb auch von Druckwellen. Genau deshalb lässt sich Schall nicht polarisieren, und genau deshalb braucht er stets ein Medium – im Vakuum herrscht Stille.

Die Antwort „Schall breitet sich in Luft schneller aus als in Wasser“ ist falsch: In Wasser breitet sich Schall mit rund fünfzehnhundert Metern je Sekunde weit schneller aus als in Luft, denn dichtere und weniger zusammendrückbare Medien leiten Schall besser.

Die Antwort „Transversalwellen sind stets materieunabhängig“ ist falsch: Transversalwellen können mechanisch oder elektromagnetisch sein; nur die elektromagnetischen kommen ohne Medium aus.

Die Antwort „Longitudinalwellen benötigen kein Medium“ ist falsch: Mechanische Longitudinalwellen brauchen stets ein Medium.

Die Antwort „Schallwellen sind Transversalwellen“ ist falsch: Transversal schwingt der Schall gerade nicht.

Zum Weiterdenken: Schall ist in Wasser schneller als in Luft, obwohl Wasser dichter ist. Welche zweite Eigenschaft des Mediums entscheidet neben der Dichte über die Schallgeschwindigkeit?

MERKE

Schall schwingt längs, braucht ein Medium und ist in dichteren Stoffen schneller.

LEHRTEXT IM KURS**Schwingungen und Wellen**

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Schall als Longitudinalwelle einordnen

P085 D Der Wellenberg wird als Wellental reflektiert.

Was passiert, wenn ein Wellenberg an einem festen Ende reflektiert wird?

Richtig ist die Antwort „Der Wellenberg wird als Wellental reflektiert“. Am festen Ende kann sich das Seil nicht bewegen, weshalb dort stets ein Knoten liegt. Damit die Auslenkung an dieser Stelle zu jedem Zeitpunkt null bleibt, muss die zurücklaufende Welle die ankommende genau

aufheben — der Wellenberg kehrt deshalb als Wellental zurück. Man spricht von einem Phasensprung um eine halbe Wellenlänge. Am losen Ende geschieht das Gegenteil: Dort wird ein Berg als Berg zurückgeworfen.

Die Antwort „Es findet eine Totalreflexion statt“ ist falsch: Der Begriff Totalreflexion gehört in die Optik und beschreibt etwas anderes.

Die Antwort „Es findet keine Reflexion statt“ ist falsch: Reflektiert wird sehr wohl.

Die Antwort „Es tritt kein Phasensprung auf“ ist falsch: Genau der Phasensprung ist das Kennzeichen des festen Endes.

Die Antwort „Der Wellenberg wird als Wellenberg reflektiert“ ist falsch: Das gilt für das lose Ende.

Zum Weiterdenken: Am festen Ende springt die Phase, am losen nicht. Wie folgt beides zwingend daraus, ob dort ein Knoten oder ein Bauch liegen muss?

MERKE

Festes Ende kehrt die Welle um, loses Ende lässt sie unverändert.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Den Phasensprung bei Reflexion am festen Ende erkennen

P086 C Höhere Frequenz der Schallwellen, wenn sich Sender und Empfänger aufeinander zubewegen.

Was bezeichnet der Doppler-Effekt?

Richtig ist die Antwort „Höhere Frequenz der Schallwellen, wenn sich Sender und Empfänger aufeinander zubewegen“. Nähern sich Sender und Empfänger einander, treffen die Wellenberge in kürzeren Abständen ein, und die wahrgenommene Frequenz steigt — der Ton klingt höher. Entfernen sie sich voneinander, sinkt sie entsprechend. Genau deshalb wechselt das Martinshorn eines vorbeifahrenden Rettungswagens im Augenblick des Passierens hörbar von hoch nach tief.

Die Antwort „Niedrigere Frequenz der Schallwellen, wenn sich Sender und Empfänger aufeinander zubewegen“ ist falsch: Das kehrt die Richtung um.

Die Antwort „Eine Frequenzverschiebung, die nur bei Lichtwellen auftritt“ ist falsch: Der Effekt tritt bei allen Wellen auf; bei Licht heißt die entsprechende Verschiebung Rotverschiebung und zeigt die Ausdehnung des Weltalls an.

Die Antwort „Die Auslöschung von Wellen durch Interferenz“ ist falsch: Auslöschung durch Interferenz ist eine andere Erscheinung.

Die Antwort „Eine konstante Frequenz unabhängig von der Relativbewegung“ ist falsch: Gerade die Abhängigkeit von der Relativbewegung macht den Effekt aus.

Zum Weiterdenken: Aus der Rotverschiebung ferner Galaxien schloss man auf die Ausdehnung des Weltalls. Wie überträgt sich der Effekt vom Rettungswagen auf diese Beobachtung?

MERKE

Aufeinander zu heißt höher, voneinander weg heißt tiefer — bei Schall wie bei Licht.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Doppler-Effekt richtungsabhängig beschreiben

P087 E $\lambda = \frac{c}{f}$

Für die Formel $c = \lambda \cdot f$ - welche Umformung nach λ ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „ $\lambda = \frac{c}{f}$ “. Teile beide Seiten durch die Frequenz:

$$c = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$$

Eine schnelle Gegenprobe gelingt über die Einheiten, denn $\frac{\text{m}}{\text{s}} : \frac{1}{\text{s}} = \text{m}$ ergibt tatsächlich eine Länge.

Die Antwort „ $\lambda = c \cdot f$ “ ist falsch: Ein Produkt ergäbe Meter je Quadratsekunde und damit keine Länge.

Die Antwort „ $\lambda = h \cdot f$ “ ist falsch: Das Plancksche Wirkungsquantum gehört in die Quantenphysik und hat hier nichts verloren.

Die Antwort „ $\lambda = \frac{h}{f}$ “ ist falsch: Ebenso wenig.

Die Antwort „ $\lambda = \frac{f}{c}$ “ ist falsch: Hier sind Zähler und Nenner vertauscht, was auf Sekundenquadrat je Meter führt.

Zum Weiterdenken: Die Einheitenprobe entlarvt drei der vier falschen Antworten sofort. Warum lohnt es sich, diese Prüfung bei jeder umgestellten Formel durchzuführen?

MERKE

$\lambda = \frac{c}{f}$ — die Einheitenprobe bestätigt es sofort.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Wellengleichung nach der Wellenlänge umstellen

P088 A Den Abstand zweier Punkte gleicher Wellenphase

Was beschreibt die Wellenlänge?

Richtig ist die Antwort „Den Abstand zweier Punkte gleicher Wellenphase“. Die Wellenlänge ist der Abstand zwischen zwei benachbarten Punkten gleicher Phase, also etwa von Wellenberg zu Wellenberg, und wird in Metern gemessen. Die übrigen Antworten beschreiben durchweg zeitbezogene Größen, die über $c = \lambda f$ und $T = \frac{1}{f}$ mit ihr zusammenhängen, aber eben keine Längen sind – hier zu unterscheiden, ob nach einer Länge oder nach einer Zeit gefragt ist, genügt bereits zur Lösung.

Die Antwort „Wie lange eine vollständige Umdrehung dauert“ ist falsch: Das beschreibt die Periodendauer.

Die Antwort „Die Anzahl der Umdrehungen pro Zeiteinheit“ ist falsch: Das beschreibt die Frequenz.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit einer Welle“ ist falsch: Die Geschwindigkeit ist Wellenlänge mal Frequenz.

Die Antwort „Die Anzahl der Wellenberge pro Sekunde“ ist falsch: Auch das ist die Frequenz, nur anders formuliert.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antworten beschreiben Zeitgrößen, nur eine eine Länge. Wie oft entscheidet allein diese Unterscheidung eine Prüfungsfrage?

MERKE

$\lambda = \frac{c}{f}$ ist eine Länge in Metern – Berg zu Berg, nicht Berg je Sekunde.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Wellenlänge sauber definieren

ÜBERLAGERUNG VON WELLEN**P089 C Durch Überlagerung zweier entgegenlaufender Wellen gleicher Frequenz und Amplitude**

Wie entsteht eine stehende Welle?

Richtig ist die Antwort „Durch Überlagerung zweier entgegenlaufender Wellen gleicher Frequenz und Amplitude“. Eine stehende Welle entsteht, wenn zwei Wellen gleicher Frequenz und Amplitude einander entgegenlaufen und sich überlagern. Dabei bilden sich feste Punkte, an denen sich die Auslenkungen stets aufheben – die Knoten – und dazwischen Stellen größter Auslenkung, die Bäuche. Die Welle wandert dann nicht mehr, sondern schwingt an Ort und Stelle. In der Praxis entsteht das meist durch Reflexion am Ende, etwa bei einer Gitarrensaite oder in einer Orgelpfeife.

Die Antwort „Durch Überlagerung zweier gleichlaufender Wellen unterschiedlicher Frequenz“ ist falsch: Unterschiedliche Frequenzen erzeugen eine Schwebung und keine stehende Welle.

Die Antwort „Durch Reflexion an einem beliebigen Hindernis allein“ ist falsch: Die Reflexion ist zwar meist die Ursache, doch entscheidend ist die Überlagerung mit der zurücklaufenden Welle.

Die Antwort „Durch Polarisation zweier Transversalwellen“ ist falsch: Polarisation betrifft die Schwingungsebene und erzeugt keine stehende Welle.

Die Antwort „Durch Beugung einer einzelnen Welle an einem Spalt“ ist falsch: Beugung allein erzeugt keine stehende Welle.

Zum Weiterdenken: Eine Gitarrensaite kann nur bestimmte Töne erzeugen, weil an beiden Enden ein Knoten liegen muss. Wie folgt daraus die Reihe der möglichen Schwingungen?

MERKE

Zwei entgegenlaufende gleiche Wellen ergeben Knoten und Bäuche – die Welle wandert nicht mehr.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Entstehung stehender Wellen beschreiben

P090 D Bei einer Überlagerung von zwei gleichartig harmonischen Wellen mit gleicher Frequenz und gleicher Amplitude.

Wie entsteht eine stehende Welle?

Richtig ist die Antwort „Bei einer Überlagerung von zwei gleichartig harmonischen Wellen mit gleicher Frequenz und gleicher Amplitude“. Eine stehende Welle entsteht durch Überlagerung zweier gleichartiger harmonischer Wellen mit gleicher Frequenz und gleicher Amplitude, die einander entgegenlaufen. Nur wenn beide Amplituden übereinstimmen, löschen sich die Auslenkungen an den Knoten vollständig aus; wären sie verschieden, bliebe dort ein Rest, und die Welle würde weiterwandern.

Die Antwort „Bei einer Überlagerung von zwei Wellen mit unterschiedlicher Frequenz aber gleicher Amplitude“ ist falsch: Verschiedene Frequenzen erzeugen eine Schwebung, also ein An- und Abswellen der Lautstärke.

Die Antwort „Bei einer Überlagerung von zwei Wellen mit gleicher Periodendauer und unterschiedlicher Amplitude“ ist falsch: Verschiedene Amplituden verhindern die vollständige Auslöschung an den Knoten.

Die Antwort „Bei einer Überlagerung von zwei Wellen mit gleicher Frequenz und unterschiedlicher Amplitude“ ist falsch: Auch hier fehlt die Übereinstimmung der Amplituden.

Die Antwort „Stehende Wellen können nicht entstehen, es handelt sich um ein Gedankenexperiment“ ist falsch: Stehende Wellen entstehen bei jedem Saiteninstrument und in jeder Orgelpfeife.

Zum Weiterdenken: Nur bei genau gleicher Amplitude entstehen echte Knoten mit vollständiger Ruhe. Was beobachtest du stattdessen, wenn die rücklaufende Welle

etwas schwächer ist?

MERKE

Gleiche Frequenz, gleiche Amplitude, entgegengesetzte Richtung — sonst keine echten Knoten.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Bedingungen für eine stehende Welle erneut prüfen

P091 C Wellen überlagern sich (Superpositionsprinzip).

Welche Aussage betreffend die Interferenz von zwei Wellen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Wellen überlagern sich (Superpositionsprinzip)“. Treffen zwei Wellen aufeinander, addieren sich ihre Auslenkungen an jedem Punkt vorzeichenrichtig — das ist das Superpositionsprinzip. Treffen Berg auf Berg, verstärken sie einander; treffen Berg auf Tal, löschen sie einander aus. Bemerkenswert ist, dass beide Wellen einander dabei nicht verändern: Nach der Begegnung laufen sie unbeeinflusst weiter, als wäre nichts geschehen.

Die Antwort „Wellentäler und Wellenberge tauschen bei Interferenz automatisch ihre Position“ ist falsch: Berge und Täler tauschen bei der Überlagerung nicht ihre Plätze.

Die Antwort „Interferenz tritt nur bei Wellen auf, die sich linear im Raum ausbreiten“ ist falsch: Interferenz tritt auch bei Kugel- und Kreiswellen auf.

Die Antwort „Bei Interferenz addieren sich die Frequenzen der beiden Wellen zu einer neuen Frequenz“ ist falsch: Die Frequenzen addieren sich nicht; bei leicht verschiedenen Frequenzen entsteht eine Schwebung.

Die Antwort „Interferenz kann nur bei elektromagnetischen Wellen auftreten“ ist falsch: Auch Schall- und Wasserwellen zeigen Interferenz.

Zum Weiterdenken: Nach der Überlagerung laufen beide Wellen unverändert weiter. Welche Folge hat das für zwei Menschen, die gleichzeitig quer durch einen Raum miteinander sprechen?

MERKE

Auslenkungen addieren sich vorzeichenrichtig — und danach läuft jede Welle unverändert weiter.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Das Superpositionsprinzip als Grundlage der Interferenz benennen

P092 E Um eine halbe Wellenlänge

Um wie viel müssen zwei Wellen zueinander verschoben werden, damit es zur destruktiven Interferenz kommt?

Richtig ist die Antwort „Um eine halbe Wellenlänge“. Zur vollständigen Auslöschung müssen die Wellen um eine halbe Wellenlänge gegeneinander verschoben sein, denn dann trifft jeder Wellenberg genau auf ein Wellental, und die Auslenkungen heben einander an jedem Punkt auf. Allgemein gilt das für jedes ungerade Vielfache der halben Wellenlänge. Genau darauf beruhen aktive Lärmschutzkopfhörer, die den ankommenden Schall messen und ihn um eine halbe Wellenlänge versetzt wieder abstrahlen.

Die Antwort „Um eine ganze Wellenlänge“ ist falsch: Eine ganze Wellenlänge Verschiebung führt zu vollständiger Verstärkung, nicht zur Auslöschung.

Die Antwort „Um die halbe Frequenz“ ist falsch: Von einer halben Frequenz zu sprechen ergibt hier keinen Sinn; verschoben wird eine Strecke.

Die Antwort „Durch vollständige Reflexion der Welle an ihrer Quelle“ ist falsch: Reflexion an der Quelle beschreibt keine Verschiebung.

Die Antwort „Durch zwei gegenläufige Wellen auf einer Linie“ ist falsch: Zwei gegenläufige Wellen erzeugen eine stehende Welle, was etwas anderes ist.

Zum Weiterdenken: Lärmschutzkopfhörer erzeugen Stille durch zusätzlichen Schall. Warum klingt das widersinnig und ist dennoch genau richtig?

MERKE

Halbe Wellenlänge versetzt heißt Auslöschung, ganze Wellenlänge heißt Verstärkung.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Bedingung für vollständige Auslöschung angeben

P093 A Bei einer Phasenverschiebung von $\lambda/2$

Wann spricht man von destruktiver Interferenz zweier Wellen?

Richtig ist die Antwort „Bei einer Phasenverschiebung von $\lambda/2$ “. Destruktive Interferenz, also Auslöschung, tritt bei einem Gangunterschied von einer halben Wellenlänge auf — allgemeiner bei jedem ungeraden Vielfachen davon. Dann trifft Wellenberg auf Wellental, und die Auslenkungen heben einander auf. Bei ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge dagegen liegen die Wellen im Gleichtakt und verstärken einander.

Die Antwort „Bei einem Gangunterschied von λ “ ist falsch: Ein Gangunterschied von einer ganzen Wellenlänge führt zu Verstärkung.

Die Antwort „Bei einer Phasenverschiebung von λ (einer ganzen Wellenlänge)“ ist falsch: Ebenso.

Die Antwort „Bei einer Amplitudenverschiebung von π “ ist falsch: Der Begriff Amplitudenverschiebung ist physikalisch nicht gebräuchlich; verschoben wird die Phase.

Die Antwort „Bei einem Gangunterschied von 2λ “ ist falsch: Zwei ganze Wellenlängen führen ebenfalls zur Verstärkung.

Zum Weiterdenken: Ungerade Vielfache der halben Wellenlänge löschen aus, gerade verstärken. Warum lohnt es sich, die Regel gleich in dieser allgemeinen Form zu lernen?

MERKE

Halbe Wellenlänge Gangunterschied löscht aus, ganze verstärkt.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die destruktive Interferenz über den Gangunterschied bestimmen

P094 B Sie müssen einen Gangunterschied von einer halben Wellenlänge haben

Wie müssen zwei Wellen zueinander stehen, damit destruktive Interferenz (Auslöschung) auftritt?

Richtig ist die Antwort „Sie müssen einen Gangunterschied von einer halben Wellenlänge haben“. Destruktive Interferenz tritt bei einem Gangunterschied von einer halben Wellenlänge auf – allgemein bei jedem ungeraden Vielfachen davon. Dann trifft Wellenberg auf Wellental, und die Auslenkungen heben einander auf. Bei ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge dagegen verstärken sich die Wellen.

Die Antwort „Sie müssen eine Frequenz von $\frac{1}{2}$ der ursprünglichen Frequenz haben“ ist falsch: Eine halbierte Frequenz ergäbe eine andere Welle und keine Auslöschung.

Die Antwort „Sie müssen einen Gangunterschied von einer ganzen Wellenlänge haben“ ist falsch: Ein Gangunterschied von einer ganzen Wellenlänge verstärkt.

Die Antwort „Sie müssen einen Gangunterschied von 2λ haben“ ist falsch: Zwei ganze Wellenlängen ebenso.

Die Antwort „Sie müssen in Phase sein (kein Gangunterschied)“ ist falsch: Gleichphasige Wellen verstärken einander am stärksten.

Zum Weiterdenken: Diese Frage kam in mehreren Prüfungsjahren nahezu unverändert vor. Welche Regel genügt dir, um alle Varianten davon zu beantworten?

MERKE

Halbe Wellenlänge löscht aus, ganze verstärkt – ungerade Vielfache gehören zur Auslöschung.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Auslöschungsbedingung erneut angeben

P095 B Die Überlagerung von zwei oder mehr Wellen

Was versteht man unter Superposition von Wellen?

Richtig ist die Antwort „Die Überlagerung von zwei oder mehr Wellen“. Superposition bedeutet nichts anderes als Überlagerung: Treffen zwei oder mehr Wellen an einem Ort zusammen, addieren sich ihre Auslenkungen vorzeichenrichtig. Je nachdem, ob sie im Gleichtakt oder gegenläufig ankommen, verstärken oder schwächen sie einander. Anschließend läuft jede Welle unverändert weiter – genau deshalb kannst du in einem Raum voller Gespräche noch immer einzelne Stimmen unterscheiden.

Die Antwort „Eine Rückpositionierung der Amplitude“ ist falsch: Eine Rückpositionierung der Amplitude gibt es nicht.

Die Antwort „Das Entstehen einer sogenannten Superwelle“ ist falsch: Von einer Superwelle spricht die Physik nicht.

Die Antwort „Das Verlassen des Amplitudenbereichs einer Welle“ ist falsch: Diese Formulierung ergibt keinen Sinn.

Die Antwort „Die vollständige Auslöschung aller beteiligten Wellen“ ist falsch: Vollständige Auslöschung ist ein Sonderfall der Superposition und nicht ihre Bedeutung.

Zum Weiterdenken: In einem Raum mit vielen Gesprächen kreuzen sich unzählige Schallwellen. Warum werden sie dabei nicht unentwirrbar vermischt?

MERKE

Superposition heißt schlicht Überlagerung – Auslenkungen addieren, Wellen laufen weiter.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Begriff der Superposition erklären

POLARISATION

P096 C Sie schwingen nur in einer Raumebene

Welche Aussage zu linear polarisierten Wellen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sie schwingen nur in einer Raumebene“. Bei linear polarisiertem Licht schwingt das Feld nur in einer einzigen Ebene, während unpolarisiertes Licht in allen Richtungen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung schwingt. Polarisation setzt voraus, dass die Schwingung überhaupt quer zur Ausbreitungsrichtung erfolgt – sie ist deshalb ein Beweis dafür, dass Licht eine Transversalwelle ist. Genutzt wird das etwa in Polarisationsfiltern und in Sonnenbrillen, die störende Reflexe herausfiltern.

Die Antwort „Sie schwingen in alle Richtungen gleichmäßig“ ist falsch: In alle Richtungen gleichmäßig schwingt unpolarisiertes Licht.

Die Antwort „Sie treten nur bei Longitudinalwellen auf“ ist falsch: Longitudinalwellen wie der Schall lassen sich gerade nicht polarisieren, weil sie längs schwingen.

Die Antwort „Sie haben keine Ausbreitungsrichtung“ ist falsch: Eine Ausbreitungsrichtung hat jede Welle.

Die Antwort „Sie sind identisch mit zirkular polarisierten Wellen“ ist falsch: Bei zirkularer Polarisation dreht sich die Schwingungsebene fortlaufend.

Zum Weiterdenken: Schall lässt sich nicht polarisieren, Licht schon. Welchen Schluss über die Natur beider Wellen erlaubt allein diese Beobachtung?

MERKE

Polarisierbar ist nur, was quer schwingt — also Transversalwellen wie das Licht.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Lineare Polarisation beschreiben

P097 B Reflektion an einer durchsichtigen Grenzfläche (Glas)

Womit kann linear polarisiertes Licht erzeugt werden?

Richtig ist die Antwort „Reflektion an einer durchsichtigen Grenzfläche (Glas)“: Reflektiert Licht an einer durchsichtigen Grenzfläche wie Glas oder Wasser, ist der zurückgeworfene Anteil teilweise und unter dem sogenannten Brewster-Winkel sogar vollständig linear polarisiert. Genau darauf beruhen polarisierende Sonnenbrillen: Weil das an nasser Straße oder Wasseroberflächen gespiegelte Licht bevorzugt in einer Ebene schwingt, lässt es sich mit einem passend gedrehten Filter fast vollständig ausblenden.

Die Antwort „Linearbeschleuniger“ ist falsch: Ein Linearbeschleuniger beschleunigt geladene Teilchen und erzeugt kein polarisiertes Licht.

Die Antwort „Metallspiegel“ ist falsch: An Metallspiegeln bleibt die Polarisation weitgehend aus, weil die freien Elektronen das Licht anders zurückwerfen.

Die Antwort „Magnetische Umpolung“ ist falsch: Eine magnetische Umpolung erzeugt kein polarisiertes Licht.

Die Antwort „Elektrostatische Aufladung“ ist falsch: Elektrostatische Aufladung hat mit Polarisation von Licht nichts zu tun — der gleichlautende Begriff bedeutet in der Elektrostatik etwas anderes.

Zum Weiterdenken: Eine polarisierende Sonnenbrille dämpft Spiegelungen auf nasser Straße stark, das übrige Licht kaum. Welche Eigenschaft des gespiegelten Lichts nutzt sie dafür aus?

MERKE

Reflexion an Glas oder Wasser polarisiert — deshalb wirken polarisierende Sonnenbrillen gegen Spiegelungen.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Polarisation durch Reflexion erkennen

P098 C Polarisation tritt nur bei Transversalwellen auf.

Welche Aussage über linear polarisiertes Licht ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Polarisation tritt nur bei Transversalwellen auf“: Polarisation setzt voraus, dass die Schwingung quer zur Ausbreitungsrichtung erfolgt, denn nur dann gibt es überhaupt verschiedene Schwingungsebenen, aus denen sich eine auswählen lässt. Bei Longitudinalwellen fällt die Schwingungsrichtung mit der Ausbreitungsrichtung zusammen, sodass es nichts auszuwählen gibt. Dass sich Licht polarisieren lässt, ist deshalb ein unmittelbarer Beweis dafür, dass es transversal schwingt.

Die Antwort „Longitudinalwellen können ebenso gut polarisiert werden wie Transversalwellen“ ist falsch: Longitudinalwellen wie der Schall lassen sich gerade nicht polarisieren.

Die Antwort „Polarisiertes Licht schwingt gleichzeitig in unendlich vielen Ebenen“ ist falsch: Unpolarisiertes Licht schwingt in vielen Ebenen; polarisiertes gerade nur in einer.

Die Antwort „Polarisation tritt nur im Vakuum auf“ ist falsch: Polarisation tritt in jedem Medium auf und wird häufig sogar erst durch Materie erzeugt.

Die Antwort „Polarisiertes Licht hat eine höhere Energie als unpolarisiertes Licht“ ist falsch: Beim Polarisieren geht Intensität verloren, statt Energie hinzuzukommen.

Zum Weiterdenken: Dass Licht polarisierbar ist, verrät seine Schwingungsrichtung. Welche andere Erscheinung hätte man beobachten müssen, wäre Licht longitudinal?

MERKE

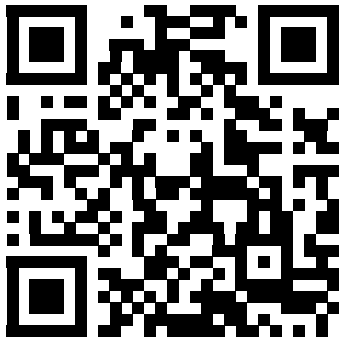
Nur Transversalwellen sind polarisierbar — deshalb Licht ja, Schall nein.

LEHRTEXT IM KURS

Schwingungen und Wellen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Polarisation als Merkmal von Transversalwellen erkennen

Wärmelehre**TEMPERATUR**



LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P099 E Kelvin ist für positive und negative Werte definiert

Welche der folgenden Aussagen zur Temperatur stimmt NICHT?

Richtig ist die Antwort „Kelvin ist für positive und negative Werte definiert“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die Kelvin-Skala kennt keine negativen Werte, weil sie beim absoluten Nullpunkt beginnt — tiefer als die vollständige Ruhe der Teilchenbewegung geht es nicht.

Die Antwort „Temperaturunterschiede können sowohl in Kelvin als auch in Celsius angegeben werden“ ist falsch als Antwort, weil Temperaturunterschiede tatsächlich in beiden Einheiten angegeben werden dürfen.

Die Antwort „Ein Temperaturunterschied von 1 K entspricht einem Unterschied von 1 °C“ ist falsch als Antwort, weil ein Kelvin und ein Grad Celsius denselben Abstand bezeichnen; die Skalen unterscheiden sich allein im Nullpunkt.

Die Antwort „Wasser friert bei 273 K“ ist falsch als Antwort, weil Wasser bei rund zweihundertdreißig Kelvin gefriert, was null Grad Celsius entspricht.

Die Antwort „Die Kelvin-Skala beginnt beim absoluten Nullpunkt“ ist falsch als Antwort, weil die Kelvin-Skala tatsächlich am absoluten Nullpunkt beginnt.

Zum Weiterdenken: Kelvin und Celsius haben dieselbe Schrittweite, aber verschiedene Nullpunkte. Bei welcher Art von Aufgabe darfst du deshalb ohne Umrechnung arbeiten, und bei welcher nicht?

MERKE

Kelvin beginnt beim absoluten Nullpunkt und wird nie negativ — die Schrittweite ist die des Celsius.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Eigenschaften der Kelvin-Skala prüfen

P100 B Die Kelvinskala ist sowohl im negativen als auch im positiven Wertebereich definiert.

Welche Aussage zu Temperaturskalen ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Die Kelvinskala ist sowohl im negativen als auch im positiven Wertebereich definiert“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Die Kelvin-Skala ist ausschließlich für nichtnegative Werte definiert, weil sie am absoluten Nullpunkt beginnt — eine tiefere Temperatur als vollständige Ruhe der Teilchenbewegung gibt es nicht.

Die Antwort „Temperaturunterschiede können sowohl in Kelvin als auch in Celsius angegeben werden“ ist falsch als Antwort, weil Temperaturunterschiede tatsächlich in beiden Einheiten angegeben werden dürfen.

Die Antwort „Ein Temperaturunterschied von 1 °C entspricht 1 K“ ist falsch als Antwort, weil ein Grad Celsius und ein Kelvin denselben Abstand bezeichnen.

Die Antwort „Wasser gefriert bei 273 K“ ist falsch als Antwort, weil die Aussage nun zutrifft: Null Grad Celsius entsprechen 273,15 Kelvin, gerundet also 273.

Die Antwort „Der Nullpunkt der Kelvinskala liegt beim absoluten Nullpunkt“ ist falsch als Antwort, weil die Kelvin-Skala tatsächlich am absoluten Nullpunkt beginnt.

Zum Weiterdenken: Kelvin und Celsius unterscheiden sich nur im Nullpunkt, nicht in der Schrittweite. Welche Rechnungen darfst du deshalb ohne Umrechnung durchführen?

MERKE

Kelvin wird nie negativ, und Wasser gefriert bei 273 Kelvin — nicht bei 274.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Aussagen zu Temperaturskalen auf Fehler prüfen

P101 B Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen, Wärme ist die zwischen Systemen übertragene Energie

Was ist der Unterschied zwischen Wärme und Temperatur?

Richtig ist die Antwort „Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen, Wärme ist die zwischen Systemen übertragene Energie“. Die Temperatur ist ein Maß für die mittlere Bewegungsenergie der Teilchen und eine Zustandsgröße — sie beschreibt, in welchem Zustand sich ein Körper gerade befindet. Wärme dagegen ist Energie, die aufgrund eines Temperaturunterschieds zwischen Systemen übertragen wird, und damit eine Prozessgröße: Ein Körper hat eine Temperatur, aber er hat keine Wärme, sondern gibt sie ab oder nimmt sie auf. Anschaulich wird der Unterschied an einem Funken und einer Badewanne: Der Funke ist weit heißer, gibt aber ungleich weniger Wärme ab, weil ihm die Masse fehlt.

Die Antwort „Wärme und Temperatur sind Synonyme“ ist falsch: Die beiden Begriffe bezeichnen Verschiedenes.

Die Antwort „Temperatur ist die Summe aller Energien im System, Wärme die mittlere Teilchenenergie“ ist falsch: Hier sind die Bestimmungen vertauscht.

Die Antwort „Wärme ist eine Zustandsgröße wie die Temperatur“ ist falsch: Wärme ist gerade keine Zustandsgröße.

Die Antwort „Temperatur beschreibt ausschließlich die potentielle Energie der Teilchen“ ist falsch: Maßgeblich ist die Bewegungsenergie und nicht die Lageenergie.

Zum Weiterdenken: Ein Funke ist heißer als eine Badewanne und verbrennt dich dennoch nicht. Welche der beiden Größen erklärt diesen Unterschied?

MERKE

Temperatur ist ein Zustand, Wärme ist ein Übergang — man hat Temperatur, aber überträgt Wärme.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Wärme und Temperatur begrifflich trennen

INNERE ENERGIE

P102 D Weil die Teilchen mit steigender Temperatur mehr kinetische Energie besitzen und im Mittel größere Abstände einnehmen

Warum dehnen sich die meisten Stoffe bei Erwärmung aus?

Richtig ist die Antwort „Weil die Teilchen mit steigender Temperatur mehr kinetische Energie besitzen und im Mittel größere Abstände einnehmen“. Mit steigender Temperatur nimmt die Bewegungsenergie der Teilchen zu. Sie schwingen heftiger um ihre Ruhelage, und weil die Kraft zwischen ihnen bei Annäherung stärker ansteigt als bei Entfernung, vergrößert sich der mittlere Abstand — der Körper dehnt sich aus. Diese Erklärung gilt für Festkörper, Flüssigkeiten und Gase gleichermaßen.

Die Antwort „Weil sich die Masse der Teilchen erhöht“ ist falsch: Die Masse der Teilchen bleibt unverändert.

Die Antwort „Weil sich die Anzahl der Teilchen vergrößert“ ist falsch: Die Teilchenzahl ändert sich nicht.

Die Antwort „Weil die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen zunehmen“ ist falsch: Die Anziehungskräfte nehmen mit wachsendem Abstand eher ab.

Die Antwort „Weil die Dichte des Stoffes zunimmt“ ist falsch: Die Dichte sinkt bei Ausdehnung, denn dieselbe Masse verteilt sich auf mehr Raum.

Zum Weiterdenken: Wasser zwischen null und vier Grad verhält sich genau umgekehrt. Was folgt daraus für die Allgemeingültigkeit der genannten Erklärung?

MERKE

Mehr Temperatur heißt heftigere Schwingung, größerer mittlerer Abstand und damit mehr Volumen.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Wärmeausdehnung teilchenhaft erklären

P103 A Die Teilchen bewegen sich stärker und benötigen im Mittel mehr Platz

Warum dehnen sich Stoffe bei Erwärmung aus?

Richtig ist die Antwort „Die Teilchen bewegen sich stärker und benötigen im Mittel mehr Platz“. Mit steigender Temperatur bewegen sich die Teilchen heftiger und beanspruchen im Mittel mehr Raum, weshalb sich der Körper ausdehnt. Die Temperatur ist dabei nichts anderes als ein Maß für die mittlere Bewegungsenergie der Teilchen.

Die Antwort „Die Teilchen werden bei Erwärmung schwerer“ ist falsch: Die Masse der Teilchen bleibt unverändert.

Die Antwort „Die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen nehmen zu“ ist falsch: Die Anziehungskräfte nehmen mit wachsendem Abstand ab.

Die Antwort „Die Anzahl der Teilchen im Stoff nimmt zu“ ist falsch: Die Teilchenzahl bleibt gleich.

Die Antwort „Stoffe dehnen sich bei Erwärmung generell nicht aus“ ist falsch: Die weitaus meisten Stoffe dehnen sich bei Erwärmung aus; Wasser zwischen null und vier Grad ist die bekannteste Ausnahme.

Zum Weiterdenken: Brücken und Schienen erhalten Dehnungsfugen. Wie erklärt die Wärmeausdehnung diese Bauweise, und was geschähe ohne sie?

MERKE

Wärmer heißt heftigere Bewegung und mehr Platzbedarf — die Teilchen selbst bleiben gleich.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Wärmeausdehnung erneut erklären

P104 C Die Innen- und Außenseite des Glases erwärmen sich unterschiedlich schnell, wodurch mechanische Spannungen im Material entstehen.

In einen Glasbehälter wird kochendes Wasser eingefüllt und der Behälter zerspringt. Was ist die Hauptursache?

Richtig ist die Antwort „Die Innen- und Außenseite des Glases erwärmen sich unterschiedlich schnell, wodurch mechanische Spannungen im Material entstehen“. Wird heißes Wasser eingefüllt, erwärmt sich zunächst nur die Innenseite des Glases und dehnt sich aus, während die Außenseite noch kalt bleibt, weil Glas die Wärme schlecht leitet. Innen- und Außenschicht ziehen dadurch gegeneinander, und es entstehen Spannungen im Material, denen das spröde Glas nicht standhält. Genau deshalb ist Laborglas so zusammengesetzt, dass es sich bei Erwärmung besonders wenig ausdehnt, und genau deshalb bricht dickwandiges Glas leichter als dünnwandiges.

Die Antwort „Der Innendruck des heißen Wassers sprengt das Glas“ ist falsch: Ein offener Behälter baut keinen nennenswerten Innendruck auf.

Die Antwort „Glas hat einen sehr hohen Ausdehnungskoeffizienten und dehnt sich dadurch schlagartig aus“ ist falsch: Glas hat im Gegenteil einen recht kleinen Ausdehnungskoeffizienten. Entscheidend ist nicht dessen Größe, sondern der Unterschied zwischen innen und außen.

Die Antwort „Die Oberflächenspannung des Wassers überträgt sich auf das Glas“ ist falsch: Die Oberflächenspannung des Wassers ist um Größenordnungen zu schwach.

Die Antwort „Wasserdampf kondensiert im Glas und erzeugt einen Unterdruck, der das Glas zum Bersten bringt“ ist falsch: Ein Unterdruck entstünde allenfalls beim Abkühlen eines geschlossenen Gefäßes.

Zum Weiterdenken: Dünnwandiges Glas übersteht heißes Wasser besser als dickwandiges. Wie erklärt sich das aus dem Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenseite?

MERKE

Nicht die Hitze bricht das Glas, sondern der Unterschied zwischen innen und außen.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Thermische Spannungen als Ursache eines Glasbruchs erkennen

AGGREGATZUSTÄNDE DER MATERIE

P105 B Die Temperatur bleibt konstant, bis die gesamte Flüssigkeit verdampft ist

Was passiert mit der Temperatur einer Flüssigkeit während des Siedevorgangs bei konstantem Druck, solange weiter Energie zugeführt wird?

Richtig ist die Antwort „Die Temperatur bleibt konstant, bis die gesamte Flüssigkeit verdampft ist“. Während des Siedens bleibt die Temperatur konstant, obwohl fortlaufend Energie zugeführt wird. Der Grund ist, dass die gesamte Energie gebraucht wird, um die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen zu überwinden und sie in den gasförmigen Zustand zu überführen. Man nennt diese Energie Verdampfungswärme; sie erhöht nicht die Bewegungsenergie und damit nicht die Temperatur. Erst wenn die letzte Flüssigkeit verdampft ist, steigt die Temperatur des Dampfes weiter.

Die Antwort „Die Temperatur steigt kontinuierlich weiter an“ ist falsch: Ein kontinuierlicher Anstieg findet vor und nach dem Sieden statt, nicht während.

Die Antwort „Die Temperatur sinkt“ ist falsch: Sinken würde sie nur bei Wärmeentzug.

Die Antwort „Die Temperatur steigt sprunghaft an“ ist falsch: Ein sprunghafter Anstieg tritt nicht auf.

Die Antwort „Die Temperatur ist unabhängig vom Druck“ ist falsch: Der Siedepunkt hängt sehr wohl vom Druck ab – bei höherem Druck siedet Wasser später.

Zum Weiterdenken: Ein Topf Wasser wird auf großer Flamme nicht heißer als auf kleiner, solange er siedet. Was ändert sich dann überhaupt, wenn man die Flamme höher dreht?

MERKE

Während des Phasenübergangs steht die Temperatur still – die Energie steckt im Zustandswechsel.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Das Temperaturverhalten beim Sieden beschreiben

P106 C Die Temperatur bleibt konstant

Was passiert mit der Temperatur von siedendem Wasser, wenn trotz Erreichen des Siedepunktes weiter Energie zugeführt wird?

Richtig ist die Antwort „Die Temperatur bleibt konstant“. Während des Siedens bleibt die Temperatur konstant, weil die zugeführte Energie vollständig als Verdampfungswärme in den Phasenübergang geht und nicht in die Bewegungsenergie der Teilchen. Erst wenn alle Flüssigkeit verdampft ist, erwärmt sich der Dampf weiter.

Die Antwort „Die Temperatur steigt weiter an“ ist falsch: Ein Anstieg erfolgt erst nach vollständigem Verdampfen.

Die Antwort „Der Dampfdruck sinkt“ ist falsch: Der Dampfdruck bleibt bei konstanter Temperatur gleich.

Die Antwort „Die Temperatur sinkt“ ist falsch: Sinken würde die Temperatur nur bei Wärmeentzug.

Die Antwort „Der Siedepunkt ist unabhängig vom Umgebungsdruck“ ist falsch: Der Siedepunkt hängt stark vom Druck ab — im Hochgebirge siedet Wasser deutlich unter hundert Grad, im Schnellkochtopf deutlich darüber.

Zum Weiterdenken: Im Schnellkochtopf gart Essen schneller, obwohl das Wasser dort ebenfalls siedet. Wie erklärt die Druckabhängigkeit des Siedepunkts diesen Vorteil?

MERKE

Beim Sieden steht die Temperatur still — der Siedepunkt selbst hängt aber vom Druck ab.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Konstanz der Temperatur beim Sieden erneut bestimmen

P107 C Beim Erstarren

Bei welchem Phasenübergang wird Energie frei?

Richtig ist die Antwort „Beim Erstarren“. Beim Erstarren wird Energie frei, denn die Teilchen ordnen sich, verlieren Bewegungsfreiheit und geben die zuvor aufgenommene Schmelzwärme wieder ab. Die Regel lässt sich in einem Satz fassen: Jeder Übergang zu einem geordneteren Zustand — also Erstarren, Kondensieren und Resublimieren — setzt Energie frei, jeder Übergang zu einem ungeordneteren Zustand verbraucht sie. Deshalb schützen Obstbauern ihre Blüten mit Wasser, das beim Gefrieren Wärme abgibt.

Die Antwort „Beim Schmelzen“ ist falsch: Das Schmelzen verbraucht Energie, nämlich die Schmelzwärme.

Die Antwort „Beim Verdampfen“ ist falsch: Das Verdampfen verbraucht die Verdampfungswärme.

Die Antwort „Beim Sublimieren“ ist falsch: Beim Sublimieren geht ein Feststoff unmittelbar in Gas über und verbraucht dabei Energie.

Die Antwort „Phasenübergänge sind immer energieneutral“ ist falsch: Phasenübergänge sind stets mit erheblichem Energieumsatz verbunden.

Zum Weiterdenken: Schwitzen kühlt den Körper, weil Wasser verdunstet. Welcher der beiden Richtungen entspricht das, und warum wirkt gerade Verdunstung so wirksam?

MERKE

Ordnung schaffen gibt Energie ab, Ordnung auflösen kostet Energie.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Energieaufnehmende von energieabgebenden Phasenübergängen trennen

P108 B Übergang von fest zu gasförmig

Was beschreibt eine Sublimation?

Richtig ist die Antwort „Übergang von fest zu gasförmig“. Sublimation bezeichnet den unmittelbaren Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand ohne Umweg über die Flüssigkeit. Beobachten lässt sich das an Trockeneis, also festem Kohlenstoffdioxid, und im Winter daran, dass Schnee auch bei Frost allmählich verschwindet. Der umgekehrte Weg heißt Resublimation und erzeugt etwa Raureif.

Die Antwort „Übergang von gasförmig zu fest“ ist falsch: Das ist die Resublimation.

Die Antwort „Übergang von flüssig zu gasförmig“ ist falsch: Das ist das Verdampfen.

Die Antwort „Übergang von fest zu flüssig“ ist falsch: Das ist das Schmelzen.

Die Antwort „Übergang von flüssig zu fest“ ist falsch: Das ist das Erstarren.

Zum Weiterdenken: Sechs Phasenübergänge verbinden drei Aggregatzustände. Wie ordnest du sie dir in einem Dreieck so an, dass du keinen vergisst?

MERKE

Sublimation überspringt die Flüssigkeit: fest direkt zu gasförmig, wie beim Trockeneis.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Sublimation im Schema der Phasenübergänge verorten

P109 C Kondensation (Übergang von gasförmig zu flüssig)

Bei welchem der folgenden Vorgänge wird Energie freigesetzt (exotherme Umwandlung)?

Richtig ist die Antwort „Kondensation (Übergang von gasförmig zu flüssig)“. Beim Kondensieren geht Dampf in Flüssigkeit über, die Teilchen ordnen sich enger und geben dabei genau die Energie wieder ab, die zuvor zum Verdampfen aufgewendet wurde. Die Regel lautet: Jeder Übergang in Richtung größerer Ordnung setzt Energie frei. Wie viel das ist, spürt man am heißen Wasserdampf, der auf der Haut weit schwerere Verbrennungen verursacht als Wasser derselben Temperatur — die Kondensationswärme kommt dort zusätzlich frei.

Die Antwort „Schmelzen“ ist falsch: Schmelzen verbraucht Energie.

Die Antwort „Verdampfen“ ist falsch: Verdampfen verbraucht Energie.

Die Antwort „Sublimation (fest zu gasförmig)“ ist falsch: Sublimieren verbraucht Energie.

Die Antwort „Ionisation eines Atoms“ ist falsch: Auch die Ionisation verbraucht Energie, denn das Elektron muss gegen die Anziehung des Kerns entfernt werden.

Zum Weiterdenken: Wasserdampf von hundert Grad verbrüht schwerer als Wasser von hundert Grad. Welche zusätzliche Energiemenge wird auf der Haut frei?

MERKE

Richtung Ordnung setzt Energie frei — kondensieren, erstarren, resublimieren.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Exotherme Phasenübergänge erkennen

P110 D Wenn der Dampfdruck der Flüssigkeit gleich dem äußeren Luftdruck ist

Wann beginnt eine Flüssigkeit zu sied?

Richtig ist die Antwort „Wenn der Dampfdruck der Flüssigkeit gleich dem äußeren Luftdruck ist“. Eine Flüssigkeit siedet, sobald ihr Dampfdruck den äußeren Luftdruck erreicht. Erst dann können sich Dampfblasen auch im Inneren bilden und aufsteigen, statt sofort wieder zusammengedrückt zu werden. Aus dieser Definition folgt unmittelbar die Druckabhängigkeit: Im Hochgebirge ist der Luftdruck geringer, der Dampfdruck wird schon früher erreicht, und Wasser siedet bereits bei rund achtzig Grad — weshalb dort Kochen länger dauert. Im Schnellkochtopf ist es umgekehrt.

Die Antwort „Wenn die Temperatur der Flüssigkeit 100 °C erreicht“ ist falsch: Hundert Grad gelten nur bei normalem Luftdruck auf Meereshöhe.

Die Antwort „Wenn der Dampfdruck größer ist als die Oberflächenspannung“ ist falsch: Die Oberflächenspannung spielt für den Siedebeginn keine maßgebliche Rolle.

Die Antwort „Wenn die Flüssigkeit vollständig verdunstet ist“ ist falsch: Verdunstung findet unterhalb des Siedepunkts und nur an der Oberfläche statt.

Die Antwort „Wenn der Luftdruck auf null sinkt“ ist falsch: Im Vakuum siedet Wasser bereits bei Zimmertemperatur — auf null muss der Druck dafür keineswegs sinken.

Zum Weiterdenken: Im Gebirge dauert Kochen länger, obwohl das Wasser genauso sprudelt. Warum ist sprudelndes Wasser nicht automatisch hundert Grad heiß?

MERKE

Sieden beginnt, wenn der Dampfdruck den Außendruck erreicht — deshalb hängt alles am Luftdruck.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Das Sieden über den Dampfdruck definieren

P111 C Im Inneren verdampft ein Kältemittel und entzieht der Umgebung Wärme, außen kondensiert es und gibt die Wärme ab

Wie funktioniert die Kühlung in einem Kühlschrank (Eiskasten) grundsätzlich?

Richtig ist die Antwort „Im Inneren verdampft ein Kältemittel und entzieht der Umgebung Wärme, außen kondensiert es und gibt die Wärme ab“. Im Inneren des Kühlschranks verdampft das Kältemittel und entzieht dem Innenraum dabei die dafür nötige Verdampfungswärme — genau das kühlt. Anschließend wird der Dampf vom Verdichter zusammengepresst und gibt außen am Wärmetauscher, den man an der Rückseite als warmes Gitter spürt, die Wärme beim Kondensieren wieder ab. Ein Kühlschrank vernichtet also keine Wärme, sondern befördert sie von innen nach außen, und dafür braucht er Antriebsenergie — sonst wäre der zweite Hauptsatz verletzt.

Die Antwort „Der Verdampfer befindet sich außen am Kühlschrank“ ist falsch: Der Verdampfer sitzt innen, der Kondensator außen.

Die Antwort „Beim Verdampfen des Kältemittels wird Energie frei“ ist falsch: Beim Verdampfen wird Energie verbraucht, nicht frei.

Die Antwort „Beim Kondensieren wird Energie verbraucht“ ist falsch: Beim Kondensieren wird Energie frei, nicht verbraucht.

Die Antwort „Die Kühlung erfolgt ausschließlich durch Wärmestrahlung“ ist falsch: Der Wärmetransport erfolgt über den Kreislauf des Kältemittels, nicht über Strahlung.

Zum Weiterdenken: Ein offener Kühlschrank heizt den Raum auf, statt ihn zu kühlen. Wie erklärt sich das aus der Bilanz von aufgenommener, abgegebener und zugeführter Energie?

MERKE

Innen verdampfen kühlt, außen kondensieren heizt — der Kühlschrank verschiebt Wärme nur.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Das Kühlprinzip über Verdampfen und Kondensieren erklären

P112 B Die Entropie des Systems erhöht sich

Was passiert, wenn ein fester Körper direkt in den gasförmigen Zustand übergeht (Sublimation)?

Richtig ist die Antwort „Die Entropie des Systems erhöht sich“. Die Entropie ist ein Maß für die Unordnung eines Systems. Beim Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand lösen sich die Teilchen aus dem starren Gitter und bewegen sich fortan frei im Raum — die Unordnung nimmt also erheblich zu, und mit ihr die Entropie. Allgemein gilt: fest hat die kleinste, gasförmig die größte Entropie.

Die Antwort „Die Entropie des Systems sinkt“ ist falsch: Sinken würde die Entropie beim umgekehrten Weg, also beim Resublimieren.

Die Antwort „Die Entropie bleibt konstant“ ist falsch: Ein Phasenübergang ändert die Entropie stets erheblich.

Die Antwort „Es wird Energie freigesetzt (exotherm)“ ist falsch: Sublimation verbraucht Energie und ist damit endotherm.

Die Antwort „Die innere Energie sinkt“ ist falsch: Die innere Energie steigt, weil Bindungen gelöst werden müssen.

Zum Weiterdenken: Beim Gefrieren nimmt die Entropie des Wassers ab, obwohl der zweite Hauptsatz eine Zunahme verlangt. Wie löst sich dieser scheinbare Widerspruch auf?

MERKE

Fest, flüssig, gasförmig — die Entropie steigt in dieser Reihenfolge.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Die Entropieänderung bei einem Phasenübergang bestimmen

ARBEIT UND WÄRME

P113 C Wie viel Arbeit benötigt wird, um 1 kg einer Masse um 1 K zu erhitzen

Was gibt die spezifische Wärmekapazität an?

Richtig ist die Antwort „Wie viel Arbeit benötigt wird, um 1 kg einer Masse um 1 K zu erhitzen“. Die spezifische Wärmekapazität gibt an, wie viel Energie nötig ist, um ein Kilogramm eines Stoffes um ein Kelvin zu erwärmen. Streng genommen handelt es sich dabei um zugeführte Wärme und nicht um mechanische Arbeit, wie die Antwort formuliert — gemeint ist aber ersichtlich der Energiebedarf. Die Größe ist eine reine Stoffeigenschaft und hängt weder von der vorhandenen Menge noch von der Ausgangstemperatur ab.

Die Antwort „Wie viel Arbeit benötigt wird, um 1 kg einer Masse um 1 °C abzukühlen“ ist falsch: Die Formulierung dreht die Richtung um; abgekühlt wird dieselbe Energiemenge wieder frei, doch definiert ist die Größe über das Erwärmen.

Die Antwort „Wie viel Wärme ein Körper bei konstanter Temperatur speichert“ ist falsch: Bei konstanter Temperatur wird keine Wärme gespeichert.

Die Antwort „Die Zeit, die benötigt wird, um einen Stoff zu erwärmen“ ist falsch: Die Zeit hängt von der zugeführten Leistung ab, nicht von der Wärmekapazität allein.

Die Antwort „Das Verhältnis von Masse zu Volumen eines Stoffes“ ist falsch: Das Verhältnis von Masse zu Volumen ist die Dichte.

Zum Weiterdenken: Die Wärmekapazität ist eine Stoffeigenschaft und damit unabhängig von der Menge. Welche verwandte Größe brauchst du zusätzlich, um die Erwärmung eines konkreten Topfes Wasser zu berechnen?

MERKE

Energie je Kilogramm und Kelvin — eine Stoffeigenschaft, keine Mengenangabe.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die spezifische Wärmekapazität erneut bestimmen

P114 B Die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen

Was beschreibt die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes?

Richtig ist die Antwort „Die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen“. Die spezifische Wärmekapazität gibt an, wie viel Wärmeenergie nötig ist, um ein Kilogramm eines Stoffes um ein Kelvin zu erwärmen. Wasser hat mit rund 4.180 Joule je Kilogramm und Kelvin einen ungewöhnlich hohen Wert, weshalb es sich nur langsam erwärmt und ebenso langsam abkühlt. Genau darauf beruht seine Rolle als Wärmespeicher — im Heizungssystem ebenso wie im Ozean, der das Klima ganzer Erdteile mildert.

Die Antwort „Die Wärmemenge, die ein Körper abgibt, wenn er sich abkühlt“ ist falsch: Die abgegebene Wärmemenge hängt zusätzlich von Masse und Temperaturänderung ab und ist keine Stoffeigenschaft.

Die Antwort „Wie schnell ein Stoff Wärme abgibt“ ist falsch: Die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe beschreibt die Wärmeleitfähigkeit.

Die Antwort „Die Temperatur, bei der ein Stoff verdampft“ ist falsch: Die Verdampfungstemperatur ist eine andere Größe.

Die Antwort „Die Wärme, die nötig ist, um einen Stoff konstant bei gleicher Temperatur zu halten“ ist falsch: Zum bloßen Halten einer Temperatur ist bei fehlendem Wärmeverlust gar keine Energie nötig.

Zum Weiterdenken: Küstengebiete haben mildere Winter als Gebiete im Landesinneren. Wie erklärt die hohe Wärmekapazität des Wassers diesen Befund?

MERKE

Ein Kilogramm, ein Kelvin — Wasser braucht dafür besonders viel Energie.

LEHRTEXT IM KURS**Wärmelehre**

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die spezifische Wärmekapazität definieren

P115 E Exotherm

Wie nennt man eine Reaktion, bei der immer Wärme an die Umgebung abgegeben wird?

Richtig ist die Antwort „Exotherm“. Exotherm heißt, dass Wärme an die Umgebung abgegeben wird; die Vorsilbe stammt aus dem Griechischen und bedeutet hinaus. Verbrennungen und die Zellatmung sind typische Beispiele. Der Gegenbegriff lautet endotherm, also Wärme aufnehmend, wie bei der Fotosynthese.

Die Antwort „Endotherm“ ist falsch: Endotherm bedeutet Wärmeaufnahme.

Die Antwort „Isotherm“ ist falsch: Isotherm bedeutet bei gleichbleibender Temperatur.

Die Antwort „Adiabatisch“ ist falsch: Adiabatisch bedeutet ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung.

Die Antwort „Isochor“ ist falsch: Isochor bedeutet bei gleichbleibendem Volumen.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilben exo, endo, iso und a stammen aus dem Griechischen und sagen bereits, worum es geht. Wie viele physikalische Fachbegriffe erschließt du dir allein über solche Wortbestandteile?

MERKE

Exo heißt hinaus, endo heißt hinein, iso heißt gleich — die Vorsilbe verrät den Vorgang.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Exotherme Vorgänge benennen

P116 C Die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen

Was beschreibt die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes ($c = dQ/(dT \cdot m)$)?

Richtig ist die Antwort „Die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen“. Die

angegebene Formel $c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$ liest sich unmittelbar als die Energie, die ein Kilogramm eines Stoffes braucht, um sich um ein Kelvin zu erwärmen; ihre Einheit ist folglich $\frac{J}{kg \cdot K}$. Wasser liegt mit rund $4180 \frac{J}{kg \cdot K}$ außergewöhnlich hoch, was es zum besten verfügbaren Wärmespeicher macht und zugleich erklärt, warum der menschliche Körper mit seinem hohen Wasseranteil Temperaturschwankungen so gut abpuffert.

Die Antwort „Die Wärmemenge, die ein Körper abgibt, wenn er sich abkühlt“ ist falsch: Die abgegebene Wärmemenge hängt zusätzlich von Masse und Temperaturänderung ab.

Die Antwort „Wie schnell ein Stoff Wärme abgibt“ ist falsch: Die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe beschreibt die Wärmeleitfähigkeit.

Die Antwort „Die Temperatur, bei der ein Stoff verdampft“ ist falsch: Die Verdampfungstemperatur ist eine andere Größe.

Die Antwort „Die Wärme, die nötig ist, um einen Stoff konstant bei gleicher Temperatur zu halten“ ist falsch: Zum Halten einer Temperatur ist ohne Wärmeverlust keine Energie nötig.

Zum Weiterdenken: Der Mensch besteht zu großen Teilen aus Wasser. Welchen Vorteil bringt dessen hohe Wärmekapazität für die Regelung der Körpertemperatur?

MERKE

$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ — die Formel selbst sagt dir die Definition.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Die spezifische Wärmekapazität aus der Formel lesen

HAUPTSÄTZE DER WÄRMELEHRE

P117 B Der 2. Hauptsatz

Welcher Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass Wärme immer von einem wärmeren auf ein kälteres Objekt übergeht?

Richtig ist die Antwort „Der 2. Hauptsatz“. Der zweite Hauptsatz besagt unter anderem, dass Wärme von selbst stets vom wärmeren zum kälteren Körper übergeht und niemals umgekehrt. Er beschreibt damit die Richtung natürlicher Vorgänge und wird gleichbedeutend über die Entropie formuliert, die in einem abgeschlossenen System nie abnimmt. Ein Kühlschrank scheint dem zu widersprechen, tut es aber nicht — er braucht dafür Antriebsenergie.

Die Antwort „Der 0. Hauptsatz“ ist falsch: Der nullte Hauptsatz besagt, dass zwei Körper, die mit einem dritten im thermischen Gleichgewicht stehen, es auch untereinander sind. Erst dadurch wird die Temperatur überhaupt messbar.

Die Antwort „Der 1. Hauptsatz“ ist falsch: Der erste Hauptsatz ist der Energieerhaltungssatz der Wärmelehre.

Die Antwort „Der 3. Hauptsatz“ ist falsch: Der dritte Hauptsatz besagt, dass der absolute Nullpunkt nicht erreichbar ist.

Die Antwort „Keiner der Hauptsätze“ ist falsch: Der zweite Hauptsatz trifft genau diese Aussage.

Zum Weiterdenken: Der erste Hauptsatz verbietet, Energie zu erzeugen, der zweite, sie vollständig zu nutzen. Warum sind damit beide Arten des Perpetuum mobile ausgeschlossen?

MERKE

Null misst, eins erhält, zwei gibt die Richtung, drei setzt die Grenze.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Hauptsätze der Wärmelehre zuordnen

P118 A 2. Hauptsatz

Welcher Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass Wärme von selbst nur vom wärmeren zum kälteren Körper übergeht?

Richtig ist die Antwort „2. Hauptsatz“. Der zweite Hauptsatz legt die Richtung natürlicher Vorgänge fest: Wärme geht von selbst stets vom wärmeren zum kälteren Körper über. Gleichbedeutend lässt er sich über die Entropie ausdrücken, die in einem abgeschlossenen System niemals abnimmt. Er ist damit der einzige Hauptsatz, der eine Richtung vorgibt – die übrigen enthalten nur Bilanzen und Grenzen.

Die Antwort „0. Hauptsatz“ ist falsch: Der nullte Hauptsatz begründet die Messbarkeit der Temperatur.

Die Antwort „1. Hauptsatz“ ist falsch: Der erste Hauptsatz ist der Energieerhaltungssatz.

Die Antwort „3. Hauptsatz“ ist falsch: Der dritte Hauptsatz erklärt den absoluten Nullpunkt für unerreichbar.

Die Antwort „Keiner der Hauptsätze“ ist falsch: Der zweite Hauptsatz trifft genau diese Aussage.

Zum Weiterdenken: Der zweite Hauptsatz gibt der Zeit eine Richtung, die übrigen physikalischen Gesetze nicht. Warum spricht man deshalb vom Zeitpfeil der Thermodynamik?

MERKE

Der zweite Hauptsatz ist der einzige mit einer Richtung – von warm nach kalt, nie umgekehrt.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den zweiten Hauptsatz erneut zuordnen

GASGESETZ**P119 E 283°C**

Ein Liter eines idealen Gases mit einer Temperatur von 10 °C verdoppelt bei konstantem Druck sein Volumen. Um wie viel erhöht sich die Temperatur bei diesem Prozess?

Richtig ist die Antwort „283°C“. Bei konstantem Druck gilt

das Gesetz von Gay-Lussac $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, mit dem Volumen verdoppelt sich also auch die absolute Temperatur:

$$T_1 = 283 \text{ K} \Rightarrow T_2 = 566 \text{ K} \Rightarrow \Delta T = 283 \text{ K}$$

Weil Kelvin und Celsius dieselbe Schrittweite haben, darfst du diese Differenz auch als 283 °C angeben.

Die Antwort „20°C“ ist falsch: Zwanzig Grad entstünde, wenn man fälschlich die Celsius-Angabe verdoppelte.

Die Antwort „110°C“ ist falsch: Hundertzehn Grad passt zu keiner sinnvollen Rechnung.

Die Antwort „566°C“ ist falsch: Fünfhundertsechundsechzig ist die Endtemperatur in Kelvin und nicht die Erhöhung.

Die Antwort „293°C“ ist falsch: Zweihundertdreiundneunzig Kelvin entspräche zwanzig Grad Celsius und verwechselt die Umrechnungszahl.

Zum Weiterdenken: Gefragt war nach der Erhöhung, nicht nach der Endtemperatur – und beide Werte stehen zur Auswahl. Wie liest du solche Fragen so, dass dir dieser Unterschied nicht entgeht?

MERKE

$$\frac{V}{T} = \text{const} \text{ — Gasgesetze rechnen immer in Kelvin.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Das Gesetz von Gay-Lussac auf eine Volumenverdopplung anwenden

P120 E Der Druck wird halbiert.

Für ein ideales Gas gilt $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$. Bei einem isothermen Prozess wird das Volumen verdoppelt. Welche Aussage ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Der Druck wird halbiert“.

Isotherm bedeutet bei gleichbleibender Temperatur. Bleiben in der Zustandsgleichung Stoffmenge und Temperatur unverändert, ist das Produkt aus Druck und Volumen konstant – verdoppelt sich also das Volumen, halbiert sich zwangsläufig der Druck. Anschaulich: Dieselbe Zahl Teilchen verteilt sich auf den doppelten Raum und trifft die Wand deshalb halb so oft.

Die Antwort „Das Volumen steigt“ ist falsch: Dass das Volumen steigt, steht bereits in der Angabe und ist keine Folgerung.

Die Antwort „Der Druck wird verdoppelt“ ist falsch: Der Druck steigt nicht, sondern sinkt.

Die Antwort „Die Temperatur steigt“ ist falsch: Isotherm heißt gerade, dass die Temperatur gleich bleibt.

Die Antwort „Die Stoffmenge n ändert sich“ ist falsch: Die Stoffmenge bleibt in einem geschlossenen System unverändert.

Zum Weiterdenken: Eine Antwort wiederholt lediglich die Angabe, statt eine Folgerung zu ziehen. Wie schützt du dich vor solchen Scheinantworten?

MERKE

Isotherm heißt Druck mal Volumen konstant – doppeltes Volumen, halber Druck.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das Gesetz von Boyle und Mariotte anwenden

P121 E Der Druck steigt, weil die Teilchen häufiger und heftiger auf die Behälterwand prallen.

Gas in einem festen (starren) Behälter wird mit einer Kerze erwärmt. Welche Aussage ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Der Druck steigt, weil die Teilchen häufiger und heftiger auf die Behälterwand prallen“. In einem starren Behälter bleibt das Volumen

unveränderlich, sodass nach dem Gesetz von Amontons

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{Druck und absolute Temperatur einander}$$

proportional sind. Teilchenhaft erklärt sich das unmittelbar, denn Erwärmung erhöht die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen, die daraufhin häufiger und mit größerer Wucht auf die Wand treffen – und genau die Summe dieser Stöße ist der Druck. Deshalb gehören Spraydosen nicht in die pralle Sonne.

Die Antwort „Es stellt sich ein thermodynamisches Gleichgewicht ein, die Temperatur sinkt“ ist falsch: Bei fortgesetzter Erwärmung sinkt die Temperatur nicht.

Die Antwort „Das Volumen erhöht sich“ ist falsch: Der Behälter ist starr, das Volumen kann sich also nicht ändern.

Die Antwort „Die Stoffmenge n wird niedriger“ ist falsch: In einem geschlossenen Behälter bleibt die Stoffmenge gleich.

Die Antwort „Die Dichte des Gases nimmt ab“ ist falsch: Bei gleichbleibender Masse und gleichbleibendem Volumen bleibt auch die Dichte gleich.

Zum Weiterdenken: Auf Spraydosen steht die Warnung vor Sonneneinstrahlung. Wie begründest du diese Warnung mit dem Verhalten der Teilchen?

MERKE

$\frac{p}{T} = \text{const}$ bei festem Volumen – mehr Stöße, härtere Stöße.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Das Gesetz von Amontons teilchenhaft begründen

P122 C Volumen vervierfacht sich

Wie verändert sich das Volumen eines Gases, wenn man die Stoffmenge verdoppelt und die Temperatur verdoppelt bei gleichbleibendem Druck?

Richtig ist die Antwort „Volumen vervierfacht sich“. Stellt man die Zustandsgleichung nach dem Volumen um, ergibt sich $V = \frac{nRT}{p}$. Stoffmenge und Temperatur stehen also beide im Zähler:

$$V_2 = \frac{(2n)R(2T)}{p} = 4 \cdot \frac{nRT}{p} = 4 V_1$$

Der Schlüssel liegt darin, die Faktoren einzeln zu betrachten und anschließend zu multiplizieren, statt sie zu addieren.

Die Antwort „Volumen bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bliebe das Volumen nur, wenn sich die Änderungen aufheben.

Die Antwort „Volumen verdoppelt sich“ ist falsch: Eine bloße Verdopplung ergäbe sich, wenn nur eine der beiden Größen verändert würde.

Die Antwort „Volumen halbiert sich“ ist falsch: Eine Halbierung setzte eine Änderung im Nenner voraus, etwa beim Druck.

Die Antwort „Volumen verachtfacht sich“ ist falsch: Verachtfachung ergäbe sich erst bei drei verdoppelten Faktoren.

Zum Weiterdenken: Zwei verdoppelte Faktoren im Zähler ergeben zusammen den Faktor vier. Warum werden die Änderungen multipliziert und nicht addiert?

MERKE

$V = \frac{nRT}{p}$ – Faktoren einzeln prüfen und dann malnehmen.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Zwei Änderungen in der Zustandsgleichung zugleich verarbeiten

ZUSTANDSGLEICHUNG

P123 C $p \cdot V/T = \text{konstant}$

Welche Form der idealen Gasgleichung ist bei veränderlichen Zustandsgrößen (p , V , T) allgemein korrekt?

Richtig ist die Antwort „ $p \cdot V/T = \text{konstant}$ “. Solange die Stoffmenge unverändert bleibt, gilt allgemein:

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \quad \text{bzw.} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

Alle bekannten Einzelgesetze sind Sonderfälle davon: Bei fester Temperatur folgt $pV = \text{const}$ nach Boyle und

Mariotte, bei festem Druck $\frac{V}{T} = \text{const}$ nach Gay-Lussac.

Wer die allgemeine Form beherrscht, braucht die Sonderfälle nicht einzeln zu lernen.

Die Antwort „ $p \cdot V = \text{konstant}$ “ ist falsch: Das gilt nur bei gleichbleibender Temperatur.

Die Antwort „ $V/T = \text{konstant}$ “ ist falsch: Das gilt nur bei gleichbleibendem Druck.

Die Antwort „ $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ “ ist falsch: Auch das setzt gleichbleibende Temperatur voraus.

Die Antwort „ $p_1/V_1 = p_2/V_2$ “ ist falsch: Diese Beziehung entspricht keinem Gasgesetz.

Zum Weiterdenken: Drei Einzelgesetze stecken in einer einzigen Gleichung. Wie gewinnst du jedes von ihnen zurück, indem du eine Größe festhältst?

MERKE

$\frac{pV}{T} = \text{const}$ – daraus folgen alle Sonderfälle.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die allgemeine Zustandsgleichung von ihren Sonderfällen unterscheiden

ANOMALIE DES WASSERS

P124 E 4 °C

Bei welcher Temperatur besitzt Wasser (bei Normaldruck) seine größte Dichte?

Richtig ist die Antwort „4 °C“. Wasser hat bei vier Grad Celsius seine größte Dichte. Unterhalb dieser Temperatur ordnen sich die Moleküle über Wasserstoffbrücken in ein weitmaschiges Gitter, das mehr Raum beansprucht — deshalb dehnt sich Wasser beim Gefrieren aus und Eis schwimmt. Für die Physik der Gewässer ist das entscheidend: Ein See friert von oben zu, und am Grund bleibt Wasser von vier Grad zurück.

Die Antwort „0 °C“ ist falsch: Bei null Grad ist die Dichte bereits geringer.

Die Antwort „100 °C“ ist falsch: Bei hundert Grad ist sie am geringsten.

Die Antwort „-4 °C“ ist falsch: Bei minus vier Grad liegt gewöhnliches Wasser als Eis vor.

Die Antwort „25 °C“ ist falsch: Bei fünfundzwanzig Grad ist die Dichte bereits wieder gesunken.

Zum Weiterdenken: Fast alle Stoffe sind im festen Zustand dichter als im flüssigen, Wasser nicht. Welche Folgen hätte es für das Leben auf der Erde, wenn Eis unterginge?

MERKE

Vier Grad ist der dichteste Punkt — darüber und darunter dehnt sich Wasser aus.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Anomalie des Wassers physikalisch einordnen

P125 D Die Dichte des Wassers ist bei 4 °C am höchsten, nicht bei 0 °C

Welche Aussage zur Anomalie des Wassers ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Dichte des Wassers ist bei 4 °C am höchsten, nicht bei 0 °C“. Wasser hat bei vier Grad Celsius seine größte Dichte. Kühlt es weiter ab, ordnen sich

die Moleküle über Wasserstoffbrücken in ein weitmaschigeres Gitter, das mehr Raum beansprucht — deshalb dehnt sich Wasser beim Gefrieren aus und Eis schwimmt obenauf. Für die Natur ist das entscheidend: Ein See friert von oben zu, die Eisdecke wirkt als Wärmedämmung, und am Grund bleibt Wasser von vier Grad, in dem Fische überwintern.

Die Antwort „Wasser hat bei 100 °C die höchste Dichte“ ist falsch: Bei hundert Grad ist die Dichte am geringsten.

Die Antwort „Wasser dehnt sich beim Erhitzen immer aus“ ist falsch: Zwischen null und vier Grad zieht sich Wasser beim Erwärmen gerade zusammen.

Die Antwort „Zwischen 0 °C und 100 °C bleibt die Dichte des Wassers gleich“ ist falsch: Die Dichte ändert sich in diesem Bereich deutlich.

Die Antwort „Wasser hat seine höchste Dichte im gefrorenen Zustand (Eis)“ ist falsch: Eis ist weniger dicht als flüssiges Wasser und schwimmt deshalb.

Zum Weiterdenken: Würde Eis untergehen, würden Seen von unten her durchfrieren. Welche Folgen hätte das für das Leben in Gewässern?

MERKE

Größte Dichte bei vier Grad — deshalb schwimmt Eis und Seen frieren von oben zu.

LEHRTEXT IM KURS

Wärmelehre

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Dichteanomalie des Wassers erneut bestimmen

Elektrizitätslehre

ELEKTRISCHE LADUNGEN



LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P126 C Ladung Q wird in Coulomb angegeben

Welche Einheitenzuordnung stimmt?

Richtig ist die Antwort „Ladung Q wird in Coulomb angegeben“. Die Ladung wird in Coulomb angegeben; ein Coulomb ist die Ladungsmenge, die bei einem Ampere in einer Sekunde durch einen Querschnitt fließt.

Die Antwort „Widerstand wird in Siemens angegeben“ ist falsch: Der Widerstand wird in Ohm angegeben, Siemens ist die Einheit des Leitwerts.

Die Antwort „Leitfähigkeit wird in Ohm angegeben“ ist falsch: Hier sind die Einheiten gerade vertauscht — die Leitfähigkeit wird in Siemens angegeben.

Die Antwort „Stromstärke wird in Volt angegeben“ ist falsch: Die Stromstärke wird in Ampere angegeben.

Die Antwort „Spannung wird in Ampere angegeben“ ist falsch: Die Spannung wird in Volt angegeben.

Zum Weiterdenken: Drei der vier falschen Antworten entstehen durch paarweises Vertauschen zusammengehöriger Einheiten. Wie sicherst du dich gegen solche Vertauschungen ab?

MERKE

Ladung in Coulomb, Strom in Ampere, Spannung in Volt, Widerstand in Ohm.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Elektrische Größen ihren Einheiten zuordnen

P127 B Die Kraft ist proportional zum Produkt der Ladungen und umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes.

Welche Aussage zur Coulomb-Kraft zwischen zwei Punktladungen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Kraft ist proportional zum Produkt der Ladungen und umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes“. Für die Kraft zwischen zwei Punktladungen gilt das Coulombsche Gesetz:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Der Bau des Gesetzes gleicht dem der Gravitation bis auf zwei Unterschiede: Die elektrische Kraft ist unvergleichlich stärker, und sie kann anziehend wie abstoßend wirken, weil es zwei Arten von Ladung gibt, während Masse stets nur anzieht.

Die Antwort „Gleichnamige Ladungen ziehen sich an“ ist falsch: Gleichnamige Ladungen stoßen einander ab.

Die Antwort „Die Kraft hängt von der Masse der Ladungsträger ab“ ist falsch: Die Masse geht nicht ein; sie bestimmt lediglich, wie stark die Kraft das Teilchen beschleunigt.

Die Antwort „Die Kraft ist unabhängig vom Abstand der Ladungen“ ist falsch: Die Abstandsabhängigkeit ist der Kern des Gesetzes.

Die Antwort „Die Kraft nimmt linear mit dem Abstand ab“ ist falsch: Die Abnahme erfolgt quadratisch und nicht linear.

Zum Weiterdenken: Coulombsches Gesetz und Gravitationsgesetz sind fast gleich gebaut. Welche beiden Unterschiede sorgen dennoch dafür, dass die eine Kraft das Atom und die andere das Weltall beherrscht?

MERKE

$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$ — gebaut wie die Gravitation, nur mit zwei Vorzeichen.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Das Coulombsche Gesetz formulieren

P128 B Sie müssen entgegengesetzt geladen sein (eine positiv, eine negativ)

Welche Bedingung müssen zwei elektrische Ladungen erfüllen, damit sie sich anziehen?

Richtig ist die Antwort „Sie müssen entgegengesetzt geladen sein (eine positiv, eine negativ)“. Ungleichnamige Ladungen ziehen einander an, gleichnamige stoßen einander ab. Nach dem Wechselwirkungsgesetz ist diese Kraft dabei stets gegenseitig und gleich groß: Beide Ladungen ziehen einander mit demselben Betrag an, auch wenn eine von ihnen viel kleiner ist — sie wird dann lediglich stärker beschleunigt, weil ihre Masse geringer ist.

Die Antwort „Die positive Ladung zieht die negative an, aber nicht umgekehrt“ ist falsch: Kräfte treten stets paarweise auf; eine einseitige Anziehung gibt es nicht.

Die Antwort „Eine Ladung muss negativ sein, die andere kann negativ oder positiv sein“ ist falsch: Zwei negative Ladungen stoßen einander ab.

Die Antwort „Beide Ladungen müssen positiv sein“ ist falsch: Zwei positive Ladungen ebenso.

Die Antwort „Die Massen der Ladungsträger müssen gleich sein“ ist falsch: Die Masse spielt für die elektrische Kraft keine Rolle.

Zum Weiterdenken: Ein Elektron und ein Proton ziehen einander mit gleich großer Kraft an, bewegen sich aber sehr verschieden. Welches Gesetz erklärt diesen Unterschied?

MERKE

Ungleichnamig zieht an, gleichnamig stößt ab — und die Kraft wirkt immer gegenseitig.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Die Bedingung für Anziehung zwischen Ladungen angeben

ELEKTRISCHES FELD

P129 B Die Feldlinien verlaufen senkrecht zu einer geladenen Oberfläche.

Welche Aussage zu den Feldlinien ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Feldlinien verlaufen senkrecht zu einer geladenen Oberfläche“. Feldlinien treten stets senkrecht aus einer geladenen Leiteroberfläche aus. Der Grund ist zwingend: Gäbe es eine Komponente längs der Oberfläche, würde diese die frei beweglichen Ladungen verschieben, bis der Zustand wieder ausgeglichen wäre – im Gleichgewicht kann daher nur die senkrechte Komponente bestehen bleiben.

Die Antwort „Die Feldlinien verlaufen parallel zu einer geladenen Oberfläche“ ist falsch: Parallel verlaufen sie gerade nicht.

Die Antwort „Im Dipolfeld verlaufen die Feldlinien von Minus nach Plus“ ist falsch: Feldlinien verlaufen vereinbarungsgemäß von der positiven zur negativen Ladung.

Die Antwort „In homogenen Feldern verlaufen die Feldlinien kreisförmig um die Ladung“ ist falsch: Ein homogenes Feld ist gerade dadurch gekennzeichnet, dass seine Feldlinien parallel und gleich dicht verlaufen, etwa zwischen den Platten eines Kondensators. Kreisförmig verlaufen die Linien beim Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters.

Die Antwort „Feldlinien schneiden sich an Punkten mit besonders großer Feldstärke“ ist falsch: Feldlinien schneiden sich niemals, denn an einem Schnittpunkt hätte das Feld zwei Richtungen zugleich.

Zum Weiterdenken: Feldlinien können sich grundsätzlich nicht schneiden. Welche einfache Überlegung über die Richtung der Kraft schließt das aus?

MERKE

Senkrecht aus der Oberfläche, von Plus nach Minus, niemals kreuzend.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Eigenschaften elektrischer Feldlinien prüfen

P130 C In der Mitte zwischen den Strommasten, wo die Leitung dem Boden am nächsten ist.

Wo ist die elektrische Feldstärke bei Hochspannungsmasten in Bezug auf den Boden am höchsten?

Richtig ist die Antwort „In der Mitte zwischen den Strommasten, wo die Leitung dem Boden am nächsten ist“. Die elektrische Feldstärke zwischen Leitung und

Boden ergibt sich näherungsweise als $E = \frac{U}{d}$, ist also umso größer, je geringer der Abstand ist. Weil jede Freileitung zwischen zwei Masten durchhängt, ist der Abstand zum Boden genau in der Mitte am kleinsten – dort ist die Feldstärke folglich am größten.

Die Antwort „Direkt beim Strommast, wenn dieser aus Holz besteht“ ist falsch: Am Mast selbst hängt die Leitung am höchsten.

Die Antwort „Direkt beim Strommast, wenn dieser aus Metall besteht“ ist falsch: Das Mastmaterial ändert daran nichts; ein Metallmast ist geerdet und führt selbst keine Hochspannung.

Die Antwort „Überall gleich stark“ ist falsch: Gleich stark ist das Feld nur in einem homogenen Feld, das hier nicht vorliegt.

Die Antwort „Direkt am Erdboden unterhalb des Isolators“ ist falsch: Der Isolator sitzt oben am Mast, wo der Abstand zum Boden am größten ist.

Zum Weiterdenken: Die Feldstärke ist Spannung je Abstand. Warum folgt daraus, dass gerade der Durchhang und nicht die Masthöhe den kritischen Punkt bestimmt?

MERKE

$E = \frac{U}{d}$ – beim Durchhang in der Mitte ist d am kleinsten.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Feldstärke und Abstand bei Hochspannungsleitungen verknüpfen

P131 A Umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands.

Wie verhält sich die elektrische Feldstärke einer Punktladung in Abhängigkeit vom Abstand?

Richtig ist die Antwort „Umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands“. Die elektrische Feldstärke ist die

Kraft je Probeladung, $E = \frac{F}{q}$, und weil die Coulombkraft mit dem Abstandsquadrat abnimmt, gilt für die

Punktladung $E \propto \frac{1}{r^2}$. Anschaulich verteilen sich die

Feldlinien gleichmäßig auf eine Kugeloberfläche $A = 4\pi r^2$, sodass ihre Dichte und damit die Feldstärke entsprechend sinkt.

Die Antwort „Umgekehrt proportional zum Abstand“ ist falsch: Eine einfache Umkehrproportionalität gilt beim geraden Leiter, nicht bei der Punktladung.

Die Antwort „Direkt proportional zum Abstand“ ist falsch: Ein Anstieg mit dem Abstand widerspricht jeder Beobachtung.

Die Antwort „Direkt proportional zum Quadrat des Abstands“ ist falsch: Ebenso ein quadratischer Anstieg.

Die Antwort „Unabhängig vom Abstand“ ist falsch: Unabhängig vom Abstand ist die Feldstärke nur im homogenen Feld, etwa zwischen den Platten eines Kondensators.

Zum Weiterdenken: Beim Kondensator ist das Feld unabhängig vom Abstand, bei der Punktladung nicht. Welche geometrische Eigenschaft der Anordnung verursacht

diesen Unterschied?

MERKE

$E \propto \frac{1}{r^2}$ — die Feldlinien verteilen sich auf die Kugeloberfläche.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Abstandsabhängigkeit der Feldstärke einer Punktladung bestimmen

ELEKTRISCHE SPANNUNG

P132 E -10 V

Wie groß ist die Spannung zwischen zwei Klemmen eines Stromkreises, wenn sich rechnerisch -10 J/C ergeben?

Richtig ist die Antwort „-10 V“. Die Spannung ist Energie je Ladung, $U = \frac{W}{Q}$, und genau die Kombination $\frac{J}{C}$ trägt den Namen Volt:

$$-10 \frac{J}{C} = -10 V$$

Das negative Vorzeichen bedeutet lediglich, dass die Ladung beim Durchlaufen Energie abgibt statt aufnimmt — es hängt allein davon ab, in welcher Richtung man misst.

Die Antwort „-10 J/C“ ist falsch: Die Angabe ist zwar zahlenmäßig richtig, doch gefragt ist nach der Spannung, und die gibt man in Volt an. Joule je Coulomb ist dieselbe Einheit in ihre Bestandteile zerlegt.

Die Antwort „10 V“ ist falsch: Das Vorzeichen darf nicht unterschlagen werden.

Die Antwort „-4 V“ ist falsch: Minus vier lässt sich aus der Angabe nicht herleiten.

Die Antwort „4 V“ ist falsch: Vier ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Joule je Coulomb und Volt bezeichnen dieselbe Einheit. Warum lohnt es sich dennoch, Einheiten gelegentlich in ihre Grundbestandteile zu zerlegen?

MERKE

$1 V = 1 \frac{J}{C}$ — Energie je Ladung, mit Vorzeichen.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Einheit der Spannung aus Energie je Ladung erkennen

P133 E Volt (V)

Welche Einheit ergibt sich aus der Multiplikation von Ampere (A) und Ohm (Ω)?

Richtig ist die Antwort „Volt (V)“. Nach dem Ohmschen Gesetz $U = R \cdot I$ ergibt $1 \Omega \cdot 1 A = 1 V$. Diese Aufgabe lässt sich vollständig über die Einheiten lösen, ohne die Formel im

Wortlaut zu kennen — ein Vorgehen, das sich bei vielen Prüfungsfragen anbietet.

Die Antwort „Watt (W)“ ist falsch: Watt ergibt sich aus Volt mal Ampere.

Die Antwort „Coulomb (C)“ ist falsch: Coulomb ergibt sich aus Ampere mal Sekunde.

Die Antwort „Farad (F)“ ist falsch: Farad ergibt sich aus Coulomb je Volt.

Die Antwort „Joule (J)“ ist falsch: Joule ergibt sich unter anderem aus Volt mal Coulomb.

Zum Weiterdenken: Jede der fünf genannten Einheiten lässt sich aus zwei anderen zusammensetzen. Wie baust du dir daraus ein Netz, in dem du dich sicher bewegst?

MERKE

$U = R I$ — das Ohmsche Gesetz steckt schon in den Einheiten.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Das Ohmsche Gesetz über die Einheiten lesen

STROMSTÄRKE

P134 D 120 min

Wie lange dauert es, einen vollständig entleerten Akku mit einer Kapazität von 4000 mAh aufzuladen, wenn mit 2 A geladen wird?

Richtig ist die Antwort „120 min“. Die Kapazitätsangabe in Milliamperestunden ist nichts anderes als eine Ladungsmenge $Q = I \cdot t$, nach der Zeit umgestellt also:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{4 \text{ Ah}}{2 \text{ A}} = 2 \text{ h} = 120 \text{ min}$$

In der Praxis dauert es etwas länger, weil der Ladestrom gegen Ende zurückgefahren wird, doch für die Rechnung genügt die einfache Division.

Die Antwort „60 min“ ist falsch: Sechzig Minuten entspräche einem Ladestrom von vier Ampere.

Die Antwort „30 min“ ist falsch: Dreißig Minuten entspräche acht Ampere.

Die Antwort „90 min“ ist falsch: Neunzig Minuten passt zu keinem glatten Wert.

Die Antwort „180 min“ ist falsch: Hundertachtzig Minuten entspräche gut 1,3 Ampere.

Zum Weiterdenken: Die Einheit Ampere Stunde verrät bereits, wie zu rechnen ist. Wie liest du aus einer zusammengesetzten Einheit ab, welche Rechenoperation gefragt ist?

MERKE

$t = \frac{Q}{I}$ — Amperestunden geteilt durch Ampere ergibt Stunden.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Ladezeit aus Kapazität und Ladestrom berechnen

P135 B Amperemeter

Wie bezeichnet man ein elektrisches Strommessgerät?

Richtig ist die Antwort „Amperemeter“. Ein Strommessgerät heißt Amperemeter, weil es die Stromstärke in Ampere misst. Wichtig für den Aufbau: Weil der zu messende Strom durch das Gerät hindurchfließen muss, wird ein Amperemeter stets in Reihe geschaltet – im Unterschied zum Spannungsmessgerät, das parallel zum Bauteil liegt.

Die Antwort „Voltmeter“ ist falsch: Das Voltmeter misst die Spannung.

Die Antwort „Wattmeter“ ist falsch: Das Wattmeter misst die Leistung.

Die Antwort „Ohmmeter“ ist falsch: Das Ohmmeter misst den Widerstand.

Die Antwort „Multimeter“ ist falsch: Ein Multimeter kann zwar mehrere dieser Größen messen, ist aber kein reines Strommessgerät und damit nicht die gesuchte Bezeichnung.

Zum Weiterdenken: Das Amperemeter kommt in Reihe, das Voltmeter parallel. Wie folgt beides zwingend aus dem, was jeweils gemessen wird?

MERKE

Amperemeter in Reihe, Voltmeter parallel – der Strom muss durch, die Spannung liegt an.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Messgeräte den elektrischen Größen zuordnen

P136 B Es fließen mehr Elektronen pro Zeiteinheit durch den Leiterquerschnitt

Was passiert mit den Elektronen im Leiter, wenn die Stromstärke erhöht wird?

Richtig ist die Antwort „Es fließen mehr Elektronen pro Zeiteinheit durch den Leiterquerschnitt“. Die Stromstärke ist definiert als Ladung je Zeit, also fließt bei größerer Stromstärke mehr Ladung und damit mehr Elektronen je Sekunde durch den Leiterquerschnitt. Zustande kommt das dadurch, dass sich die Elektronen im Mittel schneller in eine Richtung bewegen – ihre sogenannte Driftgeschwindigkeit steigt, während ihre Anzahl im Leiter unverändert bleibt. Bemerkenswert ist, wie langsam diese Drift tatsächlich ist: Sie liegt im Bereich von Millimetern je Sekunde, und dennoch leuchtet die Lampe sofort, weil sich das elektrische Feld nahezu mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet und alle Elektronen zugleich in Bewegung setzt.

Die Antwort „Die Elektronen kreisen schneller um die Atomkerne“ ist falsch: Die Bewegung der Elektronen um die Kerne hat mit dem Stromfluss nichts zu tun; im Metall

sind die Leitungselektronen ohnehin nicht mehr an einzelne Kerne gebunden.

Die Antwort „Die Elektronen fließen schneller, ihre Anzahl bleibt aber gleich“ ist falsch: Die Aussage beschreibt zwar den Vorgang zutreffend, beantwortet aber nicht, was die Stromstärke selbst angibt – gefragt ist nach dem Durchsatz durch den Querschnitt.

Die Antwort „Die Elektronen werden größer“ ist falsch: Elektronen ändern ihre Größe nicht.

Die Antwort „Die Ladung eines einzelnen Elektrons erhöht sich“ ist falsch: Die Elementarladung ist eine Naturkonstante.

Zum Weiterdenken: Die Elektronen driften nur wenige Millimeter je Sekunde, und dennoch leuchtet die Lampe sofort. Was breitet sich hier tatsächlich schnell aus?

MERKE

Mehr Strom heißt mehr Ladung je Sekunde durch den Querschnitt – die Elektronen driften langsam, das Feld nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Stromstärke teilchenhaft deuten

P137 B Amperemeter

Mit welchem Messgerät misst man die elektrische Stromstärke?

Richtig ist die Antwort „Amperemeter“. Die Stromstärke misst ein Amperemeter, das stets in Reihe in den Stromkreis geschaltet wird, weil der zu messende Strom hindurchfließen muss. Damit es die Messung möglichst wenig verfälscht, hat es einen sehr kleinen Innenwiderstand – beim Voltmeter ist es genau umgekehrt.

Die Antwort „Voltmeter“ ist falsch: Das Voltmeter misst die Spannung und wird parallel geschaltet.

Die Antwort „Ohmmeter“ ist falsch: Das Ohmmeter misst den Widerstand.

Die Antwort „Photometer“ ist falsch: Das Photometer misst Lichtabsorption.

Die Antwort „Wattmeter“ ist falsch: Das Wattmeter misst die Leistung.

Zum Weiterdenken: Das Amperemeter hat einen kleinen, das Voltmeter einen großen Innenwiderstand. Wie folgt beides zwingend aus der jeweiligen Schaltungsart?

MERKE

Amperemeter in Reihe mit kleinem Innenwiderstand, Voltmeter parallel mit großem.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Das Strommessgerät erneut benennen

OHMSCHER WIDERSTAND

P138 A Der elektrische Leitwert

Welche Größe wird in der Einheit Siemens gemessen?

Richtig ist die Antwort „Der elektrische Leitwert“. Das Siemens ist die Einheit des elektrischen Leitwerts, also des Kehrwerts des Widerstands. Ein Bauteil mit einem Widerstand von zwei Ohm hat demnach einen Leitwert von einem halben Siemens. Beide Größen beschreiben dieselbe Eigenschaft aus entgegengesetzter Blickrichtung: Der Widerstand sagt, wie stark der Strom gehemmt wird, der Leitwert, wie gut er fließt.

Die Antwort „Der elektrische Widerstand“ ist falsch: Der Widerstand wird in Ohm angegeben.

Die Antwort „Die elektrische Spannung“ ist falsch: Die Spannung wird in Volt angegeben.

Die Antwort „Die elektrische Arbeit“ ist falsch: Die elektrische Arbeit wird in Joule oder Kilowattstunden angegeben.

Die Antwort „Die elektrische Leistung“ ist falsch: Die Leistung wird in Watt angegeben.

Zum Weiterdenken: Widerstand und Leitwert sind Kehrwerte voneinander. In welchen Fällen ist es rechnerisch bequemer, mit dem Leitwert statt mit dem Widerstand zu arbeiten?

MERKE

Siemens ist der Kehrwert von Ohm — gut leitend heißt kleiner Widerstand und großer Leitwert.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Das Siemens als Einheit des Leitwerts erkennen

P139 C Ohm, Ampere, Volt

In welchen Einheiten werden elektrischer Widerstand, Stromstärke und Spannung angegeben?

Richtig ist die Antwort „Ohm, Ampere, Volt“. Der elektrische Widerstand wird in Ohm angegeben, die Stromstärke in Ampere und die Spannung in Volt. Diese drei Größen hängen über das Ohmsche Gesetz zusammen, und aus zweien lässt sich stets die dritte berechnen.

Die Antwort „Siemens, Ampere, Volt“ ist falsch: Siemens ist die Einheit des Leitwerts, also des Kehrwerts des Widerstands.

Die Antwort „Ohm, Coulomb, Volt“ ist falsch: Coulomb ist die Einheit der Ladung, nicht der Stromstärke. Ein Ampere ist ein Coulomb je Sekunde.

Die Antwort „Ohm, Ampere, Joule“ ist falsch: Joule ist die Einheit der Energie.

Die Antwort „Farad, Ampere, Volt“ ist falsch: Farad ist die Einheit der elektrischen Kapazität.

Zum Weiterdenken: Ampere und Coulomb sowie Ohm und Siemens sind jeweils eng verwandt. Wie hängen die beiden Paare zusammen?

MERKE

Ohm für Widerstand, Ampere für Strom, Volt für Spannung — die drei aus dem Ohmschen Gesetz.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die drei elektrischen Grundeinheiten zuordnen

P140 E 1:1

Draht 1 hat eine Länge von 100 m und einen Querschnitt von 2 mm², Draht 2 eine Länge von 50 m und einen Querschnitt von 1 mm² (gleiches Material). Wie groß ist das Verhältnis R₁:R₂?

Richtig ist die Antwort „1:1“. Für den Widerstand eines

Drahtes gilt $R = \rho \frac{l}{A}$, die Länge steht also im Zähler und der Querschnitt im Nenner:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{l_1}{A_1}}{\frac{l_2}{A_2}} = \frac{\frac{100}{2}}{\frac{50}{1}} = \frac{50}{50} = 1$$

Der erste Draht ist doppelt so lang, was den Widerstand verdoppelt, hat aber auch den doppelten Querschnitt, was ihn wieder halbiert — beide Änderungen heben einander auf.

Die Antwort „2:1“ ist falsch: Zwei zu eins ergäbe sich, wenn nur die Länge verdoppelt wäre.

Die Antwort „1:2“ ist falsch: Eins zu zwei ergäbe sich bei umgekehrter Betrachtung.

Die Antwort „4:1“ ist falsch: Vier zu eins entstünde, wenn beide Änderungen gleichsinnig wirkten.

Die Antwort „1:4“ ist falsch: Eins zu vier ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Länge und Querschnitt wirken gegensinnig auf den Widerstand. Wie erklärt sich das anschaulich am Bild eines Wasserrohrs?

MERKE

$R = \rho \frac{l}{A}$ — länger heißt mehr, dicker heißt weniger Widerstand.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2015 · schwer · Lernziel: Den Leiterwiderstand aus Länge und Querschnitt berechnen

P141 A Wenn die Querschnittsfläche kleiner wird.

Wann ist der elektrische Widerstand bei Metallen größer?

Richtig ist die Antwort „Wenn die Querschnittsfläche kleiner wird“. Nach $R = \rho \frac{l}{A}$ ist der Widerstand dem Querschnitt umgekehrt proportional; ein dünnerer Draht setzt dem Strom also mehr entgegen. Anschaulich passt das Bild des Wasserrohrs, denn ein enges Rohr behindert die Strömung stärker als ein weites.

Die Antwort „Wenn die Spannung vergrößert wird“ ist falsch: Die Spannung ändert den Widerstand nicht; sie treibt lediglich mehr Strom hindurch.

Die Antwort „Wenn die Temperatur verringert wird“ ist falsch: Bei Metallen sinkt der Widerstand mit fallender Temperatur, weil die Atomrümpfe ruhiger schwingen.

Die Antwort „Wenn die Länge des Leiters verkürzt wird“ ist falsch: Ein kürzerer Draht hat einen kleineren Widerstand.

Die Antwort „Wenn die Stromstärke erhöht wird“ ist falsch: Die Stromstärke ist die Folge und nicht die Ursache des Widerstands.

Zum Weiterdenken: Bei sehr tiefen Temperaturen verschwindet der Widerstand mancher Metalle vollständig. Wie fügt sich diese Supraleitung in den beschriebenen Temperaturzusammenhang ein?

MERKE

$R = \rho \frac{l}{A}$ – dünner und länger heißt mehr Widerstand.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Einflussgrößen auf den Leiterwiderstand bestimmen

P142 E $\Omega \cdot m$

Welche Einheit hat der spezifische elektrische Widerstand?

Richtig ist die Antwort „ $\Omega \cdot m$ “. Stelle $R = \rho \frac{l}{A}$ nach dem spezifischen Widerstand um:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{\omega \cdot m^2}{m} = \omega \cdot m$$

Diese Größe ist eine reine Stoffeigenschaft und erlaubt es, Materialien unabhängig von der Bauform zu vergleichen.

Die Antwort „ Ω/m “ ist falsch: Ohm je Meter entsteht durch Teilen statt Malnehmen.

Die Antwort „ $\Omega \cdot m^2$ “ ist falsch: Ohm mal Quadratmeter berücksichtigt die Länge nicht.

Die Antwort „ m/Ω “ ist falsch: Meter je Ohm ergibt keine sinnvolle Größe.

Die Antwort „ Ω^2/m “ ist falsch: Ohmquadrat je Meter ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Der spezifische Widerstand ist unabhängig von der Bauform, der Widerstand nicht. Warum braucht die Physik beide Größen?

MERKE

$\rho = \frac{R A}{l}$ in $\omega \cdot m$ – die Stoffeigenschaft hinter dem Widerstand.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Die Einheit des spezifischen Widerstands herleiten

P143 D Durch Verringerung der Querschnittsfläche des Leiters

Wie kann man den elektrischen Widerstand eines Metalldrahtes erhöhen?

Richtig ist die Antwort „Durch Verringerung der

Querschnittsfläche des Leiters“. Nach $R = \rho \frac{l}{A}$ ist der Widerstand dem Querschnitt umgekehrt proportional, weshalb ein dünnerer Draht einen größeren Widerstand hat. Insgesamt gibt es damit drei Stellschrauben, nämlich die Länge zu vergrößern, den Querschnitt zu verkleinern oder ein Material mit größerem spezifischem Widerstand zu wählen. Bei Metallen kommt als vierte Möglichkeit die Erwärmung hinzu.

Die Antwort „Indem man den Draht schwarz anmalt“ ist falsch: Die Farbe hat keinen Einfluss auf die elektrische Leitfähigkeit.

Die Antwort „Durch Umkehren der Stromrichtung“ ist falsch: Der Widerstand eines Metalldrahtes ist von der Stromrichtung unabhängig; richtungsabhängig verhalten sich nur Bauteile wie Dioden.

Die Antwort „Durch Erhöhung der Querschnittsfläche/des Leiterdurchmessers“ ist falsch: Ein größerer Querschnitt senkt den Widerstand.

Die Antwort „Durch Erhöhung der angelegten Spannung“ ist falsch: Die Spannung ändert den Widerstand nicht, sondern nur den fließenden Strom.

Zum Weiterdenken: Vier Größen bestimmen den Widerstand eines Drahtes. Welche davon kannst du im Betrieb noch verändern, wenn der Draht bereits verbaut ist?

MERKE

$R = \rho \frac{l}{A}$ – dünner, länger, schlechteres Material oder wärmer.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Leiterwiderstand gezielt verändern

OHMSCHES GESETZ

P144 **B** $R = \frac{U}{I}$

Wie berechnet sich der elektrische Widerstand R in einem Stromkreis nach dem Ohmschen Gesetz?

Richtig ist die Antwort „ $R = \frac{U}{I}$ “. Das Ohmsche Gesetz

lautet $U = R \cdot I$. Nach dem Widerstand umgestellt:

$$R = \frac{U}{I}$$

Anschaulich bedeutet das: Je mehr Spannung nötig ist, um denselben Strom zu treiben, desto größer ist der Widerstand.

Die Antwort „ $R = U \cdot I$ “ ist falsch: Spannung mal Stromstärke ergibt die elektrische Leistung.

Die Antwort „ $R = \frac{I}{U}$ “ ist falsch: Stromstärke geteilt durch Spannung ist der Leitwert, also der Kehrwert des Widerstands.

Die Antwort „ $R = U + I$ “ ist falsch: Größen verschiedener Art lassen sich nicht zusammenzählen.

Die Antwort „ $R = I^2/U$ “ ist falsch: Diese Kombination ergibt keine sinnvolle Größe.

Zum Weiterdenken: Aus einer einzigen Gleichung lassen sich drei Formeln gewinnen. Wie stellst du sie sicher um, ohne alle drei einzeln auswendig zu lernen?

MERKE

$U = R \cdot I$ — daraus folgt alles Weitere durch Umstellen.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Das Ohmsche Gesetz nach dem Widerstand umstellen

P145 **B** 1 V

In einem Stromkreis liegen $100 \mu\text{A}$ Stromstärke und $10 \text{ k}\Omega$ Widerstand vor. Wie groß ist die Spannung?

Richtig ist die Antwort „ 1 V “. Die Spannung ist $U = R \cdot I$. Setze beide Größen zunächst in Grundeinheiten ein, $100 \mu\text{A} = 10^{-4} \text{ A}$ und $10 \text{ k}\Omega = 10^4 \Omega$:

$$U = 10^4 \Omega \cdot 10^{-4} \text{ A} = 10^0 \text{ V} = 1 \text{ V}$$

Solche Aufgaben sind bewusst so gebaut, dass sich die Vorsilben aufheben — wer sie nicht umrechnet, verrechnet sich zwangsläufig um Zehnerpotenzen.

Die Antwort „ 10 V “ ist falsch: Zehn Volt wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „ $0,1 \text{ V}$ “ ist falsch: $0,1$ Volt wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „ 100 V “ ist falsch: Hundert Volt wäre hundertmal zu groß.

Die Antwort „ $0,01 \text{ V}$ “ ist falsch: $0,01$ Volt wäre hundertmal zu klein.

Zum Weiterdenken: Mikro und kilo unterscheiden sich um neun Zehnerpotenzen, und dennoch kommt hier eine glatte Eins heraus. Wie erkennst du solche sich aufhebenden Vorsilben schon vor dem Rechnen?

MERKE

Vorsilben zuerst in Zehnerpotenzen, dann multiplizieren — $10^{-6} \cdot 10^3 = 10^{-3}$.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Das Ohmsche Gesetz mit Vorsilben rechnen

P146 **D** **Wenn der Widerstand bei gleicher Spannung größer wird, wird die Stromstärke auch größer.**

Welche Aussage zum Ohm'schen Widerstand ist NICHT richtig?

Richtig ist die Antwort „Wenn der Widerstand bei gleicher Spannung größer wird, wird die Stromstärke auch größer“, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage.

Nach $I = \frac{U}{R}$ steht der Widerstand im Nenner, weshalb bei gleicher Spannung ein größerer Widerstand zu einer kleineren Stromstärke führt. Die Behauptung kehrt diesen Zusammenhang um.

Die Antwort „Kupfer hat einen geringeren Widerstand als Glasfaser“ ist falsch als Antwort, weil Kupfer als Metall tatsächlich weit besser leitet als Glas.

Die Antwort „Verlängert man die Länge eines Drahtes, vergrößert sich sein Widerstand“ ist falsch als Antwort, weil ein längerer Draht tatsächlich einen größeren Widerstand hat.

Die Antwort „Vergrößert man die Querschnittsfläche eines Leiters, verringert sich sein Widerstand“ ist falsch als Antwort, weil ein größerer Querschnitt den Widerstand tatsächlich senkt.

Die Antwort „Erhöht man die Temperatur eines Drahtes, so erhöht sich sein Widerstand“ ist falsch als Antwort, weil der Widerstand von Metallen mit der Temperatur tatsächlich steigt: Die stärker schwingenden Atomrümpfe behindern die Elektronen zunehmend. Bei Halbleitern verhält es sich übrigens umgekehrt.

Zum Weiterdenken: Bei Metallen steigt der Widerstand mit der Temperatur, bei Halbleitern sinkt er. Woran liegt dieser gegensätzliche Befund?

MERKE

$$I = \frac{U}{R} \text{ — der Widerstand steht im Nenner.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Aussagen zum Ohmschen Widerstand auf Fehler prüfen

P147 A $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Zwei in Reihe geschaltete Widerstände R_1 und R_2 haben die Spannungsabfälle U_1 und U_2 . Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „ $U_1/U_2 = R_1/R_2$ “. In einer Reihenschaltung fließt durch beide Widerstände derselbe Strom, und nach $U = R \cdot I$ folgt daraus:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1 I}{R_2 I} = \frac{R_1}{R_2}$$

Der gemeinsame Strom kürzt sich also heraus. Anders gesagt fällt am größeren Widerstand die größere Spannung ab.

Die Antwort „ $R_1 + R_2 = U_1 + U_2$ “ ist falsch: Widerstände und Spannungen sind verschiedene Größen und lassen sich nicht gleichsetzen.

Die Antwort „ $U_1/U_2 = R_2/R_1$ “ ist falsch: Hier ist das Verhältnis vertauscht.

Die Antwort „ $R_1 \times R_2 = U_1 \times U_2$ “ ist falsch: Ein Produkt der Widerstände ergibt keine sinnvolle Beziehung.

Die Antwort „ $R_1 \times U_1 = R_2 \times U_2$ “ ist falsch: Diese Kombination folgt aus keinem der Gesetze.

Zum Weiterdenken: Am größeren Widerstand fällt mehr Spannung ab. Wie nutzt man diese Eigenschaft aus, um aus einer festen Spannung eine kleinere zu gewinnen?

MERKE

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \text{ — in Reihe ist der Strom überall gleich.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Die Spannungsteilerregel herleiten

P148 B 200 Ω

Eine elektrische Leistung von $P = 200 \text{ W}$ wird bei einer Spannung von $U = 200 \text{ V}$ umgesetzt. Wie groß ist der elektrische Widerstand?

Richtig ist die Antwort „200 Ω “. Setze $P = U I$ und $I = \frac{U}{R}$

zusammen, dann ergibt sich $P = \frac{U^2}{R}$ und nach dem Widerstand umgestellt:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(200 \text{ V})^2}{200 \text{ W}} = \frac{40000}{200} = 200 \Omega$$

Schneller geht es über den Umweg des Stroms, denn aus $I = \frac{P}{U} = 1 \text{ A}$ folgt unmittelbar $R = \frac{U}{I} = 200 \Omega$.

Die Antwort „2 Ω “ ist falsch: Zwei Ohm entstünde, wenn man Spannung und Leistung schlicht durcheinander teilte, ohne zu quadrieren.

Die Antwort „1 Ω “ ist falsch: Ein Ohm ist der Zahlenwert der Stromstärke und nicht des Widerstands.

Die Antwort „20 Ω “ ist falsch: Zwanzig Ohm liegt eine Zehnerpotenz daneben.

Die Antwort „400 Ω “ ist falsch: Vierhundert Ohm entspräche der doppelten Leistung.

Zum Weiterdenken: Es gibt hier zwei Rechenwege, einen über die Formel und einen über die Zwischengröße Stromstärke. Welcher ist unter Zeitdruck der sicherere?

MERKE

$$P = \frac{U^2}{R} \text{ — oder erst den Strom bestimmen, dann Ohm anwenden.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Widerstand aus Leistung und Spannung berechnen

P149 E Eine Gerade durch den Ursprung

Welcher Graph in einem U-I-Diagramm entspricht dem ohmschen Gesetz?

Richtig ist die Antwort „Eine Gerade durch den Ursprung“.

Nach $U = R \cdot I$ sind Spannung und Stromstärke einander proportional, weshalb der Zusammenhang im Diagramm eine Gerade durch den Ursprung ergibt, deren Steigung dem Widerstand entspricht. Der Ursprung muss enthalten sein, denn ohne Spannung fließt kein Strom. Bauteile, deren Kennlinie von dieser Geraden abweicht, nennt man nichtohmsch — dazu gehören Glühlampen, deren Widerstand mit der Temperatur steigt, und Halbleiterdioden.

Die Antwort „Eine Gerade mit positivem y-Achsenabschnitt“ ist falsch: Ein Achsenabschnitt bedeutete Strom ohne Spannung.

Die Antwort „Eine Parabel“ ist falsch: Eine Parabel beschreibt keinen linearen Zusammenhang.

Die Antwort „Eine fallende Gerade mit negativer Steigung durch den Ursprung“ ist falsch: Eine negative Steigung bedeutete Stromfluss entgegen der Spannung.

Die Antwort „Eine Kurve mit abnehmender Steigung (Sättigungskurve)“ ist falsch: Eine Sättigungskurve zeigt ein nichtohmsches Bauteil.

Zum Weiterdenken: Eine Glühlampe hält sich nicht an das Ohmsche Gesetz. Welche Eigenschaft ihres Drahtes verbiegt die Kennlinie?

MERKE

$$U = R I \text{ — Gerade durch den Ursprung, die Steigung ist der Widerstand.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Das Ohmsche Gesetz grafisch erkennen

P150 C Der Strom im Leiter sinkt

An einer festen Spannungsquelle ist ein ohmscher Widerstand angeschlossen. Was passiert, wenn sich der Widerstand erwärmt und dadurch sein Widerstandswert steigt?

Richtig ist die Antwort „Der Strom im Leiter sinkt“. Bleibt die Spannung fest und steigt der Widerstand, sinkt nach $I = \frac{U}{R}$ die Stromstärke, und weil $P = \frac{U^2}{R}$ gilt, sinkt die Leistung mit. Genau dieses Verhalten hat eine Glühlampe: Beim Einschalten ist der kalte Draht niederohmig, es fließt kurzzeitig ein Vielfaches des späteren Stroms, und mit der Erwärmung pendelt sich der Betriebswert ein – deshalb brennen Glühlampen fast immer im Augenblick des Einschaltens durch.

Die Antwort „Der Strom im Leiter steigt“ ist falsch: Der Strom steigt nicht, sondern sinkt.

Die Antwort „Die Spannung steigt“ ist falsch: Die Spannung ist laut Angabe fest.

Die Antwort „Die Leistung steigt“ ist falsch: Die Leistung sinkt gemeinsam mit dem Strom.

Die Antwort „Die Leistung bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bliebe sie nur bei gleichbleibendem Strom.

Zum Weiterdenken: Glühlampen gehen fast immer beim Einschalten kaputt. Wie erklärt der temperaturabhängige Widerstand diese Beobachtung?

MERKE

$I = \frac{U}{R}$ und $P = \frac{U^2}{R}$ – mehr Widerstand heißt weniger von beidem.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Folgen eines steigenden Widerstands bei fester Spannung bestimmen

KIRCHHOFFSCHE GESETZE**P151 C 0,01 A**

In einem Stromkreis sind zwei Widerstände (300 Ω und 600 Ω) in Reihe geschaltet, angelegt ist eine Spannung von 9 V. Wie groß ist die Stromstärke?

Richtig ist die Antwort „0,01 A“. In Reihe addieren sich die Widerstände, $R = 300 \Omega + 600 \Omega = 900 \Omega$. Nach dem Ohmschen Gesetz:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{9 \text{ V}}{900 \Omega} = 0,01 \text{ A}$$

Wichtig ist die Grundeigenschaft der Reihenschaltung: Durch alle Bauteile fließt derselbe Strom, während sich die Spannung aufteilt.

Die Antwort „0,03 A“ ist falsch: 0,03 Ampere ergäbe sich, wenn man nur den Widerstand von dreihundert Ohm berücksichtigte.

Die Antwort „0,06 A“ ist falsch: 0,06 Ampere entspräche einem Widerstand von hundertfünfzig Ohm.

Die Antwort „0,025 A“ ist falsch: 0,025 Ampere lässt sich aus den Angaben nicht herleiten.

Die Antwort „0,1 A“ ist falsch: 0,1 Ampere wäre zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: In Reihe addieren sich die Widerstände, parallel wird der Gesamtwiderstand kleiner als der kleinste Einzelwiderstand. Wie erklärt sich der zweite Fall anschaulich über die Zahl der offenen Wege?

MERKE

In Reihe $R = R_1 + R_2$, der Strom ist überall gleich.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Stromstärke in einer Reihenschaltung berechnen

P152 A Er ist kleiner als der kleinste Einzelwiderstand

Wie verhält sich der Gesamtwiderstand bei einer Parallelschaltung von Widerständen?

Richtig ist die Antwort „Er ist kleiner als der kleinste Einzelwiderstand“. Bei einer Parallelschaltung addieren sich die Kehrwerte der Widerstände, weshalb der Gesamtwiderstand stets kleiner ausfällt als der kleinste Einzelwiderstand. Anschaulich wird das am Bild mehrerer Türen: Jeder zusätzliche Weg erleichtert das Durchkommen, gleichgültig wie schmal er ist. Bei zwei gleichen Widerständen halbiert sich der Gesamtwiderstand.

Die Antwort „Er ist gleich der Summe der Einzelwiderstände“ ist falsch: Die Summe der Einzelwiderstände ergibt sich bei einer Reihenschaltung.

Die Antwort „Er ist größer als der größte Einzelwiderstand“ ist falsch: Größer als der größte Einzelwiderstand wird der Gesamtwiderstand nie.

Die Antwort „Er ist gleich dem größten Einzelwiderstand“ ist falsch: Auch der größte Einzelwiderstand wird unterschritten.

Die Antwort „Er ist unabhängig von den Einzelwiderständen“ ist falsch: Der Gesamtwiderstand hängt sehr wohl von den Einzelwerten ab.

Zum Weiterdenken: Jeder zusätzlich parallel geschaltete Widerstand senkt den Gesamtwiderstand weiter. Was bedeutet das für die Stromstärke, die eine Leitung mit vielen angeschlossenen Geräten führen muss?

MERKE

Parallel heißt kleiner als der kleinste – jeder neue Weg erleichtert das Durchkommen.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Den Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung abschätzen

P153 **C** $R < R_1 < R_2$

Zwei Widerstände (R_1 und R_2) sind parallel zueinander geschaltet. R_2 hat einen größeren Widerstand als R_1 . Wie verhält sich der Gesamtwiderstand (R)?

Richtig ist die Antwort „ $R < R_1 < R_2$ “. Bei einer Parallelschaltung ist der Gesamtwiderstand stets kleiner als der kleinste Einzelwiderstand. Da der erste Widerstand laut Angabe der kleinere ist, gilt also: Gesamtwiderstand kleiner als der erste, dieser kleiner als der zweite. Anschaulich: Jeder zusätzliche Weg erleichtert den Durchfluss, sodass die Gesamtbehinderung unter die des besten Einzelwegs sinkt.

Die Antwort „ $R > R_1$ “ ist falsch: Größer als der erste Widerstand wird der Gesamtwiderstand nie.

Die Antwort „ $R < R_2$ “ ist falsch: Die Aussage stimmt zwar für sich genommen, ist aber unvollständig, weil sie den entscheidenden Vergleich mit dem kleineren Widerstand nicht enthält.

Die Antwort „ $R_1 > R_2$ “ ist falsch: Laut Angabe ist der zweite Widerstand der größere.

Die Antwort „ $R_1 > R > R_2$ “ ist falsch: Diese Reihenfolge widerspricht sowohl der Angabe als auch der Regel.

Zum Weiterdenken: Zwei Antworten sind sachlich nicht falsch, aber nur eine beschreibt die Lage vollständig. Wie gehst du vor, wenn mehrere Antworten zutreffen könnten?

MERKE

Parallel heißt kleiner als der kleinste – nicht nur kleiner als der größte.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Den Gesamtwiderstand zweier paralleler Widerstände einordnen

P154 **C** Aus der Ladungserhaltung folgt, dass in jedem Knoten die Summe der zu- und abfließenden Ströme gleich null ist (Knotenregel).

Welche Aussage zu den Kirchhoffschen Gesetzen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Aus der Ladungserhaltung folgt, dass in jedem Knoten die Summe der zu- und abfließenden Ströme gleich null ist (Knotenregel)“. Die Knotenregel besagt, dass an jedem Verzweigungspunkt genauso viel Strom zufließt wie abfließt, denn Ladung kann sich dort weder ansammeln noch verschwinden. Sie ist damit unmittelbar die Ladungserhaltung in Schaltungssprache. Die zweite Regel, die Maschenregel, folgt dagegen aus der Energieerhaltung: Auf jedem geschlossenen Umlauf heben sich alle Spannungen auf.

Die Antwort „In einer Masche ist die Summe der Spannungen immer größer als null“ ist falsch: In einer Masche ergibt die Summe der Spannungen unter Beachtung der Vorzeichen genau null.

Die Antwort „Die Knotenregel gilt nur für Wechselstromkreise“ ist falsch: Die Knotenregel gilt für Gleich- wie Wechselstrom.

Die Antwort „Die Maschenregel folgt aus der Erhaltung der elektrischen Ladung“ ist falsch: Hier sind die beiden Herleitungen vertauscht – die Maschenregel folgt aus der Energieerhaltung.

Die Antwort „An einem Knoten ist die Stromstärke im zufließenden Zweig stets größer als in den abfließenden Zweigen“ ist falsch: Die zufließende Stromstärke ist gleich der Summe der abfließenden und nicht größer als jede einzelne.

Zum Weiterdenken: Die eine Regel folgt aus der Ladungserhaltung, die andere aus der Energieerhaltung. Warum lassen sich damit sämtliche Schaltungen berechnen, ohne eine einzige weitere Annahme?

MERKE

Knotenregel aus der Ladungserhaltung, Maschenregel aus der Energieerhaltung.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Knotenregel auf die Ladungserhaltung zurückführen

P155 **C** Aufgrund der Ladungserhaltung ist die Summe der Ströme an einem Knotenpunkt gleich null (Knotenregel)

Welche Aussage zu den Kirchhoffschen Gesetzen ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Aufgrund der Ladungserhaltung ist die Summe der Ströme an einem Knotenpunkt gleich null (Knotenregel)“. Die Knotenregel folgt aus der Ladungserhaltung: An jedem Verzweigungspunkt ist die Summe aller Ströme unter Beachtung der Vorzeichen gleich null, es fließt also genauso viel zu wie ab. Ladung kann sich an einem Knoten weder ansammeln noch verschwinden.

Die Antwort „Die Summe aller Ströme in einer Masche ist konstant (Maschenregel)“ ist falsch: Die Maschenregel betrifft Spannungen, nicht Ströme.

Die Antwort „Die Summe aller Spannungen an einem Knoten ist konstant“ ist falsch: An einem Knoten werden Ströme betrachtet, nicht Spannungen.

Die Antwort „Zu- und abfließende Ströme an einem Knoten müssen unterschiedlich groß sein“ ist falsch: Zu- und abfließende Ströme sind in der Summe gleich groß.

Die Antwort „Die Richtung der Spannung ist bei der Maschenregel irrelevant“ ist falsch: Die Richtung ist bei der Maschenregel wesentlich, denn die Spannungen werden vorzeichenrichtig aufsummiert.

Zum Weiterdenken: Die Knotenregel ist im Kern eine Bilanz. Welche andere Bilanz im Alltag folgt genau demselben Gedanken?

MERKE

Am Knoten fließt so viel ab wie zu — Ladung geht nirgends verloren.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Knotenregel erneut zuordnen

MAGNETFELD

P156 B Maß für die Stärke eines Magnetfeldes, Einheit Tesla

Welche physikalische Größe wird als magnetische Flussdichte B bezeichnet und in welcher Einheit wird sie angegeben?

Richtig ist die Antwort „Maß für die Stärke eines Magnetfeldes, Einheit Tesla“. Die magnetische Flussdichte ist das Maß für die Stärke eines Magnetfelds und wird in Tesla angegeben. Zur Einordnung: Das Erdmagnetfeld liegt bei etwa fünfzig Mikrottesla, ein Kühlschrankmagnet bei einigen Millitesla und ein Kernspintomograph bei ein bis drei Tesla — die Einheit umfasst also einen sehr großen Bereich.

Die Antwort „Maß für die elektrische Feldstärke, Einheit V/m “ ist falsch: Die elektrische Feldstärke wird in Volt je Meter angegeben.

Die Antwort „Maß für die Stromstärke, Einheit Ampere“ ist falsch: Die Stromstärke wird in Ampere angegeben.

Die Antwort „Maß für den magnetischen Widerstand, Einheit Ohm“ ist falsch: Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstands.

Die Antwort „Maß für die Ladungsmenge, Einheit Coulomb“ ist falsch: Coulomb ist die Einheit der Ladung.

Zum Weiterdenken: Ein Kernspintomograph erzeugt ein Feld, das zehntausendmal stärker ist als das der Erde. Welche Vorsichtsmaßnahmen ergeben sich daraus im Umgang mit dem Gerät?

MERKE

Magnetische Flussdichte in Tesla — Erdfeld Mikrottesla, Kernspin einige Tesla.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die magnetische Flussdichte und ihre Einheit benennen

P157 A Liegt die Leiterschleife zur Gänze im homogenen Magnetfeld, tritt keine Induktion auf.

Was trifft zu, wenn eine Leiterschleife in einem Magnetfeld bewegt wird (Induktion)?

Richtig ist die Antwort „Liegt die Leiterschleife zur Gänze im homogenen Magnetfeld, tritt keine Induktion auf“. Eine Spannung wird nur induziert, wenn sich der magnetische Fluss durch die Leiterschleife ändert. Liegt

die Schleife vollständig innerhalb eines homogenen Felds, bleibt der Fluss beim Verschieben gleich, denn es kommt an einer Seite genauso viel Feld hinzu, wie an der anderen wegfällt — es wird also nichts induziert. Erst beim Ein- oder Austritt aus dem Feld oder beim Drehen ändert sich der Fluss.

Die Antwort „Nur bei Translation und nicht bei Rotation kommt es zur Induktion“ ist falsch: Gerade die Drehung ist der wichtigste Fall, denn auf ihr beruht jeder Generator.

Die Antwort „Die Geschwindigkeit der Bewegung hat keinen Einfluss auf die Höhe der induzierten Spannung“ ist falsch: Die induzierte Spannung hängt unmittelbar von der Änderungsgeschwindigkeit ab — schnellere Bewegung erzeugt mehr Spannung.

Die Antwort „Bei gleichmäßiger Hin- und Herbewegung heben sich die Spannungen auf und es entsteht keine Induktion“ ist falsch: Bei einer Hin- und Herbewegung wechselt die Spannung lediglich ihr Vorzeichen; genau so entsteht Wechselstrom.

Die Antwort „Induktion tritt nur bei Wechselstrom auf, nie bei Bewegung im Gleichfeld“ ist falsch: Auch die Bewegung im Gleichfeld erzeugt Induktion, sofern sich der Fluss ändert.

Zum Weiterdenken: Entscheidend ist nicht die Bewegung selbst, sondern die Änderung des Flusses. Wie erklärt das, warum ein Generator dreht statt schiebt?

MERKE

Nur eine Flussänderung induziert — im homogenen Feld bringt reines Verschieben nichts.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Die Bedingung für Induktion bestimmen

P158 E Protonen und Elektronen werden in einem Magnetfeld aufgrund der Lorentzkraft in unterschiedliche Richtungen abgelenkt.

Welche Aussage im Bezug auf die Lorentzkraft stimmt?

Richtig ist die Antwort „Protonen und Elektronen werden in einem Magnetfeld aufgrund der Lorentzkraft in unterschiedliche Richtungen abgelenkt“. Die Lorentzkraft wirkt auf bewegte elektrische Ladungen und steht senkrecht sowohl zur Bewegungsrichtung als auch zum Magnetfeld. Weil ihre Richtung vom Vorzeichen der Ladung abhängt, werden positiv geladene Protonen und negativ geladene Elektronen zu entgegengesetzten Seiten abgelenkt. Genau darauf beruht das Massenspektrometer, das Teilchen nach Ladung und Masse trennt.

Die Antwort „Neutronenstrahlung wird durch die Lorentzkraft abgelenkt, da Neutronen eine hohe Masse besitzen“ ist falsch: Neutronen sind ungeladen und erfahren keine Lorentzkraft; die Masse spielt keine Rolle.

Die Antwort „Gammastrahlung wird in einem Magnetfeld abgelenkt, da sie eine elektromagnetische Welle ist“ ist falsch: Gammastrahlung besteht aus ungeladenen

Photonen und wird nicht abgelenkt.

Die Antwort „Positronen werden in einem Magnetfeld nicht abgelenkt, da sie Antimaterie sind“ ist falsch:

Positronen tragen eine positive Ladung und werden sehr wohl abgelenkt — sie werden lediglich in die Gegenrichtung der Elektronen gelenkt.

Die Antwort „Die Lorentzkraft wirkt unabhängig von der Ladung eines Teilchens“ ist falsch: Ohne Ladung gibt es keine Lorentzkraft.

Zum Weiterdenken: Im Magnetfeld trennen sich Alpha-, Beta- und Gammastrahlung in drei verschiedene Richtungen auf. Welche Eigenschaft der drei Strahlungsarten wird dabei sichtbar?

MERKE

Lorentzkraft braucht Ladung und Bewegung — Ungeladenes fliegt unbeirrt geradeaus.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Lorentzkraft auf ihre Voraussetzungen prüfen

WECHSELSTROM (EFFEKTIVWERT, AMPLITUDE, FREQUENZ)

P159 B 325 V

Die Netzspannung in Österreich hat einen Effektivwert von 230 V. Wie groß ist der Spitzenwert (Scheitelwert) der Wechselspannung?

Richtig ist die Antwort „325 V“. Der Effektivwert ist derjenige Wert, den eine Gleichspannung haben müsste, um dieselbe Leistung umzusetzen. Bei sinusförmigem

Verlauf gilt $U_{\text{eff}} = \frac{U}{\sqrt{2}}$, umgestellt also

$$\hat{U} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = 230 \text{ V} \cdot 1,41 \approx 325 \text{ V}$$

Die Antwort „230 V“ ist falsch: Zweihundertdreißig Volt ist der Effektivwert selbst.

Die Antwort „165 V“ ist falsch: Hundertfünfundsechzig Volt entstünde durch Teilen statt Malnehmen mit der Wurzel aus zwei.

Die Antwort „460 V“ ist falsch: Vierhundertsechzig Volt entspräche dem doppelten Effektivwert.

Die Antwort „115 V“ ist falsch: Hundertfünfzehn Volt entspräche der Hälfte.

Zum Weiterdenken: Auf jedem Gerät steht der Effektivwert, obwohl die Spannung tatsächlich bis über dreihundert Volt ausschlägt. Warum ist gerade der Effektivwert die praktisch nützlichere Angabe?

MERKE

$\hat{U} = U_{\text{eff}} \sqrt{2}$ — aus 230 werden 325 Volt.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Effektivwert und Scheitelwert einer Wechselspannung umrechnen

P160 C Die verbrauchte elektrische Energie in Kilowattstunden (kWh)

Was misst der Stromzähler im Haushalt tatsächlich?

Richtig ist die Antwort „Die verbrauchte elektrische Energie in Kilowattstunden (kWh)“. Der Haushaltszähler misst die verbrauchte elektrische Energie nach $W = P \cdot t$ in Kilowattstunden. Genau deshalb kostet ein Gerät mit kleiner Leistung, das dauerhaft läuft, unter Umständen mehr als ein starkes Gerät, das nur kurz eingeschaltet wird — abgerechnet wird die Fläche unter der Leistungskurve und nicht deren Höhe.

Die Antwort „Die Momentanleistung in Watt“ ist falsch: Die Momentanleistung zeigt allenfalls ein Messgerät an, doch abgerechnet wird sie im Haushalt nicht.

Die Antwort „Den Spitzenwert der Wechselspannung“ ist falsch: Der Spitzenwert der Spannung ist für die Abrechnung ohne Belang.

Die Antwort „Die Frequenz des Wechselstroms“ ist falsch: Die Netzfrequenz von fünfzig Hertz liegt fest.

Die Antwort „Den Effektivwert der Stromstärke allein“ ist falsch: Die Stromstärke allein sagt nichts über den Energieverbrauch, denn dazu gehören auch Spannung und Zeit.

Zum Weiterdenken: Eine Kilowattstunde ist Leistung mal Zeit. Wie berechnest du damit, was eine Stunde Fernsehen kostet, wenn du Leistung und Strompreis kennst?

MERKE

$W = P \cdot t$ — der Zähler misst Energie, nicht Leistung.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Erkennen, dass der Stromzähler eine Energie misst

P161 D 20 ms

Eine Waschmaschine ist mit "230V, 50Hz, 2000W" spezifiziert. Wie groß ist die Periodendauer der Netzspannung?

Richtig ist die Antwort „20 ms“. Periodendauer und Frequenz sind Kehrwerte:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

Die Angaben zu Spannung und Leistung sind für diese Frage überflüssig und dienen lediglich der Ablenkung — eine Aufgabenbauart, die dir im MedAT häufig begegnet.

Die Antwort „50 ms“ ist falsch: Fünfzig Millisekunden entstehen, wenn man die Zahl fünfzig unbesehen übernimmt.

Die Antwort „100 ms“ ist falsch: Hundert Millisekunden entspräche zehn Hertz.

Die Antwort „10 ms“ ist falsch: Zehn Millisekunden entspräche hundert Hertz und entsteht durch Verwechslung mit der doppelten Frequenz.

Die Antwort „2 ms“ ist falsch: Zwei Millisekunden entspräche fünfhundert Hertz.

Zum Weiterdenken: Zwei der drei Angaben in der Aufgabe werden gar nicht gebraucht. Wie erkennst du überflüssige Angaben, bevor du zu rechnen beginnst?

MERKE

$T = \frac{1}{f}$ — fünfzig Hertz bedeuten zwanzig Millisekunden.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Periodendauer aus der Netzfrequenz berechnen

P162 A 325 V

Ein Wechselstromnetz hat einen Effektivwert von 230 V bei einer Frequenz von 50 Hz. Wie groß ist die maximale Spannung (Scheitelwert)?

Richtig ist die Antwort „325 V“. Bei sinusförmiger Wechselspannung gilt:

$$\hat{U} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}} = 1,41 \cdot 230 \text{ V} \approx 325 \text{ V}$$

Die Frequenzangabe von fünfzig Hertz wird für diese Rechnung nicht gebraucht.

Die Antwort „230 V“ ist falsch: Zweihundertdreißig Volt ist der Effektivwert selbst.

Die Antwort „460 V“ ist falsch: Vierhundertsechzig Volt wäre der doppelte Effektivwert.

Die Antwort „162 V“ ist falsch: Hundertzweiundsechzig Volt entstünde durch Teilen statt Malnehmen mit der Wurzel aus zwei.

Die Antwort „500 V“ ist falsch: Fünfhundert Volt lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten entstehen durch Teilen statt Malnehmen. Wie entscheidest du sicher, in welche Richtung der Faktor Wurzel zwei wirkt?

MERKE

$\hat{U} = \sqrt{2} U_{\text{eff}}$ — aus 230 V werden 325 V.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Den Scheitelwert aus dem Effektivwert bestimmen

P163 E Nur von der Amplitude, nicht von der Frequenz

Wovon hängt der Effektivwert einer Wechselspannung ab?

Richtig ist die Antwort „Nur von der Amplitude, nicht von der Frequenz“. Für eine sinusförmige Wechselspannung

gilt $U_{\text{eff}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$, der Effektivwert hängt also ausschließlich von der Amplitude ab. Die Frequenz spielt keine Rolle,

denn sie bestimmt nur, wie schnell die Spannung durchlaufen wird, nicht aber, wie groß sie im Mittel wirkt. Sachlich bedeutet der Effektivwert, dass eine Gleichspannung dieser Größe in einem Widerstand dieselbe Leistung umsetzen würde.

Die Antwort „Von Amplitude und Frequenz“ ist falsch: Die Frequenz geht nicht ein.

Die Antwort „Weder von Amplitude noch von Frequenz“ ist falsch: Von der Amplitude hängt der Effektivwert sehr wohl ab.

Die Antwort „Nur von der Frequenz, nicht von der Amplitude“ ist falsch: Das kehrt die Verhältnisse um.

Die Antwort „Vom arithmetischen Mittelwert der Spannung“ ist falsch: Das arithmetische Mittel einer Sinusspannung über eine volle Periode ist null, weil sich positive und negative Halbwelle aufheben. Genau deshalb bildet man den Effektivwert über das Quadrat.

Zum Weiterdenken: Der einfache Mittelwert einer Wechselspannung ist null, und dennoch heizt sie zuverlässig. Warum führt erst die Mittelung über das Quadrat zu einem brauchbaren Wert?

MERKE

$U_{\text{eff}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$ — die Frequenz zählt nicht mit.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Abhängigkeiten des Effektivwerts bestimmen

ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (FREQUENZSPEKTRUM, WELLENLÄNGEN)**P164 C 0,05 m**

Wie groß ist die Wellenlänge einer elektromagnetischen Welle mit einer Frequenz von 6 GHz ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)?

Richtig ist die Antwort „0,05 m“. Für jede Welle gilt $c = \lambda \cdot f$, umgestellt $\lambda = \frac{c}{f}$. Sechs Gigahertz sind $6 \cdot 10^9 \text{ Hz}$:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6 \cdot 10^9 \text{ Hz}} = 0,5 \cdot 10^{-1} \text{ m} = 0,05 \text{ m}$$

Die Antwort „0,5 m“ ist falsch: 0,5 Meter entstünde bei einer zehnmal kleineren Frequenz.

Die Antwort „5 m“ ist falsch: Fünf Meter wären hundertmal zu groß.

Die Antwort „0,005 m“ ist falsch: 0,005 Meter entstünde bei einer zehnmal größeren Frequenz.

Die Antwort „50 m“ ist falsch: Fünfzig Meter ist um den Faktor tausend zu groß.

Zum Weiterdenken: Alle falschen Antworten unterscheiden sich von der richtigen nur um Zehnerpotenzen. Wie prüfst du das Ergebnis auf Plausibilität, bevor du dich entscheidest?

MERKE

$\lambda = \frac{c}{f}$ — und die Zehnerpotenzen sauber trennen.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Wellenlänge aus Frequenz und Lichtgeschwindigkeit berechnen

P165 A **Energiereiche Strahlung besitzt eine große Wellenlänge**

Welche der folgenden Aussagen ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Energiereiche Strahlung besitzt eine große Wellenlänge“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Energiereiche Strahlung hat gerade eine kurze und keine große Wellenlänge, wie der Zusammenhang zeigt:

$$E = h f = \frac{h c}{\lambda}$$

Die Energie ist also der Frequenz proportional und der Wellenlänge umgekehrt proportional. Kurz heißt demnach energiereich.

Die Antwort „Energiereiche Strahlung besitzt eine kurze Wellenlänge“ ist falsch als Antwort, weil die Aussage zutrifft: Energiereiche Strahlung ist kurzwellig.

Die Antwort „Die Energie eines Photons ist umgekehrt proportional zu seiner Wellenlänge“ ist falsch als Antwort, weil die umgekehrte Proportionalität von Energie und Wellenlänge genau richtig beschrieben ist.

Die Antwort „Gammastrahlung ist energiereicher als sichtbares Licht“ ist falsch als Antwort, weil Gammastrahlung mit ihren winzigen Wellenlängen tatsächlich energiereicher ist als sichtbares Licht.

Die Antwort „Radiowellen sind weniger energiereich als Röntgenstrahlung“ ist falsch als Antwort, weil langwellige Radiowellen tatsächlich energieärmer sind als Röntgenstrahlung.

Zum Weiterdenken: Das gesamte elektromagnetische Spektrum reicht von kilometerlangen Radiowellen bis zu winzigen Gammawellen. Wie ordnest du dir die Reihenfolge dauerhaft ein, wenn du dich nur an dieses eine Verhältnis erinnerst?

MERKE

$E = \frac{hc}{\lambda}$ — kurze Welle, hohe Frequenz, viel Energie.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den Zusammenhang von Wellenlänge und Photonenenergie prüfen

P166 E **Mikro- und Radiowellen können aufgrund ihrer geringen Photonenenergie keine molekularen Bindungen aufbrechen (nicht-ionisierende Strahlung).**

Welche Aussage zu Mikro- und Radiowellen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Mikro- und Radiowellen können aufgrund ihrer geringen Photonenenergie keine molekularen Bindungen aufbrechen (nicht-ionisierende Strahlung)“. Die Energie eines Photons hängt an seiner Frequenz, und weil Mikro- und Radiowellen die niedrigsten Frequenzen des elektromagnetischen Spektrums haben, tragen ihre Photonen zu wenig Energie, um Bindungen aufzubrechen oder Elektronen abzulösen. Sie zählen deshalb zur nichtionisierenden Strahlung. Sie können Materie zwar erwärmen, wie der Mikrowellenherd über die Anregung von Wassermolekülen zeigt, doch das ist etwas anderes als Ionisation. Die Grenze zur ionisierenden Strahlung liegt im ultravioletten Bereich.

Die Antwort „Der Compton-Effekt beweist den reinen Wellencharakter von Mikrowellen“ ist falsch: Der Compton-Effekt belegt gerade den Teilchencharakter.

Die Antwort „Mikrowellen haben eine höhere Frequenz als Röntgenstrahlen“ ist falsch: Röntgenstrahlung hat eine weit höhere Frequenz.

Die Antwort „Radiowellen können durch Paarbildung Materie ionisieren“ ist falsch: Paarbildung setzt sehr energiereiche Gammaquanten voraus.

Die Antwort „Mikro- und Radiowellen breiten sich langsamer aus als sichtbares Licht“ ist falsch: Alle elektromagnetischen Wellen breiten sich im Vakuum mit Lichtgeschwindigkeit aus.

Zum Weiterdenken: Ein Mikrowellenherd erwärmt Speisen wirksam, ohne sie zu ionisieren. Warum sind Erwärmen und Ionisieren zwei grundverschiedene Wirkungen?

MERKE

Erst ab dem Ultravioletten wird Strahlung ionisierend — Radio und Mikrowelle wärmen nur.

LEHRTEXT IM KURS**Elektrizitätslehre**

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Ionisierende von nichtionisierender Strahlung abgrenzen

P167 E **Die Energie eines Photons ist gleich dem Produkt aus Planck'schem Wirkungsquantum und Frequenz ($E = h \cdot f$).**

Welche Aussage zur Eigenschaft elektromagnetischer Wellen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Energie eines Photons ist gleich dem Produkt aus Planck'schem Wirkungsquantum und Frequenz ($E = h \cdot f$)“. Die Energie eines Photons ist das Produkt aus dem Planckschen Wirkungsquantum und der Frequenz. Daraus folgt unmittelbar, dass hochfrequente

Strahlung wie Gamma- oder Röntgenstrahlung energiereich ist, während niederfrequente Radiowellen energiearm bleiben.

Die Antwort „Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist der Quotient aus Wellenlänge und Frequenz“ ist falsch: Die Geschwindigkeit ist das Produkt aus Wellenlänge und Frequenz, nicht ihr Quotient.

Die Antwort „Elektromagnetische Wellen benötigen zur Ausbreitung stets ein Medium“ ist falsch:

Elektromagnetische Wellen breiten sich gerade auch im Vakuum aus — sonst erreichte uns kein Sonnenlicht.

Die Antwort „Die Frequenz einer elektromagnetischen Welle ändert sich beim Übergang in ein anderes Medium“ ist falsch: Die Frequenz bleibt beim Mediumwechsel erhalten; es ändern sich Geschwindigkeit und Wellenlänge.

Die Antwort „Elektromagnetische Wellen sind Longitudinalwellen“ ist falsch: Elektromagnetische Wellen sind Transversalwellen, weshalb sie sich polarisieren lassen.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Aussagen sind gängige Verwechslungen. Welche davon würdest du allein durch die Überlegung ausschließen, dass uns Sonnenlicht durch den leeren Raum erreicht?

MERKE

Photonenenergie gleich $h \cdot f$ — im Vakuum, transversal, mit erhaltener Frequenz.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Eigenschaften elektromagnetischer Wellen prüfen

P168 A Infrarot hat eine geringere Wellenlänge als Mikrowelle

Welche Aussage zum Vergleich der Wellenlängen von sichtbarem Licht, Mikrowelle, Infrarot und Radiowelle ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Infrarot hat eine geringere Wellenlänge als Mikrowelle“. Die Reihenfolge nach zunehmender Wellenlänge lautet: Gammastrahlung, Röntgenstrahlung, Ultraviolett, sichtbares Licht, Infrarot, Mikrowellen und schließlich Radiowellen. Infrarot steht demnach vor den Mikrowellen und hat die kürzere Wellenlänge. Prüfe dir die Reihenfolge einmal in dieser Richtung ein; alle Fragen zu Frequenz und Energie lassen sich dann durch Umkehren beantworten, denn kürzere Wellenlänge bedeutet höhere Frequenz und mehr Energie.

Die Antwort „UV-Strahlung hat eine größere Wellenlänge als Mikrowellen“ ist falsch: Ultraviolette Strahlung ist weit kürzwelliger als Mikrowellen.

Die Antwort „Infrarot hat eine niedrigere Frequenz als Mikrowellen“ ist falsch: Infrarot hat eine höhere Frequenz als Mikrowellen, denn seine Wellenlänge ist kürzer.

Die Antwort „Sichtbares Licht hat die größte Wellenlänge aller genannten Strahlungsarten“ ist falsch: Sichtbares Licht liegt im Mittelfeld und hat keineswegs die größte

Wellenlänge.

Die Antwort „Radiowellen haben die kürzeste Wellenlänge“ ist falsch: Radiowellen haben von allen genannten die längste Wellenlänge.

Zum Weiterdenken: Aus einer einzigen gemerkten Reihenfolge lassen sich Aussagen über Wellenlänge, Frequenz und Energie ableiten. Wie hängen die drei zusammen?

MERKE

Gamma, Röntgen, UV, sichtbar, Infrarot, Mikrowelle, Radio — von kurz nach lang.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Bereiche des elektromagnetischen Spektrums ordnen

P169 E Gammastrahlen

Welche Strahlung hat die kleinste Wellenlänge?

Richtig ist die Antwort „Gammastrahlen“.

Gammastrahlung hat von allen genannten die kürzeste Wellenlänge, die höchste Frequenz und damit die größte Photonenenergie. Sie entsteht bei Kernvorgängen und ist deshalb besonders durchdringend und biologisch besonders wirksam. Die Reihenfolge nach zunehmender Wellenlänge lautet: Gamma, Röntgen, Ultraviolett, sichtbares Licht, Infrarot, Mikrowellen, Radiowellen.

Die Antwort „Röntgenstrahlen“ ist falsch:

Röntgenstrahlung folgt unmittelbar nach der Gammastrahlung, hat also eine etwas größere Wellenlänge. Beide Bereiche überschneiden sich; unterschieden werden sie vor allem nach ihrem Entstehungsort — Röntgenstrahlung in der Hülle, Gammastrahlung im Kern.

Die Antwort „Radiowellen“ ist falsch: Radiowellen haben die längste Wellenlänge.

Die Antwort „Mikrowellen“ ist falsch: Mikrowellen liegen ebenfalls am langwelligen Ende.

Die Antwort „Infrarotstrahlung“ ist falsch: Infrarot liegt langwelliger als sichtbares Licht.

Zum Weiterdenken: Röntgen- und Gammastrahlung überschneiden sich in der Wellenlänge und heißen dennoch verschieden. Woran macht die Physik den Unterschied fest?

MERKE

Gamma ganz kurz, Radio ganz lang — und Röntgen unterscheidet sich vom Gamma durch den Entstehungsort.

LEHRTEXT IM KURS

Elektrizitätslehre

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die kürzeste Wellenlänge im Spektrum bestimmen

Optik

GEOMETRISCHE OPTIK



LEHRTEXT IM KURS

Optik

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P170 C Unterschiedliche Wellenlängen des Lichts werden unterschiedlich stark gebrochen, wodurch keine gemeinsame Brennweite existiert

Was versteht man unter chromatischer Aberration einer Sammellinse?

Richtig ist die Antwort „Unterschiedliche Wellenlängen des Lichts werden unterschiedlich stark gebrochen, wodurch keine gemeinsame Brennweite existiert“. Der Brechungsindex eines Glases hängt von der Wellenlänge ab, weshalb kurzwelliges blaues Licht stärker gebrochen wird als langwelliges rotes. Eine einfache Linse hat deshalb für jede Farbe eine etwas andere Brennweite, und ein weißer Punkt wird nicht in einem Punkt abgebildet, sondern erhält farbige Ränder. Beheben lässt sich das durch Kombination mehrerer Linsen aus verschiedenen Glassorten.

Die Antwort „Das Bild ist bei allen Wellenlängen gleich scharf“ ist falsch: Gerade die unterschiedliche Schärfe für verschiedene Farben macht den Fehler aus.

Die Antwort „Nur rotes Licht wird von der Linse gebrochen“ ist falsch: Gebrochen werden alle Wellenlängen, nur unterschiedlich stark.

Die Antwort „Die Linse absorbiert alle Wellenlängen gleich stark“ ist falsch: Um Absorption geht es hier nicht, sondern um Brechung.

Die Antwort „Die Brennweite ist unabhängig von der Wellenlänge des Lichts“ ist falsch: Die Abhängigkeit der Brennweite von der Wellenlänge ist genau die Ursache des Fehlers.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Wellenlängenabhängigkeit erzeugt den Regenbogen und den Farbfehler der Linse. Warum ist ein und dieselbe Eigenschaft einmal schön und einmal störend?

MERKE

Blau wird stärker gebrochen als Rot — deshalb hat jede Farbe ihre eigene Brennweite.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Die chromatische Aberration erklären

P171 A Reell, umgekehrt und vergrößert

Ein Gegenstand befindet sich zwischen einfacher und doppelter Brennweite vor einer Sammellinse. Wie ist das entstehende Bild?

Richtig ist die Antwort „Reell, umgekehrt und vergrößert“. Steht der Gegenstand zwischen einfacher und doppelter Brennweite, entsteht ein reelles, umgekehrtes und vergrößertes Bild jenseits der doppelten Brennweite. Die drei Fälle der Sammellinse lassen sich auswendig: Jenseits der doppelten Brennweite entsteht ein reelles, umgekehrtes, verkleinertes Bild — so arbeitet das Auge und die Kamera. Zwischen einfacher und doppelter Brennweite entsteht ein reelles, umgekehrtes, vergrößertes Bild — so arbeitet der Projektor. Innerhalb der einfachen Brennweite entsteht ein virtuelles, aufrechtes, vergrößertes Bild — das ist die Lupe.

Die Antwort „Virtuell, aufrecht und vergrößert“ ist falsch: Virtuell und aufrecht entsteht das Bild nur innerhalb der einfachen Brennweite.

Die Antwort „Reell, umgekehrt und verkleinert“ ist falsch: Verkleinert wird das Bild jenseits der doppelten Brennweite.

Die Antwort „Virtuell, aufrecht und verkleinert“ ist falsch: Diese Kombination tritt bei der Sammellinse nicht auf, wohl aber bei der Zerstreuungslinse.

Die Antwort „Reell, aufrecht und vergrößert“ ist falsch: Ein reelles Bild ist bei der Sammellinse stets umgekehrt.

Zum Weiterdenken: Auge, Projektor und Lupe nutzen dieselbe Linsenart in drei verschiedenen Abständen. Wie erklärt dieser eine Unterschied die völlig verschiedene Wirkung der drei Geräte?

MERKE

Weit weg klein, mittlerer Abstand groß, ganz nah virtuell — drei Abstände, drei Bildarten.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Die Abbildung an der Sammellinse bestimmen

P172 C Kurzwelliges Licht (z. B. Blau) wird stärker gebrochen als langwelliges Licht (z. B. Rot), wodurch für verschiedene Wellenlängen unterschiedliche Brennweiten entstehen

Was beschreibt die chromatische Aberration einer Sammellinse zutreffend?

Richtig ist die Antwort „Kurzwelliges Licht (z. B. Blau) wird stärker gebrochen als langwelliges Licht (z. B. Rot), wodurch für verschiedene Wellenlängen unterschiedliche Brennweiten entstehen“. Kurzwelliges blaues Licht wird stärker gebrochen als langwelliges rotes. Daraus folgt, dass Blau eine kürzere Brennweite hat und näher an der Linse gebündelt wird als Rot. Dieselbe Regel erklärt auch, warum beim Prisma Blau stärker abgelenkt wird und im Regenbogen innen liegt.

Die Antwort „Alle Wellenlängen werden gleich stark gebrochen“ ist falsch: Gleich stark gebrochen würden alle Wellenlängen nur, wenn der Brechungsindex nicht von der Wellenlänge abhinge.

Die Antwort „Rotes Licht wird stärker gebrochen als blaues Licht“ ist falsch: Die Richtung ist umgekehrt — Rot wird schwächer gebrochen.

Die Antwort „Die Brennweite ist unabhängig von der Wellenlänge“ ist falsch: Genau diese Abhängigkeit ist die Ursache.

Die Antwort „Chromatische Aberration tritt nur bei Zerstreuungslinsen auf“ ist falsch: Der Fehler tritt bei jeder einfachen Linse auf, ob sammelnd oder zerstreuend.

Zum Weiterdenken: Blau wird stärker gebrochen, hat kürzere Wellenlänge und höhere Energie. Wie hängen diese drei Eigenschaften miteinander zusammen?

MERKE

Kurze Welle heißt starke Brechung — Blau wird stärker abgelenkt als Rot.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Richtung der Farbaufspaltung bestimmen

P173 B Außerhalb der doppelten Brennweite

Wenn das Bild einer Sammellinse verkleinert, reell, umgekehrt und seitenverkehrt ist, wo befindet sich das Objekt?

Richtig ist die Antwort „Außerhalb der doppelten Brennweite“. Ein verkleinertes, reelles und umgekehrtes Bild entsteht bei der Sammellinse, wenn der Gegenstand jenseits der doppelten Brennweite steht. Genau so arbeitet das menschliche Auge: Alles, was wir betrachten, liegt weit außerhalb der doppelten Brennweite, und auf der Netzhaut entsteht ein kleines, auf dem Kopf stehendes Bild, das erst das Gehirn wieder aufrichtet.

Die Antwort „Zwischen einfacher und doppelter Brennweite“ ist falsch: Zwischen einfacher und doppelter Brennweite entstünde ein vergrößertes Bild.

Die Antwort „Innerhalb der einfachen Brennweite“ ist falsch: Innerhalb der einfachen Brennweite entstünde ein virtuelles, aufrechtes Bild.

Die Antwort „Genau im Brennpunkt“ ist falsch: Genau im Brennpunkt entsteht überhaupt kein Bild, denn die Strahlen verlaufen danach parallel.

Die Antwort „Genau in der doppelten Brennweite“ ist falsch: Genau in der doppelten Brennweite entsteht ein gleich großes Bild.

Zum Weiterdenken: Auf der Netzhaut steht das Bild auf dem Kopf, und dennoch sehen wir die Welt aufrecht. Was sagt das über den Anteil des Gehirns am Sehen aus?

MERKE

Je weiter der Gegenstand, desto kleiner das reelle Bild — jenseits der doppelten Brennweite immer verkleinert.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Aus den Bildeigenschaften auf die Gegenstandsweite schließen

P174 E Brechung

Wie nennt man die Richtungsänderung einer Welle beim Übergang von einem Medium in ein anderes mit unterschiedlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit?

Richtig ist die Antwort „Brechung“. Die Brechung ist die Richtungsänderung einer Welle beim Übergang in ein Medium mit anderer Ausbreitungsgeschwindigkeit. Läuft Licht vom optisch dünneren ins dichtere Medium, wird es zum Lot hin gebrochen, in der Gegenrichtung vom Lot weg. Anschaulich lässt sich das mit einem schräg in Sand fahrenden Auto vergleichen: Das zuerst eintauchende Rad wird langsamer, und der ganze Wagen dreht sich.

Die Antwort „Reflexion“ ist falsch: Reflexion ist die Zurückwerfung an einer Grenzfläche.

Die Antwort „Beugung“ ist falsch: Beugung ist das Ablenken an Hindernissen und Spalten.

Die Antwort „Interferenz“ ist falsch: Interferenz ist die Überlagerung zweier Wellen.

Die Antwort „Polarisation“ ist falsch: Polarisation betrifft die Schwingungsebene.

Zum Weiterdenken: Ein Stab im Wasser erscheint geknickt. Wie erklärt die Brechung diesen Eindruck vollständig, obwohl der Stab gerade ist?

MERKE

Andere Geschwindigkeit heißt andere Richtung — ins dichtere Medium zum Lot hin.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Brechung als Richtungsänderung an der Grenzfläche benennen

P175 E Innerhalb der einfachen Brennweite

Wo muss sich ein Gegenstand befinden, damit eine Sammellinse als Lupe ein vergrößertes, aufrechtes (virtuelles) Bild erzeugt?

Richtig ist die Antwort „Innerhalb der einfachen Brennweite“. Steht der Gegenstand innerhalb der einfachen Brennweite, schneiden sich die gebrochenen Strahlen nicht mehr, sondern laufen auseinander. Verlängert man sie rückwärts, treffen sie sich scheinbar hinter dem Gegenstand — dort entsteht ein virtuelles, aufrechtes und vergrößertes Bild. Genau so arbeitet die Lupe, und deshalb muss man sie nah an den Gegenstand halten.

Die Antwort „Zwischen einfacher und doppelter Brennweite“ ist falsch: Zwischen einfacher und doppelter Brennweite entsteht ein reelles, umgekehrtes und vergrößertes Bild.

Die Antwort „Außerhalb der doppelten Brennweite“ ist falsch: Jenseits der doppelten Brennweite entsteht ein reelles, umgekehrtes und verkleinertes Bild.

Die Antwort „Genau in der doppelten Brennweite“ ist falsch: In der doppelten Brennweite entsteht ein gleich großes reelles Bild.

Die Antwort „In der Hauptebene der Linse“ ist falsch: In der Hauptebene selbst entsteht kein Bild.

Zum Weiterdenken: Ein virtuelles Bild lässt sich nicht auf einem Schirm auffangen, ein reelles schon. Woran liegt dieser grundlegende Unterschied?

MERKE

Innerhalb der Brennweite wird das Bild virtuell, aufrecht und vergrößert — das ist die Lupe.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Lupenstellung der Sammellinse bestimmen

P176 C Die Brechkraft einer Sammellinse ist immer positiv

Welche Aussage zu dünnen (symmetrischen) Linsen ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Die Brechkraft einer Sammellinse ist immer positiv“. Die Brechkraft ist der Kehrwert der Brennweite und wird in Dioptrien angegeben. Bei einer Sammellinse liegt der Brennpunkt hinter der Linse, die Brennweite ist positiv und damit auch die Brechkraft. Bei einer Zerstreuungslinse liegt der Brennpunkt scheinbar vor der Linse, die Brennweite ist negativ und die Brechkraft ebenfalls — deshalb tragen Brillen für Kurzsichtige Minuswerte.

Die Antwort „Sammellinsen erzeugen immer reelle Bilder“ ist falsch: Innerhalb der einfachen Brennweite erzeugt auch eine Sammellinse ein virtuelles Bild, wie die Lupe zeigt.

Die Antwort „Zerstreuungslinsen erzeugen immer reelle Bilder“ ist falsch: Zerstreuungslinsen erzeugen von realen Gegenständen stets virtuelle Bilder.

Die Antwort „Die Brechkraft einer Zerstreuungslinse ist immer positiv“ ist falsch: Die Brechkraft einer Zerstreuungslinse ist negativ.

Die Antwort „Sammellinsen können nur verkleinerte Bilder erzeugen“ ist falsch: Sammellinsen können je nach Gegenstandsweite verkleinern oder vergrößern.

Zum Weiterdenken: Eine Brille gegen Kurzsichtigkeit hat Minuswerte, eine Lesebrille Pluswerte. Wie folgt das unmittelbar aus dem Vorzeichen der Brennweite?

MERKE

Sammellinse positiv, Zerstreuungslinse negativ — die Brechkraft ist der Kehrwert der Brennweite.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Brechkraft und Bildart bei den beiden Linsenarten unterscheiden

P177 C $\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

Welche Gleichung stellt die Linsengleichung korrekt dar?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ “. Die

Linsengleichung lautet: Der Kehrwert der Gegenstandsweite plus der Kehrwert der Bildweite ergibt den Kehrwert der Brennweite. Aus ihr folgen alle bekannten Abbildungsfälle. Rückt der Gegenstand sehr weit weg, geht sein Kehrwert gegen null, und die Bildweite nähert sich der Brennweite — genau deshalb bündelt eine Lupe Sonnenlicht im Brennpunkt.

Die Antwort „ $\frac{1}{g} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ “ ist falsch: Die beiden Kehrwerte werden addiert und nicht subtrahiert.

Die Antwort „ $g + b = f$ “ ist falsch: Die Größen selbst werden nicht addiert, sondern ihre Kehrwerte.

Die Antwort „ $\frac{1}{g} \times \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ “ ist falsch: Ein Produkt der Kehrwerte ergibt nicht den Kehrwert der Brennweite.

Die Antwort „ $g \times b = f$ “ ist falsch: Ein Produkt aus Gegenstands- und Bildweite ergibt keine Brennweite.

Zum Weiterdenken: Rückt der Gegenstand ins Unendliche, wird die Bildweite gleich der Brennweite. Wie liest du dieses Ergebnis unmittelbar aus der Gleichung ab?

MERKE

Eins durch g plus eins durch b gleich eins durch f — immer mit Kehrwerten rechnen.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Linsengleichung wiedergeben

P178 A Innerhalb der einfachen Brennweite

Wo muss sich ein Gegenstand befinden, damit eine Sammellinse als Lupe funktioniert?

Richtig ist die Antwort „Innerhalb der einfachen Brennweite“. Als Lupe wirkt eine Sammellinse, wenn der Gegenstand innerhalb der einfachen Brennweite liegt. Dann laufen die gebrochenen Strahlen auseinander, und erst ihre rückwärtige Verlängerung ergibt ein virtuelles, aufrechtes und vergrößertes Bild. Deshalb musst du eine Lupe stets dicht an das Betrachtete halten und verlierst das Bild, sobald du zu weit weggehst.

Die Antwort „Zwischen einfacher und doppelter Brennweite“ ist falsch: Dort entsteht ein reelles, umgekehrtes, vergrößertes Bild wie beim Projektor.

Die Antwort „Außerhalb der doppelten Brennweite“ ist falsch: Dort entsteht ein reelles, umgekehrtes, verkleinertes Bild wie beim Auge.

Die Antwort „Genau im Brennpunkt“ ist falsch: Genau im Brennpunkt verlaufen die Strahlen danach parallel, und es entsteht kein Bild.

Die Antwort „Genau in der doppelten Brennweite“ ist falsch: In der doppelten Brennweite entsteht ein gleich großes reelles Bild.

Zum Weiterdenken: Zieht man die Lupe zu weit vom Gegenstand weg, kippt das Bild plötzlich um. An welcher Stelle geschieht das, und warum genau dort?

MERKE

Lupe heißt innerhalb der Brennweite — sonst kippt das Bild ins Reelle und Umgekehrte.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die Lupenstellung erneut bestimmen

P179 B Die wellenlängenabhängige Brechung in Wassertropfen.

Die Auffächerung (Dispersion) von weißem Licht beim Regenbogen entsteht durch:

Richtig ist die Antwort „Die wellenlängenabhängige Brechung in Wassertropfen“. Der Regenbogen entsteht durch wellenlängenabhängige Brechung in Wassertropfen, die man Dispersion nennt. Das Licht tritt in den Tropfen ein und wird dabei gebrochen, wird an der Rückseite gespiegelt und beim Austritt erneut gebrochen. Weil blaues Licht stärker gebrochen wird als rotes, verlassen die Farben den Tropfen unter leicht verschiedenen Winkeln und erreichen das Auge aus verschiedenen Richtungen.

Die Antwort „Die wellenlängenabhängige Absorption in Wassertropfen“ ist falsch: Absorption würde Licht schlucken und keine Farben auffächern.

Die Antwort „Die wellenlängenabhängige Totalreflexion in Wassertropfen“ ist falsch: Die Reflexion im Tropfen findet zwar statt, hängt aber nicht von der Wellenlänge ab.

Die Antwort „Die wellenlängenabhängige Beugung an der Grenzfläche von Wassertropfen“ ist falsch: Beugung tritt an Spalten und Hindernissen auf, nicht beim Durchgang durch einen Tropfen.

Die Antwort „Die wellenlängenabhängige Streuung an Wassertropfen“ ist falsch: Wellenlängenabhängige Streuung erklärt das Himmelsblau, nicht den Regenbogen.

Zum Weiterdenken: Streuung macht den Himmel blau, Brechung macht den Regenbogen bunt. Warum reicht der eine Vorgang nicht aus, um den anderen zu erklären?

MERKE

Regenbogen gleich Dispersion: Brechung, Spiegelung, nochmals Brechung — Blau stärker als Rot.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Entstehung des Regenbogens erklären

P180 C Ändert sich die Lichtgeschwindigkeit.

Licht geht von Glas in Luft über und durchquert nun die Luft. Dabei...

Richtig ist die Antwort „Ändert sich die Lichtgeschwindigkeit“. Beim Übergang von Glas in Luft ändert sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit, denn sie

hängt über $c_{\text{Medium}} = \frac{c_0}{n}$ vom Brechungsindex ab und ist im optisch dünneren Medium größer. Die Frequenz dagegen bleibt unverändert, weil sie von der Lichtquelle vorgegeben wird. Weil $c = \lambda f$ gilt und die Frequenz fest bleibt, muss sich folglich die Wellenlänge mitändern.

Die Antwort „Bleibt die Wellenlänge konstant“ ist falsch: Die Wellenlänge ändert sich zwangsläufig mit der Geschwindigkeit.

Die Antwort „Hängt der Eintrittswinkel nicht mit dem Austrittswinkel zusammen“ ist falsch: Ein- und Austrittswinkel hängen über das Brechungsgesetz eng zusammen.

Die Antwort „Ändert sich die Frequenz“ ist falsch: Die Frequenz ist gerade die Größe, die erhalten bleibt.

Die Antwort „Bleibt die Ausbreitungsrichtung in jedem Fall unverändert“ ist falsch: Eine Richtungsänderung tritt bei jedem schrägen Einfall auf; unverändert bleibt die Richtung nur beim senkrechten Durchgang.

Zum Weiterdenken: Geschwindigkeit und Wellenlänge ändern sich, die Frequenz nicht. Warum wird eine Farbe unter Wasser deshalb nicht zu einer anderen?

MERKE

$c = \lambda f$ – beim Mediumwechsel ändern sich c und λ , nie f .

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Bestimmen, welche Wellengrößen sich beim Mediumwechsel ändern

P181 **A** $\sin \frac{\alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$

Wie lautet das Snelliussche Brechungsgesetz?

Richtig ist die Antwort „ $\sin \alpha / \sin \beta = n_2 / n_1$ “: Das Snelliussche Brechungsgesetz lautet:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Es setzt das Verhältnis der Sinuswerte gleich dem umgekehrten Verhältnis der Brechungsindizes. Praktisch prüfen lässt sich das an einem Sonderfall: Geht Licht von Luft in Glas, ist $n_2 > n_1$, also muss auch der Zähler links größer sein – der Einfallswinkel ist demnach größer als der Brechungswinkel, das Licht wird zum Lot hin gebrochen. Genau so beobachtet man es.

Die Antwort „ $\sin \alpha / \sin \beta = n_1 / n_2$ “ ist falsch: Hier ist das Verhältnis der Brechungsindizes umgekehrt, was zur gegenteiligen Vorhersage führte.

Die Antwort „ $\sin \alpha \cdot \sin \beta = n_1 \cdot n_2$ “ ist falsch: Ein Produkt der Sinuswerte tritt im Gesetz nicht auf.

Die Antwort „ $\sin \alpha + \sin \beta = n_1 + n_2$ “ ist falsch: Eine Summe ebenso wenig.

Die Antwort „ $\sin \alpha / \sin \beta = n_1 \cdot n_2$ “ ist falsch: Diese Kombination vermischt beide Formen.

Zum Weiterdenken: Der Sonderfall Luft-Glas entscheidet zwischen zwei ähnlich aussehenden Formeln. Wie setzt du solche Kontrollfälle ein, um dir das Auswendiglernen zu ersparen?

MERKE

$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$ – mit dem Fall Luft zu Glas prüfen.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Das Brechungsgesetz richtig aufschreiben

P182 **E** $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$

Wie lautet die Linsengleichung?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ “: Die Linsengleichung lautet:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

Die Reihenfolge von Gegenstands- und Bildweite ist dabei gleichgültig, entscheidend sind die Kehrwerte und das

Pluszeichen. Weil $D = \frac{1}{f}$ zugleich die Brechkraft in Dioptrien ist, lässt sich die Gleichung auch als Aussage über die Brechkraft lesen.

Die Antwort „ $f = b + g$ “ ist falsch: Ohne Kehrwerte stimmt die Beziehung nicht.

Die Antwort „ $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} - \frac{1}{g}$ “ ist falsch: Ein Minuszeichen tritt in dieser Form nicht auf.

Die Antwort „ $\frac{1}{g} = \frac{1}{f} + \frac{1}{b}$ “ ist falsch: Hier steht die Gegenstandsweite auf der falschen Seite.

Die Antwort „ $f = g \cdot b / (g - b)$ “ ist falsch: Diese Umformung ist nicht gleichwertig; richtig wäre die Brennweite als Produkt geteilt durch die Summe.

Zum Weiterdenken: Die Linsengleichung lässt sich auch als Gleichung über die Brechkraft lesen. Welchen Vorteil bringt diese Lesart, wenn mehrere Linsen hintereinanderstehen?

MERKE

$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ – immer Kehrwerte, immer plus.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Linsengleichung erneut wiedergeben

P183 **C** **Unverändert wie mit bloßem Auge (keine Umkehrung)**

Licht fällt durch ein kleines Loch in einen Raum. Eine Person schaut direkt durch das Loch nach draußen, ohne dass das Licht auf einen Schirm projiziert wird. Wie erscheint das gesehene Bild?

Richtig ist die Antwort „Unverändert wie mit bloßem Auge (keine Umkehrung)“: Der entscheidende Unterschied liegt darin, ob ein Bild auf einem Schirm entsteht oder ob man selbst hindurchschaut. Bei der Lochkamera werfen die geradlinig verlaufenden Strahlen auf dem Schirm ein umgekehrtes Bild, weil Strahlen von oben durch das Loch nach unten gelangen. Schaut die Person dagegen selbst

hindurch, wirkt das Loch lediglich als Blende, die den Blickwinkel einengt — das Bild entsteht wie immer auf der Netzhaut und wird vom Gehirn wie immer aufgerichtet. Man sieht also einen Ausschnitt, aber nichts Verkehrtes.

Die Antwort „Auf dem Kopf stehend (vertikal umgekehrt)“ ist falsch: Umgekehrt erschiene das Bild nur auf einem Schirm.

Die Antwort „Seitenverkehrt (spiegelverkehrt)“ ist falsch: Seitenverkehrt erscheint das Bild im Spiegel.

Die Antwort „Vergrößert“ ist falsch: Eine Vergrößerung setzte eine Linse voraus.

Die Antwort „Verkleinert und auf dem Kopf stehend“ ist falsch: Auch hier wird der Fall der Lochkamera fälschlich auf den direkten Blick übertragen.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Öffnung erzeugt auf dem Schirm ein umgekehrtes Bild und beim Durchschauen ein aufrechtes. Wo genau liegt der Unterschied zwischen beiden Anordnungen?

MERKE

Schirm heißt umgekehrt, Durchschauen heißt aufrecht — das Loch ist dann nur eine Blende.

LEHRTEXT IM KURS**Optik**

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Zwischen Lochkamera und direktem Blick unterscheiden

P184 D Wegen der Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts

Warum kommt es zur Brechung eines Lichtstrahls beim Übergang zwischen zwei Medien?

Richtig ist die Antwort „Wegen der Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts“. Ursache der Brechung ist die unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts in beiden Medien. Trifft eine Wellenfront schräg auf die Grenzfläche, wird ihr eine Rand früher abgebremst als der andere, und die Front dreht sich — genau wie ein schräg in Sand einfahrendes Fahrzeug. Die Änderung der Wellenlänge ist dabei eine Folge und nicht die Ursache, denn sie ergibt sich zwangsläufig aus der geänderten Geschwindigkeit bei gleichbleibender Frequenz.

Die Antwort „Wegen der Änderung der Polarisationssebene“ ist falsch: Die Polarisationssebene ändert sich bei der Brechung nicht ursächlich.

Die Antwort „Wegen der Änderung der Wellenlänge (als Ursache)“ ist falsch: Ursache und Folge sind hier vertauscht.

Die Antwort „Wegen der Änderung der Frequenz“ ist falsch: Die Frequenz bleibt beim Mediumwechsel gerade unverändert.

Die Antwort „Wegen gleichzeitiger Änderung von Polarisation und Frequenz“ ist falsch: Beide genannten Änderungen treffen nicht zu.

Zum Weiterdenken: Wellenlänge und Geschwindigkeit ändern sich gemeinsam, und dennoch ist nur eine von beiden die Ursache. Woran erkennst du in einer Prüfungsfrage, welche Richtung gemeint ist?

MERKE

Die Geschwindigkeit ändert sich zuerst, die Wellenlänge folgt — die Frequenz bleibt.

LEHRTEXT IM KURS**Optik**

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Die Ursache der Brechung von ihren Folgen trennen

P185 C 25 cm

Welche Brennweite besitzt eine Sammellinse mit einer Brechkraft von +4 Dioptrien?

Richtig ist die Antwort „25 cm“. Die Brechkraft in Dioptrien ist der Kehrwert der Brennweite in Metern. Bei vier Dioptrien ergibt sich also eine Brennweite von einem Viertel Meter, das heißt fünfundzwanzig Zentimeter. Achte darauf, dass die Dioptrie stets auf Meter bezogen ist — wer versehentlich in Zentimetern rechnet, verfehlt das Ergebnis um zwei Zehnerpotenzen.

Die Antwort „0,25 cm“ ist falsch: 0,25 Zentimeter entstünde, wenn man die Einheit Meter übersähe.

Die Antwort „40 cm“ ist falsch: Vierzig Zentimeter entspräche 2,5 Dioptrien.

Die Antwort „4 cm“ ist falsch: Vier Zentimeter übernimmt lediglich den gegebenen Zahlenwert.

Die Antwort „0,4 cm“ ist falsch: 0,4 Zentimeter lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Eine Brille mit hoher Dioptrienzahl hat eine kurze Brennweite. Was folgt daraus für die Frage, ob starke Gläser dicker oder dünner sind?

MERKE

Dioptrie ist eins durch Brennweite in Metern — vier Dioptrien heißt fünfundzwanzig Zentimeter.

LEHRTEXT IM KURS**Optik**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Brennweite aus der Brechkraft berechnen

WELLENOPTIK
P186 C Durch ein Beugungsgitter

Wodurch lässt sich weißes Licht zusätzlich zum Prisma in seine Spektralfarben zerlegen?

Richtig ist die Antwort „Durch ein Beugungsgitter“. Ein Beugungsgitter zerlegt weißes Licht in seine Spektralfarben, weil die Lage der Interferenzmaxima von der Wellenlänge abhängt: Langwelliges rotes Licht wird stärker abgelenkt als kurzwelliges blaues. Im Alltag lässt sich dieser Effekt auf der Rückseite einer CD beobachten, deren feine Spuren wie ein Gitter wirken.

Die Antwort „Nur durch ein Prisma ist eine Zerlegung möglich“ ist falsch: Das Prisma ist nicht der einzige Weg.

Die Antwort „Durch einen Spiegel“ ist falsch: Ein Spiegel wirft alle Farben gleichermaßen zurück.

Die Antwort „Durch eine Sammellinse allein“ ist falsch: Eine Sammellinse bündelt und erzeugt allenfalls einen Farbfehler, aber kein aufgefächertes Spektrum.

Die Antwort „Durch einen Polarisationsfilter“ ist falsch: Ein Polarisationsfilter wählt eine Schwingungsebene aus und trennt keine Farben.

Zum Weiterdenken: Die schillernden Farben auf einer CD entstehen ohne jedes Prisma. Welche Struktur der Oberfläche übernimmt dort die Rolle des Gitters?

MERKE

Auch ein Gitter zerlegt Licht – über Beugung und Interferenz statt über Brechung.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Das Beugungsgitter als zweite Möglichkeit der Spektralzerlegung erkennen

P187 D Licht kann nicht nur durch ein Prisma, sondern auch durch ein Beugungsgitter in seine Spektralfarben zerlegt werden

Welche Aussage zu Licht ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Licht kann nicht nur durch ein Prisma, sondern auch durch ein Beugungsgitter in seine Spektralfarben zerlegt werden“. Neben dem Prisma zerlegt auch ein Beugungsgitter weißes Licht in seine Spektralfarben, allerdings auf ganz anderem Weg: Das Prisma nutzt die Brechung, deren Stärke von der Wellenlänge abhängt, das Gitter dagegen die Beugung mit anschließender Interferenz nach der Bedingung $d \sin \alpha = k \lambda$. Weil der Beugungswinkel damit der Wellenlänge proportional ist, liegt beim Gitter Rot außen und Blau innen – beim Prisma genau umgekehrt.

Die Antwort „Rotes Licht wird stärker gebrochen als blaues Licht“ ist falsch: Blaues Licht wird stärker gebrochen als rotes, weil sein Brechungsindex größer ist.

Die Antwort „Licht wird beim Übergang von einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium zum Lot hin gebrochen“ ist falsch: Beim Übergang ins optisch dünnere Medium wird vom Lot weg gebrochen.

Die Antwort „Sichtbares Licht liegt zwischen 400 mm und 700 mm Wellenlänge“ ist falsch: Sichtbares Licht liegt zwischen etwa vierhundert und siebenhundert Nanometern. Die Angabe in Millimetern ist um den Faktor eine Million zu groß und stammt vermutlich aus einem Protokollfehler.

Die Antwort „Die Energie einer kurzwelligen Welle ist geringer als die einer langwelligen“ ist falsch: Kurzwelliges Licht ist energiereicher, denn die Energie ist der Frequenz proportional.

Zum Weiterdenken: Prisma und Gitter zerlegen dasselbe Licht, ordnen die Farben aber in umgekehrter Reihenfolge an. Woran liegt das?

MERKE

$d \sin \alpha = k \lambda$ — Prisma bricht, Gitter beugt, die Farbfolge ist vertauscht.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Aussagen zur Optik des Lichts auf ihre Richtigkeit prüfen

P188 E 400–700 nm

In welchem Wellenlängenbereich liegt für den Menschen sichtbares Licht ungefähr?

Richtig ist die Antwort „400-700 nm“. Sichtbares Licht liegt ungefähr zwischen vierhundert und siebenhundert Nanometern, wobei das kurzwellige Ende violett und blau erscheint und das langwellige rot. Unterhalb schließt das Ultraviolett an, oberhalb das Infrarot. Dieser Bereich ist die einzige Angabe aus dem elektromagnetischen Spektrum, die du wirklich zahlenmäßig auswendig können musst – alles Weitere lässt sich daran anlagern.

Die Antwort „400-700 μm “ ist falsch: Mikrometer wären tausendmal zu groß und lägen im Infraroten.

Die Antwort „40-70 nm“ ist falsch: Vierzig bis siebzig Nanometer liegen im Ultravioletten.

Die Antwort „4-7 nm“ ist falsch: Vier bis sieben Nanometer liegen bereits im weichen Röntgenbereich.

Die Antwort „4000-7000 nm“ ist falsch: Viertausend bis siebentausend Nanometer liegen im Infraroten.

Zum Weiterdenken: Der sichtbare Bereich umfasst nicht einmal eine Verdopplung der Wellenlänge, das gesamte Spektrum dagegen viele Zehnerpotenzen. Was sagt dieses Verhältnis darüber, wie viel wir von der Welt tatsächlich sehen?

MERKE

Vierhundert bis siebenhundert Nanometer – violett am kurzen, rot am langen Ende.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Den Bereich des sichtbaren Lichts angeben

P189 A Licht wird durch ein Prisma (oder Gitter) spektral zerlegt und durch eine Blende wird der gewünschte Wellenlängenbereich ausgewählt

Wie funktioniert ein Monochromator in einem Spektrometer?

Richtig ist die Antwort „Licht wird durch ein Prisma (oder Gitter) spektral zerlegt und durch eine Blende wird der gewünschte Wellenlängenbereich ausgewählt“. Ein

Monochromator zerlegt einfallendes Licht mit einem Prisma oder Gitter räumlich in seine Wellenlängen und blendet mit einem verstellbaren Spalt genau den gewünschten schmalen Bereich aus. Der Name sagt es bereits: Er macht aus vielfarbigem Licht einfarbiges. In der Fotometrie ist das die Voraussetzung dafür, die Absorption einer Probe bei genau der Wellenlänge zu messen, bei der der interessierende Stoff aufnimmt.

Die Antwort „Licht wird durch einen Polarisationsfilter in einzelne Wellenlängen zerlegt“ ist falsch: Ein Polarisationsfilter wählt eine Schwingungsebene aus und trennt keine Wellenlängen.

Die Antwort „Ein Monochromator verstärkt die Intensität einer einzelnen Wellenlänge“ ist falsch: Ein Monochromator wählt aus und verstärkt nicht; er verringert die Gesamtintensität sogar erheblich.

Die Antwort „Licht wird durch Totalreflexion in seine Frequenzanteile zerlegt“ ist falsch: Totalreflexion zerlegt nicht nach Frequenzen.

Die Antwort „Ein Monochromator wandelt polychromatisches Licht direkt in Wärme um“ ist falsch: Eine Umwandlung in Wärme findet nicht statt.

Zum Weiterdenken: Ein Fotometer misst die Absorption bei einer einzigen Wellenlänge. Warum wäre die Messung mit weißem Licht praktisch wertlos?

MERKE

Erst zerlegen, dann ausblenden — der Monochromator macht aus weißem Licht einfarbiges.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Arbeitsweise eines Monochromators beschreiben

WELLE-TEILCHEN DUALISMUS

P190 D Photoelektrischer Effekt

Welches Phänomen lässt sich mit der reinen Wellentheorie des Lichts NICHT erklären?

Richtig ist die Antwort „Photoelektrischer Effekt“. Der photoelektrische Effekt lässt sich mit der Wellenvorstellung nicht erklären, denn beobachtet wird, dass Elektronen erst oberhalb einer bestimmten Frequenz aus einem Metall austreten, und zwar unabhängig davon, wie hell das Licht ist. Nach der Wellenvorstellung müsste helleres Licht mehr Energie liefern; tatsächlich zählt allein die Frequenz, wie Einsteins Deutung mit einzelnen Energiepaketen zeigt:

$$E_{\text{kin}} = h f - W_A$$

Erst wenn $h f > W_A$ gilt, überhaupt Elektronen austreten können.

Die Antwort „Brechung“ ist falsch: Die Brechung lässt sich mit dem Wellenbild vollständig erklären.

Die Antwort „Totalreflexion“ ist falsch: Auch die Totalreflexion folgt aus der Wellenvorstellung.

Die Antwort „Beugung“ ist falsch: Die Beugung ist geradezu der Beweis für den Wellencharakter.

Die Antwort „Interferenz“ ist falsch: Die Interferenz ebenfalls.

Zum Weiterdenken: Beugung beweist den Wellencharakter, der photoelektrische Effekt den Teilchencharakter. Warum widersprechen sich beide Befunde nicht, sondern ergänzen einander?

MERKE

$E = h f$ — Beugung und Interferenz sprechen für die Welle, der Photoeffekt für das Teilchen.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Den photoelektrischen Effekt als Beleg des Teilchencharakters erkennen

P191 D Photoelektrischer Effekt

Welches Phänomen lässt sich durch den reinen Wellencharakter des Lichts NICHT beschreiben?

Richtig ist die Antwort „Photoelektrischer Effekt“. Der photoelektrische Effekt widerspricht der reinen Wellenvorstellung, denn ob Elektronen austreten, hängt allein von der Frequenz des Lichts ab und nicht von seiner Helligkeit. Unterhalb einer Grenzfrequenz geschieht selbst bei größter Intensität nichts, oberhalb davon sofort auch bei schwachem Licht. Erklärbar wird das nur, wenn Licht aus einzelnen Energiepaketen besteht, deren Energie an der Frequenz hängt.

Die Antwort „Beugung“ ist falsch: Die Beugung folgt unmittelbar aus dem Wellenbild.

Die Antwort „Totalreflexion“ ist falsch: Die Totalreflexion ebenfalls.

Die Antwort „Interferenz“ ist falsch: Die Interferenz ist geradezu das Kennzeichen von Wellen.

Die Antwort „Brechung“ ist falsch: Die Brechung lässt sich mit dem Huygensschen Prinzip vollständig erklären.

Zum Weiterdenken: Hellere Beleuchtung löst unterhalb der Grenzfrequenz kein einziges Elektron. Warum ist genau diese Beobachtung mit einer Welle unvereinbar?

MERKE

Beim photoelektrischen Effekt zählt die Frequenz, nicht die Helligkeit — das kann keine Welle erklären.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Den photoelektrischen Effekt erneut als Grenze des Wellenbilds erkennen

P192 B Jedem Teilchen kann eine Wellenlänge zugeordnet werden

Was trifft auf den Welle-Teilchen-Dualismus zu?

Richtig ist die Antwort „Jedem Teilchen kann eine Wellenlänge zugeordnet werden“. De Broglie erkannte, dass sich nicht nur Licht sowohl als Welle als auch als Teilchen verhält, sondern auch Materie. Jedem Teilchen lässt sich eine Wellenlänge zuordnen:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m v}$$

Weil der Impuls im Nenner steht, ist die Wellenlänge bei alltäglichen Gegenständen unvorstellbar klein und deshalb unbemerkbar – bei Elektronen dagegen liegt sie im Bereich der Atomabstände, was die Elektronenbeugung und damit das Elektronenmikroskop erst ermöglicht.

Die Antwort „Jedes Teilchen ist Ausgangspunkt einer Elementarwelle“ ist falsch: Von Elementarwellen spricht das Huygenssche Prinzip, das etwas anderes beschreibt.

Die Antwort „Nur Photonen zeigen Wellencharakter“ ist falsch: Auch Elektronen und ganze Moleküle zeigen Wellencharakter.

Die Antwort „Nur massebehaftete Teilchen zeigen Teilchencharakter“ ist falsch: Ebenso zeigen Photonen Teilchencharakter, obwohl sie keine Ruhemasse haben.

Die Antwort „Wellen können keinen Impuls besitzen“ ist falsch: Auch Licht überträgt Impuls, wie der Strahlungsdruck zeigt.

Zum Weiterdenken: Ein Elektronenmikroskop löst weit feiner auf als ein Lichtmikroskop. Wie hängt das unmittelbar mit der de-Broglie-Wellenlänge zusammen?

MERKE

$$\lambda = \frac{h}{p} \text{ — Wirkungsquantum geteilt durch Impuls.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Den Welle-Teilchen-Dualismus auf Materie ausdehnen

P193 D Photonen treffen auf Materie und schlagen dabei Elektronen heraus

Was beschreibt den photoelektrischen Effekt korrekt?

Richtig ist die Antwort „Photonen treffen auf Materie und schlagen dabei Elektronen heraus“. Beim photoelektrischen Effekt treffen Photonen auf eine Metalloberfläche und geben ihre gesamte Energie an je ein Elektron ab. Reicht diese Energie aus, um die Austrittsarbeit zu überwinden, verlässt das Elektron das Metall; der Rest bleibt ihm als Bewegungsenergie. Weil ein Photon stets nur mit einem Elektron wechselwirkt, entscheidet allein die Frequenz und nicht die Zahl der Photonen darüber, ob überhaupt etwas geschieht.

Die Antwort „Elektronen schlagen Photonen aus der Materie heraus“ ist falsch: Die Richtung ist umgekehrt – das Photon liefert die Energie.

Die Antwort „Photonen werden von Elektronen vollständig reflektiert“ ist falsch: Das Photon wird vollständig absorbiert und nicht reflektiert.

Die Antwort „Der Effekt beschreibt die Brechung von Licht an einer Grenzfläche“ ist falsch: Die Brechung ist eine Erscheinung des Wellenbilds.

Die Antwort „Der Effekt tritt nur bei Radiowellen auf“ ist falsch: Radiowellen sind viel zu energiearm; typischerweise braucht es sichtbares oder ultraviolettes Licht.

Zum Weiterdenken: Ein Photon gibt seine Energie immer vollständig an genau ein Elektron ab. Warum folgt daraus zwingend, dass helleres Licht unterhalb der Grenzfrequenz nichts bewirkt?

MERKE

Ein Photon, ein Elektron, alles oder nichts – deshalb zählt die Frequenz.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Den Ablauf des photoelektrischen Effekts beschreiben

P194 D Licht zeigt sowohl Teilchen- als auch Wellencharakter und besteht aus Photonen

Welche Aussage zu Licht trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Licht zeigt sowohl Teilchen- als auch Wellencharakter und besteht aus Photonen“. Licht zeigt je nach Versuchsanordnung Wellen- oder Teilchencharakter: Beugung und Interferenz belegen die Welle, der photoelektrische Effekt und der Compton-Effekt das Teilchen. Die Lichtteilchen heißen Photonen; sie haben keine Ruhemasse, tragen aber Energie und Impuls. Beide Beschreibungen widersprechen einander nicht, sondern beleuchten dieselbe Sache von zwei Seiten.

Die Antwort „Licht ist ausschließlich eine Welle ohne Teilchencharakter“ ist falsch: Der Teilchencharakter ist gut belegt.

Die Antwort „Licht besteht ausschließlich aus Materieteilchen mit Masse“ ist falsch: Photonen besitzen keine Ruhemasse.

Die Antwort „Photonen sind elektrisch geladene Teilchen“ ist falsch: Photonen sind elektrisch neutral.

Die Antwort „Licht kann sich nur im Vakuum, nicht aber in Materie ausbreiten“ ist falsch: Licht durchläuft Materie sehr wohl, nur langsamer als im Vakuum – genau darauf beruht die Brechung.

Zum Weiterdenken: Kein einzelner Versuch zeigt beide Naturen zugleich. Was folgt daraus für die Frage, was Licht wirklich ist?

MERKE

Welle und Teilchen zugleich: Beugung zeigt die eine Seite, der photoelektrische Effekt die andere.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Den Doppelcharakter des Lichts zusammenfassen

P195 D Die Energie ist abhängig von der Frequenz und vom Planck'schen Wirkungsquantum.

Welche Aussage zur Energie ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Energie ist abhängig von der Frequenz und vom Planck'schen Wirkungsquantum“. Die Energie eines Photons ergibt sich als $E = h \cdot f$ mit dem Planckschen Wirkungsquantum $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js. Weil das Wirkungsquantum eine Naturkonstante ist, bestimmt allein die Frequenz die Energie — blaues Licht ist deshalb energiereicher als rotes, und Gammastrahlung energiereicher als beide.

Die Antwort „Die Energie ist abhängig von der Frequenz und der Periodendauer“ ist falsch: Frequenz und Periodendauer sind Kehrwerte und damit dieselbe Information zweimal.

Die Antwort „Die Energie ist abhängig von der Schallgeschwindigkeit und dem Planck'schen Wirkungsquantum“ ist falsch: Die Schallgeschwindigkeit hat mit Photonen nichts zu tun.

Die Antwort „Die Energie ist abhängig von Frequenz und Amplitude“ ist falsch: Die Amplitude bestimmt bei Licht die Helligkeit, also die Zahl der Photonen, nicht die Energie des einzelnen.

Die Antwort „Die Energie ist abhängig von der Frequenz und der Wellenlänge“ ist falsch: Frequenz und Wellenlänge sind über die Lichtgeschwindigkeit gekoppelt; die Energie hängt an einer von beiden, nicht an beiden gemeinsam.

Zum Weiterdenken: Die Amplitude bestimmt bei Licht die Anzahl der Photonen, die Frequenz ihre Einzelenergie. Warum erklärt genau diese Trennung den photoelektrischen Effekt?

MERKE

$E = h \cdot f$ — die Helligkeit zählt dabei nicht mit.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Energie eines Photons als Produkt aus Wirkungsquantum und Frequenz angeben

P196 E Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig exakt bestimmt werden.

Was besagt die Heisenbergsche Unschärferelation?

Richtig ist die Antwort „Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig exakt bestimmt werden“. Ort und Impuls lassen sich nicht gleichzeitig exakt bestimmen; je genauer der eine festliegt, desto unbestimmter wird der andere. Das ist keine Frage unzureichender Messgeräte, sondern eine Eigenschaft der Natur selbst.

Die Antwort „Ort und Impuls eines Teilchens können gleichzeitig genau bestimmt werden“ ist falsch: Das ist die genaue Umkehrung.

Die Antwort „Energie und Zeit können gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden“ ist falsch: Energie und Zeit bilden ein zweites solches Paar und unterliegen derselben Beschränkung.

Die Antwort „Masse und Ort eines Teilchens können nicht gleichzeitig bestimmt werden“ ist falsch: Masse und Ort bilden kein solches Paar.

Die Antwort „Zeit und Geschwindigkeit können nicht gleichzeitig bestimmt werden“ ist falsch: Zeit und Geschwindigkeit ebenfalls nicht.

Zum Weiterdenken: Ort und Impuls sowie Energie und Zeit sind jeweils solche Paare. Welche gemeinsame Eigenschaft macht zwei Größen zu einem unschärfebehafteten Paar?

MERKE

Ort mit Impuls, Energie mit Zeit — jeweils nie beide zugleich scharf.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Unschärferelation erneut zuordnen

P197 E Sowohl als Welle als auch als Teilchen (Wellen-Teilchen-Dualismus)

Als was wird Licht in der Physik gewertet?

Richtig ist die Antwort „Sowohl als Welle als auch als Teilchen (Wellen-Teilchen-Dualismus)“. Licht wird in der Physik sowohl als Welle als auch als Teilchen aufgefasst; welche Beschreibung passt, hängt vom Versuch ab. Die beiden Einzelantworten sind für sich genommen nicht falsch, aber unvollständig — und in einer Prüfung ist die vollständigere Aussage stets die gesuchte.

Die Antwort „Als Fluss von Teilchen (Photonen)“ ist falsch: Der Teilchenaspekt allein greift zu kurz.

Die Antwort „Als elektromagnetische Welle“ ist falsch: Der Wellenaspekt allein ebenso.

Die Antwort „Als elektrostatische Interaktion“ ist falsch: Eine elektrostatische Wechselwirkung ist etwas anderes.

Die Antwort „Als Longitudinalwelle in einem Trägermedium“ ist falsch: Licht ist eine Transversalwelle und braucht kein Trägermedium — die Suche nach einem solchen Äther verlief historisch ergebnislos.

Zum Weiterdenken: Zwei der Antworten sind für sich genommen richtig, und dennoch ist nur eine dritte die Lösung. Woran erkennst du in solchen Fällen die gesuchte Antwort?

MERKE

Beides zugleich: Welle und Teilchen — die vollständigere Antwort gewinnt.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Den Doppelcharakter des Lichts erneut benennen

P198 C Photoelektrischer Effekt

Was wird durch den Wellencharakter des Lichts NICHT erklärt?

Richtig ist die Antwort „Photoelektrischer Effekt“. Der photoelektrische Effekt lässt sich mit dem Wellenbild nicht erklären, weil das Austreten der Elektronen allein von der Frequenz abhängt und nicht von der Intensität. Alle übrigen genannten Erscheinungen folgen dagegen unmittelbar aus dem Wellencharakter.

Die Antwort „Totalreflexion“ ist falsch als Antwort, weil sich die Totalreflexion aus dem Brechungsgesetz und damit aus dem Wellenbild ergibt.

Die Antwort „Brechung“ ist falsch als Antwort, weil die Brechung aus dem Huygensschen Prinzip folgt.

Die Antwort „Beugung“ ist falsch als Antwort, weil die Beugung geradezu der Beweis des Wellencharakters ist.

Die Antwort „Interferenz“ ist falsch als Antwort, weil die Interferenz ebenfalls nur Wellen zukommt.

Zum Weiterdenken: Diese Frage stellte der MedAT in mindestens vier verschiedenen Jahren. Was verrät dir das über die Gewichtung des Welle-Teilchen-Dualismus im Prüfungsstoff?

MERKE

Photoelektrischer Effekt sprengt das Wellenbild — alles andere passt hinein.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Die Grenze des Wellenbilds ein weiteres Mal bestimmen

P199 D Elektronen werden am Doppelspalt gebeugt

Welche Aussage zum Welle-Teilchen-Dualismus von Elektronen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Elektronen werden am Doppelspalt gebeugt“. Elektronen werden am Doppelspalt gebeugt und erzeugen dabei ein Interferenzmuster — genau wie Licht. Dieser Versuch ist der unmittelbare Nachweis dafür, dass auch Materie Wellencharakter hat, wie es de Broglie vorhergesagt hatte. Besonders bemerkenswert wird er, wenn man die Elektronen einzeln

nacheinander losschickt: Jedes trifft als Punkt auf, doch mit der Zeit baut sich dennoch das Streifenmuster auf. Jedes einzelne Elektron interferiert also gewissermaßen mit sich selbst.

Die Antwort „Elektronen befinden sich auf fixen Bahnen und werden durch die Gravitation zum Kern gezogen“ ist falsch: Feste Bahnen kennt nur das überholte Bohrsche Modell, und gehalten werden die Elektronen von der elektrischen Anziehung, nicht von der Gravitation.

Die Antwort „Elektronen sind ausschließlich Teilchen“ ist falsch: Der Wellencharakter ist experimentell belegt.

Die Antwort „Elektronen sind ausschließlich Wellen“ ist falsch: Als Auftreffpunkt zeigt sich der Teilchencharakter ebenso deutlich.

Die Antwort „Elektronen weisen ausschließlich Wellencharakter auf und werden nie als Teilchen nachgewiesen“ ist falsch: Elektronen werden sehr wohl als Teilchen nachgewiesen.

Zum Weiterdenken: Einzeln losgeschickte Elektronen bauen nach und nach ein Interferenzmuster auf. Was sagt das darüber, ob sich ein Elektron auf einen einzigen Weg festlegen lässt?

MERKE

Elektronen beugen sich am Doppelspalt — Materie ist auch Welle.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Den Wellencharakter von Materie experimentell belegen

P200 E Photoelektrischer Effekt

Mit welchem Experiment lässt sich die Teilcheneigenschaft des Photons nachweisen?

Richtig ist die Antwort „Photoelektrischer Effekt“. Der photoelektrische Effekt weist den Teilchencharakter des Lichts nach, weil sich das Austreten der Elektronen nur mit einzelnen Energiepaketen erklären lässt, deren Energie an der Frequenz hängt. Alle übrigen genannten Versuche belegen dagegen den Wellencharakter. Prägen kannst du dir die Trennung so: Alles, was mit Überlagerung, Ablenkung oder Farbzerlegung zu tun hat, spricht für die Welle; alles, was ein Alles-oder-nichts-Verhalten zeigt, spricht für das Teilchen.

Die Antwort „Doppelspalt-Interferenz“ ist falsch: Interferenz am Doppelspalt zeigt den Wellencharakter.

Die Antwort „Beugung am optischen Gitter“ ist falsch: Beugung am Gitter ebenso.

Die Antwort „Interferenz mit Wellenlängenmessung“ ist falsch: Interferenz mit Wellenlängenmessung ebenfalls.

Die Antwort „Brechung an einem Prisma“ ist falsch: Die Brechung folgt aus dem Wellenbild.

Zum Weiterdenken: Überlagerung und Ablenkung sprechen für die Welle, Schwellenverhalten für das Teilchen. Wie ordnest du mit dieser Faustregel einen dir unbekannten Versuch ein?

MERKE

Photoelektrischer Effekt für das Teilchen, alles mit Interferenz und Beugung für die Welle.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Versuche den beiden Naturen des Lichts zuordnen

OPTISCHE GERÄTE

P201 D 2 Sammellinsen

Aus welchen Linsen besteht ein Mikroskop?

Richtig ist die Antwort „2 Sammellinsen“. Ein Lichtmikroskop besteht aus zwei Sammellinsensystemen. Das Objektiv steht dicht am Präparat und erzeugt zunächst ein reelles, umgekehrtes und stark vergrößertes Zwischenbild, das anschließend vom Okular wie mit einer Lupe ein zweites Mal vergrößert wird. Weil sich beide Vergrößerungen multiplizieren, gilt $V_{\text{ges}} = V_{\text{Obj}} \cdot V_{\text{Ok}}$.

Die Antwort „1 Streulinse und 1 Sammellinse“ ist falsch: Eine Zerstreuungslinse käme im Mikroskop nicht als Hauptelement vor.

Die Antwort „2 Streulinsen“ ist falsch: Zwei Zerstreuungslinsen könnten überhaupt kein reelles Zwischenbild erzeugen.

Die Antwort „1 Zylinderlinse und 1 Zerstreuungslinse“ ist falsch: Zylinderlinsen gleichen eine Hornhautverkrümmung aus und gehören in die Brille.

Die Antwort „Zwei Zylinderlinsen“ ist falsch: Ebenso wenig bilden zwei Zylinderlinsen ein Mikroskop.

Zum Weiterdenken: Die Gesamtvergrößerung ist das Produkt beider Stufen. Warum bringt es trotzdem nichts, ein Lichtmikroskop beliebig weiter zu vergrößern?

MERKE

$V_{\text{ges}} = V_{\text{Obj}} \cdot V_{\text{Ok}}$ — beide Werte malnehmen.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Den Aufbau des Mikroskops benennen

P202 D Optisches Gitter

Mit welchem Instrument kann man Licht in sein Spektrum zerlegen (analysieren)?

Richtig ist die Antwort „Optisches Gitter“. Ein optisches Gitter zerlegt Licht in sein Spektrum, weil die Richtung der Interferenzmaxima von der Wellenlänge abhängt. Gegenüber dem Prisma hat es einen entscheidenden Vorteil für die Analyse: Die Ablenkung lässt sich aus der

Gitterkonstanten unmittelbar berechnen, sodass sich Wellenlängen genau vermessen statt nur betrachten lassen. Genau deshalb arbeiten Spektrometer mit Gittern.

Die Antwort „Optischer Spiegel“ ist falsch: Ein Spiegel wirft alle Wellenlängen gleich zurück.

Die Antwort „Endoskop“ ist falsch: Ein Endoskop leitet Licht und Bilder, ohne sie zu zerlegen.

Die Antwort „Zerstreuungslinse“ ist falsch: Eine Zerstreuungslinse fächert das Licht nicht in Farben auf.

Die Antwort „Lupe“ ist falsch: Eine Lupe vergrößert lediglich.

Zum Weiterdenken: Prisma und Gitter zerlegen beide, doch nur eines eignet sich zum Messen. Welche Eigenschaft des Gitters macht diesen Unterschied aus?

MERKE

Das Gitter zerlegt berechenbar — deshalb steckt es in jedem Spektrometer.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Das optische Gitter als Analysewerkzeug erkennen

P203 C Zwei Sammellinsen (Objektiv und Okular)

Welche Linsenkombination befindet sich in einem einfachen Lichtmikroskop?

Richtig ist die Antwort „Zwei Sammellinsen (Objektiv und Okular)“. Ein einfaches Lichtmikroskop arbeitet mit zwei Sammellinsen. Das Objektiv erzeugt vom Präparat ein reelles, umgekehrtes und vergrößertes Zwischenbild, das anschließend vom Okular wie mit einer Lupe ein zweites Mal vergrößert wird. Die Gesamtvergrößerung ist das Produkt beider Werte, denn $V_{\text{ges}} = V_{\text{Obj}} \cdot V_{\text{Ok}} = 40 \cdot 10 = 400$.

Die Antwort „Eine Sammellinse und eine Zerstreuungslinse“ ist falsch: Eine Zerstreuungslinse käme als Hauptelement nicht in Betracht.

Die Antwort „Zwei Zylinderlinsen“ ist falsch: Zylinderlinsen gleichen Hornhautverkrümmungen aus.

Die Antwort „Eine Sammellinse und eine Zylinderlinse“ ist falsch: Ebenso wenig gehört eine Zylinderlinse ins Mikroskop.

Die Antwort „Eine Zerstreuungslinse und eine Zylinderlinse“ ist falsch: Diese Kombination erzeugt kein brauchbares Bild.

Zum Weiterdenken: Die Vergrößerungen von Objektiv und Okular werden multipliziert. Warum lässt sich die Auflösung dennoch nicht beliebig steigern?

MERKE

$V_{\text{ges}} = V_{\text{Obj}} \cdot V_{\text{Ok}}$ — zwei Sammellinsen, zwei Faktoren.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Strahlengang im Lichtmikroskop erneut beschreiben

OPTIK DES AUGES

P204 E Das Auge besitzt einen optischen Apparat und wirkt insgesamt wie eine Sammellinse.

Welche Aussage über das Auge ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Das Auge besitzt einen optischen Apparat und wirkt insgesamt wie eine Sammellinse“. Das Auge besitzt mit Hornhaut, Kammerwasser, Linse und Glaskörper einen mehrteiligen optischen Apparat, der insgesamt wie eine Sammellinse wirkt und auf der Netzhaut ein reelles, umgekehrtes, verkleinertes Bild erzeugt. Bemerkenswert ist, dass der größte Teil der Brechkraft nicht auf die Linse entfällt, sondern auf die Hornhaut – die Linse übernimmt vor allem die Feineinstellung.

Die Antwort „Das Auge kann mithilfe der Pupille die Schärfe anpassen, sodass es unterschiedlich entfernte Objekte gut sehen kann“ ist falsch: Die Pupille regelt allein den Lichteinfall; die Scharfstellung übernimmt die Linse durch Akkommodation.

Die Antwort „Die höchste Dichte an Sinneszellen befindet sich am blinden Fleck“ ist falsch: Am blinden Fleck sitzen überhaupt keine Sinneszellen, denn dort verlässt der Sehnerv das Auge. Die höchste Dichte findet sich im gelben Fleck.

Die Antwort „Die Netzhaut wirkt wie eine Sammellinse“ ist falsch: Die Netzhaut ist der Bildempfänger und wirkt wie ein Schirm, nicht wie eine Linse.

Die Antwort „Nahakkommodation erfolgt durch Abflachung der Augenlinse“ ist falsch: Beim Nahsehen wird die Linse kugelig und damit brechkraftiger; abgeflacht wird sie beim Blick in die Ferne.

Zum Weiterdenken: Die Hornhaut trägt mehr zur Brechkraft bei als die Linse. Warum wird bei Laseroperationen zur Korrektur der Fehlsichtigkeit dennoch die Hornhaut und nicht die Linse bearbeitet?

MERKE

Das Auge wirkt als Sammellinse – Hornhaut bricht am stärksten, die Linse stellt scharf.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Das Auge als optisches System beschreiben

P205 C Der Krümmungsradius der Linse wird runder (kleiner).

Bei der Nahakkommodation des Auges muss die Brechkraft vergrößert werden. Welche Aussage ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „Der Krümmungsradius der Linse wird runder (kleiner)“. Beim Blick in die Nähe zieht sich der Ziliarmuskel zusammen, wodurch die Zonulafasern

erschaffen und die elastische Linse ihrer Eigenform folgend kugelig wird. Ein kleinerer Krümmungsradius bedeutet stärkere Brechung, also größere Brechkraft und kürzere Brennweite – genau das, was für die Abbildung eines nahen Gegenstands nötig ist. Beim Blick in die Ferne entspannt sich der Muskel, die Fasern ziehen die Linse flach.

Die Antwort „Der Brechungsindex der Linse muss kleiner werden“ ist falsch: Der Brechungsindex des Linsenmaterials lässt sich nicht willentlich ändern.

Die Antwort „Der Brechungsindex der Linse muss größer werden“ ist falsch: Ebenso wenig.

Die Antwort „Der Krümmungsradius der Linse wird flacher“ ist falsch: Eine flachere Linse bricht schwächer und dient dem Fernsehen.

Die Antwort „Die Linse wechselt von konvex zu konkav“ ist falsch: Die Augenlinse bleibt stets sammelnd; ein Wechsel zur Zerstreuungslinse findet nicht statt.

Zum Weiterdenken: Mit dem Alter verliert die Linse ihre Elastizität. Warum folgt daraus zwingend, dass die Alterssichtigkeit zuerst beim Lesen auffällt?

MERKE

Nahsehen heißt runde Linse und mehr Brechkraft, Fernsehen heißt flache Linse.

LEHRTEXT IM KURS

Optik

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Die Akkommodation der Augenlinse beschreiben

P206 A Zapfen und Stäbchen ermöglichen das Sehen in der Nacht und das Wahrnehmen von Farben

Welche Aussage zum menschlichen Auge ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Zapfen und Stäbchen ermöglichen das Sehen in der Nacht und das Wahrnehmen von Farben“. Stäbchen sind sehr lichtempfindlich und ermöglichen das Sehen bei Dämmerung und Dunkelheit, unterscheiden aber keine Farben – deshalb erscheint nachts alles grau. Zapfen brauchen mehr Licht, vermitteln dafür das Farbsehen in drei Empfindlichkeitsbereichen und sitzen besonders dicht im gelben Fleck, der Stelle des schärfsten Sehens.

Die Antwort „Das Auge fungiert wie eine Zerstreuungslinse“ ist falsch: Das Auge wirkt insgesamt als Sammellinse.

Die Antwort „Die Pupillengröße hat keinen Einfluss auf die einfallende Lichtmenge“ ist falsch: Die Pupille regelt gerade die einfallende Lichtmenge.

Die Antwort „Das auf der Netzhaut entstehende Bild wird bereits im Auge selbst umgedreht“ ist falsch: Auf der Netzhaut steht das Bild auf dem Kopf; erst das Gehirn richtet es auf.

Die Antwort „Nur Zapfen sind für das Sehen bei Dunkelheit verantwortlich“ ist falsch: Für das Sehen bei Dunkelheit sind die Stäbchen zuständig.

Zum Weiterdenken: Nachts erscheinen alle Farben grau. Welche der beiden Zelltypen erklärt diesen Befund, und warum?

MERKE

Stäbchen für dunkel und grau, Zapfen für hell und bunt.

LEHRTEXT IM KURS**Optik**

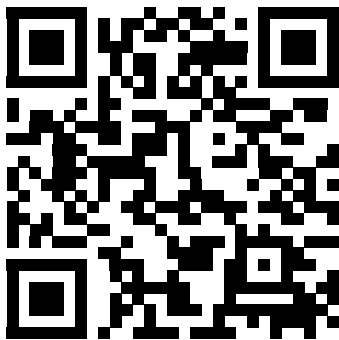
MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Aufgaben von Zapfen und Stäbchen zuordnen

P207 E Das Auge wirkt wie eine Sammellinse

Welche Aussage zum menschlichen Auge ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Das Auge wirkt wie eine Sammellinse“. Das Auge wirkt in seiner Gesamtheit als Sammellinse und erzeugt auf der Netzhaut ein reelles, umgekehrtes, verkleinertes Bild. Den größten Anteil an der Brechkraft von insgesamt rund sechzig Dioptrien trägt dabei die Hornhaut mit etwa zwei Dritteln; die Linse steuert den Rest bei und übernimmt die Feineinstellung.

Die Antwort „Das Auge wirkt wie eine Zerstreuungslinse“ ist falsch: Eine Zerstreuungslinse könnte auf der Netzhaut gar kein reelles Bild erzeugen.

**LEHRTEXT IM KURS****Atomphysik**

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

P208 E Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden

Was besagt die Heisenbergsche Unschärferelation?

Richtig ist die Antwort „Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden“. Ort und Impuls lassen sich nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmen; das Produkt beider Unschärfen kann einen bestimmten Mindestwert nicht unterschreiten. Es handelt sich nicht um ein Messproblem, sondern um eine Eigenschaft der Natur selbst: Ein Teilchen besitzt gar keinen exakt festgelegten Ort und Impuls zugleich.

Die Antwort „Am blinden Fleck befinden sich besonders viele Stäbchen“ ist falsch: Am blinden Fleck sitzen überhaupt keine Sinneszellen, weil dort der Sehnerv austritt.

Die Antwort „Die Lichtmenge wird ausschließlich durch die Linse reguliert“ ist falsch: Die Lichtmenge regelt die Pupille, nicht die Linse.

Die Antwort „Die Netzhaut liegt vor der Linse“ ist falsch: Die Netzhaut liegt hinten im Auge, also hinter der Linse — anders könnte dort kein Bild entstehen.

Zum Weiterdenken: Der blinde Fleck erzeugt in jedem Auge eine Lücke im Gesichtsfeld, die niemand bemerkt. Wie schließt das Gehirn diese Lücke?

MERKE

Das Auge sammelt: Hornhaut zwei Drittel der Brechkraft, Linse stellt scharf, Netzhaut empfängt.

LEHRTEXT IM KURS**Optik**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Das Auge erneut optisch einordnen

Atomphysik**ATOMAUFBAU**

Die Antwort „Ort und Impuls eines Teilchens können immer gleichzeitig exakt gemessen werden“ ist falsch: Das ist die genaue Umkehrung.

Die Antwort „Nur der Ort eines Teilchens ist grundsätzlich unbestimmbar“ ist falsch: Nicht der Ort allein ist unbestimmbar, sondern die gleichzeitige genaue Kenntnis beider Größen.

Die Antwort „Die Energie eines Teilchens ist immer exakt bestimmbar“ ist falsch: Auch Energie und Zeit bilden ein solches Paar.

Die Antwort „Die Unschärferelation gilt nur für Photonen“ ist falsch: Die Beziehung gilt für alle Teilchen. Bei großen Objekten ist die Unschärfe nur so klein, dass sie keine Rolle spielt.

Zum Weiterdenken: Bei einem Staubkorn ist die Unschärfe unmessbar klein, beim Elektron entscheidend. Woran liegt dieser gewaltige Unterschied, obwohl dieselbe Beziehung gilt?

MERKE

Ort und Impuls nie beide scharf — und das ist keine Frage der Messgenauigkeit.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Unschärferelation physikalisch formulieren

P209 A $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Wie groß ist die Elementarladung e ?

Richtig ist die Antwort „ $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ “. Die Elementarladung beträgt $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ und ist die kleinste frei vorkommende Ladungsmenge; jede beobachtbare Ladung ist ein ganzzahliges Vielfaches davon. Ein Proton trägt sie einfach positiv, ein Elektron einfach negativ. Umgekehrt gelesen: In einem Coulomb stecken rund $6 \cdot 10^{18}$ Elementarladungen.

Die Antwort „ $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ “ ist falsch: Das Joule ist eine Energieeinheit. Der Zahlenwert stimmt zwar mit dem Elektronenvolt überein, gemeint ist hier aber eine Ladung.

Die Antwort „ $e = 6,022 \times 10^{23} \text{ C}$ “ ist falsch: 6,022 mal zehn hoch dreiundzwanzig ist die Avogadro-Konstante und keine Ladung.

Die Antwort „ $e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ C}$ “ ist falsch: 9,109 mal zehn hoch minus einunddreißig ist die Masse des Elektrons in Kilogramm.

Die Antwort „ $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ A}$ “ ist falsch: Das Ampere ist die Einheit der Stromstärke, nicht der Ladung.

Zum Weiterdenken: Alle falschen Antworten mischen richtige Naturkonstanten mit falschen Einheiten. Warum genügt es in solchen Fällen oft, allein die Einheit zu prüfen?

MERKE

$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ — kleinste frei vorkommende Ladung.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Zahlenwert und Einheit der Elementarladung kennen

P210 E Die Elektronenhülle ist etwa 100.000-mal größer als der Kern.

Wie verhält sich (ungefähr) der Durchmesser der Elektronenhülle zum Durchmesser des Atomkerns?

Richtig ist die Antwort „Die Elektronenhülle ist etwa 100.000-mal größer als der Kern“. Ein Atom misst rund zehn hoch minus zehn Meter, ein Atomkern dagegen nur etwa zehn hoch minus fünfzehn Meter. Der Unterschied beträgt also fünf Zehnerpotenzen, das heißt einen Faktor von hunderttausend. Anschaulich: Läge der Kern als Kirsche in der Mitte eines Fußballstadions, reichte die Elektronenhülle bis zu den obersten Rängen — ein Atom ist demnach fast vollständig leerer Raum.

Die Antwort „Die Elektronenhülle ist etwa 10-mal größer als der Kern“ ist falsch: Ein Faktor zehn wäre um vier Zehnerpotenzen zu klein.

Die Antwort „Die Elektronenhülle ist etwa 100-mal größer als der Kern“ ist falsch: Ein Faktor hundert ebenso.

Die Antwort „Die Elektronenhülle ist etwa 10.000-mal größer als der Kern“ ist falsch: Zehntausend liegt eine Zehnerpotenz daneben.

Die Antwort „Die Elektronenhülle ist etwa 1.000.000-mal größer als der Kern“ ist falsch: Eine Million liegt eine Zehnerpotenz darüber.

Zum Weiterdenken: Materie besteht fast nur aus leerem Raum und fühlt sich dennoch fest an. Welche Kraft sorgt für diesen Eindruck?

MERKE

Hülle rund hunderttausendmal größer als der Kern — das Atom ist fast leer.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Größenverhältnisse im Atom abschätzen

P211 D Planck

Wer gilt als Begründer der Quantentheorie?

Richtig ist die Antwort „Planck“. Max Planck begründete im Jahr 1900 die Quantentheorie, als er zur Erklärung der Strahlung glühender Körper annahm, dass Energie nur in festen Portionen abgegeben wird. Die Größe dieser Portionen ist das nach ihm benannte Wirkungsquantum.

Die Antwort „Rutherford“ ist falsch: Rutherford wies mit seinem Streuversuch den Atomkern nach.

Die Antwort „Maxwell“ ist falsch: Maxwell fasste die Elektrodynamik in seinen Gleichungen zusammen und erkannte Licht als elektromagnetische Welle.

Die Antwort „Bohr“ ist falsch: Bohr entwickelte das nach ihm benannte Atommodell und wandte Plancks Gedanken auf die Elektronenbahnen an.

Die Antwort „Einstein“ ist falsch: Einstein erklärte mit Plancks Idee den photoelektrischen Effekt und erhielt dafür den Nobelpreis — er baute also auf Planck auf, statt die Theorie zu begründen.

Zum Weiterdenken: Planck selbst hielt seine Energieportionen zunächst für einen bloßen Rechenkniff. Was sagt das darüber, wie physikalische Umbrüche entstehen?

MERKE

Planck begründete die Quantentheorie, Einstein und Bohr bauten darauf auf.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Planck als Begründer der Quantentheorie kennen

P212 B Elementarteilchen

Was sind Elektronen?

Richtig ist die Antwort „Elementarteilchen“. Elektronen sind nach heutigem Kenntnisstand Elementarteilchen, lassen sich also nicht weiter zerlegen. Sie gehören zur Gruppe der Leptonen. Protonen und Neutronen dagegen sind zusammengesetzt und bestehen aus je drei Quarks — dieser Unterschied ist der Kern der Frage.

Die Antwort „Aus Quarks zusammengesetzte Teilchen“ ist falsch: Aus Quarks bestehen Protonen und Neutronen, nicht Elektronen.

Die Antwort „Bestandteile des Atomkerns“ ist falsch: Elektronen bilden die Atomhülle.

Die Antwort „Aus Protonen und Neutronen zusammengesetzte Teilchen“ ist falsch: Aus Protonen und Neutronen besteht der Atomkern.

Die Antwort „Ein rein theoretisches Konstrukt ohne Masse“ ist falsch: Elektronen haben eine messbare Masse von rund neun mal zehn hoch minus einunddreißig Kilogramm.

Zum Weiterdenken: Elektronen sind unteilbar, Protonen nicht. Was folgt daraus für die Frage, welche Teilchen die Physik heute als wirklich grundlegend ansieht?

MERKE

Elektron unteilbar, Proton und Neutron aus je drei Quarks.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Elektronen als Elementarteilchen einordnen

ATOMKERN**P213 A Die Masse des Atomkerns ist etwas geringer als die Summe der Massen der in ihm enthaltenen Nukleonen.**

Was ist der Massendefekt?

Richtig ist die Antwort „Die Masse des Atomkerns ist etwas geringer als die Summe der Massen der in ihm enthaltenen Nukleonen“. Der Massendefekt bezeichnet den Umstand, dass ein Atomkern etwas leichter ist als die Summe seiner einzelnen Kernbausteine. Die fehlende Masse steckt in der Bindungsenergie, denn beim Zusammenfügen des Kerns wird Energie frei, und nach der Beziehung von Energie und Masse verringert sich dabei die Masse. Genau dieser Unterschied ist die Energiequelle sowohl der Kernspaltung als auch der Kernfusion — und damit die Energiequelle der Sonne.

Die Antwort „Er ist der Massenunterschied zwischen Protonen und Elektronen“ ist falsch: Der Unterschied zwischen Protonen- und Elektronenmasse ist eine andere Größe.

Die Antwort „Er ist die Massenzunahme der Atome bei relativ hohen Geschwindigkeiten“ ist falsch: Die Massenzunahme bei hohen Geschwindigkeiten gehört zur Relativitätstheorie und hat mit dem Massendefekt nichts zu tun.

Die Antwort „Protonen und Neutronen haben nicht die ganz gleiche Masse“ ist falsch: Dass Protonen und Neutronen leicht verschiedene Massen haben, trifft zwar zu, beschreibt aber nicht den Massendefekt.

Die Antwort „Die Masse des Atoms ist wegen der Elektronen etwas größer als die Summe der Massen der in ihm enthaltenen Nukleonen“ ist falsch: Das kehrt die Richtung um; der Kern ist leichter, nicht schwerer.

Zum Weiterdenken: Ein winziger Massenunterschied liefert die gesamte Energie der Sonne. Welche Rolle spielt dabei das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit als Umrechnungsfaktor?

MERKE

Der Kern ist leichter als seine Teile — die fehlende Masse ist die Bindungsenergie.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Den Massendefekt als Grundlage der Bindungsenergie verstehen

STARKE UND SCHWACHE WECHSELWIRKUNG**P214 A Starke Wechselwirkung zwischen Protonen und Neutronen**

Welche Kraft hält Protonen und Neutronen im Atomkern zusammen?

Richtig ist die Antwort „Starke Wechselwirkung zwischen Protonen und Neutronen“. Die starke Wechselwirkung wirkt zwischen allen Kernbausteinen, also zwischen Protonen und Neutronen gleichermaßen, und hält den Kern gegen die elektrische Abstoßung der gleichnamig

geladenen Protonen zusammen. Sie ist die stärkste der vier Grundkräfte, hat aber nur eine äußerst geringe Reichweite von etwa einem Kernradius — jenseits davon verschwindet sie praktisch. Genau dieses Verhältnis erklärt, warum sehr große Kerne instabil werden: Die Abstoßung reicht über den ganzen Kern, die starke Kraft nur bis zum Nachbarn.

Die Antwort „Schwache Wechselwirkung zwischen Protonen und Neutronen“ ist falsch: Die schwache Wechselwirkung ist für bestimmte Zerfälle zuständig, nicht für den Zusammenhalt.

Die Antwort „Starke Wechselwirkung zwischen Protonen und Elektronen“ ist falsch: Elektronen unterliegen der starken Wechselwirkung überhaupt nicht.

Die Antwort „Elektromagnetische Anziehung zwischen Neutronen“ ist falsch: Neutronen sind ungeladen und erfahren keine elektromagnetische Anziehung.

Die Antwort „Gravitationskraft zwischen Nukleonen“ ist falsch: Die Gravitation ist auf dieser Größenskala verschwindend gering.

Zum Weiterdenken: Die starke Kraft ist die stärkste Grundkraft, reicht aber kaum über einen Kerndurchmesser. Wie erklärt dieses Missverhältnis, dass es keine beliebig großen stabilen Kerne gibt?

MERKE

Stark, aber kurz: die starke Wechselwirkung hält den Kern nur auf kleinstem Abstand zusammen.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die starke Wechselwirkung als Kernkraft benennen

P215 B Sie hat eine kleinere Reichweite als die Gravitationskraft

Welche Aussage zur starken Kernkraft trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sie hat eine kleinere Reichweite als die Gravitationskraft“. Die starke Kernkraft wirkt nur über etwa den Durchmesser eines Atomkerns und verschwindet darüber hinaus praktisch vollständig, während die Gravitation unbegrenzte Reichweite hat. Ihre Reichweite ist also die kleinere — trotz ihrer im Nahbereich überwältigenden Stärke. Von den vier Grundkräften haben nur zwei unbegrenzte Reichweite, nämlich Gravitation und elektromagnetische Kraft; die starke und die schwache Wechselwirkung enden im Kernbereich.

Die Antwort „Sie hat eine größere Reichweite als die elektrische Kraft“ ist falsch: Die elektrische Kraft reicht unbegrenzt weit.

Die Antwort „Sie hat eine größere Reichweite als die magnetische Kraft“ ist falsch: Das gilt ebenso für die magnetische Kraft.

Die Antwort „Sie ist schwächer als die Gravitationskraft“ ist falsch: Die starke Wechselwirkung ist um viele Größenordnungen stärker als die Gravitation.

Die Antwort „Sie wirkt nur zwischen Elektronen“ ist falsch: Elektronen unterliegen der starken Wechselwirkung gar nicht.

Zum Weiterdenken: Zwei der vier Grundkräfte reichen unbegrenzt weit, zwei enden im Kern. Welche Folgen hat diese Aufteilung dafür, welche Kräfte wir im Alltag überhaupt bemerken?

MERKE

Gravitation und Elektromagnetismus reichen unendlich weit, starke und schwache Kraft nur bis zum Kernrand.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Reichweite der starken Wechselwirkung einordnen

ELEKTRONEN-ORBITALE

P216 B Sie können sich nur auf bestimmten Energieniveaus aufhalten

Welche Aussage zu Elektronen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Sie können sich nur auf bestimmten Energieniveaus aufhalten“. Elektronen in der Atomhülle können nur bestimmte, festgelegte Energiewerte annehmen — man sagt, die Energie ist gequantelt. Zwischenwerte gibt es nicht. Genau daraus folgt eine der wichtigsten Beobachtungen der Physik: Beim Übergang zwischen zwei Niveaus wird Licht einer ganz bestimmten Wellenlänge abgegeben oder aufgenommen, weshalb jedes Element sein eigenes Linienspektrum besitzt und sich noch aus dem Licht ferner Sterne bestimmen lässt.

Die Antwort „Sie befinden sich im Atomkern“ ist falsch: Im Kern befinden sich Protonen und Neutronen.

Die Antwort „Sie haben keine Ladung“ ist falsch: Elektronen tragen eine negative Elementarladung.

Die Antwort „Sie sind schwerer als Protonen“ ist falsch: Ein Elektron ist rund zweitausendmal leichter als ein Proton.

Die Antwort „Sie bewegen sich unabhängig vom Energieniveau immer auf demselben Kreisbahnradius“ ist falsch: Der mittlere Abstand vom Kern hängt unmittelbar vom Energieniveau ab. Von festen Kreisbahnen spricht man ohnehin nur im überholten Bohrschen Modell.

Zum Weiterdenken: Jedes Element hat ein eigenes Linienspektrum. Wie lässt sich damit die Zusammensetzung eines Sterns bestimmen, den niemand je erreichen wird?

MERKE

Nur bestimmte Energiestufen erlaubt — daraus folgen die Spektrallinien jedes Elements.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Die Quantelung der Elektronenenergie verstehen

P217 D Elektronen können sich nur auf bestimmten, diskreten Energieniveaus aufhalten

Welche Aussage zu Elektronen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Elektronen können sich nur auf bestimmten, diskreten Energieniveaus aufhalten“.

Elektronen in der Atomhülle können nur bestimmte, voneinander getrennte Energiewerte annehmen. Zwischenwerte sind ausgeschlossen – genau das meint der Begriff der Quantelung, und genau daraus folgen die scharfen Linien in den Spektren der Elemente.

Die Antwort „Elektronen befinden sich im Atomkern“ ist falsch: Im Kern sitzen Protonen und Neutronen.

Die Antwort „Elektronen können jeden beliebigen Energiewert annehmen“ ist falsch: Beliebige Energiewerte sind gerade ausgeschlossen.

Die Antwort „Elektronen haben keine Ladung“ ist falsch: Elektronen tragen eine negative Elementarladung.

Die Antwort „Elektronen sind schwerer als Neutronen“ ist falsch: Ein Elektron ist rund zweitausendmal leichter als ein Neutron.

Zum Weiterdenken: Die Quantelung der Energie erklärt, warum jedes Element sein eigenes Linienspektrum hat. Warum wäre ein kontinuierliches Spektrum mit dieser Vorstellung unvereinbar?

MERKE

Nur bestimmte Stufen erlaubt – deshalb scharfe Linien statt eines durchgehenden Spektrums.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Quantelung der Energieniveaus erneut bestimmen

P218 A Es wird nur Licht ganz bestimmter, für das Element charakteristischer Wellenlängen abgestrahlt

Welche Aussage zum Emissionsspektrum eines Elements trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Es wird nur Licht ganz bestimmter, für das Element charakteristischer Wellenlängen abgestrahlt“. Ein Emissionsspektrum besteht aus einzelnen scharfen Linien bei ganz bestimmten Wellenlängen, denn Elektronen können nur zwischen festgelegten Energieniveaus wechseln, und die Energiedifferenz bestimmt die Wellenlänge des abgegebenen Lichts. Weil jedes Element seine eigene Niveaustuktur besitzt, ist das Linienmuster so kennzeichnend wie ein Fingerabdruck – auf diesem Weg wurde Helium zuerst in der Sonne und erst danach auf der Erde entdeckt.

Die Antwort „Es wird ein kontinuierliches Spektrum aller Wellenlängen abgestrahlt“ ist falsch: Ein kontinuierliches Spektrum liefern glühende Festkörper, nicht einzelne Atome im Gaszustand.

Die Antwort „Das Spektrum ist mit dem Bohr-Modell nicht erklärbar“ ist falsch: Das Bohr-Modell wurde gerade entwickelt, um die Linienspektren zu erklären, und leistet das für Wasserstoff sehr gut.

Die Antwort „Emissionsspektren sind für alle Elemente identisch“ ist falsch: Gerade die Unterschiede machen die Spektralanalyse möglich.

Die Antwort „Elektronen geben beim Emissionsspektrum keine Energie ab“ ist falsch: Beim Übergang auf ein niedrigeres Niveau gibt das Elektron Energie in Form von Licht ab.

Zum Weiterdenken: Helium wurde im Sonnenlicht entdeckt, bevor man es auf der Erde kannte. Was sagt das über die Reichweite eines physikalischen Messverfahrens aus?

MERKE

Scharfe Linien statt durchgehendem Band – jedes Element hat sein eigenes Muster.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Das Emissionsspektrum als Fingerabdruck eines Elements deuten

P219 B Absorption

Ein Elektron springt in einem Atom auf ein höheres Energieniveau. Was ist hier abgebildet?

Richtig ist die Antwort „Absorption“. Springt ein Elektron auf ein höheres Energieniveau, muss es die dafür nötige Energie aufnehmen, meist durch Verschlucken eines Photons passender Energie – das nennt man Absorption. Der umgekehrte Sprung nach unten heißt Emission und gibt ein Photon ab. Die Merkhilfe ist schlicht: hinauf kostet, herunter zahlt aus.

Die Antwort „Emission“ ist falsch: Emission bezeichnet den Sprung auf ein tieferes Niveau.

Die Antwort „Ionisation“ ist falsch: Bei der Ionisation verlässt das Elektron das Atom vollständig, es springt also nicht auf ein höheres Niveau, sondern über alle hinaus.

Die Antwort „Transmission“ ist falsch: Transmission bezeichnet das Durchdringen eines Stoffes durch Strahlung.

Die Antwort „Reflexion“ ist falsch: Reflexion bezeichnet das Zurückwerfen an einer Grenzfläche.

Zum Weiterdenken: Absorptions- und Emissionsspektrum eines Elements zeigen Linien an genau denselben Stellen. Warum muss das so sein?

MERKE

Hinauf heißt aufnehmen, herunter heißt abgeben – Absorption und Emission.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Absorption und Emission am Energieniveauschema unterscheiden

KERNKRÄFTE

P220 C Die Kernkraft hat eine kleinere Reichweite als die Gravitationskraft

Welche Aussage zu den Kernkräften zwischen Protonen und Neutronen trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Kernkraft hat eine kleinere Reichweite als die Gravitationskraft“. Die Kernkraft wirkt nur über etwa einen Kerndurchmesser, also rund 10^{-15} m, und verschwindet darüber hinaus praktisch vollständig. Die Gravitation dagegen hat unbegrenzte Reichweite und

nimmt lediglich mit $\frac{1}{r^2}$ ab — sie hält noch Galaxien

zusammen. Die Reichweite der Kernkraft ist also unvergleichlich kleiner, obwohl sie im Nahbereich die weitaus stärkere Kraft ist.

Die Antwort „Die Kernkraft hat eine größere Reichweite als die Gravitationskraft“ ist falsch: Die Reichweiten verhalten sich genau umgekehrt.

Die Antwort „Kernkraft und Gravitationskraft haben die gleiche Reichweite“ ist falsch: Sie unterscheiden sich um viele Größenordnungen.

Die Antwort „Die Kernkraft wirkt nur zwischen Protonen“ ist falsch: Die Kernkraft wirkt zwischen allen Kernbausteinen, also auch zwischen Neutronen.

Die Antwort „Die Kernkraft ist schwächer als die elektromagnetische Kraft bei gleichem Abstand“ ist falsch: Im Kernabstand ist die starke Wechselwirkung rund hundertmal stärker als die elektromagnetische Kraft.

Zum Weiterdenken: Die Gravitation ist die mit Abstand schwächste Grundkraft und beherrscht dennoch das Weltall. Wie erklären Reichweite und die fehlende Abschirmbarkeit diesen scheinbaren Widerspruch?

MERKE

Kernkraft: sehr stark, aber nur über 10^{-15} m.
Gravitation: sehr schwach, aber unbegrenzt.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Reichweiten der Grundkräfte vergleichen

KERNSPALTUNG

P221 D Spaltung von schweren Kernen

Bei welchem Vorgang wird Kernenergie frei?

Richtig ist die Antwort „Spaltung von schweren Kernen“. Energie wird frei, wenn die entstehenden Kerne fester gebunden sind als die Ausgangskerne. Die Bindungsenergie je Kernbaustein ist bei Eisen am größten, weshalb sich beide Wege lohnen: Sehr schwere Kerne wie

Uran geben Energie ab, wenn sie gespalten werden, sehr leichte Kerne wie Wasserstoff, wenn sie verschmelzen. Beide Vorgänge laufen gewissermaßen auf Eisen zu.

Die Antwort „Fusion von schweren Kernen“ ist falsch: Die Fusion schwerer Kerne verbraucht Energie, statt welche freizusetzen.

Die Antwort „Spaltung von leichten Kernen“ ist falsch: Die Spaltung leichter Kerne führt vom Eisen weg und kostet ebenfalls Energie.

Die Antwort „Fusion von leichtem Kern mit einem Elektron“ ist falsch: Ein Elektron nimmt an Kernreaktionen dieser Art nicht teil.

Die Antwort „Spaltung von mittelschweren Kernen (Eisen)“ ist falsch: Eisen liegt genau am Maximum der Bindungsenergie, sodass bei seiner Spaltung nichts frei wird.

Zum Weiterdenken: Sowohl die Spaltung schwerer als auch die Fusion leichter Kerne setzt Energie frei. Warum treffen sich beide Wege ausgerechnet beim Eisen?

MERKE

Eisen ist das Ziel: schwere Kerne spalten, leichte Kerne verschmelzen.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Kernspaltung und Kernfusion energetisch einordnen

P222 C Kernspaltung schwerer Kerne

Wobei wird Energie erzeugt (freigesetzt)?

Richtig ist die Antwort „Kernspaltung schwerer Kerne“. Die Spaltung schwerer Kerne setzt Energie frei, weil die entstehenden mittelschweren Bruchstücke fester gebunden sind als der Ausgangskern. Maßgeblich ist stets die Bindungsenergie je Kernbaustein, die bei Eisen ihr Maximum erreicht: Alles, was sich dem Eisen annähert, gibt Energie ab.

Die Antwort „Kernspaltung leichter Kerne“ ist falsch: Die Spaltung leichter Kerne führt vom Maximum weg und verbraucht Energie.

Die Antwort „Kernfusion schwerer Kerne“ ist falsch: Die Fusion schwerer Kerne führt ebenfalls vom Maximum weg.

Die Antwort „Kernfusion mittelschwerer Kerne“ ist falsch: Auch die Fusion mittelschwerer Kerne liefert keine Energie mehr, da sie bereits nahe am Maximum liegen.

Die Antwort „Radioaktiver Zerfall von Blei“ ist falsch: Blei ist der Endpunkt der natürlichen Zerfallsreihen und weitgehend stabil.

Zum Weiterdenken: Alles läuft auf Eisen zu — von der einen Seite durch Spaltung, von der anderen durch Fusion. Welche Rolle spielt diese Kurve für das Ende des Lebens großer Sterne?

MERKE

Energie gibt es nur auf dem Weg zum Eisen: schwere spalten, leichte verschmelzen.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die energieliefernden Kernvorgänge erneut bestimmen

KERNFUSION

P223 E Man muss die Kerne fast bis zum absoluten Nullpunkt abkühlen, damit die Fusion stattfinden kann

Welche Aussage zur Kernfusion ist FALSCH?

Richtig ist die Antwort „Man muss die Kerne fast bis zum absoluten Nullpunkt abkühlen, damit die Fusion stattfinden kann“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Kernfusion braucht das genaue Gegenteil von Kälte: Erst bei Temperaturen von vielen Millionen Grad bewegen sich die Kerne schnell genug, um ihre gegenseitige elektrische Abstoßung zu überwinden und einander so nahe zu kommen, dass die starke Wechselwirkung greift. In der Sonne herrschen im Kern rund fünfzehn Millionen Kelvin.

Die Antwort „Bei der Kernfusion wird Energie frei“ ist falsch als Antwort, weil bei der Verschmelzung leichter Kerne tatsächlich Energie frei wird.

Die Antwort „Es wird ein hoher Druck benötigt“ ist falsch als Antwort, weil hoher Druck tatsächlich nötig ist, um die Kerne dicht genug zusammenzubringen.

Die Antwort „Die freiwerdende Energie entspricht $E = m \cdot c^2$ “ ist falsch als Antwort, weil die freiwerdende Energie tatsächlich dem Massendefekt entspricht.

Die Antwort „Kernfusion ist aktuell technisch nur schwer umsetzbar, da noch mehr Energie hineingesteckt werden muss als frei wird“ ist falsch als Antwort, weil die technische Nutzung tatsächlich noch nicht dauerhaft mehr Energie liefert, als sie verbraucht.

Zum Weiterdenken: Die Sonne fusioniert bei fünfzehn Millionen Kelvin, irdische Anlagen brauchen noch weit höhere Temperaturen. Welchen Vorteil hat die Sonne, den kein Reaktor auf der Erde nachbilden kann?

MERKE

Fusion braucht Millionen Grad und hohen Druck – Kälte verhindert sie gerade.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Bedingungen der Kernfusion prüfen

ANTITEILCHEN

P224 B Sie löschen sich aus, wobei Gammastrahlung entsteht

Was passiert, wenn ein Teilchen mit seinem Antiteilchen kollidiert?

Richtig ist die Antwort „Sie löschen sich aus, wobei Gammastrahlung entsteht“. Treffen ein Teilchen und sein Antiteilchen aufeinander, vernichten sie einander vollständig, und ihre gesamte Masse wird in Energie umgewandelt – meist in Form zweier Gammaquanten, die in entgegengesetzte Richtungen davonfliegen. Genau darauf beruht die Positronen-Emissions-Tomographie in der Medizin: Man gibt einen Positronenstrahler, und die entstehenden Gammaquanten werden von gegenüberliegenden Sensoren gleichzeitig erfasst, sodass sich der Entstehungsort berechnen lässt.

Die Antwort „Sie stoßen sich ab“ ist falsch: Entgegengesetzt geladene Teilchen ziehen einander an.

Die Antwort „Es entsteht Röntgenstrahlung“ ist falsch: Röntgenstrahlung entsteht beim Abbremsen von Elektronen oder bei Übergängen in inneren Schalen.

Die Antwort „Sie verschmelzen zu einem neuen stabilen Teilchen“ ist falsch: Es entsteht kein neues Teilchen, sondern reine Strahlung.

Die Antwort „Es entsteht Betastrahlung“ ist falsch: Betastrahlung besteht aus Elektronen oder Positronen und entsteht bei bestimmten Kernzerfällen.

Zum Weiterdenken: Bei der Paarvernichtung wird Masse vollständig in Energie umgewandelt. Welche berühmte Gleichung beschreibt das Verhältnis, und warum entstehen dabei zwei und nicht ein Gammaquant?

MERKE

Teilchen trifft Antiteilchen, beide verschwinden, zwei Gammaquanten bleiben.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2015 · schwer · Lernziel: Die Paarvernichtung beschreiben

RADIOAKTIVE STOFFE

P225 D Das Verhältnis von C-12 und C-14

Was wird über die Radiokarbonmethode bestimmt?

Richtig ist die Antwort „Das Verhältnis von C-12 und C-14“. Die Radiokarbonmethode vergleicht das Verhältnis des radioaktiven Kohlenstoffisotops mit der Massenzahl vierzehn zum stabilen Isotop mit der Massenzahl zwölf. Solange ein Lebewesen am Stoffwechsel teilnimmt, entspricht dieses Verhältnis dem der Umgebung; nach dem Tod wird kein Kohlenstoff mehr aufgenommen, und der radioaktive Anteil nimmt mit einer Halbwertszeit von rund fünftausendsiebenhundert Jahren ab. Aus dem verbliebenen Verhältnis lässt sich deshalb das Alter berechnen – brauchbar bis etwa fünfzigtausend Jahre zurück.

Die Antwort „Die Löslichkeit von C-14“ ist falsch: Die Löslichkeit spielt keine Rolle.

Die Antwort „Die Löslichkeit eines unbekannten Isotops X“ ist falsch: Ebenso wenig die Löslichkeit eines unbekannten Isotops.

Die Antwort „Das Verhältnis von K-40 und C-14“ ist falsch: Kalium und Kohlenstoff werden nicht miteinander verglichen; die Kalium-Argon-Methode ist ein eigenständiges Verfahren für weit größere Zeiträume.

Die Antwort „Die Halbwertszeit von C-12“ ist falsch: Das Isotop mit der Massenzahl zwölf ist stabil und hat daher gar keine Halbwertszeit.

Zum Weiterdenken: Die Methode reicht rund fünfzigtausend Jahre zurück. Warum setzt gerade die Halbwertszeit dieser Reichweite eine natürliche Grenze?

MERKE

Verhältnis von C-14 zu C-12 — nach dem Tod sinkt der radioaktive Anteil messbar ab.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Das Messprinzip der Radiokarbonmethode beschreiben

RADIOAKTIVITÄT

P226 D Gammastrahlung

Bei welcher Art radioaktiver Strahlung entsteht KEIN neues chemisches Element?

Richtig ist die Antwort „Gammastrahlung“. Beim Gammazerfall gibt der Kern lediglich überschüssige Energie in Form eines Photons ab und geht von einem angeregten in einen energieärmeren Zustand über. Weder die Protonenzahl noch die Massenzahl ändert sich, weshalb dasselbe Element erhalten bleibt. Beim Alphazerfall dagegen verliert der Kern zwei Protonen und zwei Neutronen und rückt im Periodensystem zwei Plätze nach unten, beim Betazerfall wandelt sich ein Neutron in ein Proton um, sodass er einen Platz nach oben rückt.

Die Antwort „Alphastrahlung“ ist falsch: Der Alphazerfall verändert die Ordnungszahl um zwei.

Die Antwort „Betastrahlung“ ist falsch: Der Betazerfall verändert sie um eins.

Die Antwort „UV-Strahlung“ ist falsch: Ultraviolette Strahlung ist kein Kernvorgang.

Die Antwort „Röntgenstrahlung“ ist falsch: Röntgenstrahlung entsteht in der Elektronenhülle oder beim Abbremsen von Elektronen und verändert den Kern nicht — sie zählt jedoch auch nicht zur radioaktiven Strahlung im engeren Sinn.

Zum Weiterdenken: Nur die Protonenzahl entscheidet, welches Element vorliegt. Was folgt daraus für die Frage, welche Zerfallsarten überhaupt ein neues Element hervorbringen können?

MERKE

Gamma ändert nur die Energie, Alpha zwei Plätze runter, Beta einen Platz rauf.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Erkennen, welcher Zerfall die Ordnungszahl unverändert lässt

P227 E Ordnungszahl -2

Beim Alpha-Zerfall - wie unterscheidet sich der Tochterkern vom Mutterkern?

Richtig ist die Antwort „Ordnungszahl -2“. Beim Alphazerfall stößt der Kern einen Heliumkern aus, der aus zwei Protonen und zwei Neutronen besteht. Die Ordnungszahl sinkt daher um zwei und die Massenzahl um vier. Der Tochterkern steht im Periodensystem also zwei Plätze weiter links — aus Uran mit der Ordnungszahl zweiundneunzig wird auf diesem Weg Thorium mit der Ordnungszahl neunzig.

Die Antwort „Ordnungszahl +4“ ist falsch: Die Ordnungszahl steigt nicht, sondern sinkt, und die Zahl vier gehört zur Massenzahl.

Die Antwort „Massenzahl -2“ ist falsch: Die Massenzahl sinkt um vier, nicht um zwei.

Die Antwort „Massenzahl +4“ ist falsch: Sie sinkt und steigt nicht.

Die Antwort „Ordnungszahl -4“ ist falsch: Hier sind die beiden Zahlen vertauscht.

Zum Weiterdenken: Alle vier falschen Antworten entstehen durch Vertauschen von zwei und vier oder des Vorzeichens. Wie ordnest du dir die beiden Zahlen dauerhaft richtig zu?

MERKE

Alphazerfall: Ordnungszahl minus zwei, Massenzahl minus vier — ein Heliumkern fliegt davon.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Die Bilanz des Alphazerfalls aufstellen

P228 C Ein Elektron

Was entsteht bei einem Beta-Minus-Zerfall zusätzlich zum Antineutrino?

Richtig ist die Antwort „Ein Elektron“. Beim Beta-Minus-Zerfall wandelt sich im Kern ein Neutron in ein Proton um, wobei ein Elektron und ein Antineutrino entstehen und den Kern verlassen. Das Elektron ist dabei die eigentliche Betastrahlung. Weil der Kern ein Proton hinzugewinnt, steigt die Ordnungszahl um eins, während die Massenzahl unverändert bleibt — das entstehende Element steht also einen Platz weiter rechts im Periodensystem. Wichtig ist

die Vorstellung, dass dieses Elektron nicht aus der Atomhülle stammt, sondern im Augenblick des Zerfalls im Kern neu entsteht.

Die Antwort „Ein Proton“ ist falsch: Ein Proton entsteht zwar, doch es verbleibt im Kern und wird nicht abgestrahlt; gefragt ist nach dem, was den Kern zusätzlich zum Antineutrino verlässt.

Die Antwort „Ein Neutron“ ist falsch: Ein Neutron wird gerade verbraucht.

Die Antwort „Ein Positron“ ist falsch: Ein Positron entsteht beim Beta-Plus-Zerfall.

Die Antwort „Ein Photon“ ist falsch: Ein Photon wird beim Gammazerfall abgegeben.

Zum Weiterdenken: Das abgestrahlte Elektron stammt nicht aus der Hülle, sondern entsteht neu im Kern. Warum ist dieser Unterschied für das Verständnis des Zerfalls entscheidend?

MERKE

Neutron wird zu Proton, Elektron und Antineutrino fliegen davon — die Ordnungszahl steigt um eins.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Die Teilchenbilanz des Beta-Minus-Zerfalls aufstellen

P229 C Elektron

Welches Teilchen verlässt beim Beta-Minus-Zerfall den Kern als Strahlung?

Richtig ist die Antwort „Elektron“. Beim Beta-Minus-Zerfall wandelt sich ein Neutron in ein Proton um, wobei ein Elektron und ein Antineutrino entstehen. Als Strahlung verlässt das Elektron den Kern, weshalb es die gesuchte Antwort ist. Das ebenfalls entstehende Proton bleibt dagegen im Kern zurück und erhöht dort die Ordnungszahl um eins.

Die Antwort „Proton“ ist falsch: Ein Proton entsteht zwar, verbleibt aber im Kern und erhöht dort die Ordnungszahl um eins. Als Strahlung tritt es nicht aus.

Die Antwort „Positron“ ist falsch: Ein Positron entsteht beim Beta-Plus-Zerfall.

Die Antwort „Neutron“ ist falsch: Ein Neutron wird gerade verbraucht.

Die Antwort „Photon“ ist falsch: Ein Photon entsteht beim Gammazerfall.

Zum Weiterdenken: Beim Beta-Minus-Zerfall entstehen streng genommen drei Teilchen. Welche sind das, und welches davon verlässt den Kern als eigentliche Strahlung?

MERKE

Beta minus: Neutron wird zu Proton, das Elektron fliegt als Strahlung davon.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

Rekonstruktionen aus Gedächtnisprotokollen — keine amtlichen Prüfungsfragen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Das Produkt des Beta-Minus-Zerfalls benennen

AKTIVITÄT

P230 C Die mittlere Anzahl an Kernzerfällen pro Sekunde

Was versteht man unter der Aktivität einer radioaktiven Probe?

Richtig ist die Antwort „Die mittlere Anzahl an Kernzerfällen pro Sekunde“. Die Aktivität ist die Zahl der Kernzerfälle je Sekunde und wird in Becquerel angegeben — ein Becquerel entspricht einem Zerfall je Sekunde. Sie hängt von der Menge des Stoffes und von seiner Halbwertszeit ab und nimmt mit der Zeit ab, weil immer weniger zerfallsfähige Kerne übrig bleiben. Wichtig ist die Abgrenzung: Die Aktivität sagt nichts darüber aus, wie schädlich die Strahlung ist — dafür braucht es Größen, die auch die Energie und die Strahlungsart berücksichtigen.

Die Antwort „Die maximale Anzahl an Zerfällen pro Sekunde“ ist falsch: Es handelt sich um einen Mittelwert, denn der einzelne Zerfall ist zufällig.

Die Antwort „Die Gesamtzahl aller jemals stattgefundenen Zerfälle“ ist falsch: Die Gesamtzahl aller Zerfälle ist keine zeitbezogene Größe.

Die Antwort „Die Anzahl der stabilen Kerne pro Sekunde“ ist falsch: Gezählt werden die Zerfälle und nicht die stabilen Kerne.

Die Antwort „Die Energie, die bei einem einzelnen Zerfall freigesetzt wird“ ist falsch: Die Energie eines Zerfalls ist eine andere Größe.

Zum Weiterdenken: Die Aktivität misst, wie oft etwas zerfällt, nicht wie gefährlich es ist. Welche zusätzlichen Angaben braucht man, um die biologische Wirkung zu beurteilen?

MERKE

Aktivität heißt Zerfälle je Sekunde — gemessen in Becquerel, unabhängig von der Gefährlichkeit.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Die Aktivität einer radioaktiven Probe definieren

P231 A Die mittlere Anzahl der Zerfälle pro Sekunde

Was versteht man unter der Aktivität von radioaktivem Material?

Richtig ist die Antwort „Die mittlere Anzahl der Zerfälle pro Sekunde“. Die Aktivität ist die mittlere Zahl der Kernzerfälle je Sekunde, gemessen in Becquerel. Wichtig sind beide Bestandteile der Formulierung: Sie bezieht sich auf die Zeit und nicht auf die Masse, und sie ist ein Mittelwert, weil der einzelne Zerfall ein Zufallsereignis ist und sich für einen bestimmten Kern nicht vorhersagen lässt.

Die Antwort „Die mittlere Anzahl der Zerfälle pro Masse“ ist falsch: Der Bezug auf die Masse ergäbe die spezifische Aktivität, eine andere Größe.

Die Antwort „Die maximale Anzahl der Zerfälle pro Sekunde“ ist falsch: Es geht um den Mittelwert, nicht um ein Maximum.

Die Antwort „Die maximale Anzahl der Zerfälle pro Masse“ ist falsch: Hier sind beide Fehler zugleich enthalten.

Die Antwort „Die minimale Anzahl der Zerfälle pro Sekunde“ ist falsch: Ein Minimum wird ebenfalls nicht betrachtet.

Zum Weiterdenken: Der einzelne Zerfall ist völlig zufällig, die Aktivität einer Probe dennoch gut vorhersagbar. Wie passt beides zusammen?

MERKE

Aktivität ist der Mittelwert der Zerfälle je Sekunde – Zeitbezug, kein Massenbezug.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Die Aktivität erneut als Zerfälle je Zeit bestimmen

IONISIERENDE STRAHLUNG

P232 D Ein schnelles, geladenes Teilchen trifft auf ein Atom und schlägt dabei ein Elektron heraus, wodurch ein neues Ion entsteht

Was versteht man unter Stoßionisation?

Richtig ist die Antwort „Ein schnelles, geladenes Teilchen trifft auf ein Atom und schlägt dabei ein Elektron heraus, wodurch ein neues Ion entsteht“. Bei der Stoßionisation trifft ein schnelles geladenes Teilchen auf ein Atom und schlägt ein Elektron aus der Hülle, wodurch ein Ion entsteht. Weil das herausgeschlagene Elektron seinerseits genug Energie haben kann, um weitere Atome zu ionisieren, entstehen ganze Lawinen – das nutzt das Geiger-Müller-Zählrohr zum Nachweis von Strahlung. Für die Medizin ist derselbe Vorgang die Ursache der Strahlenschäden, denn ionisierte Moleküle in der Zelle reagieren unkontrolliert weiter.

Die Antwort „Zwei Ionen verschmelzen bei einem Zusammenstoß zu einem neutralen Atom“ ist falsch: Das beschreibt eine Rekombination, also den umgekehrten Vorgang.

Die Antwort „Ein Atomkern zerfällt spontan unter Aussendung von Alphastrahlung“ ist falsch: Das ist der Alphazerfall.

Die Antwort „Ein Photon wird beim Stoß mit einem Elektron vollständig absorbiert, ohne dass Ionisation auftritt“ ist falsch: Bleibt die Ionisation aus, liegt gerade keine Stoßionisation vor.

Die Antwort „Ionisation, die ausschließlich durch Erwärmung eines Gases entsteht“ ist falsch: Ionisation allein durch Erwärmung heißt thermische Ionisation.

Zum Weiterdenken: Ein einziges Teilchen kann eine ganze Ionisationslawine auslösen. Warum macht gerade das ionisierende Strahlung für Zellen so gefährlich und für

Messgeräte so gut nachweisbar?

MERKE

Geladenes Teilchen stößt, Elektron fliegt heraus, Ion bleibt zurück – und die Lawine läuft weiter.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Stoßionisation als Wirkungsmechanismus beschreiben

ABSORPTION IONISIERENDER STRAHLUNG

P233 B Alphastrahlung

Welche Strahlungsart wird am meisten absorbiert (am leichtesten abgeschirmt)?

Richtig ist die Antwort „Alphastrahlung“. Alphastrahlung wird am stärksten absorbiert und lässt sich bereits durch ein Blatt Papier oder wenige Zentimeter Luft vollständig aufhalten. Der Grund liegt in ihrer Beschaffenheit: Ein Alphateilchen ist vergleichsweise schwer und trägt zwei positive Ladungen, weshalb es sehr stark mit der Materie wechselwirkt und seine Energie auf kurzer Strecke abgibt. Genau daraus folgt aber auch die Kehrseite: Gelangt ein Alphastrahler in den Körper, richtet er auf engstem Raum großen Schaden an.

Die Antwort „Gammastrahlung“ ist falsch:

Gammastrahlung ist am durchdringendsten und braucht dickes Blei zur Abschirmung.

Die Antwort „Betastrahlung“ ist falsch: Betastrahlung liegt dazwischen und wird von einigen Millimetern Aluminium aufgehalten.

Die Antwort „Röntgenstrahlung“ ist falsch:

Röntgenstrahlung ist ebenfalls sehr durchdringend, wie ihre medizinische Anwendung zeigt.

Die Antwort „Neutronenstrahlung“ ist falsch:

Neutronenstrahlung ist besonders durchdringend, weil ungeladene Teilchen kaum mit der Elektronenhülle wechselwirken.

Zum Weiterdenken: Alphastrahlung wird von Papier aufgehalten und ist im Körper dennoch besonders gefährlich. Wie passt beides zusammen?

MERKE

Alpha stoppt Papier, Beta stoppt Aluminium, Gamma braucht Blei.

LEHRTEXT IM KURS

Atomphysik

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die Durchdringungsfähigkeit der Strahlungsarten ordnen

P234 E Alpha-Strahlung

Welche Strahlungsart ist am leichtesten abzuschirmen bzw. wird am stärksten absorbiert?

Richtig ist die Antwort „Alpha-Strahlung“. Alphastrahlung wird am stärksten absorbiert und schon von einem Blatt Papier aufgehalten, weil das vergleichsweise schwere und zweifach positiv geladene Alphateilchen sehr stark mit der durchquerten Materie wechselwirkt. Betastrahlung braucht einige Millimeter Aluminium, Gammastrahlung dicke Bleiabschirmungen.

Die Antwort „Beta-Strahlung“ ist falsch: Betastrahlung ist durchdringender als Alphastrahlung.

Die Antwort „Gamma-Strahlung“ ist falsch: Gammastrahlung ist am durchdringendsten.

Die Antwort „Alle Strahlungen gleich stark“ ist falsch: Die Unterschiede sind erheblich.

Die Antwort „Röntgenstrahlung“ ist falsch: Röntgenstrahlung ist ebenfalls sehr durchdringend.

Zum Weiterdenken: Die Reihenfolge Alpha, Beta, Gamma gilt für die Abschirmbarkeit und in umgekehrter Richtung für die Ionisationsdichte. Wie hängen beide Eigenschaften ursächlich zusammen?

MERKE

Papier, Aluminium, Blei — die Reihenfolge Alpha, Beta, Gamma bleibt immer dieselbe.

LEHRTEXT IM KURS**Atomphysik**

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Abschirmbarkeit der Strahlungsarten erneut ordnen

WEITERLERNEN · TEIL III ABGESCHLOSSEN

Physik ist Formelarbeit. Im Kurs liegt die **Formelsammlung** mit 181 Einträgen zum Ausdrucken bereit.

47

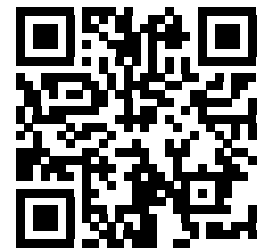
Kursthemen, aus jeder Lösung direkt verlinkt

2.416

eigene Übungsfragen zu allen 47 Themen

181

Formeln und Konstanten zum Ausdrucken

**SCANNEN**

Formelsammlung und Lehrtexte

- **Hinter jeder Lösung ein ganzes Kapitel.** Die Zeile unter der Begründung nennt das Kursthema und führt dich am Bildschirm direkt hinein — mit Abbildungen, Merksätzen und typischen Fallen.
- **Lehrtext zu jedem Stichwort.** Auf den MedAT zugeschnitten statt Lehrbuch zum Querlesen, durchgehend bebildert, mit Merksätzen und typischen Fallen.
- **Diagnostik nach jeder Runde.** Die Auswertung zeigt dir, welches Stichwort dich Punkte kostet und was als Nächstes dran ist.

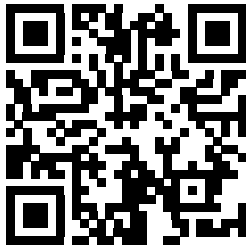
mission-medizin.de · Lehrtexte, Übungsfragen und Auswertung

Mathematik

155 begründete Lösungen · Nummern M001 bis M155

STICHWORT	NUMMERN	LÖSUNGEN
Zehnerpotenzen	M001–M026	26
Algebra	M027–M053	27
Geometrie	M054–M080	27
Einheiten	M081–M105	25
Funktionen	M106–M143	38
Vektorrechnung	M144–M155	12

Die Nummern sind mit dem Übungsheft identisch. Jede Lösung nennt zuerst die richtige Antwort, widerlegt dann jeden der vier Distraktoren einzeln und schließt mit einem Merksatz.



MATHEMATIK IM KURS
Rechenwege Schritt für Schritt

Zehnerpotenzen

PRÄFIXE



LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

M001 B 10^{-9}

Wie viele Zehnerpotenzen entspricht das Präfix "Nano"?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-9} “. Nano steht für 10^{-9} , also ein Milliardstel. Die Reihe nach unten schreitet in Dreierschritten fort: milli 10^{-3} , mikro 10^{-6} , nano 10^{-9} , piko 10^{-12} und femto 10^{-15} .

Die Antwort „ 10^{-6} “ ist falsch: Zehn hoch minus sechs ist mikro.

Die Antwort „ 10^{-12} “ ist falsch: Zehn hoch minus zwölf ist piko.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei ist milli.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun ist giga, also das Gegenstück nach oben.

Zum Weiterdenken: Nano und giga unterscheiden sich nur im Vorzeichen des Exponenten. Wie viele Vorsilben musst du dir merken, wenn du das Muster der Dreierschritte einmal verstanden hast?

MERKE

Nano ist 10^{-9} — ein Milliardstel, das Gegenstück zu giga.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe nano als Zehnerpotenz angeben

M002 B 10^6

Wofür steht das Präfix "Mega"?

Richtig ist die Antwort „ 10^6 “. Mega steht für 10^6 , also die Million. Nach oben lautet die Reihe kilo 10^3 , mega 10^6 , giga 10^9 und tera 10^{12} .

Die Antwort „ 10^{-6} “ ist falsch: Zehn hoch minus sechs ist mikro, also das Gegenstück nach unten.

Die Antwort „ 10^3 “ ist falsch: Zehn hoch drei ist kilo.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun ist giga.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun ist nano.

Zum Weiterdenken: Jede Vorsilbe nach oben hat ein Gegenstück nach unten mit demselben Zahlwert. Welche Paare sind das?

MERKE

Mega ist 10^6 — mikro 10^{-6} ist ihr Gegenstück nach unten.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe mega zuordnen

M003 B 10^{-12}

Wofür steht das Präfix "Pico"?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-12} “. Piko steht für 10^{-12} , also ein Billionstel. In der Reihe der Dreierschritte folgt es unmittelbar auf nano 10^{-9} und geht femto 10^{-15} voraus.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun ist nano.

Die Antwort „ 10^{-6} “ ist falsch: Zehn hoch minus sechs ist mikro.

Die Antwort „ 10^{-15} “ ist falsch: Zehn hoch minus fünfzehn ist femto.

Die Antwort „ 10^{12} “ ist falsch: Zehn hoch zwölf ist tera.

Zum Weiterdenken: Diese Frage kam im MedAT mehrfach wortgleich vor. Welchen Anteil deiner Vorbereitungszeit sollten solche sicher wiederkehrenden Grundlagen

einnehmen?

MERKE

Piko ist 10^{-12} — zwischen nano und femto.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe piko zuordnen

M004 C 10^{-12}

Wofür steht das Präfix "Pico"?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-12} “. Piko steht für 10^{-12} . Diese Frage erschien im Jahr darauf unverändert erneut, was zeigt, wie zuverlässig sich einfache Vorsilbenfragen wiederholen.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun ist nano.

Die Antwort „ 10^{-6} “ ist falsch: Zehn hoch minus sechs ist mikro.

Die Antwort „ 10^{-15} “ ist falsch: Zehn hoch minus fünfzehn ist femto.

Die Antwort „ 10^{12} “ ist falsch: Zehn hoch zwölf ist tera.

Zum Weiterdenken: Zwei aufeinanderfolgende Prüfungsjahre stellten dieselbe Frage. Welche Themen würdest du danach als Erstes sichern?

MERKE

Piko ist 10^{-12} — und diese Frage kommt regelmäßig wieder.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe piko erneut zuordnen

M005 A 10^3

Welche Zehnerpotenz entspricht dem Präfix "Kilo"?

Richtig ist die Antwort „ 10^3 “. Kilo steht für 10^3 , also tausend. Es ist die erste Vorsilbe der aufsteigenden Dreierreihe kilo 10^3 , mega 10^6 , giga 10^9 und tera 10^{12} .

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei ist milli.

Die Antwort „ 10^6 “ ist falsch: Zehn hoch sechs ist mega.

Die Antwort „ 10^2 “ ist falsch: Zehn hoch zwei ist hekto, im Alltag vom Hektopascal bekannt.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun ist giga.

Zum Weiterdenken: Hekto und deka fallen aus dem Dreierschema heraus. In welchen Zusammenhängen begegnen dir diese beiden dennoch regelmäßig?

MERKE

Kilo ist 10^3 — der erste Dreierschritt nach oben.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe kilo zuordnen

M006 E Mega

Was steht für 10^6 ?

Richtig ist die Antwort „Mega“. 10^6 ist mega, also die Million.

Die Antwort „Kilo“ ist falsch: Kilo ist zehn hoch drei.

Die Antwort „Giga“ ist falsch: Giga ist zehn hoch neun.

Die Antwort „Milli“ ist falsch: Milli ist zehn hoch minus drei.

Die Antwort „Micro“ ist falsch: Mikro ist zehn hoch minus sechs und damit das Gegenstück zu mega.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilbenfragen kehren in nahezu jedem Prüfungsjahr wieder. Wie viele Punkte lassen sich damit über einen Testdurchgang hinweg sicher holen?

MERKE

Mega ist 10^6 , mikro 10^{-6} — Vorsilben kommen jedes Jahr dran.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe mega erneut zuordnen

M007 C Kilo

Wofür steht 10^3 ?

Richtig ist die Antwort „Kilo“. 10^3 ist kilo, also tausend.

Die Antwort „Mega“ ist falsch: Mega ist zehn hoch sechs.

Die Antwort „Milli“ ist falsch: Milli ist zehn hoch minus drei.

Die Antwort „Hekto“ ist falsch: Hekto ist zehn hoch zwei.

Die Antwort „Dezi“ ist falsch: Dezi ist zehn hoch minus eins.

Zum Weiterdenken: Hekto und dezi fallen aus dem Dreierschema. Wo begegnen dir diese beiden im Alltag dennoch regelmäßig?

MERKE

Kilo ist 10^3 — hekto 10^2 , dezi 10^{-1} .

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Zehn hoch drei der Vorsilbe kilo zuordnen

M008 **A** 10^{-12}

Für welche Zahl steht das Präfix „pico“?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-12} “. Piko steht für 10^{-12} . Die Frage erschien bereits 2014 und 2015; hier stehen die Antwortmöglichkeiten lediglich in anderer Reihenfolge, was zeigt, dass ein blindes Merken der Buchstabenposition nicht weiterhilft.

Die Antwort „ 10^{-15} “ ist falsch: Zehn hoch minus fünfzehn ist femto.

Die Antwort „ 10^{-18} “ ist falsch: Zehn hoch minus achtzehn ist atto.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun ist nano.

Die Antwort „ 10^{-6} “ ist falsch: Zehn hoch minus sechs ist mikro.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Frage taucht mit vertauschten Antwortpositionen auf. Was folgt daraus für die Art, wie du Altfragen üben solltest?

MERKE

Piko ist 10^{-12} — gleichgültig, an welcher Stelle es steht.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe piko ein weiteres Mal zuordnen

M009 **A** Mega

Welches Präfix entspricht der Zehnerpotenz 10^6 ?

Richtig ist die Antwort „Mega“. 10^6 ist mega, also die Million.

Die Antwort „Giga“ ist falsch: Giga ist zehn hoch neun.

Die Antwort „Kilo“ ist falsch: Kilo ist zehn hoch drei.

Die Antwort „Hekto“ ist falsch: Hekto ist zehn hoch zwei.

Die Antwort „Pico“ ist falsch: Piko ist zehn hoch minus zwölf.

Zum Weiterdenken: Die Vorsilbenfrage erschien nun in nahezu jedem betrachteten Prüfungsjahr. Welchen Umfang hat dieses Thema, und wie lange brauchst du realistisch, um es vollständig zu sichern?

MERKE

Mega ist 10^6 — kilo, mega, giga, tera in Dreierschritten.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Zehn hoch sechs der Vorsilbe mega zuordnen

M010 **B** 10^{-1}

Für welche Zahl steht das Präfix „dezi“?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-1} “. Dezi steht für 10^{-1} , also ein Zehntel. Zusammen mit zenti für 10^{-2} fällt es aus dem sonst üblichen Dreierschema heraus, begegnet dir aber ständig — beim Dezimeter, beim Deziliter und beim Dezibel.

Die Antwort „ 10^{-2} “ ist falsch: Zehn hoch minus zwei ist zenti.

Die Antwort „ 10^1 “ ist falsch: Zehn hoch eins ist deka.

Die Antwort „ 10^0 “ ist falsch: Zehn hoch null ist eins und hat keine Vorsilbe.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei ist milli.

Zum Weiterdenken: Dezi, zenti und deka fallen aus dem Dreierschema heraus. Welche davon begegnen dir im Alltag am häufigsten, und woran liegt das?

MERKE

d = 10^{-1} , c = 10^{-2} — beide außerhalb des Dreierschemas.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Vorsilbe dezi zuordnen

M011 **D** $1 \mu\text{g/g}$

Was entspricht 1 ppm (parts per million)?

Richtig ist die Antwort „ $1 \mu\text{g/g}$ “. Ppm bedeutet ein Millionstel, und ein Mikrogramm je Gramm ist genau dieses Verhältnis. Die Frage erschien nun bereits zum dritten Mal in nahezu unveränderter Form.

Die Antwort „ 1 mg/g “ ist falsch: Ein Milligramm je Gramm ist ein Tausendstel.

Die Antwort „ 1 ng/g “ ist falsch: Ein Nanogramm je Gramm ist ein Milliardstel.

Die Antwort „ $1 \mu\text{g/kg}$ “ ist falsch: Ein Mikrogramm je Kilogramm ist ebenfalls ein Milliardstel.

Die Antwort „ 1 g/kg “ ist falsch: Ein Gramm je Kilogramm ist ein Tausendstel.

Zum Weiterdenken: Zähler und Nenner lassen sich gemeinsam verschieben. Welche Angabe mit Kilogramm im Nenner entspricht demnach ebenfalls einem ppm?

MERKE

Ppm ist ein Millionstel — Mikrogramm je Gramm oder Milligramm je Kilogramm.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Die Angabe ppm ein weiteres Mal übersetzen

M012 **D** 10^3

Was ist 1 Milliliter dividiert durch 1 Mikroliter?

Richtig ist die Antwort „ 10^3 “. Ein Milliliter ist ein Tausendstel Liter, ein Mikroliter ein Millionstel:

$$\frac{1 \text{ mL}}{1 \mu\text{L}} = \frac{10^{-3} \text{ L}}{10^{-6} \text{ L}} = 10^3$$

In einem Milliliter stecken demnach tausend Mikroliter — eine Umrechnung, die dir im Labor ständig begegnet.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Ein negativer Exponent wäre sinnlos, denn der Milliliter ist die größere Einheit.

Die Antwort „ 10^6 “ ist falsch: Zehn hoch sechs wäre das Verhältnis von Liter zu Mikroliter.

Die Antwort „ 10^{-9} “ ist falsch: Zehn hoch minus neun passt zu keiner Umrechnung dieser Art.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun wäre um sechs Zehnerpotenzen zu groß.

Zum Weiterdenken: Milli und mikro liegen drei Zehnerpotenzen auseinander. Wie viele solcher Dreierschritte trennen Liter und Nanoliter?

MERKE

Milli und mikro trennen drei Zehnerpotenzen: $1 \text{ mL} = 10^3 \mu\text{L}$.

LEHRTEXT IM KURS**Zehnerpotenzen**

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Zwei Volumeneinheiten ins Verhältnis setzen

M013 **D** 10^{-4}

Wie viel ist 10 Nanogramm dividiert durch 100 Mikrogramm?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-4} “. Bringe beide Angaben zuerst auf Gramm und ziehe dabei den Vorfaktor mit in die Zehnerpotenz hinein:

$$\frac{10 \text{ ng}}{100 \mu\text{g}} = \frac{10^{-8} \text{ g}}{10^{-4} \text{ g}} = 10^{-8-(-4)} = 10^{-4}$$

Wer nur die Vorsilben verrechnet und die Vorfaktoren zehn und hundert vergisst, landet um zwei Zehnerpotenzen daneben.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei entstünde, wenn man die Vorfaktoren übersähe.

Die Antwort „ 10^{-5} “ ist falsch: Zehn hoch minus fünf läge eine Zehnerpotenz daneben.

Die Antwort „ 10^4 “ ist falsch: Ein positiver Exponent wäre sinnlos, denn die kleinere Menge steht im Zähler.

Die Antwort „ 10^{-2} “ ist falsch: Zehn hoch minus zwei wäre hundertmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Die Vorfaktoren zehn und hundert verschieben das Ergebnis um eine Zehnerpotenz. Wie ziehst du sie am sichersten gleich zu Beginn in die Potenzen hinein?

MERKE

Vorfaktoren in die Zehnerpotenz hineinziehen, dann

$$\text{erst } \frac{10^m}{10^n} = 10^{m-n} \text{ anwenden.}$$

LEHRTEXT IM KURS**Zehnerpotenzen**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Zwei Massenangaben mit verschiedenen Vorsilben teilen

M014 **E** 300 ppm

Wie viel ppm entsprechen 3×10^{-4} ?

Richtig ist die Antwort „300 ppm“. Ppm bedeutet Millionstel, also $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$. Schreibe die gegebene Zahl entsprechend um:

$$3 \cdot 10^{-4} = 300 \cdot 10^{-6} = 300 \text{ ppm}$$

Als Gegenprobe ergeben dreihundert Millionstel 0,0003, und das stimmt mit der Angabe überein.

Die Antwort „3 ppm“ ist falsch: Drei ppm entspräche drei mal zehn hoch minus sechs.

Die Antwort „30 ppm“ ist falsch: Dreißig ppm entspräche drei mal zehn hoch minus fünf.

Die Antwort „3000 ppm“ ist falsch: Dreitausend ppm entspräche drei mal zehn hoch minus drei.

Die Antwort „0,3 ppm“ ist falsch: 0,3 ppm entspräche drei mal zehn hoch minus sieben.

Zum Weiterdenken: Alle Antworten unterscheiden sich nur um Zehnerpotenzen. Wie prüfst du dein Ergebnis mit einer einzigen Rückrechnung?

MERKE

$1 \text{ ppm} = 10^{-6}$ — die Zahl auf diese Potenz umschreiben.

LEHRTEXT IM KURS**Zehnerpotenzen**

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Eine Zehnerpotenz in ppm umrechnen

RECHENBEISPIELE**M015** **B** 10^{-7}

Wie viel ist $\frac{10^{-2}}{10^5}$?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-7} “. Beim Teilen von Potenzen mit gleicher Basis werden die Exponenten subtrahiert:

$$\frac{10^{-2}}{10^5} = 10^{-2-5} = 10^{-7}$$

Achte besonders auf das Vorzeichen, denn hier wird von einer negativen Zahl noch etwas abgezogen — das Ergebnis wird kleiner, nicht größer. Die Gegenprobe gelingt über die Zahlen: 0,01 geteilt durch hunderttausend ist offensichtlich sehr klein.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Minus drei entstünde beim Addieren des Betrags statt beim Subtrahieren.

Die Antwort „ 10^7 “ ist falsch: Plus sieben kehrt das Vorzeichen um.

Die Antwort „ 10^{-10} “ ist falsch: Minus zehn entstünde beim Multiplizieren der Exponenten.

Die Antwort „ 10^3 “ ist falsch: Plus drei passt zu keiner Rechenregel.

Zum Weiterdenken: Multiplizieren heißt Exponenten addieren, dividieren heißt subtrahieren. Was geschieht mit dem Exponenten, wenn du eine Potenz selbst potenzierst?

MERKE

Geteilt heißt $a^m : a^n = a^{m-n}$ — beim Minus auf das Vorzeichen achten.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Potenzen mit gleicher Basis dividieren

M016 **C** $10^{(n-m)/2}$

Wie lässt sich der Ausdruck $\sqrt{\frac{10^n}{10^m}}$ vereinfachen?

Richtig ist die Antwort „ $10^{((n-m)/2)}$ “. Zwei Schritte führen zum Ziel. Zuerst der Bruch unter der Wurzel, $\frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m}$. Dann die Wurzel, die dem Potenzieren mit einem halben entspricht:
 $\sqrt{10^{n-m}} = (10^{n-m})^{\frac{1}{2}} = 10^{\frac{n-m}{2}}$

Die Antwort „ $10^{(n-m)}$ “ ist falsch: Hier fehlt die Halbierung durch die Wurzel.

Die Antwort „ $10^{((n+m)/2)}$ “ ist falsch: Die Exponenten werden subtrahiert und nicht addiert.

Die Antwort „ $10^{(2(n-m))}$ “ ist falsch: Die Wurzel halbiert den Exponenten, statt ihn zu verdoppeln.

Die Antwort „ $(10^{(n-m)})/2$ “ ist falsch: Halbiert wird der Exponent und nicht der gesamte Ausdruck.

Zum Weiterdenken: Wurzelziehen ist Potenzieren mit einem Bruch. Welchen Exponenten hat demnach die dritte Wurzel?

MERKE

Wurzel heißt Exponent $\cdot \frac{1}{2}$ — erst kürzen, dann halbieren.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2015 · schwer · Lernziel: Wurzel und Potenz miteinander verbinden

M017 **E** 10^7

Wie viel ist $\frac{10^5}{10^{-2}}$?

Richtig ist die Antwort „ 10^7 “. Beim Teilen werden die Exponenten subtrahiert: fünf minus minus zwei. Ein Minus vor einer negativen Zahl kehrt das Vorzeichen um, es wird also addiert, und es ergibt sich sieben. Anschaulich einleuchtend ist das auch so: Durch etwas sehr Kleines zu teilen ergibt etwas sehr Großes.

Die Antwort „ 10^3 “ ist falsch: Drei entstünde, wenn man die zwei abzüge statt hinzuzuzählen.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Minus drei kehrt zusätzlich das Vorzeichen um.

Die Antwort „ 10^{-7} “ ist falsch: Minus sieben ebenso.

Die Antwort „ 10^{10} “ ist falsch: Zehn entstünde beim Multiplizieren der Exponenten.

Zum Weiterdenken: Durch eine sehr kleine Zahl zu teilen ergibt eine sehr große. Wie nutzt du diese Plausibilitätsprüfung, um Vorzeichenfehler sofort zu bemerken?

MERKE

Minus mal minus wird plus — auch im Exponenten beim Teilen.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Potenzen mit negativem Exponenten dividieren

M018 **A** $1,001 \cdot 10^6$

Was ist das Ergebnis folgender Rechnung: $x = 10^3 + 10^6$?

Richtig ist die Antwort „ $1,001 \cdot 10^6$ “. Beim Addieren von Potenzen darfst du die Exponenten nicht verrechnen — dafür gibt es keine Regel. Schreibe die Zahlen aus:

$$10^3 + 10^6 = 1000 + 1\,000\,000 = 1\,001\,000 = 1,001 \cdot 10^6$$

Merke dir die Trennung genau: Exponenten werden beim Multiplizieren und Dividieren verrechnet, beim Addieren dagegen nie.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun entstünde beim Multiplizieren der beiden Zahlen.

Die Antwort „ $1,1 \cdot 10^6$ “ ist falsch: 1,1 mal zehn hoch sechs entspräche 1.100.000 und damit einer Summe aus hunderttausend statt tausend.

Die Antwort „ $1,1 \cdot 10^9$ “ ist falsch: Diese Antwort verbindet gleich zwei Fehler.

Die Antwort „ 10^6 “ ist falsch: Zehn hoch sechs unterschlägt den Summanden.

Zum Weiterdenken: Beim Multiplizieren gibt es eine Regel für Exponenten, beim Addieren nicht. Woran liegt dieser grundlegende Unterschied?

MERKE

Exponenten nur beim Malnehmen und Teilen verrechnen — beim Addieren ausschreiben.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Zehnerpotenzen addieren statt Exponenten verrechnen

M019 A 10000

Terabyte dividiert durch 100 Megabyte – was ergibt das? (1 TB = 10^{12} Byte, 100 MB = 10^8 Byte)

Richtig ist die Antwort „10000“. Beim Teilen subtrahierst du die Exponenten:

$$\frac{10^{12}}{10^8} = 10^{12-8} = 10^4 = 10000$$

Anschaulich heißt das: Auf eine Festplatte von einem Terabyte passen zehntausend Dateien zu je hundert Megabyte.

Die Antwort „1 Million“ ist falsch: Eine Million entspräche zehn hoch sechs.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun ist um fünf Zehnerpotenzen zu groß.

Die Antwort „ 10^6 “ ist falsch: Zehn hoch sechs ebenfalls zu groß.

Die Antwort „ 1×10^5 “ ist falsch: Zehn hoch fünf wäre zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Die Rechnung besteht aus einer einzigen Subtraktion. Was macht solche Aufgaben dennoch fehleranfällig, wenn man die Zahlen ausschreibt?

MERKE

Teilen heißt Exponenten abziehen — $12 - 8 = 4$.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Große Zehnerpotenzen dividieren

M020 E 10^{-3}

Was ergibt die Multiplikation von 10^{-12} mit 10^9 ?

Richtig ist die Antwort „ 10^{-3} “. Beim Multiplizieren von Potenzen gleicher Basis werden die Exponenten addiert: minus zwölf plus neun ergibt minus drei. Präge dir die Zuordnung fest ein: Malnehmen bedeutet addieren, Teilen bedeutet subtrahieren — und niemals umgekehrt.

Die Antwort „ 10^{-21} “ ist falsch: Minus einundzwanzig entsteht beim Subtrahieren.

Die Antwort „ 10^3 “ ist falsch: Plus drei kehrt das Vorzeichen um.

Die Antwort „ 10^{21} “ ist falsch: Plus einundzwanzig verbindet zwei Fehler.

Die Antwort „ 10^{-4} “ ist falsch: Minus vier passt zu keiner Rechenregel.

Zum Weiterdenken: Malnehmen wird zum Addieren, Teilen zum Subtrahieren. Auf welcher älteren Rechenhilfe beruhte genau dieser Zusammenhang?

MERKE

Malnehmen heißt Exponenten addieren — hier minus zwölf plus neun.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Potenzen mit gleicher Basis multiplizieren

M021 D 123×10^3

Forme um: $1,23 \cdot 10^5 = ?$

Richtig ist die Antwort „ 123×10^3 “. Verschiebst du das Komma in der Vorzahl um zwei Stellen nach rechts, wird sie hundertmal größer, was du beim Exponenten ausgleichen musst:

$$1,23 \cdot 10^5 = (1,23 \cdot 10^2) \cdot 10^{5-2} = 123 \cdot 10^3$$

Prüfe im Zweifel den Gesamtwert, denn beide Schreibweisen ergeben 123 000.

Die Antwort „ 123×10^7 “ ist falsch: Der Exponent wurde in die falsche Richtung geändert.

Die Antwort „ $0,123 \times 10^3$ “ ist falsch: Dieser Ausdruck ergibt 123 statt 123.000.

Die Antwort „ $12,3 \times 10^6$ “ ist falsch: Hier stimmen Vorzahl und Exponent nicht zueinander.

Die Antwort „ $1,23 \times 10^2$ “ ist falsch: Dieser Ausdruck ergibt 123.

Zum Weiterdenken: Vorzahl größer bedeutet Exponent kleiner. Warum bleibt der Gesamtwert dabei zwingend gleich?

MERKE

Komma nach rechts heißt Exponent kleiner: $1,23 \cdot 10^5 = 123 \cdot 10^3$.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Zehnerpotenzschreibweisen ineinander umformen

M022 B 10 Billionen km

Wie viele Kilometer wandert Licht in einem Vakuum in einem Lichtjahr? (Hilfswerte: $c = 300.000 \text{ km/s}$, 1 Tag = 100.000 Sekunden, 1 Jahr = 400 Tage)

Richtig ist die Antwort „10 Billionen km“. Die Aufgabe liefert bewusst gerundete Hilfswerte, damit sich alles im Kopf rechnen lässt:

$$s = 3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 10^5 \frac{\text{s}}{\text{d}} \cdot 400 \text{ d} = 1,2 \cdot 10^{13} \text{ km}$$

Das sind gut zehn Billionen Kilometer, und weil alle übrigen Antworten um mehrere Zehnerpotenzen danebenliegen, ist die Größenordnung eindeutig – genau darauf zielt die Aufgabe. Zur Einordnung: Ein Lichtjahr misst tatsächlich rund $9,5 \cdot 10^{12}$ km.

Die Antwort „1 Milliarde km“ ist falsch: Eine Milliarde Kilometer wäre um vier Zehnerpotenzen zu klein.

Die Antwort „100 Millionen km“ ist falsch: Hundert Millionen Kilometer entspricht ungefähr dem Abstand Erde zur Sonne.

Die Antwort „300 Milliarde km“ ist falsch: Dreihundert Milliarden Kilometer wäre um gut den Faktor vierzig zu klein.

Die Antwort „1 Trillionen km“ ist falsch: Eine Trillion Kilometer wäre um fünf Zehnerpotenzen zu groß.

Zum Weiterdenken: Die Aufgabe ist eine reine Größenordnungsfrage. Wann darfst du beim Überschlagen großzügig runden, und wann nicht?

MERKE

Zehnerpotenzen einzeln zusammenzählen – bei Größenordnungsfragen genügt der Überschlag.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Eine Überschlagsrechnung mit gerundeten Hilfwerten führen

M023 D 1000

Wie viel ist $10^8 \cdot 10^{-5}$?

Richtig ist die Antwort „1000“. Beim Multiplizieren gleicher Basen werden die Exponenten addiert:

$$10^8 \cdot 10^{-5} = 10^{8+(-5)} = 10^3 = 1000$$

Achte darauf, dass die Antwort hier ausgeschrieben und nicht als Potenz angegeben ist – ein Wechsel der Darstellung, der leicht zu übersehen ist.

Die Antwort „ 10^{13} “ ist falsch: Zehn hoch dreizehn entstünde beim Addieren der Beträge.

Die Antwort „ 10^{-13} “ ist falsch: Zehn hoch minus dreizehn kehrt zusätzlich das Vorzeichen um.

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei kehrt nur das Vorzeichen um.

Die Antwort „ 10^{40} “ ist falsch: Zehn hoch vierzig entstünde beim Multiplizieren der Exponenten.

Zum Weiterdenken: Die richtige Antwort steht als Zahl da, die falschen als Potenzen. Wie stellst du sicher, dass dir ein solcher Wechsel der Darstellung nicht entgeht?

MERKE

$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ – malnehmen heißt Exponenten addieren.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Potenzen multiplizieren und das Ergebnis ausschreiben

M024 B 40×10^5

Ein Kraftwerk produziert pro Jahr 12000 Gigawattstunden. Ein Haushalt verbraucht pro Jahr 3000 Kilowattstunden. Wie viele Haushalte können versorgt werden?

Richtig ist die Antwort „ 40×10^5 “. Bringe beide Angaben zuerst auf dieselbe Einheit, denn $1 \text{ GWh} = 10^6 \text{ kWh}$:

$$n = \frac{12000 \text{ GWh}}{3000 \text{ kWh}} = \frac{1,2 \cdot 10^{10} \text{ kWh}}{3 \cdot 10^3 \text{ kWh}} = 4 \cdot 10^6 = 40 \cdot 10^5$$

Achte darauf, dass die Antwort hier in einer ungewöhnlichen Schreibweise steht, denn der Zahlenwert vor der Zehnerpotenz ist nicht auf eine Stelle normiert.

Die Antwort „ 4×10^2 “ ist falsch: Vierhundert wäre um vier Zehnerpotenzen zu klein.

Die Antwort „ 40×10^4 “ ist falsch: Vierhunderttausend wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „ 4×10^3 “ ist falsch: Viertausend wäre um drei Zehnerpotenzen zu klein.

Die Antwort „ 4×10^7 “ ist falsch: Vierzig Millionen wäre zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Die richtige Antwort steht nicht in der üblichen normierten Schreibweise. Wie vergleichst du Zehnerpotenzangaben, die verschieden normiert sind?

MERKE

Erst auf eine gemeinsame Einheit, dann teilen – und die Schreibweise der Antworten prüfen.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Mit großen Energieeinheiten sicher rechnen

M025 D 0,0425

Wie viel ist $250 \times 10^{-5} + 4 \times 10^{-2}$?

Richtig ist die Antwort „0,0425“. Weil Exponenten beim Addieren nicht verrechnet werden dürfen, bringst du beide Summanden zuerst auf dieselbe Zehnerpotenz oder schreibst sie aus:

$$250 \cdot 10^{-5} + 4 \cdot 10^{-2} = 0,0025 + 0,04 = 0,0425$$

Gleichwertig könntest du $4 \cdot 10^{-2} = 4000 \cdot 10^{-5}$ schreiben und dann die Vorzeichen zu $4250 \cdot 10^{-5}$ addieren.

Die Antwort „0,04025“ ist falsch: 0,04025 entstünde bei einer Verschiebung des ersten Summanden um eine Stelle.

Die Antwort „0,0625“ ist falsch: 0,0625 lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „0,06025“ ist falsch: 0,06025 ebenso wenig.

Die Antwort „0,425“ ist falsch: 0,425 wäre zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Zwei Wege führen zum Ziel – ausschreiben oder auf gemeinsame Zehnerpotenz bringen. Welcher ist bei sehr großen Exponenten der praktischere?

MERKE

Beim Addieren erst auf dieselbe Zehnerpotenz bringen oder ausschreiben.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Zehnerpotenzen vor dem Addieren angleichen

M026 **A** $10^{\frac{n+m}{2}}$

Wie kann man $\sqrt{10^n \cdot 10^m}$ auch schreiben?

Richtig ist die Antwort „ $10^{(n+m)/2}$ “. Zwei Schritte führen zum Ziel, denn zuerst fasst du das Produkt unter der Wurzel zusammen und nutzt dann, dass die Quadratwurzel dem Potenzieren mit einem halben entspricht:

$$\sqrt{10^n \cdot 10^m} = \sqrt{10^{n+m}} = (10^{n+m})^{\frac{1}{2}} = 10^{\frac{n+m}{2}}$$

Beachte dabei, dass die Klammer entscheidend ist, weil die gesamte Summe halbiert wird und nicht nur ein Teil davon.

Die Antwort „ $10^{(n+m)/2}$ “ ist falsch: Hier werden die Exponenten multipliziert statt addiert.

Die Antwort „ $10^{(n+m)/2}$ “ ist falsch: Hier wird subtrahiert statt addiert, was zum Quotienten und nicht zum Produkt gehörte.

Die Antwort „ $10^{2(n+m)}$ “ ist falsch: Hier wird verdoppelt statt halbiert.

Die Antwort „ $10^{(n+m) \cdot 2}$ “ ist falsch: Ebenso.

Zum Weiterdenken: Diese Aufgabe erschien 2015 in der Variante mit einem Quotienten. Welcher einzige Unterschied ergibt sich im Ergebnis?

MERKE

$\sqrt{a} = a^{\frac{1}{2}}$ – malnehmen heißt addieren, Wurzel heißt halbieren.

LEHRTEXT IM KURS

Zehnerpotenzen

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Wurzel und Potenzgesetze verbinden

Algebra**SCHLUSSRECHNUNG**

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

M027 **D** 18

In einer Fußballmannschaft gibt es insgesamt 72 Studierende. Es gibt dreimal so viele Männer wie Frauen. Wie viele Frauen (Spielerinnen) gibt es?

Richtig ist die Antwort „18“. Setze die Anzahl der Frauen als x an, dann gibt es $3x$ Männer:

$$x + 3x = 72 \Rightarrow 4x = 72 \Rightarrow x = 18$$

Also achtzehn Frauen und vierundfünfzig Männer. Die Probe bestätigt es. Der häufigste Fehler besteht darin, durch drei statt durch vier zu teilen — das Verhältnis drei zu eins bedeutet eben vier Anteile.

Die Antwort „24“ ist falsch: Vierundzwanzig entstünde beim Teilen durch drei.

Die Antwort „36“ ist falsch: Sechsdreißig wäre die Hälfte und entspräche einem Verhältnis von eins zu eins.

Die Antwort „54“ ist falsch: Vierundfünfzig ist die Anzahl der Männer.

Die Antwort „9“ ist falsch: Neun wäre die Hälfte des richtigen Werts.

Zum Weiterdenken: Ein Verhältnis von drei zu eins ergibt vier Anteile, nicht drei. Wie überträgst du diese Zählweise auf ein Verhältnis von fünf zu drei?

MERKE

Verhältnis 3:1 heißt 4 gleiche Anteile — immer die Anteile zusammenzählen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Eine Verhältnisaufgabe über eine Gleichung lösen

M028 E 500

Ein Bauer plant, wöchentlich 50 Schweine zu verkaufen und dafür 10 Wochen einzuplanen. Er schafft den Verkauf aber bereits in 9 Wochen. Wie viele Schweine hat er insgesamt verkauft?

Richtig ist die Antwort „500“. Geplant waren fünfzig Schweine je Woche über zehn Wochen, also insgesamt fünfhundert Tiere. Dass der Bauer schon nach neun Wochen fertig war, ändert nichts an der Gesamtzahl — es bedeutet lediglich, dass er im Mittel mehr als fünfzig je Woche verkauft hat. Die Neun ist damit eine bewusst gesetzte Ablenkung. Solche überflüssigen Angaben kommen im MedAT häufig vor, denn geprüft wird auch das genaue Lesen.

Die Antwort „450“ ist falsch: Vierhundertfünfzig entsteht, wenn man fünfzig mit neun multipliziert und damit auf die Ablenkung hereinfällt.

Die Antwort „550“ ist falsch: Fünfhundertfünfzig entspräche elf Wochen.

Die Antwort „400“ ist falsch: Vierhundert entspräche acht Wochen.

Die Antwort „600“ ist falsch: Sechshundert entspräche zwölf Wochen.

Zum Weiterdenken: Die auffälligste Zahl der Aufgabe wird gar nicht gebraucht. Wie liest du Textaufgaben, damit dir das auffällt, bevor du rechnest?

MERKE

Erst fragen, was gesucht ist — nicht jede genannte Zahl gehört in die Rechnung.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Die maßgebliche Größe in einer Textaufgabe erkennen

M029 B 18

In einer Gruppe von 72 Personen gibt es dreimal so viele Männer wie Frauen. Wie viele Frauen sind es?

Richtig ist die Antwort „18“. Bei dreimal so vielen Männern wie Frauen liegen vier gleiche Anteile vor, $\frac{72}{4} = 18$ Frauen und damit vierundfünfzig Männer. Diese Aufgabe erschien wortgleich bereits 2014 — ein weiterer Beleg dafür, wie zuverlässig sich Altfragen wiederholen.

Die Antwort „24“ ist falsch: Vierundzwanzig entstünde beim Teilen durch drei.

Die Antwort „36“ ist falsch: Sechsenddreißig entspräche einem Verhältnis von eins zu eins.

Die Antwort „54“ ist falsch: Vierundfünfzig ist die Anzahl der Männer.

Die Antwort „9“ ist falsch: Neun wäre die Hälfte des richtigen Werts.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Aufgabe erschien in zwei Prüfungsjahren, einmal mit Fußballmannschaft und einmal ohne. Was verrät dir das über die Rolle der Einkleidung einer Textaufgabe?

MERKE

Drei zu eins bedeutet vier Anteile — :4, nicht :3.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Die Verhältnisaufgabe erneut lösen

M030 B 16 mg/L

Konzentrationsrechnung: 4 mg Kochsalz werden in Wasser gelöst und auf 250 ml aufgefüllt. Wie hoch ist die Konzentration?

Richtig ist die Antwort „16 mg/L“. Zweihundertfünfzig Milliliter sind ein Viertelliter, diese Menge passt also viermal in einen Liter:

$$c = \frac{4 \text{ mg}}{0,25 \text{ L}} = 16 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Die Antwort „4 mg/L“ ist falsch: Vier Milligramm je Liter übernimmt die Zahl, ohne auf den Liter umzurechnen.

Die Antwort „0,0016 g/L“ ist falsch: 0,0016 Gramm je Liter entspricht 1,6 Milligramm je Liter und ist damit zehnmal zu klein.

Die Antwort „1,6 mg/L“ ist falsch: 1,6 Milligramm je Liter ist ebenfalls zehnmal zu klein.

Die Antwort „160 mg/L“ ist falsch: Hundertsechzig Milligramm je Liter ist zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten sind dieselbe Zahl in verschiedenen Einheiten. Wie prüfst du bei Konzentrationsangaben rasch, ob zwei Angaben gleichwertig sind?

MERKE

$$c = \frac{m}{V} \text{ — erst auf den Liter hochrechnen, dann teilen.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Eine Konzentration auf einen Liter beziehen

M031 A 97,5 mg

Eine Tablette wird mit 1,5 mg/kg Körpergewicht dosiert. Wie viel mg erhält eine Patientin, die 65 kg wiegt?

Richtig ist die Antwort „97,5 mg“. Die Dosis wird je Kilogramm Körpergewicht angegeben, du multiplizierst also 1,5 Milligramm mit fünfundsiebzehn Kilogramm und erhältst 97,5 Milligramm. Rechne im Kopf in zwei

Schritten: fünfundsechzig plus die Hälfte davon, also fünfundsechzig plus 32,5. Gewichtsbezogene Dosierungen begegnen dir später täglich, besonders in der Kinderheilkunde.

Die Antwort „65 mg“ ist falsch: Fünfundsechzig Milligramm entspräche einer Dosis von einem Milligramm je Kilogramm.

Die Antwort „90 mg“ ist falsch: Neunzig Milligramm lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „100 mg“ ist falsch: Hundert Milligramm ist ein gerundeter Wert und nicht das Ergebnis.

Die Antwort „130 mg“ ist falsch: Hundertdreißig Milligramm entspräche zwei Milligramm je Kilogramm.

Zum Weiterdenken: Ein Faktor von 1,5 lässt sich als Wert plus dessen Hälfte rechnen. Welche anderen Faktoren lassen sich ähnlich bequem zerlegen?

MERKE

Milligramm je Kilogramm mal Körpergewicht — 1,5 heißt Wert plus halber Wert.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2024 · leicht · Lernziel: Eine gewichtsbezogene Dosis berechnen

M032 D 40

Eine Tablette hat die Dosierung 125 mg. Ein Patient soll 250 mg 2x täglich für 10 Tage einnehmen. Wie viele Tabletten nimmt er insgesamt?

Richtig ist die Antwort „40“. Gehe in drei Schritten vor. Zuerst die Einzeldosis: Für zweihundertfünfzig Milligramm braucht es zwei Tabletten zu je hundertfünfundzwanzig Milligramm. Dann der Tagesbedarf: zweimal täglich ergibt vier Tabletten. Schließlich die gesamte Dauer: vier Tabletten über zehn Tage ergeben vierzig. Der häufigste Fehler besteht darin, einen der drei Schritte zu überspringen.

Die Antwort „20“ ist falsch: Zwanzig ergäbe sich, wenn man die Einnahme zweimal täglich unterschläge.

Die Antwort „50“ ist falsch: Fünfzig lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „10“ ist falsch: Zehn entspräche einer Tablette je Tag.

Die Antwort „30“ ist falsch: Dreißig ebenso wenig herleitbar.

Zum Weiterdenken: Drei Schritte, drei mögliche Fehlerquellen. Wie schreibst du solche Rechnungen auf, damit du jeden Schritt nachvollziehen kannst?

MERKE

Tabletten je Gabe, Gaben je Tag, Tage insgesamt — alle drei Schritte multiplizieren.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Eine mehrstufige Mengenrechnung aufstellen

M033 C 2400 mg

Eine Infusion enthält einen Wirkstoff mit einer Konzentration von 3 mg/mL. Ein Patient erhält 800 mL. Wie viel mg Wirkstoff erhält er insgesamt?

Richtig ist die Antwort „2400 mg“. Multipliziere die Konzentration mit dem verabreichten Volumen:

$$m = c \cdot V = 3 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} \cdot 800 \text{ mL} = 2400 \text{ mg} = 2,4 \text{ g}$$

Die Einheitenprobe bestätigt den Rechenweg, denn die Milliliter kürzen sich heraus und es bleiben Milligramm übrig.

Die Antwort „800 mg“ ist falsch: Achthundert Milligramm entspräche einer Konzentration von einem Milligramm je Milliliter.

Die Antwort „1200 mg“ ist falsch: Tausendzweihundert Milligramm entspräche 1,5 Milligramm je Milliliter.

Die Antwort „3000 mg“ ist falsch: Dreitausend Milligramm übernimmt die Drei in falscher Größenordnung.

Die Antwort „2100 mg“ ist falsch: Zweitausendeinhundert Milligramm entspräche 2,625 Milligramm je Milliliter.

Zum Weiterdenken: Die Einheitenprobe zeigt hier unmittelbar, dass multipliziert werden muss. Wie setzt du sie ein, wenn du unsicher bist, ob eine Aufgabe Multiplikation oder Division verlangt?

MERKE

$m = c \cdot V$ — die Volumeneinheit kürzt sich heraus.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Eine Gesamtmenge aus Konzentration und Volumen bestimmen

PROZENTRECHNUNG

M034 A 60 Euro

Ein Kleidungsstück kostet ursprünglich 80 Euro und wird um 25% reduziert. Wie viel kostet es nach der Reduktion?

Richtig ist die Antwort „60 Euro“. Es gibt zwei Wege. Entweder du berechnest den Abschlag und ziehst ihn ab, $80 \text{ €} - 0,25 \cdot 80 \text{ €} = 60 \text{ €}$. Oder du rechnest gleich mit dem verbleibenden Anteil, denn nach minus fünfundzwanzig Prozent bleiben fünfundsiebzig Prozent übrig:

$$0,75 \cdot 80 \text{ €} = 60 \text{ €}$$

Der zweite Weg ist der schnellere und weniger fehleranfällige.

Die Antwort „55 Euro“ ist falsch: Fünfundfünfzig Euro entspräche einem Abschlag von gut einunddreißig Prozent.

Die Antwort „65 Euro“ ist falsch: Fünfundsechzig Euro entspräche knapp neunzehn Prozent.

Die Antwort „20 Euro“ ist falsch: Zwanzig Euro ist der Abschlag selbst und nicht der neue Preis.

Die Antwort „100 Euro“ ist falsch: Hundert Euro liegt über dem Ausgangspreis.

Zum Weiterdenken: Der Weg über den verbleibenden Anteil spart einen Rechenschritt. Wie sähe er aus, wenn nacheinander zweimal um zwanzig Prozent reduziert würde?

MERKE

Direkt mit dem Restanteil rechnen: minus 25 Prozent heißt $\cdot 0,75$.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Einen prozentualen Abschlag berechnen

M035 B 0,049 Promille

0,000049 entspricht wie viel Promille?

Richtig ist die Antwort „0,049 Promille“. Promille bedeutet Tausendstel, du multiplizierst also mit tausend:

$$0,000049 \cdot 1000 = 0,049 \text{ ‰}$$

Zum Vergleich in Prozent, also Hundertsteln, wären es $0,0049\%$. Präge dir beide Faktoren zusammen ein.

Die Antwort „0,49 Promille“ ist falsch: 0,49 Promille wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „4,9 Promille“ ist falsch: 4,9 Promille wäre hundertmal zu groß.

Die Antwort „0,0049 Promille“ ist falsch: 0,0049 ist der Wert in Prozent, nicht in Promille.

Die Antwort „49 Promille“ ist falsch: Neunundvierzig Promille wäre tausendmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten entstehen dadurch, dass Prozent und Promille verwechselt werden. Woran erkennst du im Alltag, welche der beiden Angaben gemeint ist?

MERKE

Prozent heißt $\cdot 100$, Promille heißt $\cdot 1000$.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Zwischen Dezimalzahl, Prozent und Promille umrechnen

M036 C 75g

Ein Patient darf am Tag nur 30 g Fett zu sich nehmen. Wie viel darf er von einem Käse mit einem Fettgehalt von 40% zu sich nehmen?

Richtig ist die Antwort „75g“. Gesucht ist nicht ein Anteil, sondern das Ganze: Dreißig Gramm sollen vierzig Prozent der Käsemenge sein. Du teilst also durch 0,4 und erhältst fünfundsiebzig Gramm. Die Probe bestätigt es: Vierzig Prozent von fünfundsiebzig Gramm sind dreißig Gramm.

Die entscheidende Frage bei jeder Prozentaufgabe lautet, ob der Anteil oder das Ganze gesucht ist – im ersten Fall multiplizierst du, im zweiten teilst du.

Die Antwort „70g“ ist falsch: Siebzig Gramm ergäbe sich aus einer Subtraktion, die hier nicht angebracht ist.

Die Antwort „12g“ ist falsch: Zwölf Gramm ist der Fettgehalt von dreißig Gramm Käse, also das Ergebnis der umgekehrten Rechnung.

Die Antwort „30g“ ist falsch: Dreißig Gramm ist die Fettmenge selbst.

Die Antwort „120g“ ist falsch: Hundertzwanzig Gramm entstünde beim Teilen durch 0,25.

Zum Weiterdenken: Zwei Antworten entsprechen der jeweils umgekehrten Rechnung. Wie stellst du vor dem Rechnen fest, ob multipliziert oder dividiert werden muss?

MERKE

Anteil gesucht heißt malnehmen, Ganzes gesucht heißt teilen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Vom Anteil auf das Ganze zurückrechnen

M037 B 0,042% bzw. 0,42‰

Wie lautet die Zahl 0,00042 in Prozent bzw. in Promille?

Richtig ist die Antwort „0,042% bzw. 0,42‰“. Für Prozent multiplizierst du mit hundert, für Promille mit tausend:

$$0,00042 \cdot 100 = 0,042\% \quad 0,00042 \cdot 1000 = 0,42 \text{ ‰}$$

Der Promillewert ist demnach stets zehnmal so groß wie der Prozentwert – mit dieser Kontrolle lassen sich vier der fünf Antworten sofort ausschließen.

Die Antwort „0,42% bzw. 4,2‰“ ist falsch: Beide Werte sind um den Faktor zehn zu groß.

Die Antwort „4,2% bzw. 42‰“ ist falsch: Beide Werte sind um den Faktor hundert zu groß.

Die Antwort „0,0042% bzw. 0,042‰“ ist falsch: Beide Werte sind um den Faktor zehn zu klein.

Die Antwort „0,42% bzw. 0,42‰“ ist falsch: Hier ist das Verhältnis der beiden Angaben zueinander falsch, denn der Promillewert ist kleiner als der Prozentwert angegeben.

Zum Weiterdenken: Der Promillewert ist immer das Zehnfache des Prozentwerts. Welche Antworten hättest du allein mit dieser einen Regel ausschließen können?

MERKE

Promille ist stets 10-mal so viel wie Prozent – eine schnelle Kontrolle.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Eine Dezimalzahl zugleich in Prozent und Promille angeben

M038 A 2,4 Mio

Bei 6 Millionen Wahlberechtigten und 60% Wahlbeteiligung: Wie viele Stimmen braucht man für eine Zwei-Drittel-Mehrheit?

Richtig ist die Antwort „2,4 Mio“. Rechne in zwei Schritten und achte darauf, worauf sich der zweite bezieht. Zuerst die abgegebenen Stimmen: Sechzig Prozent von sechs Millionen sind 3,6 Millionen. Dann die Mehrheit: Zwei Drittel von 3,6 Millionen sind 2,4 Millionen. Entscheidend ist, dass sich die Zweidrittelmehrheit auf die tatsächlich abgegebenen Stimmen bezieht und nicht auf alle Wahlberechtigten.

Die Antwort „4 Mio“ ist falsch: Vier Millionen wären zwei Drittel aller Wahlberechtigten.

Die Antwort „3,6 Mio“ ist falsch: 3,6 Millionen ist die Zahl der abgegebenen Stimmen, also der Zwischenwert.

Die Antwort „1,8 Mio“ ist falsch: 1,8 Millionen wäre die einfache Mehrheit der abgegebenen Stimmen.

Die Antwort „2,0 Mio“ ist falsch: Zwei Millionen lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Die Antwort hängt davon ab, worauf sich die Zweidrittelmehrheit bezieht. Welche Folgen hätte es für das Ergebnis, wenn eine Verfassung sie auf alle Wahlberechtigten bezöge?

MERKE

Bei mehrstufigen Prozentaufgaben immer prüfen, worauf sich der nächste Schritt bezieht.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Zwei Prozentschritte nacheinander ausführen

M039 C 108

1000 Menschen werden auf Brustkrebs untersucht. 1% der Untersuchten hat Brustkrebs. Der Brustkrebs von 10% der Patientinnen mit Brustkrebs wird nicht erkannt. 10% der Personen, die keinen Brustkrebs haben, bekommen fälschlicherweise die Diagnose Brustkrebs (falsch positiv). Wie viele Menschen werden mit Brustkrebs diagnostiziert?

Richtig ist die Antwort „108“. Gehe die Gruppen der Reihe nach durch. Von tausend Untersuchten hat ein Prozent tatsächlich Brustkrebs, das sind zehn Personen; von diesen werden zehn Prozent übersehen, es bleiben also neun richtig positive Befunde. Die übrigen neunhundertneunzig sind gesund, und zehn Prozent davon erhalten fälschlich eine Diagnose, das sind neunundneunzig falsch positive Befunde. Insgesamt lauten damit hundertacht Befunde auf Brustkrebs. Bemerkenswert und für die Medizin höchst bedeutsam ist das Verhältnis: Von hundertacht positiven Befunden treffen nur neun zu, also kaum jeder zwölfte. Genau deshalb hängt die Aussagekraft eines Tests immer auch daran, wie häufig die Krankheit überhaupt ist.

Die Antwort „109“ ist falsch: Hundertneun entstünde, wenn man alle zehn Erkrankten als erkannt zählte.

Die Antwort „100“ ist falsch: Hundert berücksichtigt nur die falsch positiven Befunde aus einer Gesamtzahl von tausend statt neunhundertneunzig.

Die Antwort „99“ ist falsch: Neunundneunzig sind allein die falsch positiven Befunde.

Die Antwort „110“ ist falsch: Hundertzehn lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Nur jeder zwölfte positive Befund trifft hier zu. Wie verändert sich dieses Verhältnis, wenn die Krankheit statt bei einem Prozent bei zwanzig Prozent der Untersuchten vorliegt?

MERKE

Kranke und Gesunde getrennt durchrechnen — bei seltenen Krankheiten überwiegen die falsch positiven Befunde.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2019 · schwer · Lernziel: Eine Vierfeldertafel im Kopf aufstellen

M040 D 16,6%

Ein Fußballfeld wird von einem Drittel bis zur Hälfte erneuert. Wie viel Prozent werden erneuert?

Richtig ist die Antwort „16,6%“. Erneuert wird der Bereich zwischen einem Drittel und einer Hälfte, also die Differenz beider Anteile. Bringe sie auf einen gemeinsamen Nenner: Ein Halb sind drei Sechstel, ein Drittel sind zwei Sechstel, die Differenz beträgt somit ein Sechstel. In Prozent sind das rund 16,7 Prozent. Der häufigste Fehler besteht darin, einen der beiden Werte für sich zu nehmen, statt die Differenz zu bilden.

Die Antwort „30%“ ist falsch: Dreißig Prozent lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „50%“ ist falsch: Fünfzig Prozent ist der obere Endpunkt.

Die Antwort „33,3%“ ist falsch: 33,3 Prozent ist der untere Endpunkt.

Die Antwort „8,3%“ ist falsch: 8,3 Prozent entspricht einem Zwölftel, also der halben Differenz.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten sind die Endpunkte selbst. Wie stellst du beim Lesen sicher, dass eine Differenz und nicht ein Einzelwert gefragt ist?

MERKE

Von wo bis wo heißt Differenz — gemeinsamer Nenner, dann abziehen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Eine Differenz von Brüchen in Prozent umrechnen

M041 E 4000

Eine Krankheit betrifft 200 von 100000 Personen. 75% der Erkrankten überleben das erste Jahr. Wie viele Erkrankte sterben im ersten Jahr bei einer Bevölkerung von 8 Mio.?

Richtig ist die Antwort „4000“. Gehe in zwei Schritten vor. Zuerst die Zahl der Erkrankten: Zweihundert von hunderttausend entsprechen 0,2 Prozent, bezogen auf acht Millionen also sechzehntausend Menschen. Dann die Sterblichkeit: Wenn fünfundsiebzig Prozent das erste Jahr überleben, sterben fünfundzwanzig Prozent, also ein Viertel von sechzehntausend gleich viertausend. Der häufigste Fehler besteht darin, mit den überlebenden fünfundsiebzig Prozent weiterzurechnen, obwohl nach den Verstorbenen gefragt ist.

Die Antwort „16000“ ist falsch: Sechzehntausend ist die Gesamtzahl der Erkrankten.

Die Antwort „8000“ ist falsch: Achttausend entspräche einer Sterblichkeit von fünfzig Prozent.

Die Antwort „12000“ ist falsch: Zwölftausend ist die Zahl der Überlebenden, also gerade die Gegengröße zur gesuchten.

Die Antwort „1000“ ist falsch: Tausend wäre ein Viertel der richtigen Zahl.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten sind der Zwischenwert und die Gegengröße. Wie liest du die Fragestellung, damit du am Ende die richtige der beiden Gruppen angibst?

MERKE

Erst die Erkrankten, dann den gefragten Anteil – überleben und sterben nicht verwechseln.

LEHRTEXT IM KURS**Algebra**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Eine Häufigkeit auf eine Bevölkerung hochrechnen

M042 B 40 mL

Eine Person mit 60 kg Körpergewicht benötigt 80 mg/kg eines Wirkstoffs. Der Wirkstoff liegt als 12%ige Lösung vor. Wie viele mL der Lösung müssen verabreicht werden?

Richtig ist die Antwort „40 mL“. Die Aufgabe verlangt drei Schritte, zuerst die benötigte Wirkstoffmenge:

$$m = 60 \text{ kg} \cdot 80 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = 4800 \text{ mg} = 4,8 \text{ g}$$

Dann die Bedeutung der Prozentangabe, denn eine zwölfprozentige Lösung enthält 12 g in 100 mL, also 0,12

$\frac{\text{g}}{\text{mL}}$. Schließlich die Division:

$$V = \frac{4,8 \text{ g}}{0,12 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 40 \text{ mL}$$

Entscheidend ist der zweite Schritt, denn bei Lösungen bedeutet eine Prozentangabe üblicherweise Gramm je hundert Milliliter.

Die Antwort „4 mL“ ist falsch: Vier Milliliter wäre zehnmal zu wenig.

Die Antwort „400 mL“ ist falsch: Vierhundert Milliliter wäre zehnmal zu viel.

Die Antwort „4,8 mL“ ist falsch: 4,8 Milliliter ist die Wirkstoffmenge in Gramm und nicht das Volumen der Lösung.

Die Antwort „48 mL“ ist falsch: Achtundvierzig Milliliter lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Eine der falschen Antworten ist genau der Zwischenwert aus dem ersten Schritt, nur mit anderer Einheit. Wie schützt du dich davor, eine Rechnung zu früh zu beenden?

MERKE

Erst $m = m_{\text{KG}} \cdot \text{Dosis}$, dann Prozent als $\frac{\text{g}}{100 \text{ mL}}$, zuletzt teilen.

LEHRTEXT IM KURS**Algebra**

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Dosis und Konzentration zu einer Volumenangabe verbinden

BRUCHRECHNUNG**M043 D $\frac{3}{10}$**

Wie viel ist $\frac{1}{6} + \frac{2}{15}$?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{3}{10}$ “. Suche zuerst den kleinsten gemeinsamen Nenner von sechs und fünfzehn; er lautet dreißig. Erweitere entsprechend: ein Sechstel wird zu fünf Dreißigsteln, zwei Fünfzehntel werden zu vier Dreißigsteln. Zusammen ergibt das neun Dreißigstel, was sich durch drei zu drei Zehnteln kürzen lässt. Vergiss den letzten Schritt nicht – gekürzt wird fast immer erwartet.

Die Antwort „ $\frac{4}{15}$ “ ist falsch: Vier Fünfzehntel entstünde beim bloßen Addieren der Zähler und Nenner.

Die Antwort „ $\frac{3}{21}$ “ ist falsch: Drei Einundzwanzigstel ebenso.

Die Antwort „ $\frac{1}{5}$ “ ist falsch: Ein Fünftel entspräche sechs Dreißigsteln.

Die Antwort „ $\frac{7}{21}$ “ ist falsch: Sieben Einundzwanzigstel entspricht einem Drittel.

Zum Weiterdenken: Zähler und Nenner einfach zu addieren ist der häufigste Bruchrechenfehler überhaupt. Wie zeigst du dir selbst an einem einfachen Beispiel, dass er nicht funktioniert?

MERKE

Erst gemeinsamer Nenner, dann Zähler addieren, zuletzt kürzen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Brüche mit ungleichen Nennern addieren

GLEICHUNGEN / UNGLEICHUNGEN**M044 A 95**

Wie lautet die nächste Zahl in der Zahlenfolge 2, 5, 11, 23, 47, ...?

Richtig ist die Antwort „95“. Prüfe zuerst die Differenzen: drei, sechs, zwölf, vierundzwanzig – sie verdoppeln sich also. Das legt nahe, dass jedes Glied das Doppelte des vorigen plus eins ist, und tatsächlich: zweimal zwei plus eins ergibt fünf, zweimal fünf plus eins ergibt elf, zweimal elf plus eins ergibt dreiundzwanzig, zweimal dreiundzwanzig plus eins ergibt siebenundvierzig. Folglich ergibt zweimal siebenundvierzig plus eins fünfundneunzig.

Die Antwort „94“ ist falsch: Vierundneunzig ist das bloße Doppelte ohne die Eins.

Die Antwort „96“ ist falsch: Sechsendneunzig ist eins zu viel.

Die Antwort „92“ ist falsch: Zweiundneunzig passt zu keinem Bildungsgesetz.

Die Antwort „99“ ist falsch: Neunundneunzig ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Bei Zahlenfolgen führt die Differenzenreihe fast immer zum Ziel. Was probierst du als Nächstes, wenn auch die Differenzen kein Muster zeigen?

MERKE

Erst die Differenzen bilden – verdoppeln sie sich, steckt eine Verdopplungsregel dahinter.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Das Bildungsgesetz einer Zahlenfolge erkennen

M045 B 121

Wie lautet das Ergebnis von $(-11)^2$?

Richtig ist die Antwort „121“. Steht die negative Zahl in Klammern, wird sie vollständig quadriert:

$$(-11)^2 = (-11) \cdot (-11) = +121$$

Achte auf den Unterschied zur Schreibweise ohne Klammern. Dort bezieht sich das Quadrat nur auf die Elf, das Minuszeichen bleibt davor stehen: $-11^2 = -(11^2) = -121$.

Die Antwort „-121“ ist falsch: Minus hundertundeinundzwanzig ergäbe sich ohne Klammern.

Die Antwort „22“ ist falsch: Zweiundzwanzig entstünde durch Verdoppeln statt Quadrieren.

Die Antwort „-22“ ist falsch: Minus zweiundzwanzig ebenso.

Die Antwort „132“ ist falsch: Hundertzweiunddreißig entspricht elf mal zwölf.

Zum Weiterdenken: Klammer oder keine Klammer entscheidet hier über das Vorzeichen. Bei welcher anderen Rechenart ändert eine Klammer das Ergebnis ähnlich grundlegend?

MERKE

Klammer heißt: das Minus wird mitquadrirt und fällt weg – $(-a)^2 = a^2$.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Klammersetzung beim Potenzieren negativer Zahlen beachten

M046 E $x_i = 2 \cdot x_{i-1} + 1$

Welche Rekursionsformel beschreibt die Zahlenfolge 3, 7, 15, 31, 63, ...?

Richtig ist die Antwort „ $x_i = 2 \cdot x_{i-1} + 1$ “. Prüfe die Vorschrift am ersten Schritt: zweimal drei plus eins ergibt sieben – das stimmt. Prüfe sie am zweiten: zweimal sieben plus eins ergibt fünfzehn – das stimmt ebenfalls. Und zweimal fünfzehn plus eins ergibt einunddreißig. Damit ist die Vorschrift bestätigt. Bei Rekursionsaufgaben ist das Einsetzen fast immer schneller als das Herleiten: Du prüfst die Formeln der Reihe nach am ersten Schritt und behältst nur, was standhält.

Die Antwort „ $x_i = 2 \cdot x_{i-1} - 1$ “ ist falsch: Zweimal drei minus eins ergäbe fünf statt sieben.

Die Antwort „ $x_i = x_{i-1} + 4$ “ ist falsch: Drei plus vier ergäbe zwar sieben, doch sieben plus vier ergäbe elf statt fünfzehn.

Die Antwort „ $x_i = 3 \cdot x_{i-1} - 2$ “ ist falsch: Dreimal drei minus zwei ergäbe sieben, doch dreimal sieben minus zwei ergäbe neunzehn.

Die Antwort „ $x_i = x_{i-1}^2 - 2$ “ ist falsch: Drei zum Quadrat minus zwei ergäbe sieben, doch sieben zum Quadrat minus zwei ergäbe siebenundvierzig.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Formeln liefern beim ersten Schritt das richtige Ergebnis. Warum genügt es bei solchen Aufgaben nie, nur einen Schritt zu prüfen?

MERKE

Rekursionsformeln durchprobieren, nicht herleiten – und immer mindestens zwei Schritte prüfen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Eine Rekursionsformel aus einer Zahlenfolge gewinnen

M047 **C** $x_i = x_{i-1} + 4 \cdot (i-1)$

Eine Zahlenfolge ist definiert durch $i_1=1$, $i_2=5$, $i_3=13$, $i_4=25$. Welche Rekursionsformel beschreibt diese Folge korrekt?

Richtig ist die Antwort „ $x_i = x_{i-1} + 4 \cdot (i-1)$ “. Sieh dir zuerst die Differenzen an: $5-1=4$, $13-5=8$, $25-13=12$. Sie wachsen selbst gleichmäßig um vier und betragen beim Schritt zum Glied i gerade $4(i-1)$. Die Probe:

$$1 + 4 \cdot 1 = 5 \quad 5 + 4 \cdot 2 = 13 \quad 13 + 4 \cdot 3 = 25$$

Die Antwort „ $x_i = x_{i-1} - x_{i-4}$ “ ist falsch: Diese Vorschrift enthält das gesuchte Glied auf beiden Seiten und ist damit nicht auflösbar.

Die Antwort „ $x_i = x_{i-1} + x_{i-4}$ “ ist falsch: Aus demselben Grund.

Die Antwort „ $x_i = x_{i-1} + 4i$ “ ist falsch: Eins plus vier mal zwei ergäbe neun statt fünf.

Die Antwort „ $x_i = 2 \cdot x_{i-1} + i$ “ ist falsch: Zweimal eins plus zwei ergäbe vier statt fünf.

Zum Weiterdenken: Wachsen schon die Differenzen gleichmäßig, steckt dahinter eine bestimmte Art von Folge. Welchen Funktionstyp würdest du erwarten, wenn du die Glieder in ein Diagramm einträgst?

MERKE

Erst die Differenzen, dann deren Differenzen – gleichmäßig wachsende Differenzen verraten den Index in der Formel.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Eine Rekursionsformel mit laufendem Index prüfen

M048 **D** $d = \frac{c}{b}$

Gegeben ist: $a = \frac{b}{c}$ und $d = a^{-1}$. Was ist richtig?

Richtig ist die Antwort „ $d = \frac{c}{b}$ “. Ein Exponent von minus eins bedeutet den Kehrwert, und beim Bruch tauschen dabei Zähler und Nenner:

$$d = a^{-1} = \left(\frac{b}{c}\right)^{-1} = \frac{c}{b}$$

Prüfe es an Zahlen: Ist $a = \frac{2}{3}$, dann ist der Kehrwert $\frac{3}{2}$,

und tatsächlich ergibt $\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2} = 1$.

Die Antwort „ $d = b-c$ “ ist falsch: Eine Differenz entsteht beim Kehrwert nicht.

Die Antwort „ $d = a-d$ “ ist falsch: Diese Gleichung enthält die gesuchte Größe auf beiden Seiten.

Die Antwort „ $d = \frac{b}{c}$ “ ist falsch: Das ist der ursprüngliche Bruch und nicht sein Kehrwert.

Die Antwort „ $d = a$ “ ist falsch: Der Kehrwert ist nur dann gleich der Zahl selbst, wenn diese eins oder minus eins ist.

Zum Weiterdenken: Eine Zahl mal ihrem Kehrwert ergibt stets eins. Für welche beiden Zahlen ist der Kehrwert die Zahl selbst?

MERKE

$$\left(\frac{b}{c}\right)^{-1} = \frac{c}{b} \text{ — Zähler und Nenner tauschen.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Den Kehrwert eines Bruchs bilden

M049 **B** $x_1 = x_2 = 5$

Gleichungssystem: $x_1+x_2=10$ und $x_1-x_2=0$. Berechne x_1 und x_2 .

Richtig ist die Antwort „ $x_1 = x_2 = 5$ “. Die zweite Gleichung sagt unmittelbar, dass beide Unbekannten gleich sind. Eingesetzt in die erste ergibt das zweimal denselben Wert gleich zehn, also fünf für beide. Alternativ addierst du die beiden Gleichungen: Die zweite Unbekannte fällt heraus, es bleibt zweimal die erste gleich zehn.

Die Antwort „ $x_1 = 10$, $x_2 = 0$ “ ist falsch: Damit wäre die zweite Gleichung nicht erfüllt, denn zehn minus null ergibt zehn und nicht null.

Die Antwort „ $x_1 = x_2 = 2$ “ ist falsch: Zwei plus zwei ergibt vier statt zehn.

Die Antwort „ $x_1 = x_2 = 0$ “ ist falsch: Null plus null ergibt null statt zehn.

Die Antwort „ $x_1 = 7$, $x_2 = 3$ “ ist falsch: Sieben minus drei ergibt vier statt null.

Zum Weiterdenken: Beide Lösungswege führen hier gleich schnell zum Ziel. Bei welcher Art von Gleichungssystem ist das Additionsverfahren deutlich überlegen?

MERKE

Gleichungen addieren, damit eine Unbekannte herausfällt – oder gleich die einfachere einsetzen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Ein lineares Gleichungssystem durch Addition lösen

M050 **C** V viertelt sich

Gegeben ist die Formel $V = (a^3 \cdot b^2)/c^2$. Wie verändert sich V , wenn c verdoppelt wird (a und b bleiben gleich)?

Richtig ist die Antwort „ V viertelt sich“. Die Größe c steht im Nenner und ist dort quadriert. Verdoppelt sie sich, vervierfacht sich der Nenner, und das Ergebnis sinkt auf ein Viertel. Präge dir die beiden Prüffragen ein: Steht die Größe im Zähler oder im Nenner, und mit welcher Potenz? Damit lässt sich jede Aufgabe dieser Art ohne Zahlenwerte lösen.

Die Antwort „V halbiert sich“ ist falsch: Halbieren würde sich das Ergebnis nur bei einfacher Potenz.

Die Antwort „V vervierfacht sich“ ist falsch: Vervierfachen würde es sich, stünde c im Zähler.

Die Antwort „V verdoppelt sich“ ist falsch: Verdoppeln würde es sich bei einfacher Potenz im Zähler.

Die Antwort „V bleibt gleich“ ist falsch: Gleich bliebe es nur, wenn c gar nicht vorkäme.

Zum Weiterdenken: Zähler oder Nenner, und welche Potenz – diese beiden Fragen genügen. Wie wendest du sie auf eine Größe an, die als Wurzel im Nenner steht?

MERKE

Nenner verdoppelt und quadriert heißt Ergebnis auf ein Viertel.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Den Einfluss einer Größe im Nenner bestimmen

M051 B 3

Zwei natürliche aufeinanderfolgende Zahlen ergeben ein Produkt, das um 9 größer ist als die kleinere Zahl. Was ist die kleinere Zahl?

Richtig ist die Antwort „3“. Nenne die kleinere Zahl n, dann ist die nächste n+1 und die Bedingung lautet:

$$n(n+1) = n + 9 \Rightarrow n^2 + n = n + 9 \Rightarrow n^2 = 9 \Rightarrow n = 3$$

Weil natürliche Zahlen gefragt sind, kommt nur die positive Lösung in Betracht. Die Probe bestätigt es, denn $3 \cdot 4 = 12 = 3 + 9$.

Die Antwort „4“ ist falsch: Vier mal fünf ergibt zwanzig, also sechzehn mehr als vier.

Die Antwort „5“ ist falsch: Fünf mal sechs ergibt dreißig, also fünfundzwanzig mehr als fünf.

Die Antwort „2“ ist falsch: Zwei mal drei ergibt sechs, also vier mehr als zwei.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eins mal zwei ergibt zwei, also eins mehr als eins.

Zum Weiterdenken: Statt die Gleichung aufzustellen, hättest du auch alle fünf Antworten durchprobieren können. Wann ist welcher Weg schneller?

MERKE

Aufeinanderfolgende Zahlen sind n und n+1 – ausmultiplizieren, dann kürzt sich das lineare Glied weg.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Eine Textaufgabe in eine quadratische Gleichung übersetzen

M052 D x - 6 = 15

$\frac{x}{3} - 2 = 5$. Welche Gleichung ergibt sich, wenn man beide Seiten mit 3 multipliziert?

Richtig ist die Antwort „x - 6 = 15“. Beim Multiplizieren einer Gleichung muss jedes Glied auf beiden Seiten multipliziert werden:

$$\left(\frac{x}{3} - 2\right) \cdot 3 = 5 \cdot 3 \Rightarrow x - 6 = 15$$

Der häufigste Fehler besteht darin, das Glied -2 stehen zu lassen und nur $\frac{x}{3}$ zu multiplizieren.

Die Antwort „x - 2 = 15“ ist falsch: Hier wurde die Zwei nicht mitmultipliziert.

Die Antwort „x - 6 = 5“ ist falsch: Hier wurde die rechte Seite nicht mitmultipliziert.

Die Antwort „x + 6 = 15“ ist falsch: Hier wurde zusätzlich das Vorzeichen vertauscht.

Die Antwort „x - 6 = 45“ ist falsch: Hier wurde die rechte Seite mit neun statt mit drei multipliziert.

Zum Weiterdenken: Jedes einzelne Glied muss mitmultipliziert werden. Wie schreibst du solche Umformungen auf, damit dir keines entgeht?

MERKE

Jedes Glied auf beiden Seiten multiplizieren – auch die scheinbar kleinen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Eine Gleichung durch Multiplikation umformen

M053 D 32

$\frac{x}{4} - 7 = 1$. Wie groß ist x?

Richtig ist die Antwort „32“. Löse Schritt für Schritt auf:

$$\frac{x}{4} - 7 = 1 \Rightarrow \frac{x}{4} = 8 \Rightarrow x = 32$$

Die Probe bestätigt es, denn $\frac{32}{4} - 7 = 8 - 7 = 1$.

Die Antwort „8“ ist falsch: Acht ist der Zwischenwert nach dem ersten Schritt.

Die Antwort „-24“ ist falsch: Minus vierundzwanzig entstünde, wenn man sieben subtrahierte statt addierte.

Die Antwort „24“ ist falsch: Vierundzwanzig entspräche einer rechten Seite von sechs.

Die Antwort „4“ ist falsch: Vier übernimmt lediglich den Nenner.

Zum Weiterdenken: Eine der falschen Antworten ist genau der Zwischenwert nach dem ersten Schritt. Woran merkst du, dass du eine Rechnung zu früh beendet hast?

MERKE

Erst die Zahl auf die andere Seite, dann mit dem Nenner multiplizieren — und Probe machen.

LEHRTEXT IM KURS

Algebra



LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

Geometrie

WINKEL

M054 **D** 1 und 2

In welchen Einheiten werden ebene Winkel angegeben? 1) Rad 2) Grad 3) Steradian

Richtig ist die Antwort „1 und 2“. Ebene Winkel gibt man in Grad oder im Bogenmaß an, dessen Einheit Radiant heißt. Der Steradian dagegen ist die Einheit des Raumwinkels und beschreibt, welchen Anteil einer Kugeloberfläche ein Kegel ausschneidet — er gehört also in den dreidimensionalen Raum. Zum Umrechnen der beiden ebenen Einheiten genügt eine Beziehung: Hundertachtzig Grad entsprechen der Kreiszahl Pi im Bogenmaß.

Die Antwort „Nur 1“ ist falsch: Grad ist ebenfalls zulässig.

Die Antwort „Nur 2“ ist falsch: Radiant ist ebenfalls zulässig.

Die Antwort „1 und 3“ ist falsch: Der Steradian misst Raumwinkel.

Die Antwort „1, 2 und 3“ ist falsch: Aus demselben Grund gehört der Steradian nicht dazu.

Zum Weiterdenken: Radiant und Steradian unterscheiden sich um eine Dimension. Wie viele Steradian umfasst folglich die volle Kugel, wenn der volle Kreis zweimal Pi Radiant umfasst?

MERKE

Grad und Radiant messen ebene Winkel, Steradian misst Raumwinkel.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2014 · schwer · Lernziel: Ebene Winkel vom Raumwinkel unterscheiden

M055 **A** $\frac{\pi}{4}$

45° entsprechen wie viel im Bogenmaß (als Vielfaches von π)?

Richtig ist die Antwort „ $\pi/4$ “. Merke dir eine einzige Beziehung, nämlich $180^\circ = \pi$ im Bogenmaß; alles Weitere ergibt sich durch Dreisatz:

$$45^\circ = \frac{45}{180} \pi = \frac{\pi}{4}$$

Zur Einordnung entsprechen $90^\circ = \frac{\pi}{2}$ und $360^\circ = 2\pi$.

Die Antwort „ $\pi/2$ “ ist falsch: Pi halbe entspricht neunzig Grad.

Die Antwort „ $\pi/8$ “ ist falsch: Pi geteilt durch acht entspricht 22,5 Grad.

Die Antwort „ π “ ist falsch: Pi entspricht hundertachtzig Grad.

Die Antwort „ 2π “ ist falsch: Zweimal Pi entspricht dem vollen Kreis.

Zum Weiterdenken: Das Bogenmaß misst den Winkel als Länge des zugehörigen Kreisbogens beim Radius eins. Wie erklärt das, warum der volle Kreis gerade zweimal Pi ergibt?

MERKE

$180^\circ = \pi$ — alles andere folgt durch Dreisatz.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Zwischen Gradmaß und Bogenmaß umrechnen

KREIS

M056 **D** $\frac{3}{4} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$

Wie berechnet man die Fläche eines Dreiviertelkreises mit Durchmesser d?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{3}{4} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$ “. Die Kreisfläche berechnet sich aus dem Radius, nicht aus dem Durchmesser — deshalb musst du den Durchmesser zuerst halbieren. Die volle Kreisfläche ist Pi mal dem Quadrat des halben Durchmessers, und für drei Viertel davon multiplizierst du zusätzlich mit drei Vierteln. Genau das leistet der angegebene Ausdruck. Der häufigste Fehler besteht darin, den Durchmesser unmittelbar einzusetzen, was das Ergebnis vervierfacht.

Die Antwort „ $\frac{3}{4} \cdot d^2 \cdot \pi$ “ ist falsch: Hier wurde der Durchmesser statt des Radius quadriert.

Die Antwort „ $\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$ “ ist falsch: Ein Viertel statt drei Vierteln beschreibt das fehlende Stück.

Die Antwort „ $\frac{3}{4} \cdot \frac{d}{2} \cdot \pi$ “ ist falsch: Ohne Quadrieren ergibt sich keine Fläche.

Die Antwort „ $3 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$ “ ist falsch: Der Faktor drei statt drei Vierteln beschreibt drei volle Kreise.

Zum Weiterdenken: Wird der Durchmesser irrtümlich für den Radius gehalten, vervierfacht sich das Ergebnis. Woran liegt der Faktor vier und nicht zwei?

MERKE

Immer zuerst den Durchmesser halbieren — die Kreisfläche rechnet mit dem Radius.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Vom Durchmesser auf den Radius umstellen

M057 **E** Die Grundfläche eines Kegels errechnet man sich aus $\pi \cdot r^2$.

Geometrie: Welche Aussage trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Grundfläche eines Kegels errechnet man sich aus $\pi \cdot r^2$ “. Die Grundfläche eines Kegels ist ein Kreis, ihre Fläche also $A = \pi r^2$. Alle übrigen Aussagen enthalten Fehler, die sich mit wenig Grundwissen entlarven lassen: Das Kugelvolumen beträgt $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ und nicht drei Viertel, ein Tetraeder hat vier Flächen und braucht daher vier Farben, ein Würfel hat zwölf Kanten bei acht Ecken und sechs Flächen, und beim Quader sind nur die jeweils gegenüberliegenden Flächen gleich groß.

Die Antwort „Um alle Flächen eines Tetraeders zu färben, werden drei verschiedene Farben benötigt“ ist falsch: Ein Tetraeder hat vier Flächen, von denen jede an jede andere grenzt — es werden daher vier Farben benötigt.

Die Antwort „Das Volumen einer Kugel berechnet man mit $\frac{3}{4} \cdot \pi \cdot r^3$ “ ist falsch: Das Kugelvolumen ist vier Drittel Pi mal Radius hoch drei, nicht drei Viertel.

Die Antwort „Ein Würfel hat 8 Kanten“ ist falsch: Ein Würfel hat zwölf Kanten, dazu acht Ecken und sechs Flächen.

Die Antwort „Ein Quader hat 6 gleich große Seitenflächen“ ist falsch: Beim Quader sind nur die jeweils gegenüberliegenden Flächen gleich groß; sechs gleich große Flächen hat allein der Würfel.

Zum Weiterdenken: Beim Tetraeder grenzt jede Fläche an jede andere. Welche Folge hat das für die Zahl der nötigen Farben, und wie viele wären es beim Würfel?

MERKE

$$A_{\text{Kreis}} = \pi r^2 \text{ und } V_{\text{Kugel}} = \frac{4}{3} \pi r^3 - \text{Würfel: acht Ecken, zwölf Kanten, sechs Flächen.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Geometrische Aussagen auf ihre Richtigkeit prüfen

RECHTECK

M058 **A** Umfang

Ein Quadrat wird zu einem Parallelogramm (Raute) verformt, ohne dass sich die Seitenlängen ändern. Was bleibt dabei gleich?

Richtig ist die Antwort „Umfang“. Wird ein Quadrat zu einer Raute verformt, bleiben alle vier Seitenlängen unverändert, also bleibt auch ihre Summe und damit der Umfang gleich. Die Fläche dagegen nimmt ab, denn sie berechnet sich als Grundseite mal Höhe, und die Höhe wird beim Kippen kleiner — im Grenzfall des vollständigen Zusammenklappens ginge sie gegen null. Merke dir das als Bild: Ein Gitterzaun aus gleich langen Stäben lässt sich zusammenschieben, ohne dass ein einziger Stab kürzer wird.

Die Antwort „Fläche“ ist falsch: Die Fläche nimmt beim Verformen ab.

Die Antwort „Winkelverhältnis von alpha und beta“ ist falsch: Beim Quadrat sind alle Winkel gleich, bei der Raute nicht mehr.

Die Antwort „orthogonale Diagonalen“ ist falsch: Die Diagonalen stehen zwar auch bei der Raute senkrecht aufeinander, doch sie ändern ihre Längen erheblich — als erhaltene Größe taugt das nicht, und gefragt ist, was gleich bleibt.

Die Antwort „Innenkreisradius“ ist falsch: Der Innenkreisradius entspricht der halben Höhe und wird beim Kippen kleiner.

Zum Weiterdenken: Gleicher Umfang, aber verschiedene Fläche — unter allen Vierecken mit gegebenem Umfang hat eines die größte Fläche. Welches ist das?

MERKE

Seiten gleich lang heißt Umfang gleich — die Fläche schrumpft beim Kippen dennoch.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2025 · schwer · Lernziel: Erkennen, welche Größen bei einer Verformung erhalten bleiben

DREIECK

M059 D $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\alpha)$

In einem Dreieck sind ein Winkel α und die beiden anliegenden Seiten b und c bekannt (SWS-Fall). Mit welcher Formel lässt sich die gegenüberliegende Seite a berechnen?

Richtig ist die Antwort „ $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\alpha)$ “. Sind zwei Seiten und der von ihnen eingeschlossene Winkel gegeben, führt der Kosinussatz zum Ziel: Das Quadrat der gesuchten Seite ist die Summe der beiden anderen Seitenquadrate, vermindert um das doppelte Produkt beider Seiten mal dem Kosinus des eingeschlossenen Winkels. Eine hilfreiche Einordnung: Für einen rechten Winkel ist der Kosinus null, das Korrekturglied entfällt, und es bleibt der Satz des Pythagoras übrig — der Kosinussatz ist also dessen Verallgemeinerung.

Die Antwort „ $a^2 = b^2 + c^2 + 2bc \cdot \cos(\alpha)$ “ ist falsch: Das Vorzeichen des Korrekturglieds ist negativ.

Die Antwort „ $a/\sin(\alpha) = b/\sin(\beta)$ “ ist falsch: Der Sinussatz braucht einen Winkel samt gegenüberliegender Seite und passt hier nicht.

Die Antwort „ $a^2 = b^2 - c^2$ “ ist falsch: Diese verkürzte Form gilt in keinem Fall.

Die Antwort „ $a = b + c - \cos(\alpha)$ “ ist falsch: Eine Summe aus Seiten und einem Kosinuswert ist nicht sinnvoll gebildet.

Zum Weiterdenken: Bei einem rechten Winkel geht der Kosinussatz in den Satz des Pythagoras über. Was sagt das über das Verhältnis der beiden Sätze zueinander?

MERKE

Zwei Seiten und der Winkel dazwischen: Kosinussatz — der Pythagoras mit Korrekturglied.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2018 · schwer · Lernziel: Kosinussatz und Sinussatz nach der Aufgabenstellung auswählen

M060 B Inkreis, Umkreis und Schwerpunkt haben denselben Mittelpunkt.

Bild von einem gleichseitigen Dreieck. Welche Aussage trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Inkreis, Umkreis und Schwerpunkt haben denselben Mittelpunkt“. Beim gleichseitigen Dreieck fallen alle ausgezeichneten Punkte in einem einzigen zusammen, also Inkreismittelpunkt, Umkreismittelpunkt, Schwerpunkt und Höhenschnittpunkt. Die übrigen Antworten scheitern jeweils an einer Formel oder einem Zahlenwert: Die Fläche ist $A = \frac{1}{2} h_c \cdot c$ und nicht ein Drittel davon, die Summe der Außenwinkel beträgt bei jedem Vieleck 360° , der Schwerpunkt teilt die Höhe im Verhältnis 2:1 vom

Eckpunkt aus, und alle Innenwinkel messen 60° , weil $\frac{180^\circ}{3} = 60^\circ$.

Die Antwort „ $A = (hc \cdot c)/3$ “ ist falsch: Die Dreiecksfläche ist Grundseite mal Höhe geteilt durch zwei, nicht durch drei.

Die Antwort „Die Summe aller Außenwinkel beträgt 180° “ ist falsch: Die Summe der Außenwinkel beträgt bei jedem Dreieck dreihundertsechzig Grad; hundertachtzig Grad ist die Summe der Innenwinkel.

Die Antwort „Der Mittelpunkt des Inkreises teilt hc im Verhältnis 1:3“ ist falsch: Der Schwerpunkt teilt jede Höhe im Verhältnis zwei zu eins, gemessen von der Ecke aus.

Die Antwort „Alle Winkel betragen 45° “ ist falsch: Beim gleichseitigen Dreieck beträgt jeder Winkel sechzig Grad, denn hundertachtzig geteilt durch drei ergibt sechzig.

Zum Weiterdenken: Beim gleichseitigen Dreieck fallen vier ausgezeichnete Punkte zusammen. Welche Symmetrie des Körpers erzwingt das?

MERKE

Gleichseitig heißt 60° in jeder Ecke — und alle Mittelpunkte fallen in einen Punkt.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Besonderheiten des gleichseitigen Dreiecks kennen

M061 D bei jedem beliebigen Dreieck 180°

Wie groß ist die Summe der Innenwinkel eines Dreiecks?

Richtig ist die Antwort „bei jedem beliebigen Dreieck 180° “. Die Innenwinkelsumme beträgt bei jedem ebenen Dreieck hundertachtzig Grad, gleichgültig ob es rechtwinklig, gleichseitig oder beliebig ist. Die übrigen Antworten schränken diese Allgemeingültigkeit unnötig ein oder nennen falsche Werte. Zum Vergleich: Die Summe der Außenwinkel beträgt stets dreihundertsechzig Grad, und beim Viereck sind es dreihundertsechzig Grad Innenwinkelsumme.

Die Antwort „ 360° “ ist falsch: Dreihundertsechzig Grad ist die Innenwinkelsumme des Vierecks.

Die Antwort „bei rechtwinkligen Dreiecken 180°“ ist falsch: Die Aussage stimmt zwar, gilt aber nicht nur für rechtwinklige Dreiecke und ist damit unnötig eingeschränkt.

Die Antwort „bei rechtwinkligen Dreiecken 360°“ ist falsch: Dreihundertsechzig Grad trifft auf kein Dreieck zu.

Die Antwort „bei gleichseitigen Dreiecken 270°“ ist falsch: Beim gleichseitigen Dreieck beträgt jeder Winkel sechzig Grad, in der Summe also hundertachtzig.

Zum Weiterdenken: Eine Antwort ist sachlich richtig und dennoch nicht die Lösung, weil sie zu eng gefasst ist. Wie gehst du mit solchen Fällen um?

MERKE

Innenwinkelsumme immer hundertachtzig Grad — bei jedem ebenen Dreieck.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Innenwinkelsumme im Dreieck kennen

M062 D Stumpfwinkliges Dreieck

Ein Dreieck hat die Seitenlängen 3 cm, 6 cm und 8 cm. Um welche Art von Dreieck handelt es sich?

Richtig ist die Antwort „Stumpfwinkliges Dreieck“. Vergleiche das Quadrat der längsten Seite mit der Summe der beiden anderen Quadrate. Hier ergibt acht zum Quadrat vierundsechzig, während drei zum Quadrat plus sechs zum Quadrat neun plus sechsunddreißig gleich fünfundvierzig ergibt. Weil das Quadrat der längsten Seite größer ist, liegt ihr ein stumpfer Winkel gegenüber. Die Regel lohnt sich als Ganzes: Sind beide Werte gleich, ist das Dreieck rechtwinklig; ist die Summe größer, ist es spitzwinklig; ist sie kleiner, ist es stumpfwinklig.

Die Antwort „Rechtwinkliges Dreieck“ ist falsch: Rechtwinklig wäre es bei Gleichheit beider Werte.

Die Antwort „Gleichseitiges Dreieck“ ist falsch: Gleichseitig setzte drei gleich lange Seiten voraus.

Die Antwort „Spitzwinkeliges Dreieck“ ist falsch: Spitzwinklig wäre es, wenn die Summe der kleineren Quadrate größer ausfiele.

Die Antwort „Gleichschenkliges Dreieck“ ist falsch: Gleichschenklige setzte zwei gleich lange Seiten voraus.

Zum Weiterdenken: Der Vergleich verallgemeinert den Satz des Pythagoras auf drei Fälle. Welcher der drei entspricht dem Satz in seiner bekannten Form?

MERKE

Längstes Quadrat gegen die Summe der anderen: gleich rechtwinklig, kleiner spitz, größer stumpf.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Die Art eines Dreiecks über den Kosinussatz bestimmen

M063 B $\frac{a}{2} \cdot \sqrt{3}$

Wie lautet die Formel für die Höhe eines gleichseitigen Dreiecks mit Seitenlänge a?

Richtig ist die Antwort „a/2 · √3“. Die Höhe teilt das gleichseitige Dreieck in zwei rechtwinklige Hälften, in denen die Seite a die Hypotenuse und $\frac{a}{2}$ eine Kathete ist:

$$h^2 = a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}a^2 \Rightarrow h = \frac{a}{2}\sqrt{3}$$

Zur Kontrolle: $\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$, die Höhe ist also etwas kürzer als die Seite — genau wie es die Anschauung nahelegt.

Die Antwort „a/2 · √2“ ist falsch: Wurzel zwei gehört zur Diagonalen des Quadrats.

Die Antwort „a · √3“ ist falsch: Die Höhe kann nicht länger sein als die Seite.

Die Antwort „a/2“ ist falsch: Die halbe Seite ist die Kathete, nicht die Höhe.

Die Antwort „a · √(2/2)“ ist falsch: Auch dieser Ausdruck stammt aus der Quadratgeometrie.

Zum Weiterdenken: Die Höhe ist rund 87 Prozent der Seitenlänge. Welche der Antworten hättest du allein mit dieser Abschätzung ausschließen können?

MERKE

$$h = \frac{a}{2}\sqrt{3} \approx 0,87a \text{ im gleichseitigen Dreieck.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Höhe im gleichseitigen Dreieck herleiten

QUADER

M064 C Die Raumdiagonale beträgt $a \cdot \sqrt{3}$

Welche der folgenden Aussagen zu einem Würfel mit Kantenlänge a ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Die Raumdiagonale beträgt a · Wurzel(3)“. Die Raumdiagonale erhältst du mit zweimal Pythagoras. Zuerst die Flächendiagonale, $d_F = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$. Dann die Raumdiagonale aus dieser und einer weiteren Kante:

$$d_R = \sqrt{(a\sqrt{2})^2 + a^2} = \sqrt{2a^2 + a^2} = a\sqrt{3}$$

Die Antwort „Die Raumdiagonale beträgt a · Wurzel(2)“ ist falsch: Wurzel zwei mal die Kantenlänge ist die Flächendiagonale.

Die Antwort „Die Oberfläche beträgt 4a²“ ist falsch: Die Oberfläche besteht aus sechs Quadraten und beträgt daher das Sechsfache des Kantenquadrats.

Die Antwort „Das Volumen beträgt a²“ ist falsch: Das Volumen ist die Kantenlänge hoch drei.

Die Antwort „Die Flächendiagonale beträgt $a \cdot \sqrt{3}$ “ ist falsch: Wurzel drei gehört zur Raumdiagonale, nicht zur Flächendiagonale.

Zum Weiterdenken: Wurzel zwei in der Fläche, Wurzel drei im Raum. Wie setzt sich dieses Muster fort, wenn man rein rechnerisch in eine vierte Dimension geht?

MERKE

Flächendiagonale $a\sqrt{2}$, Raumdiagonale $a\sqrt{3}$ — zweimal Pythagoras.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2015 · schwer · Lernziel: Die Raumdiagonale des Würfels herleiten

M065 **B** $V = l \cdot b \cdot c$

Wie berechnet man das Volumen eines Quaders mit Breite b , Länge l und Höhe c ?

Richtig ist die Antwort „ $V = l \cdot b \cdot c$ “. Das Quadervolumen ist $V = l \cdot b \cdot c$. Die Einheitenprobe bestätigt es sofort: Nur drei Längen miteinander multipliziert ergeben m^3 und damit ein Volumen.

Die Antwort „ $V = 2(l+b+c)$ “ ist falsch: Die Summe der Kanten mal zwei ergibt keine Fläche und kein Volumen.

Die Antwort „ $V = l \cdot b + c$ “ ist falsch: Ein Produkt zweier Längen plus einer dritten mischt Fläche und Länge und ist nicht bildbar.

Die Antwort „ $V = (l \cdot b \cdot c) / 2$ “ ist falsch: Die Halbierung gehört zu Körpern mit spitz zulaufender Form, nicht zum Quader.

Die Antwort „ $V = l^2 + b^2 + c^2$ “ ist falsch: Eine Summe von Quadraten ergibt eine Fläche.

Zum Weiterdenken: Die Einheitenprobe schließt hier vier von fünf Antworten aus. Wie oft lässt sich eine Formelfrage allein auf diesem Weg entscheiden?

MERKE

Drei Längen multipliziert ergeben ein Volumen — m^3 .

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Das Quadervolumen berechnen

M066 **E** **Raumdiagonale eines Quaders:** $d = a \cdot \sqrt{2}$

Was stimmt nicht?

Richtig ist die Antwort „Raumdiagonale eines Quaders: $d = a \cdot \sqrt{2}$ “, denn gesucht ist die nicht zutreffende Aussage. Die Raumdiagonale eines Quaders lautet

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

Das folgt aus zweimaliger Anwendung des Satzes von Pythagoras. Die angegebene Form $a\sqrt{2}$ gilt nur für die Flächendiagonale eines Quadrats, und selbst beim Würfel wäre die Raumdiagonale $a\sqrt{3}$.

Die Antwort „Oberfläche einer Kugel = $4r^2\pi$ “ ist falsch als Antwort, weil die Kugeloberfläche tatsächlich vier Pi mal Radiusquadrat beträgt.

Die Antwort „Ein Kegel hat eine kreisförmige Grundfläche“ ist falsch als Antwort, weil ein Kegel tatsächlich eine kreisförmige Grundfläche hat.

Die Antwort „Volumen eines Zylinders = Grundfläche $\times$ Höhe“ ist falsch als Antwort, weil das Zylindervolumen tatsächlich Grundfläche mal Höhe ist.

Die Antwort „Volumen einer Kugel = $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ “ ist falsch als Antwort, weil das Kugelvolumen tatsächlich vier Drittel Pi mal Radius hoch drei beträgt.

Zum Weiterdenken: Beim Würfel gilt Wurzel drei, beim allgemeinen Quader die Wurzel aus der Summe dreier Quadrate. Wie geht die eine Formel in die andere über?

MERKE

$d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ — die Summe aller drei Kantenquadrate.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Formeln der Körperberechnung auf Fehler prüfen

M067 **B** $V = a \cdot b \cdot c$

Wie berechnet sich das Volumen V eines dreidimensionalen Quaders mit den drei Kantenlängen a , b und c ?

Richtig ist die Antwort „ $V = a \cdot b \cdot c$ “. Das Quadervolumen ist $V = a \cdot b \cdot c$. Eine Einheitenprobe entscheidet die Frage sofort, denn nur drei miteinander multiplizierte Längen ergeben m^3 .

Die Antwort „ $V = 2 \cdot a \cdot b \cdot c$ “ ist falsch: Der Faktor zwei hat im Volumen nichts zu suchen.

Die Antwort „ $V = a + b + c$ “ ist falsch: Eine Summe von Längen ergibt wieder eine Länge.

Die Antwort „ $V = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$ “ ist falsch: Dieser Ausdruck ist die Oberfläche des Quaders — sie besteht aus drei Paaren gleicher Rechtecke.

Die Antwort „ $V = (a+b+c) \cdot (a+b+c) \cdot (a+b+c)$ “ ist falsch: Diese Konstruktion entspricht keiner geometrischen Größe.

Zum Weiterdenken: Eine der falschen Antworten ist die richtige Formel für eine andere Größe. Wie unterscheidest du Volumen- und Oberflächenformeln zuverlässig, ohne sie einzeln zu lernen?

MERKE

Drei Längen mal ergibt das Volumen — die Oberfläche $2(ab+ac+bc)$ ist eine Summe von Rechtecken.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Volumen- und Oberflächenformel des Quaders trennen

M068 B wird um das 9-fache größer

Die Seitenlänge eines Würfels wird verdreifacht. Wie verhält sich die Oberfläche?

Richtig ist die Antwort „wird um das 9-fache größer“. Die Würfeloberfläche besteht aus sechs Quadraten und hängt damit vom Quadrat der Kantenlänge ab. Wird diese verdreifacht, wächst die Oberfläche um drei zum Quadrat, also um den Faktor neun. Das Volumen dagegen würde um siebenundzwanzig wachsen — achte darauf, welche der beiden Größen gefragt ist.

Die Antwort „wird um das 81-fache größer“ ist falsch: Einundachtzigfach entspräche der vierten Potenz.

Die Antwort „wird um das 27-fache größer“ ist falsch: Siebenundzwanzigfach wächst das Volumen.

Die Antwort „wird um das 16-fache größer“ ist falsch: Sechzehnfach entspräche einer Vervierfachung der Kante.

Die Antwort „wird um das 3-fache größer“ ist falsch: Dreifach wächst nur die Kante selbst.

Zum Weiterdenken: Bei Kugel und Würfel gelten dieselben Faktoren neun und siebenundzwanzig. Woran liegt es, dass die Form dabei keine Rolle spielt?

MERKE

Kante mal drei: Oberfläche mal neun, Volumen mal siebenundzwanzig — unabhängig von der Form.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2022 · leicht · Lernziel: Die Oberflächenänderung beim Würfel bestimmen

ZYLINDER

M069 E Steigt um ca. 19,52%

Ein zylinderförmiger Muskel verkürzt sich um 30% bei gleichbleibendem Volumen. Um wie viel Prozent steigt dabei der Durchmesser?

Richtig ist die Antwort „Steigt um ca. 19,52%“. Das Zylindervolumen ist $V = \pi r^2 h$. Bleibt V gleich und sinkt die Höhe auf siebzig Prozent, muss das Radiusquadrat um den Kehrwert wachsen:

$$r_{\text{neu}}^2 = \frac{r^2}{0,7} \Rightarrow \frac{r_{\text{neu}}}{r} = \frac{1}{\sqrt{0,7}} \approx 1,1952$$

Das entspricht einer Zunahme von rund 19,5 Prozent. Weil der Durchmesser dem doppelten Radius entspricht, gilt für ihn derselbe Faktor.

Die Antwort „Steigt um ca. 33%“ ist falsch: Dreiunddreißig Prozent lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „Steigt um ca. 39%“ ist falsch: Neununddreißig Prozent wäre ungefähr die doppelte Zunahme.

Die Antwort „Steigt um ca. 70%“ ist falsch: Siebzig Prozent übernimmt schlicht die Zahl aus der Angabe.

Die Antwort „Steigt um ca. 42,86%“ ist falsch: 42,86 Prozent ist die Zunahme des Radiusquadrats, nicht die des Radius — hier wurde die Wurzel vergessen.

Zum Weiterdenken: Eine der falschen Antworten entsteht dadurch, dass die Wurzel unterbleibt. Woran erkennst du in solchen Aufgaben, dass ein Wurzelschritt fehlt?

MERKE

Volumen konstant: was die Höhe verliert, gewinnt r^2 — und r nur die Wurzel davon.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Eine Umkehrrechnung bei gleichbleibendem Volumen durchführen

M070 A 0,69 m²

Ein Zylinder hat einen Radius von 10 cm und eine Höhe von 1 m. Wie groß ist seine Oberfläche (in m²)?

Richtig ist die Antwort „0,69 m²“. Rechne zuerst alles in Meter um, also $r = 0,1$ m und $h = 1$ m. Die Oberfläche besteht aus zwei Kreisen und dem Mantel:

$$O = 2\pi r^2 + 2\pi r h = 2\pi \cdot 0,01 + 2\pi \cdot 0,1 \cdot 1 \approx 0,063 + 0,628 \approx 0,69 \text{ m}^2$$

Der Mantel macht also den weitaus größten Teil aus.

Die Antwort „0,63 m²“ ist falsch: 0,63 ist der Mantel allein, ohne Deckel und Boden.

Die Antwort „0,66 m²“ ist falsch: 0,66 lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „0,96 m²“ ist falsch: 0,96 ebenso wenig.

Die Antwort „0,062 m²“ ist falsch: 0,062 sind allein die beiden Kreisflächen.

Zum Weiterdenken: Zwei der falschen Antworten sind je ein Teil der richtigen Lösung. Wie stellst du bei zusammengesetzten Körpern sicher, dass du alle Teilflächen berücksichtigt?

MERKE

$O = 2\pi r^2 + 2\pi r h$ — zwei Kreise plus Mantel, vorher Einheiten angleichen.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Die Oberfläche eines Zylinders zusammensetzen

KUGEL

M071 D 27-fach

Der Radius einer Kugel wird verdreifacht. Um welchen Faktor ändert sich das Volumen der Kugel?

Richtig ist die Antwort „27-fach“. Das Kugelvolumen ist $V = \frac{4}{3}\pi r^3$. Weil der Radius in der dritten Potenz steht, wirkt sich seine Verdreifachung so aus:

$$V_{\text{neu}} = \frac{4}{3} \pi (3r)^3 = 27 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = 27 V$$

Die Regel gilt allgemein: Bei ähnlichen Körpern wachsen Längen einfach, Flächen quadratisch und Volumina in der dritten Potenz.

Die Antwort „9-fach“ ist falsch: Neunfach wächst die Oberfläche, denn sie hängt vom Quadrat des Radius ab.

Die Antwort „3-fach“ ist falsch: Dreifach wächst nur der Radius selbst.

Die Antwort „81-fach“ ist falsch: Einundachtzigfach entspräche der vierten Potenz.

Die Antwort „6-fach“ ist falsch: Sechsfach passt zu keiner der Größen.

Zum Weiterdenken: Volumen und Oberfläche wachsen verschieden schnell. Welche Folgen hat dieses Missverhältnis für die Frage, warum kleine Tiere schneller auskühlen als große?

MERKE

Länge k , Fläche k^2 , Volumen k^3 .

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2013 · mittel · Lernziel: Den Einfluss einer Längenänderung auf das Volumen bestimmen

M072 A 8-fach

Der Radius einer Kugel wird verdoppelt. Um welchen Faktor vergrößert sich das Volumen?

Richtig ist die Antwort „8-fach“. Weil der Radius im Kugelvolumen in der dritten Potenz steckt, gilt

$$\frac{V_{\text{neu}}}{V_{\text{alt}}} = \frac{(2r)^3}{r^3} = 2^3 = 8$$

Diese Regel greift bei allen ähnlichen Körpern: Verdoppelte Längen bedeuten vierfache Flächen und achtfache Volumina.

Die Antwort „4-fach“ ist falsch: Vierfach wächst die Oberfläche.

Die Antwort „2-fach“ ist falsch: Zweifach wächst nur der Radius.

Die Antwort „6-fach“ ist falsch: Sechsfach entstünde beim Multiplizieren von zwei mal drei statt beim Potenzieren.

Die Antwort „16-fach“ ist falsch: Sechzehnfach entspräche der vierten Potenz.

Zum Weiterdenken: Verdoppelte Längen ergeben achtfaches Volumen. Was bedeutet das für einen Menschen, der doppelt so groß wäre – und für die Belastung seiner Knochen?

MERKE

Doppelter Radius, $2^3 = 8$ -faches Volumen – die Potenz entscheidet.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Die Volumenänderung bei verdoppeltem Radius bestimmen

M073 E Die Oberfläche vervierfacht sich

Der Radius einer Kugel wird verdoppelt. Was stimmt?

Richtig ist die Antwort „Die Oberfläche vervierfacht sich“.

Die Kugeloberfläche ist vier mal Pi mal Radiusquadrat; der Radius geht also quadratisch ein, und seine Verdopplung führt zum Faktor vier. Das Volumen dagegen wächst mit der dritten Potenz und damit auf das Achtfache. Die Frage prüft, ob du beide Größen getrennt hältst – genau darin liegt die Falle, denn nur eine der beiden Aussagen wird abgefragt.

Die Antwort „Das Volumen vervierfacht sich“ ist falsch: Vervierfacht wird die Oberfläche, nicht das Volumen.

Die Antwort „Das Volumen verdoppelt sich“ ist falsch: Das Volumen wird achtfach.

Die Antwort „Die Oberfläche verdoppelt sich“ ist falsch: Die Oberfläche wird vierfach, nicht doppelt.

Die Antwort „Beide bleiben gleich“ ist falsch: Beide Größen ändern sich erheblich.

Zum Weiterdenken: Das Volumen wächst schneller als die Oberfläche. Welche Folgen hat dieses Verhältnis für den Wärmehaushalt großer und kleiner Lebewesen?

MERKE

Fläche mit dem Quadrat, Volumen mit der dritten Potenz – beide getrennt betrachten.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Oberfläche und Volumen getrennt betrachten

M074 C Die Oberfläche wird 9-mal so groß und das Volumen 27-mal so groß

Der Radius einer Kugel wird verdreifacht. Welche Aussage trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Die Oberfläche wird 9-mal so groß und das Volumen 27-mal so groß“. Bei verdreifachtem Radius wächst die Oberfläche mit dem Quadrat, also um den Faktor neun, und das Volumen mit der dritten Potenz, also um den Faktor siebenundzwanzig. Beide Größen ändern sich demnach, und zwar unterschiedlich stark – genau darin liegt die Aussage.

Die Antwort „Nur die Oberfläche wird 9-mal so groß, das Volumen bleibt gleich“ ist falsch: Das Volumen bleibt keineswegs gleich.

Die Antwort „Nur das Volumen wird 27-mal so groß, die Oberfläche bleibt gleich“ ist falsch: Die Oberfläche bleibt ebenfalls nicht gleich.

Die Antwort „Beide werden nur 3-mal so groß“ ist falsch: Dreifach wachsen nur die Längen selbst.

Die Antwort „Keine der Aussagen trifft zu“ ist falsch: Eine der Aussagen trifft zu.

Zum Weiterdenken: Das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen wird bei wachsendem Radius immer kleiner. Welche biologische Folge hat das für die Größe von Zellen?

MERKE

Radius mal drei: Oberfläche mal neun, Volumen mal siebenundzwanzig.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Oberfläche und Volumen gemeinsam beurteilen

M075 E Die Oberfläche vervierfacht sich

Der Radius einer Kugel wird verdoppelt. Was stimmt?

Richtig ist die Antwort „Die Oberfläche vervierfacht sich“. Bei verdoppeltem Radius vervierfacht sich die Oberfläche, weil sie vom Radiusquadrat abhängt; das Volumen dagegen verachtfacht sich. Nur die Aussage über die Oberfläche steht zur Auswahl und ist damit die Lösung.

Die Antwort „Die Oberfläche verdoppelt sich“ ist falsch: Die Oberfläche vervierfacht sich, verdoppelt sich also nicht.

Die Antwort „Das Volumen verdoppelt sich“ ist falsch: Das Volumen verachtfacht sich.

Die Antwort „Das Volumen vervierfacht sich“ ist falsch: Vervierfacht wird die Oberfläche, nicht das Volumen.

Die Antwort „Beide bleiben gleich“ ist falsch: Beide Größen ändern sich erheblich.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Frage stellte der MedAT 2016 und 2018 in identischer Form. Welche Themen würdest du danach für die kommenden Jahrgänge erwarten?

MERKE

Radius mal zwei: Oberfläche mal vier, Volumen mal acht.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Oberfläche und Volumen erneut auseinanderhalten

M076 B $r = \sqrt[3]{(3V/(4\pi))}$

Forme die Formel $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ nach r um.

Richtig ist die Antwort „ $r = \sqrt[3]{(3V/(4\pi))}$ “. Stelle in zwei Schritten um, indem du zuerst die Vorfaktoren wegräumst und dann die dritte Wurzel ziehst:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow r^3 = \frac{3V}{4\pi} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

Eine schnelle Kontrolle gelingt über die Einheiten, denn unter der Wurzel steht ein Volumen in m^3 , und die dritte Wurzel macht daraus wieder Meter — eine Länge, wie es sich für einen Radius gehört.

Die Antwort „ $r = \sqrt[3]{(4V/(3\pi))}$ “ ist falsch: Hier sind drei und vier vertauscht.

Die Antwort „ $r = (3V/(4\pi))^2$ “ ist falsch: Quadrieren statt Wurzelziehen kehrt den Schritt um.

Die Antwort „ $r = 3V/(4\pi)$ “ ist falsch: Die dritte Wurzel fehlt vollständig.

Die Antwort „ $r = \sqrt[3]{(V/(4\pi))}$ “ ist falsch: Der Faktor drei im Zähler fehlt.

Zum Weiterdenken: Die Einheitenprobe entlarvt hier zwei falsche Antworten sofort. Welche beiden sind das, und woran erkennst du es?

MERKE

$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$ — erst Vorfaktoren, dann Wurzel; die Einheit muss eine Länge ergeben.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Eine Formel nach einer Größe unter der dritten Potenz umstellen

M077 E Oberfläche wird vervierfacht

Wie verändert sich die Oberfläche einer Kugel, wenn ihr Radius verdoppelt wird?

Richtig ist die Antwort „Oberfläche wird vervierfacht“. Bei verdoppeltem Radius vervierfacht sich die Oberfläche, weil sie vom Radiusquadrat abhängt. Das Volumen verachtfacht sich, doch danach ist hier nicht gefragt.

Die Antwort „Oberfläche wird verachtfacht“ ist falsch: Verachtfacht wird das Volumen.

Die Antwort „Volumen wird versechzehnfacht“ ist falsch: Versechzehnfacht würde sich nichts von beidem.

Die Antwort „Volumen wird vervierfacht“ ist falsch: Vervierfacht wird die Oberfläche, nicht das Volumen.

Die Antwort „Oberfläche wird verdoppelt“ ist falsch: Verdoppelt wird nur der Radius.

Zum Weiterdenken: Diese Frage kam nun in vier verschiedenen Jahren vor, jeweils leicht umformuliert. Was macht sie als Prüfungsfrage so beliebt?

MERKE

Oberfläche mit dem Quadrat, Volumen mit der dritten Potenz — nur die gefragte Größe angeben.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Oberfläche und Volumen ein weiteres Mal auseinanderhalten

M078 E Mal 2

Zwei Kugeln haben die Volumina 2000 cm^3 und 16000 cm^3 . Um welchen Faktor unterscheidet sich ihr Durchmesser?

Richtig ist die Antwort „Mal 2“. Die Volumina verhalten sich wie $\frac{16000}{2000} = 8$, und weil das Volumen mit der dritten Potenz der Länge wächst, musst du zurück die dritte Wurzel ziehen:

$$\frac{d_2}{d_1} = \sqrt[3]{\frac{V_2}{V_1}} = \sqrt[3]{8} = 2$$

Diese Rückrichtung wird gern übersehen, denn hier wird nicht potenziert, sondern die Wurzel gezogen.

Die Antwort „Mal 3“ ist falsch: Der Faktor drei gehörte zu einem Volumenverhältnis von siebenundzwanzig.

Die Antwort „Mal 4“ ist falsch: Der Faktor vier gehörte zu einem Volumenverhältnis von vierundsechzig.

Die Antwort „Mal 8“ ist falsch: Acht ist das Volumenverhältnis selbst.

Die Antwort „Mal 1,5“ ist falsch: 1,5 gehörte zu einem Volumenverhältnis von 3,375.

Zum Weiterdenken: Vom Radius auf das Volumen wird potenziert, umgekehrt wird die Wurzel gezogen. Woran erkennst du in einer Aufgabe, in welche Richtung sie geht?

MERKE

$$\frac{d_2}{d_1} = \sqrt[3]{\frac{V_2}{V_1}} \text{ — vom Volumen zurück auf die Länge.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Vom Volumenverhältnis auf das Längenverhältnis zurückrechnen

PYRAMIDE

M079 E 8:1

Zwei zueinander ähnliche Kegel: Kegel B hat den doppelten Radius und die doppelte Höhe von Kegel A. In welchem Verhältnis stehen die Volumina von Kegel B zu Kegel A?

Richtig ist die Antwort „8:1“. Das Kegelvolumen ist $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$. Werden Radius und Höhe verdoppelt, wirkt der Radius quadratisch und die Höhe einfach:

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{(2r)^2 \cdot 2h}{r^2 \cdot h} = 4 \cdot 2 = 8$$

Kürzer gedacht: Bei ähnlichen Körpern werden alle Längen verdoppelt, das Volumen wächst mit 2^3 .

Die Antwort „4:1“ ist falsch: Vierfach wüchse die Oberfläche.

Die Antwort „2:1“ ist falsch: Zweifach wachsen nur die Längen.

Die Antwort „6:1“ ist falsch: Sechsfach entstünde beim Addieren statt Multiplizieren der Faktoren.

Die Antwort „16:1“ ist falsch: Sechzehnfach entspräche der vierten Potenz.

Zum Weiterdenken: Bei ähnlichen Körpern genügt der Blick auf die Längen. Warum ist es dann überhaupt nötig, die Volumenformel zu kennen?

MERKE

Alle Längen verdoppelt heißt Volumen $\cdot 2^3 = 8$.

LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Volumenverhältnisse ähnlicher Körper bestimmen

TETRAEDER

M080 A Ein Körper mit 4 dreieckigen Seitenflächen

Welcher der folgenden Körper ist ein Tetraeder?

Richtig ist die Antwort „Ein Körper mit 4 dreieckigen Seitenflächen“. Ein Tetraeder ist der einfachste geschlossene Körper überhaupt: Er wird von vier Dreiecken begrenzt, hat vier Ecken und sechs Kanten. Die Vorsilbe verrät es bereits, denn tetra bedeutet vier. Beim regelmäßigen Tetraeder sind alle vier Dreiecke gleichseitig; er gehört damit zu den fünf platonischen Körpern.

Die Antwort „Ein Körper mit 6 quadratischen Seitenflächen“ ist falsch: Sechs Quadrate begrenzen den Würfel.

Die Antwort „Ein Körper mit 5 Seitenflächen, davon 2 dreieckig und 3 rechteckig“ ist falsch: Diese Beschreibung passt zu einem dreiseitigen Prisma.

Die Antwort „Ein Körper mit einer kreisförmigen Grundfläche und einer Spitze“ ist falsch: Kreisförmige Grundfläche und Spitze kennzeichnen den Kegel.

Die Antwort „Ein Körper mit 6 rechteckigen Seitenflächen“ ist falsch: Sechs Rechtecke begrenzen den Quader.

Zum Weiterdenken: Vier Dreiecke sind die kleinstmögliche Zahl an Flächen für einen geschlossenen Körper. Warum genügen drei nicht?

MERKE

Tetra heißt vier — vier Dreiecke, vier Ecken, sechs Kanten.

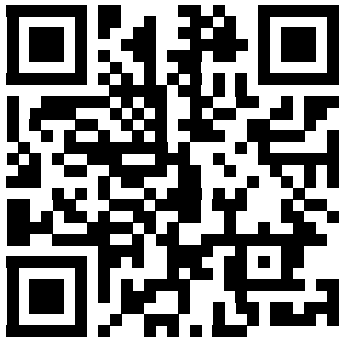
LEHRTEXT IM KURS

Geometrie

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Den Tetraeder unter den Körpern erkennen

Einheiten

ZEIT



LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

M081 **C** 4500

Ein Patient hat eine Herzfrequenz von 75 Schlägen pro Minute. Wie viele Herzschläge sind das pro Stunde?

Richtig ist die Antwort „4500“. Eine Stunde hat sechzig Minuten:

$$75 \frac{1}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 4500 \frac{1}{\text{h}}$$

Zur Einordnung im medizinischen Alltag: Das sind rund hunderttausend Schläge am Tag und über ein Leben hinweg etwa drei Milliarden.

Die Antwort „1250“ ist falsch: Tausendzweihundertfünfzig entstünde beim Teilen statt Malnehmen.

Die Antwort „750“ ist falsch: Siebenhundertfünfzig wäre das Zehnfache statt des Sechzigfachen.

Die Antwort „900“ ist falsch: Neunhundert entspräche fünfzehn Schlägen je Minute.

Die Antwort „4050“ ist falsch: Viertausendfünfzig entspräche 67,5 Schlägen je Minute.

Zum Weiterdenken: Aus einer Rate je Minute wird durch Malnehmen mit sechzig eine Rate je Stunde. Wie kommst du von dort auf die Zahl der Schläge je Tag?

MERKE

Je Minute auf je Stunde heißt $\cdot 60$ — bei Raten immer die Richtung prüfen.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Eine Rate auf eine andere Zeiteinheit umrechnen

M082 **E** 1h 40min

Wie viel sind 6000 Sekunden in Stunden und Minuten?

Richtig ist die Antwort „1h 40min“. Rechne über die Minuten:

$$\frac{6000 \text{ s}}{60} = 100 \text{ min} = 1 \text{ h } 40 \text{ min}$$

Achte darauf, dass die Antwort in Stunden und Minuten verlangt ist — hundert Minuten allein wäre zwar rechnerisch dasselbe, aber nicht die geforderte Form.

Die Antwort „1h 30min“ ist falsch: Eine Stunde dreißig entspräche fünftausendvierhundert Sekunden.

Die Antwort „2h 00min“ ist falsch: Zwei Stunden entsprächen siebentausendzweihundert Sekunden.

Die Antwort „1h 20min“ ist falsch: Eine Stunde zwanzig entspräche viertausendachthundert Sekunden.

Die Antwort „100min“ ist falsch: Hundert Minuten ist zwar der richtige Zwischenwert, doch gefragt war die Aufteilung in Stunden und Minuten.

Zum Weiterdenken: Eine Antwort ist rechnerisch richtig und dennoch nicht die Lösung. Wie liest du die Fragestellung, damit dir die geforderte Form nicht entgeht?

MERKE

Erst :60 auf Minuten, dann in volle Stunden und Rest zerlegen.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Sekunden in Stunden und Minuten zerlegen

M083 **A** $3,6 \cdot 10^6 \text{ ms}$

Welcher Wert entspricht einer Stunde?

Richtig ist die Antwort „ $3,6 \cdot 10^6 \text{ ms}$ “. Eine Stunde hat dreitausendsechshundert Sekunden, eine Millisekunde ist ein Tausendstel davon:

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ ms}$$

Prüfe bei solchen Aufgaben stets beides: den Zahlenwert und die Einheit.

Die Antwort „ $3,6 \cdot 10^4 \text{ s}$ “ ist falsch: 3,6 mal zehn hoch vier Sekunden wären zehn Stunden.

Die Antwort „ $36 \cdot 10^4 \text{ ms}$ “ ist falsch: Sechshundert mal zehn hoch vier Millisekunden sind dreihundertsechzig Sekunden, also sechs Minuten.

Die Antwort „ $3,6 \cdot 10^2 \text{ s}$ “ ist falsch: 3,6 mal zehn hoch zwei Sekunden sind sechs Minuten.

Die Antwort „ $3,6 \cdot 10^{15} \text{ ns}$ “ ist falsch: In Nanosekunden wären es 3,6 mal zehn hoch zwölf und nicht hoch fünfzehn.

Zum Weiterdenken: Die Antworten unterscheiden sich in Zahlenwert und Einheit zugleich. In welcher Reihenfolge prüfst du beides, um schnell auszuschließen?

MERKE

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ ms.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Eine Stunde in verschiedene Zeiteinheiten umrechnen

LÄNGE

M084 **A** 10^8

Wie oft sind 100 Mikrometer in 10 km enthalten?

Richtig ist die Antwort „ 10^8 “. Bringe beide Angaben zuerst auf Meter, $10 \text{ km} = 10^4 \text{ m}$ und $100 \mu \text{ m} = 10^{-4} \text{ m}$:

$$\frac{10^4}{10^{-4}} = 10^{4-(-4)} = 10^8$$

Die Antwort „ 10^{-3} “ ist falsch: Zehn hoch minus drei kehrt das Verhältnis um.

Die Antwort „ 10^{-8} “ ist falsch: Zehn hoch minus acht kehrt das richtige Ergebnis im Vorzeichen um.

Die Antwort „ 10^{12} “ ist falsch: Zehn hoch zwölf wäre um vier Zehnerpotenzen zu groß.

Die Antwort „ 10^9 “ ist falsch: Zehn hoch neun wäre zehnmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Ein negatives Ergebnis wäre hier sinnlos, denn die kleinere Länge passt sicher mehr als einmal in die größere. Wie viele Antworten schließt diese Überlegung aus?

MERKE

Beides auf Meter bringen, dann Exponenten abziehen – $-(-4) = +4$.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Zwei sehr verschiedene Längen ins Verhältnis setzen

FLÄCHEN

M085 **C** 20200 m^2

Zu einem Grundstück mit 2 Hektar Grundfläche werden 200 m^2 dazugekauft. Wie groß ist die Gesamtfläche?

Richtig ist die Antwort „ 20200 m^2 “. Ein Hektar entspricht zehntausend Quadratmetern, denn er ist ein Quadrat von hundert mal hundert Metern. Zwei Hektar sind demnach zwanzigtausend Quadratmeter, und mit den zweihundert

hinzugekauften ergeben sich 20.200 Quadratmeter. Der entscheidende Schritt ist, beide Angaben vor dem Addieren auf dieselbe Einheit zu bringen.

Die Antwort „ $0,202 \text{ km}^2$ “ ist falsch: 0,202 Quadratkilometer wären 202.000 Quadratmeter, also zehnmal zu viel – ein Quadratkilometer entspricht einer Million Quadratmetern.

Die Antwort „ 22.000 m^2 “ ist falsch: 22.000 Quadratmeter entstünde, wenn man zweitausend statt zweihundert addierte.

Die Antwort „ 20000 m^2 “ ist falsch: Zwanzigtausend unterschlägt den Zukauf.

Die Antwort „ 2020 m^2 “ ist falsch: 2.020 Quadratmeter wäre um den Faktor zehn zu klein.

Zum Weiterdenken: Ein Hektar sind zehntausend, ein Quadratkilometer eine Million Quadratmeter. Wie hängen die beiden Angaben zusammen?

MERKE

Ein Hektar ist hundert mal hundert Meter – vor dem Addieren immer angleichen.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Flächeneinheiten vor dem Addieren angleichen

VOLUMINA

M086 **D** 10^6 ml

Wie viele Milliliter passen in einen Kubikmeter (1 m^3)?

Richtig ist die Antwort „ 10^6 ml “. Rechne in zwei Schritten:

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} = 1000 \cdot 1000 \text{ mL} = 10^6 \text{ mL}$$

Der erste Faktor tausend stammt daraus, dass der Längenfaktor zehn beim Volumen dreifach eingeht, der zweite aus der Vorsilbe milli.

Die Antwort „ 10^3 ml “ ist falsch: Zehn hoch drei ist die Zahl der Milliliter in einem Liter.

Die Antwort „ 10^9 ml “ ist falsch: Zehn hoch neun wäre die Zahl der Mikroliter in einem Kubikmeter.

Die Antwort „ 10^4 ml “ ist falsch: Zehn hoch vier passt zu keiner Stufe.

Die Antwort „ 10^5 ml “ ist falsch: Zehn hoch fünf ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Der Faktor tausend tritt hier zweimal auf, jeweils aus einem anderen Grund. Welcher davon stammt aus der dritten Potenz der Länge?

MERKE

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L} = 10^6 \text{ mL.}$$

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Volumeneinheiten über zwei Stufen umrechnen

M087 A 10^6 mm^3

Wie viele mm^3 sind in einem Liter enthalten?

Richtig ist die Antwort „ 10^6 mm^3 “. Ein Liter ist ein Kubikdezimeter, und ein Dezimeter sind hundert Millimeter:

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = (100 \text{ mm})^3 = 10^6 \text{ mm}^3$$

Denke immer daran, dass sich der Längenfaktor beim Volumen dreifach auswirkt – genau hier entstehen die meisten Fehler.

Die Antwort „ 10^3 mm^3 “ ist falsch: Zehn hoch drei ist die Zahl der Kubikzentimeter in einem Liter.

Die Antwort „ 10^9 mm^3 “ ist falsch: Zehn hoch neun wäre die Zahl der Kubikmillimeter in einem Kubikmeter.

Die Antwort „ 10^4 mm^3 “ ist falsch: Zehn hoch vier passt zu keiner Stufe.

Die Antwort „ 10^5 mm^3 “ ist falsch: Zehn hoch fünf ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Von Dezimeter auf Millimeter ist der Faktor hundert, beim Volumen aber eine Million. Warum genau dreimal?

MERKE

Beim Volumen geht jeder Längenfaktor dreifach ein – $100^3 = 10^6$.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Von Litern in Kubikmillimeter umrechnen

UMRECHNUNGEN

M088 A $3,6 \text{ mol/h}$

1 mmol/s entspricht wie vielen mol/h?

Richtig ist die Antwort „ $3,6 \text{ mol/h}$ “. Zerlege die Umrechnung in ihre beiden Bestandteile. Erstens die Stoffmenge: Ein Millimol ist ein Tausendstel Mol, also 0,001 Mol. Zweitens die Zeit: Von je Sekunde auf je Stunde wird mit dreitausendsechshundert multipliziert. Zusammen ergibt das 0,001 mal dreitausendsechshundert, also 3,6 Mol je Stunde. Die häufigste Fehlerquelle liegt darin, nur einen der beiden Teile umzurechnen.

Die Antwort „ $0,36 \text{ mol/h}$ “ ist falsch: 0,36 wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „ 36 mol/h “ ist falsch: Sechshundert wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „ $0,036 \text{ mol/h}$ “ ist falsch: 0,036 wäre hundertmal zu klein.

Die Antwort „ 6 mol/h “ ist falsch: Sechs entstünde, wenn man mit sechzig statt mit dreitausendsechshundert multiplizierte, also nur von Sekunden auf Minuten ginge.

Zum Weiterdenken: Bei zusammengesetzten Einheiten sind stets zwei Umrechnungen nötig. Wie gehst du vor, damit du keine davon vergisst?

MERKE

Zähler und Nenner getrennt umrechnen – hier mal ein Tausendstel und mal dreitausendsechshundert.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Eine zusammengesetzte Einheit in zwei Schritten umrechnen

M089 D 1000 ml/min

1 Liter pro Minute entspricht wie vielen Millilitern pro Minute?

Richtig ist die Antwort „ 1000 ml/min “. Umzurechnen ist hier allein das Volumen, denn die Zeitangabe je Minute steht auf beiden Seiten gleich. Ein Liter sind tausend Milliliter, also entspricht ein Liter je Minute tausend Millilitern je Minute. Solche Aufgaben wirken leichter, als sie sind – der Fehler entsteht, wenn man aus Gewohnheit auch die Zeit umrechnet.

Die Antwort „ 100 ml/min “ ist falsch: Hundert Milliliter wäre ein Zehntelliter.

Die Antwort „ 10 ml/min “ ist falsch: Zehn Milliliter wäre ein Hundertstelliter.

Die Antwort „ 10000 ml/min “ ist falsch: Zehntausend Milliliter wären zehn Liter.

Die Antwort „ 1 ml/min “ ist falsch: Ein Milliliter wäre ein Tausendstelliter.

Zum Weiterdenken: Anders als bei der Umrechnung von Millimol je Sekunde bleibt hier die Zeit unberührt. Woran erkennst du im Aufgabentext, welcher Fall vorliegt?

MERKE

Nur umrechnen, was sich tatsächlich ändert – die Zeit bleibt hier gleich.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Eine Umrechnung erkennen, die nur einen Teil betrifft

M090 A 20 g/l

5 g pro 250 ml entspricht wie vielen g pro Liter?

Richtig ist die Antwort „ 20 g/l “. Zweihundertfünfzig Milliliter sind ein Viertelliter, also passt diese Menge viermal in einen Liter. Folglich enthält ein Liter viermal fünf Gramm, das heißt zwanzig Gramm. Ein Dreisatz führt zum selben Ergebnis, doch der Blick auf das Vielfache ist schneller.

Die Antwort „ 2 g/l “ ist falsch: Zwei Gramm je Liter wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „ 200 g/l “ ist falsch: Zweihundert Gramm je Liter wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „ $0,2 \text{ g/l}$ “ ist falsch: 0,2 Gramm je Liter wäre hundertmal zu klein.

Die Antwort „12,5 g/l“ ist falsch: 12,5 Gramm je Liter entstünde durch Teilen statt Malnehmen.

Zum Weiterdenken: Zweihundertfünfzig Milliliter sind ein glattes Viertel eines Liters. Welche anderen Volumenangaben aus dem Klinikalltag lassen sich ähnlich bequem umrechnen?

MERKE

Ein Viertelliter passt viermal in den Liter — also den Gehalt vervierfachen.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Eine Konzentration auf eine andere Bezugsmenge umrechnen

M091 **C** 1 µg/g

1 ppm (parts per million) entspricht welcher Einheit?

Richtig ist die Antwort „1 µg/g“. Ppm bedeutet Teile je Million, also ein Millionstel. Genau dieses Verhältnis liegt vor, wenn ein Mikrogramm auf ein Gramm kommt, denn ein Mikrogramm ist ein Millionstel Gramm. Gleichwertig ließe sich auch ein Milligramm je Kilogramm schreiben, da beide Angaben um denselben Faktor verschoben sind.

Die Antwort „1 mg/g“ ist falsch: Ein Milligramm je Gramm ist ein Tausendstel, also tausend ppm.

Die Antwort „1 ng/g“ ist falsch: Ein Nanogramm je Gramm ist ein Milliardstel, also ein Tausendstel ppm.

Die Antwort „1 g/kg“ ist falsch: Ein Gramm je Kilogramm ist ebenfalls ein Tausendstel.

Die Antwort „1 µg/kg“ ist falsch: Ein Mikrogramm je Kilogramm ist ein Milliardstel.

Zum Weiterdenken: Zähler und Nenner lassen sich gemeinsam um denselben Faktor verschieben, ohne dass sich das Verhältnis ändert. Welche gleichwertige Schreibweise ergibt sich daraus für ein ppm mit Kilogramm im Nenner?

MERKE

Ppm ist ein Millionstel — Mikrogramm je Gramm oder Milligramm je Kilogramm.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Die Angabe ppm in eine Verhältniseinheit übersetzen

M092 **B** 1 µg/g

1 ppm (parts per million) entspricht welcher Einheit?

Richtig ist die Antwort „1 µg/g“. Ppm bedeutet ein Millionstel, und genau dieses Verhältnis liegt bei einem Mikrogramm je Gramm vor. Diese Frage stellte der MedAT bereits 2016 in gleicher Form.

Die Antwort „1 mg/g“ ist falsch: Ein Milligramm je Gramm entspricht tausend ppm.

Die Antwort „1 ng/g“ ist falsch: Ein Nanogramm je Gramm entspricht einem Tausendstel ppm.

Die Antwort „1 g/kg“ ist falsch: Ein Gramm je Kilogramm entspricht ebenfalls tausend ppm.

Die Antwort „1 µg/kg“ ist falsch: Ein Mikrogramm je Kilogramm entspricht einem Tausendstel ppm.

Zum Weiterdenken: Drei der falschen Antworten liegen genau um den Faktor tausend daneben. Wie prüfst du eine Verhältnisangabe rasch auf ihre Größenordnung?

MERKE

Ppm ist ein Millionstel — Mikrogramm je Gramm trifft es genau.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2018 · mittel · Lernziel: Die Angabe ppm erneut übersetzen

M093 **E** 10⁴ cm³

Wie viele cm³ sind 10 dm³?

Richtig ist die Antwort „10⁴ cm³“. Ein Kubikdezimeter sind tausend Kubikzentimeter, denn der Faktor zehn geht dreifach ein:

$$10 \text{ dm}^3 = 10 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 10^4 \text{ cm}^3$$

Gleichbedeutend gilt: Zehn Kubikdezimeter sind zehn Liter.

Die Antwort „10⁶ cm³“ ist falsch: Zehn hoch sechs entspräche zehntausend Kubikdezimetern.

Die Antwort „10⁹ cm³“ ist falsch: Zehn hoch neun ist um weit mehr zu groß.

Die Antwort „1000 cm³“ ist falsch: Tausend Kubikzentimeter entspräche nur einem Kubikdezimeter.

Die Antwort „100 cm³“ ist falsch: Hundert Kubikzentimeter wäre hundertmal zu klein.

Zum Weiterdenken: Kubikdezimeter und Liter bezeichnen dasselbe. Welche weiteren Volumenangaben aus dem Alltag lassen sich über diese Brücke rasch umrechnen?

MERKE

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 10^3 \text{ cm}^3.$$

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Kubikdezimeter in Kubikzentimeter umrechnen

M094 **D** Bq

Welche Einheit beschreibt die Aktivität eines radioaktiven Stoffes?

Richtig ist die Antwort „Bq“. Das Becquerel misst die Aktivität, also die Zahl der Kernzerfälle je Sekunde. Es lohnt sich, die drei zentralen Einheiten gemeinsam zu lernen, weil sie drei ganz verschiedene Fragen beantworten: Das Becquerel sagt, wie viel zerfällt, das Gray sagt, wie viel Energie ein Kilogramm Gewebe aufnimmt, und das Sievert sagt, wie schädlich diese Energie für den Menschen ist — es berücksichtigt zusätzlich die Strahlungsart und die Empfindlichkeit des Gewebes.

Die Antwort „Sv“ ist falsch: Das Sievert misst die für den Menschen wirksame Dosis.

Die Antwort „Gy“ ist falsch: Das Gray misst die aufgenommene Energiedosis.

Die Antwort „J“ ist falsch: Das Joule misst Energie allgemein.

Die Antwort „W“ ist falsch: Das Watt misst Leistung.

Zum Weiterdenken: Gray und Sievert haben dieselbe physikalische Grundeinheit und bezeichnen dennoch Verschiedenes. Welcher zusätzliche Gedanke steckt im Sievert?

MERKE

Becquerel zählt Zerfälle, Gray misst aufgenommene Energie, Sievert bewertet die Schädlichkeit.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die drei Einheiten der Strahlenkunde unterscheiden

M095 **B** 3 µL/Liter

Wie kann man 3 ppm Kohlenmonoxid in 1 Liter Luft noch ausdrücken?

Richtig ist die Antwort „3 µL/Liter“. Ppm bedeutet Teile je Million. Bezogen auf ein Volumen bedeutet das: drei Millionstel Liter je Liter. Ein Millionstel Liter ist gerade ein Mikroliter, also entsprechen drei ppm genau drei Mikrolitern je Liter. Achte auf die Art der Bezugsgröße — bei Gasen bezieht sich ppm meist auf das Volumen, bei Feststoffen und Lösungen dagegen häufig auf die Masse.

Die Antwort „3 mL/Liter“ ist falsch: Drei Milliliter je Liter entsprächen dreitausend ppm.

Die Antwort „3 mg/Liter“ ist falsch: Hier wird eine Masse mit einem Volumen verglichen, was bei einer reinen Volumenangabe nicht zulässig ist.

Die Antwort „0,3 µL/Liter“ ist falsch: 0,3 Mikroliter je Liter entspräche 0,3 ppm.

Die Antwort „30 µL/Liter“ ist falsch: Dreißig Mikroliter je Liter entspräche dreißig ppm.

Zum Weiterdenken: Bei Gasen bezieht sich ppm meist auf das Volumen, bei Lösungen oft auf die Masse. Warum ist es wichtig, das jeweils mitzudenken?

MERKE

Ein ppm ist ein Mikroliter je Liter — Millionstel bleibt Millionstel.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Angabe ppm auf Volumina anwenden

M096 **A** $72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Welche der folgenden Umrechnungen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „72 km/h = 20 m/s“. Kilometer je Stunde werden durch 3,6 geteilt:

$$\frac{72}{3,6} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Der Faktor 3,6 ergibt sich daraus, dass ein Kilometer tausend Meter und eine Stunde dreitausendsechshundert Sekunden hat.

Die Antwort „72 km/h = 2 m/s“ ist falsch: Zwei Meter je Sekunde entspräche gut sieben Kilometern je Stunde.

Die Antwort „72 km/h = 200 m/s“ ist falsch: Zweihundert Meter je Sekunde wäre hundertmal zu groß.

Die Antwort „36 km/h = 20 m/s“ ist falsch: Sechsendreißig Kilometer je Stunde entsprechen zehn Metern je Sekunde.

Die Antwort „100 km/h = 20 m/s“ ist falsch: Hundert Kilometer je Stunde entsprechen rund 27,8 Metern je Sekunde.

Zum Weiterdenken: Merkst du dir statt des Faktors lieber ein Beispiel, etwa dass sechsendreißig Kilometer je Stunde zehn Metern je Sekunde entsprechen? Welche Methode ist unter Zeitdruck sicherer?

MERKE

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} : 3,6 = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2020 · leicht · Lernziel: Geschwindigkeiten zwischen den gebräuchlichen Einheiten umrechnen

M097 **B** 20,5 ppm

Eine Konzentration beträgt 0,00205%. Wie lässt sich dieser Wert auch ausdrücken?

Richtig ist die Antwort „20,5 ppm“. Rechne in zwei Schritten, zuerst von Prozent auf den reinen Zahlenwert und dann auf Millionstel:

$$0,00205\% = \frac{0,00205}{100} = 2,05 \cdot 10^{-5} = 20,5 \cdot 10^{-6} = 20,5 \text{ ppm}$$

Kürzer gefasst gilt $1\% = 10^4 \text{ ppm}$, du multiplizierst den Prozentwert also einfach mit zehntausend.

Die Antwort „2,05 ppm“ ist falsch: 2,05 ppm wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „205 ppm“ ist falsch: 205 ppm wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „0,205 ppm“ ist falsch: 0,205 ppm wäre hundertmal zu klein.

Die Antwort „0,0205 ppm“ ist falsch: 0,0205 ppm wäre tausendmal zu klein.

Zum Weiterdenken: Ein Prozent entspricht zehntausend ppm. Wie viele ppm sind demnach ein Promille?

MERKE

$1\% = 10^4$ ppm — Prozentwert mal zehntausend.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Von Prozent auf ppm umrechnen

M098 B 1 mmol/s = 3,6 mol/h

Einheiten umrechnen: Welche der folgenden Umrechnungen ist richtig?

Richtig ist die Antwort „1 mmol/s = 3,6 mol/h“. Ein Millimol je Sekunde entspricht 0,001 Mol mal dreitausendsechshundert Sekunden je Stunde, also 3,6 Mol je Stunde. Die übrigen Angaben enthalten jeweils einen klar benennbaren Fehler, was diese Aufgabe zu einer guten Übung im systematischen Ausschließen macht.

Die Antwort „72 km/h = 10 m/s“ ist falsch: Zweiundsiebzig Kilometer je Stunde ergeben zwanzig und nicht zehn Meter je Sekunde.

Die Antwort „100 min = 1 h 30 min“ ist falsch: Hundert Minuten sind eine Stunde und vierzig Minuten.

Die Antwort „1 Tag = 24.000 s“ ist falsch: Ein Tag hat 86.400 Sekunden.

Die Antwort „1 mmol/s = 36 mol/h“ ist falsch: Sechssunddreißig Mol je Stunde wäre zehnmal zu viel.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Angaben lassen sich einzeln in wenigen Sekunden prüfen. In welcher Reihenfolge gehst du bei solchen Aufgaben vor, um Zeit zu sparen?

MERKE

Bei Prüfaufgaben jede Angabe einzeln durchrechnen — die erste richtige beendet die Suche.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Mehrere Umrechnungen zugleich prüfen

M099 E $100 \text{ g} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

1 N entspricht $1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Wie viel ist 1 dN (Dezinewton) in anderen Einheiten ausgedrückt?

Richtig ist die Antwort „ $100 \text{ g} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ “. Ein Dezinewton ist ein Zehntel Newton, und diesen Faktor kannst du in eine der Grundeinheiten hineinziehen:

$$1 \text{ dN} = 0,1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 100 \text{ g} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Der Kniff besteht darin, den Faktor an einer beliebigen Stelle unterzubringen, solange der Gesamtwert stimmt.

Die Antwort „ $1 \text{ Mg} \cdot \text{mm} \cdot \text{s}^{-2}$ “ ist falsch: Ein Megagramm ist eine Tonne, und mal Millimeter ergibt das ein volles Newton statt eines Zehntels.

Die Antwort „ $10 \text{ kg/dm} \cdot \text{s}^{-2}$ “ ist falsch: Diese Schreibweise ist nicht sinnvoll gebildet, denn die Länge steht im Nenner statt im Zähler.

Die Antwort „ $1 \text{ kg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$ “ ist falsch: Ein Kilogramm mal Zentimeter je Quadratsekunde ergibt ein Hundertstel Newton.

Die Antwort „ $1 \text{ g} \cdot \text{mm} \cdot \text{s}^{-2}$ “ ist falsch: Ein Gramm mal Millimeter je Quadratsekunde ergibt ein Millionstel Newton.

Zum Weiterdenken: Derselbe Faktor lässt sich in verschiedenen Grundeinheiten unterbringen. Warum ändert das am Gesamtwert nichts?

MERKE

$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ — den Vorfaktor in eine Grundeinheit hineinziehen.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Eine Vorsilbe innerhalb einer zusammengesetzten Einheit verschieben

M100 C $50 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Eine Lichtquelle hat eine Intensität von 5 mW/cm^2 . Wie viel ist das in W/m^2 ?

Richtig ist die Antwort „ 50 W/m^2 “. Zwei Umrechnungen greifen ineinander, denn im Zähler gilt $5 \text{ mW} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ und im Nenner $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$, weil der Faktor hundert bei der Länge quadratisch eingeht:

$$5 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ W}}{10^{-4} \text{ m}^2} = 50 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Durch eine kleinere Fläche zu teilen ergibt einen größeren Wert.

Die Antwort „ 5 W/m^2 “ ist falsch: Fünf Watt je Quadratmeter berücksichtigt nur den Zähler.

Die Antwort „ 500 W/m^2 “ ist falsch: Fünfhundert wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „ $0,5 \text{ W/m}^2$ “ ist falsch: 0,5 wäre hundertmal zu klein.

Die Antwort „5000 W/m²“ ist falsch: Fünftausend wäre hundertmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Der Längenfaktor hundert wird im Nenner zu zehntausend. Warum genau quadratisch und nicht einfach?

MERKE

$1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$ — bei Flächen geht der Längenfaktor quadratisch ein.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Eine Flächenangabe im Nenner mitumrechnen

M101 A $2 \times 10^6 \mu\text{L}$

Wie viele Mikroliter (μL) sind 2 dm^3 ?

Richtig ist die Antwort „ $2 \times 10^6 \mu\text{L}$ “. Ein Kubikdezimeter ist genau ein Liter, und ein Mikroliter ist ein Millionstel Liter:

$$2 \text{ dm}^3 = 2 \text{ L} = 2 \cdot 10^6 \mu\text{L}$$

Die Brücke über den Liter macht solche Aufgaben deutlich einfacher, als sie zunächst aussehen.

Die Antwort „ $2 \times 10^3 \mu\text{L}$ “ ist falsch: Zwei mal zehn hoch drei wären zwei Milliliter.

Die Antwort „ $2 \times 10^9 \mu\text{L}$ “ ist falsch: Zwei mal zehn hoch neun wären zwei Kubikmeter in Mikrolitern.

Die Antwort „ $2 \times 10^{-6} \mu\text{L}$ “ ist falsch: Ein negativer Exponent ist hier sinnlos, denn Mikroliter sind kleiner als Liter.

Die Antwort „ $2 \times 10^4 \mu\text{L}$ “ ist falsch: Zwei mal zehn hoch vier lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Der Liter verbindet die Kubikeinheiten mit den Vorsilben. Welche weiteren Umrechnungen werden dadurch einfacher?

MERKE

$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 10^6 \mu\text{L}$.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Von Kubikdezimetern in Mikroliter umrechnen

M102 C $5 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

Wie viel g/mL sind 5 kg/dm^3 ?

Richtig ist die Antwort „5 g/mL“. Rechne Zähler und Nenner getrennt um, denn $5 \text{ kg} = 5000 \text{ g}$ und $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$:

$$5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = \frac{5000 \text{ g}}{1000 \text{ mL}} = 5 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

Bemerkenswert ist, dass sich der Zahlenwert nicht ändert, weil beide Umrechnungsfaktoren tausend betragen und sich herauskürzen.

Die Antwort „0,5 g/mL“ ist falsch: 0,5 wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „50 g/mL“ ist falsch: Fünfzig wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „5000 g/mL“ ist falsch: Fünftausend berücksichtigt nur den Zähler.

Die Antwort „0,005 g/mL“ ist falsch: 0,005 wäre tausendmal zu klein.

Zum Weiterdenken: Beide Umrechnungsfaktoren betragen tausend und heben einander auf. Welche anderen Einheitenpaare verhalten sich ebenso bequem?

MERKE

$1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$ — beide Faktoren tausend kürzen sich.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Eine Dichteangabe zwischen zwei Einheitensystemen umrechnen

M103 C 1000 cm^3

Wie viel cm^3 sind 10 dl?

Richtig ist die Antwort „1000 cm³“. Ein Deziliter ist ein Zehntelliter, zehn Deziliter sind also genau ein Liter. Ein Liter entspricht tausend Kubikzentimetern, denn ein Kubikzentimeter ist dasselbe wie ein Milliliter. Das Ergebnis lautet somit tausend Kubikzentimeter.

Die Antwort „10000 cm³“ ist falsch: Zehntausend entspräche zehn Litern.

Die Antwort „100 cm³“ ist falsch: Hundert entspräche einem Deziliter.

Die Antwort „1 cm³“ ist falsch: Ein Kubikzentimeter ist ein Milliliter.

Die Antwort „10 cm³“ ist falsch: Zehn Kubikzentimeter wären ein Hundertstelliter.

Zum Weiterdenken: Milliliter und Kubikzentimeter bezeichnen dieselbe Menge. Warum gibt es dennoch beide Schreibweisen?

MERKE

Zehn Deziliter sind ein Liter sind tausend Kubikzentimeter.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2025 · leicht · Lernziel: Deziliter in Kubikzentimeter umrechnen

M104 **B** $3,6 \times 10^9$

Wie viel bit/h entsprechen 1 Mbit/s?

Richtig ist die Antwort „ $3,6 \times 10^9$ “. Zwei Umrechnungen greifen ineinander, denn ein Megabit sind 10^6 Bit und eine Stunde hat $3600 = 3,6 \cdot 10^3$ Sekunden:

$$1 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} = 10^6 \frac{\text{bit}}{\text{s}} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 3,6 \cdot 10^9 \frac{\text{bit}}{\text{h}}$$

Die Antwort „ 6×10^7 “ ist falsch: Sechs mal zehn hoch sieben entstünde, wenn man mit sechzig statt mit dreitausendsechshundert multiplizierte.

Die Antwort „ $3,6 \times 10^6$ “ ist falsch: 3,6 mal zehn hoch sechs berücksichtigt nur die Zeitumrechnung.

Die Antwort „ $3,6 \times 10^{12}$ “ ist falsch: 3,6 mal zehn hoch zwölf wäre um drei Zehnerpotenzen zu groß.

Die Antwort „ 6×10^4 “ ist falsch: Sechs mal zehn hoch vier lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Doppelumrechnung begegnete dir bereits bei Millimol je Sekunde. Welches Vorgehen überträgst du unverändert?

MERKE

Zähler und Nenner getrennt umrechnen: mal 10^6 und mal $3,6 \cdot 10^3$.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Eine Datenrate auf eine andere Zeiteinheit umrechnen

M105 **A** $500 \frac{\mu\text{N}}{\text{cm}^2}$ Was sind 5 N/m² in $\mu\text{N}/\text{cm}^2$?

Richtig ist die Antwort „ $500 \mu\text{N}/\text{cm}^2$ “. Rechne beide Teile getrennt, denn $5 \text{ N} = 5 \cdot 10^6 \mu\text{N}$ und $1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2$, weil der Faktor hundert bei der Länge quadratisch eingeht:

$$5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{5 \cdot 10^6 \mu\text{N}}{10^4 \text{ cm}^2} = 500 \frac{\mu\text{N}}{\text{cm}^2}$$

Die Antwort „ $50 \mu\text{N}/\text{cm}^2$ “ ist falsch: Fünfzig wäre zehnmal zu klein.

Die Antwort „ $5000 \mu\text{N}/\text{cm}^2$ “ ist falsch: Fünftausend wäre zehnmal zu groß.

Die Antwort „ $5 \mu\text{N}/\text{cm}^2$ “ ist falsch: Fünf berücksichtigt keine der beiden Umrechnungen.

Die Antwort „ $50000 \mu\text{N}/\text{cm}^2$ “ ist falsch: Fünfzigtausend wäre hundertmal zu groß.

Zum Weiterdenken: Der Zähler wird eine Million mal größer, der Nenner zehntausend mal — zusammen bleibt der Faktor hundert. Wie rechnest du solche gegenläufigen Umrechnungen zuverlässig zusammen?

MERKE

$1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2$ — Zähler und Nenner getrennt umrechnen.

LEHRTEXT IM KURS

Einheiten

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Zähler und Nenner einer Druckangabe zugleich umrechnen

Funktionen

WINKELFUNKTIONEN



LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

M106 **D** Cosinusfunktion

Welche Funktion wird durch den abgebildeten Graphen dargestellt?
Die Kurve ist periodisch, achsensymmetrisch zur y-Achse und hat bei $x=0$ ihren Maximalwert.

Richtig ist die Antwort „Cosinusfunktion“. Drei Merkmale führen gemeinsam zur Cosinusfunktion: Sie ist periodisch, sie ist achsensymmetrisch zur senkrechten Achse, und sie erreicht bei null ihren Höchstwert eins. Die Sinusfunktion dagegen beginnt bei null im Nullpunkt und ist

punktsymmetrisch zum Ursprung. Merke dir die beiden Startwerte als Unterscheidungshilfe: Der Cosinus startet oben, der Sinus startet in der Mitte.

Die Antwort „Sinusfunktion“ ist falsch: Der Sinus hat bei null eine Nullstelle und nicht sein Maximum.

Die Antwort „Tangensfunktion“ ist falsch: Der Tangens ist nicht auf ganz durchgehend definiert, sondern hat Polstellen, und er nimmt beliebig große Werte an.

Die Antwort „Exponentialfunktion“ ist falsch: Eine Exponentialfunktion ist weder periodisch noch symmetrisch.

Die Antwort „Lineare Funktion“ ist falsch: Eine lineare Funktion ist eine Gerade und schon gar nicht periodisch.

Zum Weiterdenken: Verschiebt man die Sinuskurve um ein Viertel ihrer Periode nach links, entsteht die Cosinuskurve. Was folgt daraus für die Frage, ob es sich um wirklich verschiedene Funktionen handelt?

MERKE

Cosinus startet oben bei eins, Sinus startet in der Mitte bei null.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2013 · leicht · Lernziel: Sinus- und Cosinuskurve am Graphen unterscheiden

M107 C 1, 2 und 3

Welche der folgenden Aussagen zu Sinus und Cosinus treffen zu? 1) Bis 90° steigt der Sinus an. 2) Ab 90° sinkt der Sinus ab. 3) Nach 180° wird der Sinus negativ.

Richtig ist die Antwort „1, 2 und 3“, denn alle drei Aussagen treffen zu. Der Sinus steigt von null Grad bis neunzig Grad von null auf eins an, fällt anschließend bis hundertachtzig Grad wieder auf null zurück und wird danach negativ, bis er bei zweihundertsiebzig Grad seinen Tiefstwert minus eins erreicht und bis dreihundertsechzig Grad wieder auf null steigt. Genau diese vier Viertel solltest du dir als Bild einprägen — dann lässt sich jede Frage zum Vorzeichen und zur Steigung unmittelbar beantworten.

Die Antwort „Nur 1 und 2“ ist falsch: Die dritte Aussage trifft ebenfalls zu.

Die Antwort „Nur 1 und 3“ ist falsch: Die zweite Aussage trifft ebenfalls zu.

Die Antwort „Nur 2 und 3“ ist falsch: Die erste Aussage trifft ebenfalls zu.

Die Antwort „Keine der Aussagen“ ist falsch: Alle drei Aussagen sind zutreffend.

Zum Weiterdenken: Der Sinus durchläuft in vier Vierteln jeweils ein anderes Verhalten. Wie sieht dieselbe Einteilung beim Cosinus aus?

MERKE

Sinus: rauf bis neunzig, runter bis hundertachtzig, danach negativ bis dreihundertsechzig.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den Verlauf der Sinusfunktion über eine volle Periode beschreiben

M108 B Er nähert sich dem Wert 1 (Maximum)

Im Winkelbereich 0° bis 90° nähert sich der Sinus eines Winkels dem Wert 0. Wie verhält sich dabei der Cosinus des Winkels?

Richtig ist die Antwort „Er nähert sich dem Wert 1 (Maximum)“. Nähert sich der Sinus im ersten Viertelkreis dem Wert null, muss sich der Winkel selbst null nähern — und der Cosinus von null ist eins. Dahinter steckt der trigonometrische Pythagoras: Die Summe der Quadrate von Sinus und Cosinus ergibt stets eins. Wird der eine Wert klein, muss der andere zwangsläufig groß werden.

Die Antwort „Er nähert sich dem Wert 0“ ist falsch: Dem Wert null nähert sich der Cosinus bei neunzig Grad.

Die Antwort „Er nähert sich dem Wert -1“ ist falsch: Den Wert minus eins erreicht der Cosinus erst bei hundertachtzig Grad.

Die Antwort „Er bleibt konstant bei 0,5“ ist falsch: Konstant bleibt keine der beiden Funktionen.

Die Antwort „Er wächst über 1 hinaus“ ist falsch: Sinus und Cosinus bleiben stets zwischen minus eins und eins.

Zum Weiterdenken: Die Summe der Quadrate von Sinus und Cosinus ist immer eins. Wie folgt daraus, dass beide Werte nie zugleich groß sein können?

MERKE

Sinus klein heißt Cosinus groß — die Quadratsumme bleibt immer eins.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2014 · mittel · Lernziel: Den Zusammenhang von Sinus und Cosinus nutzen

M109 A Cosinusfunktion

Welche Funktion wird auf dem abgebildeten Graphen beschrieben, wenn dieser bei $x=0$ sein Maximum hat und periodisch ist?

Richtig ist die Antwort „Cosinusfunktion“. Eine periodische Kurve mit Maximum an der Stelle null ist die Cosinusfunktion, denn der Cosinus von null ist eins. Der Sinus von null dagegen ist null. Dieses eine Wertepaar genügt, um die beiden Kurven sicher auseinanderzuhalten.

Die Antwort „Sinusfunktion“ ist falsch: Der Sinus hat bei null eine Nullstelle.

Die Antwort „Tangensfunktion“ ist falsch: Der Tangens hat weder ein Maximum noch einen beschränkten Wertebereich.

Die Antwort „Exponentialfunktion“ ist falsch: Die Exponentialfunktion ist nicht periodisch.

Die Antwort „Lineare Funktion“ ist falsch: Eine Gerade ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Ein einziger Funktionswert genügt hier zur Entscheidung. Welche weiteren Stellen könntest du prüfen, wenn die Kurve nicht bei null beginnt?

MERKE

Cosinus von null ist eins, Sinus von null ist null — ein Wert genügt zur Unterscheidung.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2014 · leicht · Lernziel: Den Cosinus erneut am Graphen erkennen

M110 E Cosinusfunktion

Welche Funktion wird durch den abgebildeten Graphen dargestellt, der periodisch ist und bei $x=0$ sein Maximum hat?

Richtig ist die Antwort „Cosinusfunktion“. Eine periodische Kurve mit Maximum bei null ist die Cosinusfunktion. Diese Frage stellte der MedAT bereits 2013 und 2014 in nahezu gleicher Form — die Winkelfunktionen gehören damit zu den verlässlichsten Punktelieferanten im Mathematikteil.

Die Antwort „Sinusfunktion“ ist falsch: Der Sinus beginnt bei null im Nullpunkt.

Die Antwort „Tangensfunktion“ ist falsch: Der Tangens hat Polstellen und keinen Höchstwert.

Die Antwort „Exponentialfunktion“ ist falsch: Die Exponentialfunktion ist nicht periodisch.

Die Antwort „Lineare Funktion“ ist falsch: Eine Gerade ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Drei Prüfungsjahre in Folge fragten dasselbe Merkmal ab. Welchen Schluss ziehst du daraus für die Reihenfolge deiner Vorbereitung?

MERKE

Maximum bei null heißt Cosinus — dreimal in drei Jahren gefragt.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2015 · leicht · Lernziel: Den Cosinusgraphen ein weiteres Mal bestimmen

M111 E Sinus

Um welche Funktion handelt es sich im abgebildeten Graphen?

Richtig ist die Antwort „Sinus“. Anders als in den Vorjahren ist hier die Sinusfunktion abgebildet, die im Nullpunkt beginnt, dort ansteigt und punktsymmetrisch

zum Ursprung verläuft. Prüfe bei solchen Aufgaben stets zuerst den Wert an der Stelle null: Beginnt die Kurve bei null, handelt es sich um den Sinus, beginnt sie bei ihrem Höchstwert, um den Cosinus.

Die Antwort „Cosinus“ ist falsch: Der Cosinus hat bei null sein Maximum.

Die Antwort „Tangens“ ist falsch: Der Tangens hat Polstellen und keinen beschränkten Wertebereich.

Die Antwort „Exponentialfunktion“ ist falsch: Die Exponentialfunktion ist nicht periodisch.

Die Antwort „Lineare Funktion“ ist falsch: Eine Gerade ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: In früheren Jahren war an derselben Stelle der Cosinus abgebildet. Warum genügt es nicht, sich die Antwort aus dem Vorjahr zu merken?

MERKE

Bei null ansteigend heißt Sinus, bei null am Höchstwert heißt Cosinus.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Die Sinuskurve am Graphen erkennen

M112 D Ein Steigungswinkel von 45° entspricht einer Steigung von 100%.

Welche Aussage zum Steigungsdreieck (Δy = Höhenunterschied, Δx = horizontale Strecke) ist richtig?

Richtig ist die Antwort „Ein Steigungswinkel von 45° entspricht einer Steigung von 100%“. Die prozentuale

Steigung ist $\frac{\Delta y}{\Delta x}$, also genau der Tangens des Steigungswinkels. Bei fünfundvierzig Grad gilt $\tan(45^\circ) = 1 = 100\%$

Höhe und waagerechte Strecke sind dann gleich groß. Genau deshalb sind Steigungen über hundert Prozent sehr wohl möglich, wenn auch im Straßenbau selten.

Die Antwort „Mehr als 100% Steigung sind nicht möglich“ ist falsch: Über hundert Prozent bedeutet lediglich einen Winkel über fünfundvierzig Grad.

Die Antwort „Der Steigungswinkel wird über $\sin = \Delta y / \Delta x$ berechnet“ ist falsch: Der Sinus bezieht sich auf die Hypotenuse, also die tatsächlich gefahrene Strecke, nicht auf die waagerechte.

Die Antwort „Eine Steigung von 50% entspricht einem Steigungswinkel von 45°“ ist falsch: Fünfzig Prozent entsprechen rund sechsundzwanzig Grad.

Die Antwort „Der Steigungswinkel kann nicht über den Tangens berechnet werden“ ist falsch: Gerade der Tangens ist die zuständige Funktion.

Zum Weiterdenken: Viele halten hundert Prozent Steigung intuitiv für senkrecht. Woher rührt dieser Irrtum, und bei welchem Winkel läge die Senkrechte tatsächlich?

MERKE

Steigung in Prozent ist $\tan \alpha = \frac{G}{A} = 100\%$.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2020 · schwer · Lernziel: Prozentuale Steigung und Steigungswinkel verbinden

M113 **C** $\tan = \frac{G}{A}$

Skizze eines rechtwinkligen Dreiecks mit Gegenkathete G, Ankathete A und Hypotenuse H. Welche Beziehung ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „ $\tan = \frac{G}{A}$ “. Die drei Beziehungen lauten

$$\sin = \frac{G}{H} \quad \cos = \frac{A}{H} \quad \tan = \frac{G}{A}$$

Weil die Hypotenuse stets die längste Seite ist, liegen Sinus und Cosinus immer zwischen null und eins – der Tangens dagegen kann beliebig groß werden.

Die Antwort „ $\cos = \frac{G}{H}$ “ ist falsch: Gegenkathete durch Hypotenuse ist der Sinus.

Die Antwort „ $\sin = \frac{A}{H}$ “ ist falsch: Ankathete durch Hypotenuse ist der Cosinus.

Die Antwort „ $\tan = \frac{A}{G}$ “ ist falsch: Ankathete durch Gegenkathete ist der Cotangens.

Die Antwort „ $\sin = \frac{H}{G}$ “ ist falsch: Hypotenuse durch Gegenkathete ergäbe einen Wert über eins und kann daher kein Sinus sein.

Zum Weiterdenken: Sinus und Cosinus liegen stets zwischen null und eins, der Tangens nicht. Wie folgt beides unmittelbar daraus, welche Seite im Nenner steht?

MERKE

$$\sin = \frac{G}{H}, \quad \cos = \frac{A}{H}, \quad \tan = \frac{G}{A}.$$

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Die Winkelfunktionen am rechtwinkligen Dreieck zuordnen

M114 **D** Tangens

Eine Steigungsangabe bei einer Straße lautet 16%. Dies bedeutet, dass man bei einer horizontalen Wegstrecke von 100 m eine Höhendifferenz von 16 m überwindet. Welcher Winkelfunktion im Dreieck entspricht diese Angabe?

Richtig ist die Antwort „Tangens“. Die Angabe setzt den Höhenunterschied ins Verhältnis zur waagerechten Wegstrecke, und das ist der Tangens:

$$\tan \alpha = \frac{16 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 0,16 \Rightarrow \alpha \approx 9,1^\circ$$

Die Antwort „keiner“ ist falsch: Es gibt sehr wohl eine zuständige Funktion.

Die Antwort „Cotangens“ ist falsch: Der Cotangens wäre der Kehrwert, also die waagerechte Strecke je Höhenmeter.

Die Antwort „Sinus“ ist falsch: Der Sinus bezöge die Höhe auf die tatsächlich zurückgelegte Strecke, also die Hypotenuse.

Die Antwort „Cosinus“ ist falsch: Der Cosinus setzt die waagerechte Strecke zur Hypotenuse ins Verhältnis.

Zum Weiterdenken: Bei kleinen Winkeln unterscheiden sich Sinus und Tangens kaum. Warum wird dieser Unterschied bei steilen Straßen dennoch spürbar?

MERKE

Höhe je waagerechter Strecke ist $\tan \alpha$ – nicht der Sinus.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Die Steigungsangabe der zuständigen Winkelfunktion zuordnen

M115 **E** $\cos(90^\circ - 30^\circ)$

Der Sinus von 30° ergibt 0,5. Was gibt das gleiche Ergebnis an?

Richtig ist die Antwort „ $\cos(90^\circ - 30^\circ)$ “. Sinus und Cosinus gehen durch eine Verschiebung um neunzig Grad ineinander über: Der Sinus eines Winkels ist gleich dem Cosinus des Ergänzungswinkels auf neunzig Grad. Hier ergibt neunzig minus dreißig gerade sechzig Grad, und der Cosinus von sechzig Grad ist tatsächlich 0,5. Anschaulich wird das am rechtwinkligen Dreieck: Was für den einen spitzen Winkel die Gegenkathete ist, ist für den anderen die Ankathete – beide Winkel ergänzen sich zu neunzig Grad.

Die Antwort „ $\cos(180^\circ \pm 30^\circ/2)$ “ ist falsch: Der halbierte Winkel gehört zu keiner der Beziehungen.

Die Antwort „ $\cos(180^\circ + 30^\circ)$ “ ist falsch: Der Cosinus von zweihundertzehn Grad ist negativ.

Die Antwort „ $\cos(90^\circ + 30^\circ)$ “ ist falsch: Der Cosinus von hundertzwanzig Grad ist minus 0,5.

Die Antwort „ $\cos(180^\circ - 30^\circ)$ “ ist falsch: Der Cosinus von hundertfünfzig Grad ist rund minus 0,87.

Zum Weiterdenken: Im rechtwinkligen Dreieck ergänzen sich die beiden spitzen Winkel zu neunzig Grad. Wie folgt daraus, dass Sinus und Cosinus stets vertauschte Rollen spielen?

MERKE

Sinus eines Winkels gleich Cosinus des Ergänzungswinkels auf neunzig Grad.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2022 · schwer · Lernziel: Sinus und Cosinus ineinander überführen

M116 D $\tan(x)$

Welche Funktion hat Nullstellen bei 0° , 180° , 360° usw. und springt bei 90° und 270° ins Unendliche?

Richtig ist die Antwort „ $\tan(x)$ “. Der Tangens ist der Quotient aus Sinus und Cosinus. Daraus folgt beides unmittelbar: Er hat seine Nullstellen dort, wo der Sinus null ist, also bei null, hundertachtzig und dreihundertsechzig Grad; und er hat Polstellen dort, wo der Cosinus null wird, also bei neunzig und zweihundertsiebzig Grad. Mit dieser einen Zerlegung brauchst du dir über den Tangens nichts gesondert zu merken.

Die Antwort „ $\cotan(x)$ “ ist falsch: Beim Cotangens sind Nullstellen und Polstellen gerade vertauscht.

Die Antwort „ $\sin(x)$ “ ist falsch: Der Sinus hat keine Polstellen und bleibt zwischen minus eins und eins.

Die Antwort „ $\cos(x)$ “ ist falsch: Der Cosinus hat seine Nullstellen bei neunzig und zweihundertsiebzig Grad.

Die Antwort „ $\arctan(x)$ “ ist falsch: Der Arcustangens ist die Umkehrfunktion und verläuft durchgehend zwischen zwei waagerechten Asymptoten.

Zum Weiterdenken: Der Tangens erbt seine Nullstellen vom Zähler und seine Polstellen vom Nenner. Wie überträgst du diesen Gedanken auf beliebige gebrochene Funktionen?

MERKE

Tangens ist Sinus durch Cosinus — Nullstellen vom Zähler, Polstellen vom Nenner.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2024 · schwer · Lernziel: Den Tangens an Nullstellen und Polstellen erkennen

M117 B $\tan(a)$

Wie berechnet man die Steigung k eines Graphen aus dem Steigungswinkel a ?

Richtig ist die Antwort „ $\tan(a)$ “. Die Steigung ist der Höhenunterschied geteilt durch die waagerechte Strecke, und genau dieses Verhältnis von Gegenkathete zu Ankathete ist der Tangens:

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan a$$

Bei $a = 45^\circ$ ergibt sich $\tan 45^\circ = 1$, was einer Steigung von hundert Prozent entspricht.

Die Antwort „ $\sin(a)$ “ ist falsch: Der Sinus bezöge die Höhe auf die schräge Strecke.

Die Antwort „ $-(\cos^2 a + \sin^2 a) \cdot \cos a$ “ ist falsch: Weil die Summe der Quadrate von Sinus und Cosinus eins ergibt, vereinfacht sich dieser Ausdruck zu minus dem Cosinus —

er ist also nur eine aufwendig verschleierte Form einer falschen Antwort.

Die Antwort „ $\frac{1}{a}$ “ ist falsch: Der Kehrwert des Winkels hat keine geometrische Bedeutung.

Die Antwort „ $\cos(a)$ “ ist falsch: Der Cosinus bezieht die waagerechte Strecke auf die schräge.

Zum Weiterdenken: Eine der Antworten sieht kompliziert aus und vereinfacht sich zu etwas ganz Einfachem. Wie gehst du mit solchen Ausdrücken um, statt dich abschrecken zu lassen?

MERKE

$k = \tan a$ — Gegenkathete durch Ankathete.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Steigung und Steigungswinkel verknüpfen

M118 A 100 Meter

Eine Person steht 100 m vor einem Kraftwerksturm und blickt in einem 45° -Winkel auf die Oberkante des Turms. Wie hoch ist der Turm?

Richtig ist die Antwort „100 Meter“. Der Blickwinkel bildet mit der waagerechten Strecke und der Turmhöhe ein rechtwinkliges Dreieck, in dem gilt:

$$\tan a = \frac{h}{d} \Rightarrow h = d \cdot \tan 45^\circ = 100 \text{ m} \cdot 1 = 100 \text{ m}$$

Diesen Sonderfall solltest du dir merken, denn bei fünfundvierzig Grad sind Gegenkathete und Ankathete gleich lang.

Die Antwort „45 Meter“ ist falsch: Fünfundvierzig ist der Winkel und keine Länge.

Die Antwort „10 Meter“ ist falsch: Zehn Meter lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „450 Meter“ ist falsch: Vierhundertfünfzig Meter ebenso wenig.

Die Antwort „70,7 Meter“ ist falsch: 70,7 Meter entspräche dem Sinus statt dem Tangens, also einer Rechnung mit der schrägen Blicklinie.

Zum Weiterdenken: Streng genommen misst die Rechnung die Höhe ab Augenhöhe der Person. Wie groß ist dieser Fehler bei einem Kraftwerksturm, und wann würde er ins Gewicht fallen?

MERKE

$\tan 45^\circ = 1$ — Höhe gleich Abstand.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Eine Höhenbestimmung über den Tangens durchführen

E-FUNKTION

M119 **B** ca. 3,1%

Eine radioaktive Substanz zerfällt nach der Formel $N(t) = 100 \cdot e^{-(kt)}$ mit einer Halbwertszeit von 2 Stunden. Wie viel Prozent der Ausgangsmenge sind nach 10 Stunden noch vorhanden?

Richtig ist die Antwort „ca. 3,1%“. Bei einer Halbwertszeit

von zwei Stunden umfassen zehn Stunden $\frac{10h}{2h} = 5$

Halbwertszeiten. Nach jeder halbiert sich die Menge:

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n = 100\% \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{100\%}{32} \approx 3,1\%$$

Die Antwort „ca. 6,25%“ ist falsch: 6,25 Prozent entspricht vier Halbwertszeiten, also acht Stunden.

Die Antwort „ca. 12,5%“ ist falsch: 12,5 Prozent entspricht drei Halbwertszeiten.

Die Antwort „ca. 1,5%“ ist falsch: 1,5 Prozent entspräche gut sechs Halbwertszeiten.

Die Antwort „ca. 25%“ ist falsch: Fünfundzwanzig Prozent entspricht zwei Halbwertszeiten.

Zum Weiterdenken: Der Weg über die Halbwertszeiten kommt ohne Taschenrechner aus. Bei welchen Aufgabenstellungen stößt er dennoch an seine Grenze?

MERKE

Erst zählen, wie viele Halbwertszeiten hineinpassen — dann $\left(\frac{1}{2}\right)^n$.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2016 · mittel · Lernziel: Mit Halbwertszeiten statt mit der Exponentialformel rechnen

M120 **D** ca. 3,1%

Eine radioaktive Substanz zerfällt nach $N(t) = 100 \cdot e^{-(kt)}$ mit einer Halbwertszeit von 2 Stunden. Wie viel Prozent der Ausgangsmenge sind nach 10 Stunden noch vorhanden?

Richtig ist die Antwort „ca. 3,1%“. Zehn Stunden umfassen bei einer Halbwertszeit von zwei Stunden genau fünf Halbwertszeiten. Fünfmal halbiert bleibt ein Zweiunddreißigstel übrig, also rund 3,1 Prozent. Diese Aufgabe erschien wortgleich bereits 2016 — die Exponentialfunktion und die Halbwertszeit gehören damit zum verlässlich wiederkehrenden Kern des Mathematikteils.

Die Antwort „ca. 6,25%“ ist falsch: 6,25 Prozent entspricht vier Halbwertszeiten.

Die Antwort „ca. 12,5%“ ist falsch: 12,5 Prozent entspricht drei Halbwertszeiten.

Die Antwort „ca. 1,5%“ ist falsch: 1,5 Prozent entspräche gut sechs Halbwertszeiten.

Die Antwort „ca. 25%“ ist falsch: Fünfundzwanzig Prozent entspricht zwei Halbwertszeiten.

Zum Weiterdenken: Die falschen Antworten entsprechen jeweils einer anderen Zahl von Halbwertszeiten. Wie hilft dir das, deinen eigenen Rechenweg gegenzuprüfen?

MERKE

Zehn geteilt durch zwei ergibt fünf Halbwertszeiten — also ein Zweiunddreißigstel.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Die Halbwertszeitrechnung erneut anwenden

M121 **A** Exponential

Welche Funktion ist im abgebildeten Koordinatensystem zu sehen? Der Graph steigt durchgehend an, schneidet die senkrechte Achse bei eins und nähert sich nach links der waagerechten Achse an, ohne sie zu erreichen.

Richtig ist die Antwort „Exponential“. Alle drei genannten Merkmale gehören zur Exponentialfunktion $f(x) = a^x$. Sie steigt durchgehend, sie schneidet die senkrechte Achse bei eins, weil $a^0 = 1$ für jede Basis gilt, und sie nähert sich nach links der waagerechten Achse als Asymptote an, ohne sie je zu erreichen, denn $\lim_{x \rightarrow -\infty} a^x = 0$, ohne dass der Wert jemals null wird. Jedes einzelne dieser Merkmale schließt bereits mehrere der übrigen Antworten aus.

Die Antwort „Linear“ ist falsch: Eine lineare Funktion ist eine Gerade mit gleichbleibender Steigung.

Die Antwort „Sinus“ ist falsch: Der Sinus ist periodisch und beschränkt.

Die Antwort „x²“ ist falsch: Die Parabel ist achsensymmetrisch und wächst in beide Richtungen.

Die Antwort „Cosinus“ ist falsch: Der Cosinus ist ebenfalls periodisch.

Zum Weiterdenken: Die Exponentialfunktion nähert sich der Achse an, erreicht sie aber nie. Welche Bedeutung hat das für die Frage, ob eine radioaktive Substanz jemals vollständig zerfallen ist?

MERKE

$a^0 = 1$ und $a^x > 0$ — daher Achsenschnitt bei eins und waagerechte Asymptote.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Den Graphen der Exponentialfunktion erkennen

M122 **E** e^x

Welche Funktion ist streng monoton steigend, hat keine Nullstelle, schneidet die y-Achse bei $y=1$ und nähert sich für $x \rightarrow -\infty$ der x-Achse an?

Richtig ist die Antwort „e^x“. Alle vier genannten Merkmale treffen auf $f(x) = e^x$ zu: Die Funktion steigt durchgehend, weil ihre Ableitung $f'(x) = e^x > 0$ überall

positiv ist, sie wird niemals null und hat deshalb keine Nullstelle, sie schneidet die senkrechte Achse bei eins wegen $e^0 = 1$, und sie nähert sich für kleine Werte der waagerechten Achse an, da $\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0$. Jedes einzelne Merkmal für sich schließt bereits mehrere Antworten aus.

Die Antwort „sin(x)“ ist falsch: Der Sinus ist periodisch und hat unendlich viele Nullstellen.

Die Antwort „ x^2 “ ist falsch: Die Parabel hat bei null eine Nullstelle und ist nicht durchgehend steigend.

Die Antwort „log(x)“ ist falsch: Der Logarithmus hat bei eins eine Nullstelle und ist für negative Werte gar nicht definiert.

Die Antwort „ $\frac{1}{x}$ “ ist falsch: Die Hyperbel ist bei null nicht definiert und fällt auf beiden Ästen.

Zum Weiterdenken: Exponentialfunktion und Logarithmus sind Umkehrungen voneinander. Wie spiegeln sich ihre Achsenschnittpunkte und Asymptoten in dieser Beziehung wider?

MERKE

$(e^x)' = e^x > 0$ — immer positiv, immer steigend, Achsenschnitt bei eins.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Die Exponentialfunktion an vier Merkmalen erkennen

M123 D e^x

Welche Funktion hat eine waagrechte Asymptote bei $y=0$, ist streng monoton steigend und schneidet die y -Achse bei $y=1$?

Richtig ist die Antwort „ e^x “. Alle drei Merkmale gehören zu $f(x) = e^x$: Die Funktion nähert sich wegen $\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0$ der waagerechten Achse als Asymptote an, ohne sie je zu erreichen, sie steigt wegen $(e^x)' = e^x > 0$ durchgehend, und sie schneidet die senkrechte Achse bei eins, weil $e^0 = 1$ gilt.

Die Antwort „log(x+1)“ ist falsch: Der Logarithmus von x plus eins hat bei null eine Nullstelle und wächst zunehmend langsamer.

Die Antwort „ln(x)“ ist falsch: Der natürliche Logarithmus ist für negative Werte nicht definiert und hat eine senkrechte Asymptote statt einer waagerechten.

Die Antwort „ $\frac{1}{x}$ “ ist falsch: Die Hyperbel fällt und ist bei null nicht definiert.

Die Antwort „ x^2 “ ist falsch: Die Parabel steigt nicht durchgehend und schneidet die senkrechte Achse bei null.

Zum Weiterdenken: Die Exponentialfunktion hat eine waagerechte, der Logarithmus eine senkrechte Asymptote. Wie folgt das daraus, dass beide Umkehrungen voneinander sind?

MERKE

$e^0 = 1$, $e^x > 0$, Asymptote bei $y = 0$ — das ist die e -Funktion.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2026 · mittel · Lernziel: Die Exponentialfunktion an drei Merkmalen erkennen

LOGARITHMUS

M124 D Der dekadische Logarithmus einer Zahl $x > 1$ ist größer als der natürliche Logarithmus dieser Zahl

Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

Richtig ist die Antwort „Der dekadische Logarithmus einer Zahl $x > 1$ ist größer als der natürliche Logarithmus dieser Zahl“, denn gesucht ist die falsche Aussage. Für $x > 1$ ist der Zehnerlogarithmus stets kleiner als der natürliche, nicht größer. Der Grund liegt in der Basis: log fragt nach der Potenz von zehn, ln nach der Potenz von $e \approx 2,718$. Von einer kleineren Basis braucht man mehr Potenzen für dieselbe Zahl:

$$\ln(x) = \log(x) \cdot \ln(10) \approx 2,3 \cdot \log(x)$$

Die Antwort „Der natürliche Logarithmus von 10 ist ungefähr 2,3“ ist falsch als Antwort, weil der natürliche Logarithmus von zehn tatsächlich rund 2,3 beträgt.

Die Antwort „Der dekadische Logarithmus von 10 ist 1“ ist falsch als Antwort, weil der Zehnerlogarithmus von zehn tatsächlich eins ist.

Die Antwort „log(1) = 0 für jede Logarithmusbasis“ ist falsch als Antwort, weil der Logarithmus von eins bei jeder Basis null ergibt — jede Zahl hoch null ist schließlich eins.

Die Antwort „Der Logarithmus einer Zahl kleiner als 1 (aber größer 0) ist negativ“ ist falsch als Antwort, weil Zahlen zwischen null und eins tatsächlich negative Logarithmen haben.

Zum Weiterdenken: Je kleiner die Basis, desto größer der Logarithmus derselben Zahl. Wie erklärt sich das anschaulich über die Frage, wie oft man multiplizieren muss?

MERKE

Kleinere Basis heißt größerer Logarithmus — $\ln \approx 2,3 \cdot \log$.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Zehnerlogarithmus und natürlichen Logarithmus vergleichen

M125 **C** -1Wie viel ist $\log(0,1)$?

Richtig ist die Antwort „-1“. Der Zehnerlogarithmus beantwortet die Frage, mit welchem Exponenten man zehn potenzieren muss:

$$\log(0,1) = \log(10^{-1}) = -1$$

Merke dir die Regel in dieser Form: Der Logarithmus einer Zehnerpotenz ist einfach ihr Exponent – das macht alle Aufgaben dieser Art zu reinen Ablesefragen.

Die Antwort „-10“ ist falsch: Minus zehn wäre der Logarithmus von zehn hoch minus zehn.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null ist der Logarithmus von eins.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eins ist der Logarithmus von zehn.

Die Antwort „-0,1“ ist falsch: Minus 0,1 gehört zu keiner glatten Zehnerpotenz.

Zum Weiterdenken: Der Logarithmus einer Zehnerpotenz ist ihr Exponent. Wie hilft dir das, den pH-Wert einer Lösung mit bekannter Wasserstoffionenkonzentration im Kopf zu bestimmen?

MERKE

$\log(10^n) = n$ – mehr steckt nicht dahinter.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2017 · leicht · Lernziel: Den Zehnerlogarithmus einer Zehnerpotenz bestimmen

M126 **E** -1Welche Zahl entspricht $\log(0,1)$?

Richtig ist die Antwort „-1“. Weil $0,1 = 10^{-1}$ ist, gilt $\log(0,1) = -1$. Diese Frage stellte der MedAT bereits 2017 mit denselben Antwortmöglichkeiten in anderer Reihenfolge.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eins ist der Logarithmus von zehn.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null ist der Logarithmus von eins.

Die Antwort „10“ ist falsch: Zehn ist der Logarithmus von zehn hoch zehn.

Die Antwort „-10“ ist falsch: Minus zehn ist der Logarithmus von zehn hoch minus zehn.

Zum Weiterdenken: Der Logarithmus einer Zehnerpotenz ist stets ihr Exponent. Wie überträgst du das auf die Berechnung eines pH-Werts?

MERKE

$\log(0,1) = -1$ – der Exponent ist die Antwort.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Den Zehnerlogarithmus erneut ablesen

M127 **B** 3Berechne $y: y = 10^0 + \ln(1) + e^0 + \log(10)$

Richtig ist die Antwort „3“. Rechne die vier Glieder einzeln aus:

$$10^0 + \ln(1) + e^0 + \log(10) = 1 + 0 + 1 + 1 = 3$$

Jede Zahl außer null hoch null ergibt eins, der Logarithmus von eins ist bei jeder Basis null, und der Logarithmus der eigenen Basis ist eins.

Die Antwort „2“ ist falsch: Zwei entstünde, wenn eines der Einsglieder übersehen würde.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eins berücksichtigte nur ein Glied.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null entstünde, wenn man alle Glieder für null hielte.

Die Antwort „keine der angegebenen Möglichkeiten“ ist falsch: Drei ist ein zulässiges Ergebnis.

Zum Weiterdenken: Die Aufgabe besteht aus vier Grundwerten, die jeder für sich trivial sind. Welche vier sind das, und in welchen anderen Zusammenhängen begegnen sie dir?

MERKE

$a^0 = 1, \log(1) = 0, \log_a(a) = 1.$

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2021 · mittel · Lernziel: Vier Grundwerte von Potenz und Logarithmus abrufen

M128 **D** $\ln(x)$ Welche Funktion geht durch den Punkt $(1, 0)$?

Richtig ist die Antwort „ $\ln(x)$ “. Setze den Wert eins in jede Funktion ein und sieh nach, welche null ergibt: $\ln(1) = 0$, denn $e^0 = 1$. Der natürliche Logarithmus geht also durch den genannten Punkt. Allgemein gilt $\log_a(1) = 0$ für jede Basis, weshalb jede Logarithmusfunktion ihre Nullstelle bei eins hat.

Die Antwort „ e^x “ ist falsch: Minus e hoch eins ergibt rund minus 2,72.

Die Antwort „ e^x “ ist falsch: E hoch eins ergibt rund 2,72.

Die Antwort „ $x^2 + 1$ “ ist falsch: Eins zum Quadrat plus eins ergibt zwei.

Die Antwort „ $\ln(x) + 1$ “ ist falsch: Der natürliche Logarithmus von eins plus eins ergibt eins.

Zum Weiterdenken: Jede Logarithmusfunktion hat ihre Nullstelle bei eins. Welcher Punkt ist bei jeder Exponentialfunktion entsprechend fest?

MERKE

$\log_a(1) = 0$ – bei jeder Basis.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Funktionen anhand eines Punktes prüfen

M129 **B** -1Wie viel ist $\log_{10}(0,1)$?

Richtig ist die Antwort „-1“. Der Zehnerlogarithmus fragt nach dem Exponenten, und weil $0,1 = 10^{-1}$ gilt, folgt $\log_{10}(0,1) = -1$. Diese Frage stellte der MedAT bereits 2017 und 2019.

Die Antwort „1“ ist falsch: Eins gehört zum Logarithmus von zehn.

Die Antwort „-3“ ist falsch: Minus drei gehört zu 0,001.

Die Antwort „0,01“ ist falsch: 0,01 ist eine Zahl und kein Logarithmus.

Die Antwort „0“ ist falsch: Null gehört zum Logarithmus von eins.

Zum Weiterdenken: Dieselbe Frage in drei Prüfungsjahren. Welche Themen im Mathematikteil würdest du danach als besonders lohnend einstufen?

MERKE

$\log_{10}(10^k) = k$ — der Logarithmus einer Zehnerpotenz ist ihr Exponent.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2023 · leicht · Lernziel: Den Zehnerlogarithmus ein weiteres Mal ablesen

M130 **D** $\log(100) = 2$

Welche der folgenden Aussagen ist korrekt?

Richtig ist die Antwort „ $\log(100) = 2$ “. Weil $100 = 10^2$ gilt, ist $\log(100) = 2$. Alle übrigen Aussagen scheitern an zwei Grundregeln: Jede Zahl hoch null ergibt eins, also $e^0 = 1$ und $10^0 = 1$, und der Logarithmus fragt nach dem Exponenten, weshalb $\ln(1) = 0$ gilt und $\ln(0)$ überhaupt nicht definiert ist. Auch $10^1 = 10$ statt eins gehört zu diesen Standardfällen.

Die Antwort „ $\ln(0) = 1$ “ ist falsch: Der natürliche Logarithmus von null ist überhaupt nicht definiert, denn keine Potenz von e ergibt jemals null.

Die Antwort „ $e^0 = 0$ “ ist falsch: e hoch null ist eins, nicht null.

Die Antwort „ $10^1 = 1$ “ ist falsch: Zehn hoch eins ist zehn.

Die Antwort „ $10^0 = 10$ “ ist falsch: Zehn hoch null ist eins.

Zum Weiterdenken: Der Logarithmus von null ist nicht definiert, der von eins dagegen null. Wie erklärst du dir den Unterschied über die Frage, welcher Exponent gesucht wird?

MERKE

$a^0 = 1$, $\log_a(1) = 0$ — und $\ln(0)$ gibt es nicht.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Grundwerte von Potenz und Logarithmus prüfen

M131 **B** $\log \frac{x}{y} > 0$, wenn $x > y > 0$ Was gilt für $f(x,y) = \log \frac{x}{y}$ bei $x, y > 0$?

Richtig ist die Antwort „ $\log \frac{x}{y} > 0$, wenn $x > y > 0$ “. Der

Logarithmus ist genau dann positiv, wenn sein Argument größer als eins ist. Der Bruch aus x und y wird größer als eins, sobald der Zähler den Nenner übersteigt, also wenn x größer als y ist. Ist es umgekehrt, liegt der Bruch zwischen null und eins und der Logarithmus wird negativ; sind beide gleich, ergibt der Bruch eins und der Logarithmus null.

Die Antwort „ $\log \frac{x}{y} > 0$, wenn $y > x > 0$ “ ist falsch: In diesem Fall ist der Bruch kleiner als eins und der Logarithmus negativ.

Die Antwort „ $\log \frac{x}{y} < 0$, wenn $x > y > 0$ “ ist falsch: Das kehrt den Zusammenhang um.

Die Antwort „ $\log \frac{x}{y} = 0$, wenn $x = 2y$ “ ist falsch: Null wird der Logarithmus, wenn x gleich y ist, nicht wenn x das Doppelte von y beträgt.

Die Antwort „ $\log \frac{x}{y}$ ist stets positiv für $x, y > 0$ “ ist falsch: Für y größer als x ist er negativ.

Zum Weiterdenken: Die gesamte Aufgabe hängt an der Frage, ob das Argument über oder unter eins liegt. Welche Rolle spielt die Zahl eins beim Logarithmus überhaupt?

MERKE

Argument über eins heißt positiver Logarithmus, darunter negativ, genau eins ergibt null.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Das Vorzeichen eines Logarithmus bestimmen

POTENZFUNKTION

M132 **C** Er hat eine Polstelle bei $x=0$ und nähert sich für große $|x|$ der x -Achse an (Hyperbel)Welche Aussage über den Graphen der Funktion $y = \frac{1}{x}$ trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Er hat eine Polstelle bei $x=0$ und nähert sich für große $|x|$ der x -Achse an (Hyperbel)“. Die Funktion eins durch x ist an der Stelle null nicht definiert, weil dort durch null geteilt würde — es liegt eine Polstelle

vor, und die senkrechte Achse ist eine Asymptote. Für sehr große Beträge von x wird der Funktionswert dagegen beliebig klein, sodass sich die Kurve der waagerechten Achse annähert, ohne sie je zu erreichen. Der Graph besteht aus zwei getrennten Ästen, einem im ersten und einem im dritten Quadranten, und heißt Hyperbel.

Die Antwort „Er ist eine Parabel mit Scheitel im Ursprung“ ist falsch: Eine Parabel gehört zur Funktion x zum Quadrat.

Die Antwort „Er ist eine Gerade durch den Ursprung“ ist falsch: Eine Gerade durch den Ursprung gehört zu einer linearen Funktion.

Die Antwort „Er ist eine Sinuskurve“ ist falsch: Eine Sinuskurve ist periodisch und beschränkt.

Die Antwort „Er hat ein Maximum bei $x=1$ “ ist falsch: Die Funktion hat weder ein Maximum noch ein Minimum, denn sie fällt auf jedem der beiden Äste durchgehend.

Zum Weiterdenken: Die Kurve nähert sich beiden Achsen an, ohne sie je zu berühren. Was bedeutet dieser Grenzwertgedanke für die Frage, ob eine Funktion ihren Grenzwert annehmen muss?

MERKE

Eins durch x : Polstelle bei null, beide Achsen als Asymptoten, zwei getrennte Äste.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Den Graphen der Hyperbel beschreiben

M133 **E** Nach unten geöffnete Parabel mit Maximum bei (0|5)

Welche Aussage über den Graphen der Funktion $y = -x^2 + 5$ trifft zu?

Richtig ist die Antwort „Nach unten geöffnete Parabel mit Maximum bei (0|5)“. Zwei Bestandteile der Gleichung genügen. Das Minuszeichen vor dem Quadrat bedeutet, dass die Parabel nach unten geöffnet ist und folglich ein Maximum statt eines Minimums besitzt. Die addierte Fünf verschiebt den Scheitel um fünf Einheiten nach oben, und weil kein linearer Anteil vorhanden ist, bleibt er auf der senkrechten Achse. Der Scheitel liegt somit bei null und fünf.

Die Antwort „Nach oben geöffnete Parabel mit Minimum bei (0|5)“ ist falsch: Nach oben geöffnet wäre die Parabel ohne das Minuszeichen; dann läge dort auch ein Minimum.

Die Antwort „Gerade mit Steigung -2 und y-Achsenabschnitt 5“ ist falsch: Eine Gerade entsteht nur ohne quadratischen Anteil.

Die Antwort „Nach unten geöffnete Parabel mit Maximum bei (0|-5)“ ist falsch: Der Scheitel liegt bei plus fünf, nicht bei minus fünf.

Die Antwort „Hyperbel mit Asymptote bei $y=5$ “ ist falsch: Eine Hyperbel entsteht bei einer Funktion mit x im Nenner.

Zum Weiterdenken: Vorzeichen und Summand verraten Öffnung und Lage des Scheitels. Was ändert sich zusätzlich, wenn ein linearer Anteil hinzukommt?

MERKE

Minus vor dem Quadrat heißt nach unten offen, der Summand hebt den Scheitel.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2015 · mittel · Lernziel: Eine Parabel aus ihrer Gleichung lesen

M134 **B** $y = \frac{1}{x}$

Welche der folgenden Funktionen zeigt im Koordinatensystem eine Hyperbel mit zwei Ästen und einer Polstelle bei $x=0$?

Richtig ist die Antwort „ $y = \frac{1}{x}$ “. Zwei Äste und eine Polstelle bei null kennzeichnen die Funktion eins durch x , deren Graph eine Hyperbel ist. Die Polstelle entsteht, weil an dieser Stelle durch null geteilt würde.

Die Antwort „ $y = \sin(x)$ “ ist falsch: Der Sinus ist eine durchgehende, periodische und beschränkte Kurve.

Die Antwort „ $y = \cos(x)$ “ ist falsch: Der Cosinus ebenso.

Die Antwort „ $y = x^2$ “ ist falsch: Die Funktion x zum Quadrat ergibt eine Parabel ohne Polstelle.

Die Antwort „ $y = e^x$ “ ist falsch: Die Exponentialfunktion ist überall definiert und hat nur eine waagerechte Asymptote.

Zum Weiterdenken: Eine Polstelle entsteht immer dort, wo der Nenner null wird. Welche Funktionen können demnach überhaupt Polstellen haben?

MERKE

Polstelle heißt Nenner null — nur gebrochene Funktionen haben welche.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2016 · leicht · Lernziel: Funktionstypen ihren Graphen zuordnen

M135 **A** 10050

Gegeben ist die Funktion $f(x) = x^2 + 50$. Welchen Wert hat $f(100)$?

Richtig ist die Antwort „10050“. Setze den Wert hundert in die Funktion ein: hundert zum Quadrat ergibt zehntausend, plus fünfzig ergibt zehntausendfünfzig. Achte darauf, dass die fünfzig addiert und nicht in das Quadrat einbezogen wird — die Rechenreihenfolge Potenz vor Strichrechnung entscheidet hier.

Die Antwort „10100“ ist falsch: Zehntausendeinhundert entstünde, wenn man hundert statt fünfzig addierte.

Die Antwort „10000“ ist falsch: Zehntausend lässt den Summanden weg.

Die Antwort „5050“ ist falsch: Fünftausendfünfzig entstünde bei einem Einsetzen von etwa siebzig.

Die Antwort „20050“ ist falsch: Zwanzigtausendfünfzig verdoppelt das Quadrat.

Zum Weiterdenken: Potenz vor Punkt vor Strich — hier entscheidet die Reihenfolge über das Ergebnis. In welchen anderen Zusammenhängen ist sie ebenso folgenreich?

MERKE

Erst quadrieren, dann addieren — Potenz kommt vor Strichrechnung.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2018 · leicht · Lernziel: Einen Funktionswert durch Einsetzen bestimmen

M136 **E** $x = 9$

Wo liegt eine Nullstelle der Funktion $f(x) = x^2 - 81$?

Richtig ist die Antwort „ $x = 9$ “: Setze die Funktion null: x zum Quadrat gleich einundachtzig. Das Wurzelziehen liefert zwei Lösungen, nämlich plus neun und minus neun, denn beide ergeben quadriert einundachtzig. Gefragt ist nach einer Nullstelle, und neun steht als Antwort zur Auswahl.

Die Antwort „ $x = 81$ “ ist falsch: Einundachtzig quadriert ergäbe weit mehr als einundachtzig.

Die Antwort „ $x = -81$ “ ist falsch: Minus einundachtzig ebenso.

Die Antwort „ $x = 0$ “ ist falsch: Für null ergibt die Funktion minus einundachtzig.

Die Antwort „ $x = 3$ “ ist falsch: Drei zum Quadrat ergibt neun, und neun minus einundachtzig ergibt minus zweiundsiebzig statt null.

Zum Weiterdenken: Diese Funktion hat neben der neun noch eine zweite Nullstelle, die hier nicht zur Auswahl steht. Welche ist das, und warum wird sie so häufig übersehen?

MERKE

Wurzelziehen liefert zwei Lösungen — die negative gehört immer dazu.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2019 · leicht · Lernziel: Nullstellen einer quadratischen Funktion bestimmen

M137 **E** 1875

Vereinfache diesen Ausdruck: $(-5)^4 \cdot 3$

Richtig ist die Antwort „1875“: Weil der Exponent gerade ist, heben sich die Minuszeichen paarweise auf:

$$(-5)^4 \cdot 3 = 625 \cdot 3 = 1875$$

Die Regel lohnt sich allgemein: Bei negativer Basis ist das Ergebnis bei geradem Exponenten positiv und bei ungeradem negativ.

Die Antwort „ $(-15)^8$ “ ist falsch: Basen und Exponenten dürfen nicht so zusammengefasst werden.

Die Antwort „ $(-15)^4$ “ ist falsch: Ebenso wenig.

Die Antwort „-1875“ ist falsch: Das Ergebnis ist positiv, weil der Exponent gerade ist.

Die Antwort „Es gibt keine Vereinfachung“ ist falsch: Der Ausdruck lässt sich vollständig ausrechnen.

Zum Weiterdenken: Bei gerader Potenz verschwindet das Minus, bei ungerader bleibt es. Wie erklärt sich das über das paarweise Aufheben der Vorzeichen?

MERKE

Negative Basis: gerader Exponent macht positiv, ungerader lässt negativ.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Eine Potenz mit negativer Basis und geradem Exponenten ausrechnen

DIFFERENTIAL

M138 **D** An den Punkten A und C ist die erste Ableitung null; an Punkt B ist die zweite Ableitung null

Bei einer Sinuskurve sind die Punkte A (bei 90° , Hochpunkt), B (bei 180° , Wendepunkt) und C (bei 270° , Tiefpunkt) markiert. Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „An den Punkten A und C ist die erste Ableitung null; an Punkt B ist die zweite Ableitung null“: Die erste Ableitung gibt die Steigung an. An einem Hoch- oder Tiefpunkt verläuft die Tangente waagrecht, dort gilt also $f'(x) = 0$ — das trifft auf den Hochpunkt bei neunzig Grad und den Tiefpunkt bei zweihundertsiebzig Grad zu. Die zweite Ableitung beschreibt die Krümmung; am Wendepunkt wechselt sie ihr Vorzeichen und es gilt $f''(x) = 0$, hier bei hundertachtzig Grad. Merke dir die Zuordnung schlicht: erste Ableitung für Hoch- und Tiefpunkte, zweite für Wendepunkte.

Die Antwort „An allen drei Punkten ist die erste Ableitung null“ ist falsch: Am Wendepunkt ist die Steigung gerade am größten und keinesfalls null.

Die Antwort „An Punkt B ist die erste Ableitung null, an A und C die zweite Ableitung“ ist falsch: Hier sind die beiden Zuordnungen vertauscht.

Die Antwort „An keinem der Punkte ist eine Ableitung null“ ist falsch: An allen drei Punkten verschwindet eine der Ableitungen.

Die Antwort „An Punkt B ist die erste Ableitung maximal, an A und C null“ ist falsch: Die Aussage über den Wendepunkt trifft zwar zu, die über Hoch- und Tiefpunkt jedoch nicht — dort ist die erste und nicht die zweite Ableitung null.

Zum Weiterdenken: Beim Sinus ist die Steigung am Wendepunkt am größten. In welchem Zusammenhang steht das damit, dass die Ableitung des Sinus gerade der Cosinus ist?

MERKE

$f'(x)=0$ heißt Hoch- oder Tiefpunkt, $f''(x)=0$ heißt Wendepunkt.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2016 · schwer · Lernziel: Ableitungen an markanten Punkten einer Kurve deuten

M139 **C** $t = -\frac{a}{2b}$

Der Verlauf der Wirkstoffkonzentration eines Medikaments im Blut wird durch die Funktion $f(t) = a \cdot t + b \cdot t^2$ beschrieben. Zu welchem Zeitpunkt t ist die Konzentration maximal ($f'(t)=0$)?

Richtig ist die Antwort „ $t = -a/(2b)$ “. Leite $f(t) = a \cdot t + b \cdot t^2$ nach der Zeit ab und setze null:

$$f'(t) = a + 2 \cdot b \cdot t = 0 \Rightarrow t = -\frac{a}{2b}$$

Damit dieser Zeitpunkt tatsächlich ein Maximum und positiv ist, muss b negativ sein — was zur Sache passt, denn die Wirkstoffkonzentration steigt zunächst an und fällt dann wieder ab.

Die Antwort „ $t = -a/b$ “ ist falsch: Hier fehlt der Faktor zwei aus der Ableitung des quadratischen Glieds.

Die Antwort „ $t = a/(2b)$ “ ist falsch: Hier fehlt das Minuszeichen aus dem Umstellen.

Die Antwort „ $t = -2a/b$ “ ist falsch: Der Faktor zwei steht im Zähler statt im Nenner.

Die Antwort „ $t = -b/(2a)$ “ ist falsch: Hier sind a und b vertauscht.

Zum Weiterdenken: Damit der berechnete Zeitpunkt sinnvoll ist, muss b negativ sein. Wie erkennst du das unmittelbar am Verlauf einer Wirkstoffkurve?

MERKE

Ableiten, null setzen, umstellen — beim quadratischen Glied kommt der Faktor 2 herunter.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2017 · schwer · Lernziel: Einen Extremwert über die erste Ableitung bestimmen

INTEGRAL

M140 **D** 60π

Ein Rechteck mit Breite 3 und Höhe 10 wird um eine Achse rotiert, sodass ein Zylinder mit Radius 3 und Höhe 10 entsteht. Wie groß ist die Mantelfläche des entstehenden Zylinders?

Richtig ist die Antwort „ 60π “. Denk dir den Mantel aufgeschnitten und flach ausgebreitet: Es entsteht ein Rechteck aus Grundkreisumfang mal Höhe.

$$M = 2\pi r h = 2\pi \cdot 3 \cdot 10 = 60\pi$$

Mit dieser Vorstellung brauchst du die Formel nicht auswendig zu lernen.

Die Antwort „ 30π “ ist falsch: Dreißig Pi entstünde ohne den Faktor zwei im Kreisumfang.

Die Antwort „ 90π “ ist falsch: Neunzig Pi entspräche einer Höhe von fünfzehn.

Die Antwort „ 180π “ ist falsch: Hundertachtzig Pi wäre das Dreifache.

Die Antwort „ 270π “ ist falsch: Zweihundertsiebzig Pi lässt sich nicht herleiten.

Zum Weiterdenken: Der aufgeschnittene Mantel wird zum Rechteck. Welche entsprechende Vorstellung hilft dir bei der Mantelfläche eines Kegels?

MERKE

Mantel aufschneiden: $M = 2\pi r h$.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2017 · mittel · Lernziel: Die Mantelfläche eines Zylinders berechnen

M141 **E** $\frac{1}{3} x^6 + C$

Wie lautet das unbestimmte Integral von $2x^5$?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{3} x^6 + C$ “. Beim Integrieren einer Potenz erhöhst du den Exponenten um eins und teilst durch den neuen Exponenten, es gilt also $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$:

$$\int 2x^5 dx = 2 \cdot \frac{x^6}{6} + C = \frac{1}{3} x^6 + C$$

Die Integrationskonstante darf nicht fehlen, denn beim Ableiten fällt jede Konstante weg, weshalb es unendlich viele Stammfunktionen gibt. Die Gegenprobe durch Ableiten bestätigt das Ergebnis.

Die Antwort „ $\frac{2}{5} x^6 + C$ “ ist falsch: Hier wurde durch fünf statt durch sechs geteilt.

Die Antwort „ $10x^4 + C$ “ ist falsch: Das ist die Ableitung und nicht die Stammfunktion.

Die Antwort „ $\frac{2}{5} x^4 + C$ “ ist falsch: Hier wurde der Exponent verringert statt erhöht.

Die Antwort „ $2x^6 + C$ “ ist falsch: Hier fehlt die Division durch den neuen Exponenten.

Zum Weiterdenken: Ableiten und Integrieren sind Umkehrungen voneinander. Warum genügt es deshalb, das Ergebnis einmal abzuleiten, um es zu prüfen?

MERKE

$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$ – Exponent hoch, dann durch den neuen teilen.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2023 · schwer · Lernziel: Eine Potenzfunktion integrieren

GERADENFUNKTION

M142 **D** $f(x) = 2x$

Eine Gerade verläuft durch die Punkte A(1|2) und B(3|6). Wie lautet die Funktionsgleichung der Geraden?

Richtig ist die Antwort „ $f(x) = 2x$ “. Bestimme zuerst die Steigung, dann den Achsenabschnitt:

$$m = \frac{6-2}{3-1} = 2 \quad 2 = 2 \cdot 1 + t \Rightarrow t = 0$$

Die Gerade lautet somit $f(x) = 2x$ und verläuft durch den Ursprung. Die Probe mit dem zweiten Punkt bestätigt es: $2 \cdot 3 = 6$.

Die Antwort „ $f(x) = x + 2$ “ ist falsch: Die Steigung eins passt nicht zu den gegebenen Punkten.

Die Antwort „ $f(x) = 2x + 2$ “ ist falsch: Bei einem Achsenabschnitt von zwei ergäbe sich für x gleich eins der Wert vier.

Die Antwort „ $f(x) = 0,5x + 1$ “ ist falsch: Die Steigung ist zwei und nicht ein halb.

Die Antwort „ $f(x) = 2x - 2$ “ ist falsch: Bei einem Achsenabschnitt von minus zwei ergäbe sich für x gleich eins der Wert null.

Zum Weiterdenken: Die Probe mit dem zweiten Punkt kostet kaum Zeit. Warum lohnt sie sich bei Geradenaufgaben trotzdem in nahezu jedem Fall?

MERKE

Erst $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, dann einen Punkt einsetzen – und mit dem zweiten prüfen.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Eine Geradengleichung aus zwei Punkten aufstellen

M143 **E** $y = 8$

Ein Graph verläuft parallel zur x -Achse und geht durch den Punkt (4|8). Wie lautet die Funktionsgleichung?

Richtig ist die Antwort „ $y = 8$ “. Eine Gerade parallel zur waagerechten Achse hat die Steigung null, denn sie steigt nirgends an. In der Geradengleichung entfällt damit das Glied mit x , und es bleibt nur der Achsenabschnitt. Weil die Gerade durch einen Punkt mit dem zweiten Wert acht verläuft, lautet die Gleichung schlicht y gleich acht. Der erste Wert vier ist ohne Bedeutung – bei einer waagerechten Geraden ist der Funktionswert für jedes x derselbe.

Die Antwort „ $y = x + 8$ “ ist falsch: Diese Gerade hat die Steigung eins.

Die Antwort „ $y = 8x + 4$ “ ist falsch: Diese Gerade hat die Steigung acht.

Die Antwort „ $y = -4x + 8$ “ ist falsch: Diese Gerade hat die Steigung minus vier.

Die Antwort „ $y = x^2 + 8$ “ ist falsch: Das ist eine Parabel.

Zum Weiterdenken: Bei einer waagerechten Geraden wird eine der beiden Punktangaben nicht gebraucht. Wie sieht dagegen die Gleichung einer senkrechten Geraden aus, und warum ist sie keine Funktion?

MERKE

Parallel zur x -Achse heißt Steigung null – y gleich dem zweiten Wert des Punktes.

LEHRTEXT IM KURS

Funktionen

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Die Gleichung einer waagerechten Geraden aufstellen

Vektorrechnung

BETRAG



LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

Code scannen oder anklicken — dort steht der Stoff zu allen folgenden Aufgaben.

M144 D 4

Gegeben sind zwei Vektoren $A(-2, 4)$ und $B(2, 0)$. Der Vektor C ergibt sich aus der Summe der beiden anderen Vektoren ($C = A + B$). Wie groß ist der Betrag des Vektors C ?

Richtig ist die Antwort „4“. Vektoren werden komponentenweise addiert:

$$\vec{C} = \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \end{pmatrix} \quad |\vec{C}| = \sqrt{0^2 + 4^2} = 4$$

Weil eine Komponente null ist, hätte der Betrag auch unmittelbar abgelesen werden können — der Vektor zeigt schlicht vier Einheiten nach oben.

Die Antwort „ca. 4,47“ ist falsch: 4,47 wäre der Betrag des Vektors mit den Komponenten zwei und vier, entsteht also, wenn man die erste Komponente nicht zusammenzählt.

Die Antwort „-8“ ist falsch: Ein Betrag ist niemals negativ.

Die Antwort „2,25“ ist falsch: 2,25 lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „-4“ ist falsch: Auch hier ist das Vorzeichen unmöglich.

Zum Weiterdenken: Ein Betrag kann grundsätzlich nicht negativ sein. Wie viele der Antworten hättest du allein mit dieser Überlegung ausgeschlossen?

MERKE

Erst komponentenweise addieren, dann $|\vec{v}| = \sqrt{x^2 + y^2}$ — der Betrag ist nie negativ.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2019 · mittel · Lernziel: Vektoren addieren und den Betrag bestimmen

M145 C ist ein Skalar

Der Betrag eines Vektors...

Richtig ist die Antwort „ist ein Skalar“. Der Betrag eines Vektors ist seine Länge und damit eine reine Zahl ohne Richtung, also ein Skalar. Er entsteht aus der Wurzel über

die Summe der Komponentenquadrate und kann deshalb nie negativ sein. Merke dir die Unterscheidung: Der Vektor trägt Länge und Richtung, sein Betrag nur noch die Länge.

Die Antwort „hat die gleiche Richtung wie der Vektor“ ist falsch: Als reine Zahl hat er gar keine Richtung.

Die Antwort „kann negativ sein“ ist falsch: Eine Länge ist niemals negativ.

Die Antwort „ist immer null“ ist falsch: Null wird der Betrag nur beim Nullvektor.

Die Antwort „hat keine Einheit“ ist falsch: Steht der Vektor für eine physikalische Größe, trägt sein Betrag deren Einheit — bei einer Geschwindigkeit etwa Meter je Sekunde.

Zum Weiterdenken: Der Betrag behält die Einheit, verliert aber die Richtung. Welches physikalische Begriffspaar entspricht genau diesem Unterschied?

MERKE

Der Betrag ist die Länge: ein Skalar, nie negativ, aber mit Einheit.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Vektor und Betrag begrifflich trennen

M146 C 5

Wie groß ist der Abstand zwischen den Punkten $(0/5/4)$ und $(3/5/8)$?

Richtig ist die Antwort „5“. Bilde zuerst die Differenzen in allen drei Richtungen, also drei, null und vier, und ziehe dann die Wurzel aus der Summe ihrer Quadrate:

$$d = \sqrt{3^2 + 0^2 + 4^2} = \sqrt{9 + 0 + 16} = \sqrt{25} = 5$$

Das Zahlentripel drei, vier, fünf begegnet dir in Prüfungsaufgaben immer wieder, weshalb es sich lohnt, es zusammen mit fünf, zwölf, dreizehn im Gedächtnis zu behalten.

Die Antwort „-3“ ist falsch: Ein Abstand ist niemals negativ.

Die Antwort „2“ ist falsch: Zwei lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „7“ ist falsch: Sieben wäre die bloße Summe der beiden Differenzen ohne Pythagoras.

Die Antwort „25“ ist falsch: Fünfundzwanzig ist der Wert unter der Wurzel, also das Abstandsquadrat.

Zum Weiterdenken: Zwei falsche Antworten entstehen dadurch, dass die Wurzel vergessen oder gar nicht erst quadriert wird. Wie prüfst du dein Ergebnis auf Plausibilität?

MERKE

$d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2} - 3, 4, 5$ kommt oft vor.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Den Abstand zweier Punkte im Raum berechnen

M147 D 6

Wie groß ist die Distanz zwischen den Punkten A(0/0/0) und B(2/4/4)?

Richtig ist die Antwort „6“. Weil der erste Punkt der Ursprung ist, sind die Differenzen gerade die Koordinaten des zweiten Punktes:

$$d = \sqrt{2^2 + 4^2 + 4^2} = \sqrt{4 + 16 + 16} = \sqrt{36} = 6$$

Die Antwort „5“ ist falsch: Fünf entspräche einer Quadratsumme von fünfundzwanzig.

Die Antwort „36“ ist falsch: Sechsuunddreißig ist der Wert unter der Wurzel, also das Abstandsquadrat.

Die Antwort „24“ ist falsch: Vierundzwanzig lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „8“ ist falsch: Acht wäre die Summe zweier Koordinaten ohne Pythagoras.

Zum Weiterdenken: Der Abstand vom Ursprung ist zugleich der Betrag des Ortsvektors. Warum ist beides dasselbe?

MERKE

Abstand vom Ursprung ist der Betrag des Ortsvektors: $|\vec{b}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2026 · leicht · Lernziel: Den Abstand vom Ursprung im Raum berechnen

WINKEL**M148 E 90°**

Wie groß ist der Winkel zwischen den Vektoren A $\frac{2}{-4}$ und B $\frac{-4}{-2}$?

Richtig ist die Antwort „90°“. Bilde zuerst das Skalarprodukt:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 2 \cdot (-4) + (-4) \cdot (-2) = -8 + 8 = 0$$

Weil $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}|\cos\phi$ gilt und beide Beträge von null verschieden sind, muss $\cos\phi = 0$ sein, also $\phi = 90^\circ$. Du brauchst dafür weder die Beträge auszurechnen noch eine

Umkehrfunktion zu bemühen.

Die Antwort „45°“ ist falsch: Bei fünfundvierzig Grad wäre das Skalarprodukt deutlich positiv.

Die Antwort „0°“ ist falsch: Bei null Grad wären die Vektoren gleichgerichtet.

Die Antwort „60°“ ist falsch: Bei sechzig Grad wäre das Skalarprodukt ebenfalls positiv.

Die Antwort „180°“ ist falsch: Bei hundertachtzig Grad wäre es maximal negativ.

Zum Weiterdenken: Ein verschwindendes Skalarprodukt beantwortet die Frage sofort. Was müsstest du zusätzlich berechnen, wenn es nicht null ergäbe?

MERKE

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \Leftrightarrow \phi = 90^\circ.$$

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2026 · schwer · Lernziel: Den Winkel zwischen Vektoren über das Skalarprodukt bestimmen

VEKTORADDITION / -SUBTRAKTION**M149 D (-12, 6)**

Vektorsubtraktion: $V_1 = (-10, 1)$, $V_2 = (2, -5)$. Berechne $V_1 - V_2$.

Richtig ist die Antwort „(-12, 6)“. Subtrahiere die Vektoren komponentenweise und achte dabei genau auf die Vorzeichen. Erste Komponente: minus zehn minus zwei ergibt minus zwölf. Zweite Komponente: eins minus minus fünf, und ein Minus vor einer negativen Zahl wird zum Plus, also eins plus fünf gleich sechs. Der Ergebnisvektor lautet somit minus zwölf und sechs.

Die Antwort „(12, 6)“ ist falsch: Hier wurde das Vorzeichen der ersten Komponente vertauscht.

Die Antwort „(12, -6)“ ist falsch: Hier wurden beide Vorzeichen falsch behandelt.

Die Antwort „(-12, -6)“ ist falsch: Hier wurde bei der zweiten Komponente subtrahiert statt addiert.

Die Antwort „(-8, 6)“ ist falsch: Minus acht entstünde beim Addieren statt Subtrahieren.

Zum Weiterdenken: Der einzige heikle Schritt ist das doppelte Minuszeichen. Wie schreibst du solche Rechnungen auf, damit dir das nicht entgeht?

MERKE

Komponentenweise rechnen und beim doppelten Minus zum Plus wechseln.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2020 · mittel · Lernziel: Vektoren komponentenweise subtrahieren

M150 **C** (0, 4)

2 Vektoren werden addiert: $a = (-2, 4)$, $b = (2, 0)$. Berechne $a + b$.

Richtig ist die Antwort „(0, 4)“. Addiere getrennt nach Komponenten: minus zwei plus zwei ergibt null, vier plus null ergibt vier. Der Summenvektor lautet also null und vier und zeigt senkrecht nach oben. Diese Aufgabe entspricht der Vektoraufgabe aus dem Vorjahr, bei der zusätzlich noch der Betrag gefragt war.

Die Antwort „(4, 0)“ ist falsch: Hier sind die beiden Komponenten vertauscht.

Die Antwort „(2, 0)“ ist falsch: Das ist der zweite Vektor allein.

Die Antwort „(-4, 0)“ ist falsch: Minus vier entsteht beim Subtrahieren.

Die Antwort „(-2, 4)“ ist falsch: Das ist der erste Vektor allein.

Zum Weiterdenken: Der Summenvektor zeigt genau senkrecht nach oben. Wie erklärt sich das anschaulich aus der Lage der beiden Ausgangsvektoren?

MERKE

Vektoren addieren heißt Komponenten einzeln addieren — nie vermischen.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2021 · leicht · Lernziel: Vektoren komponentenweise addieren

M151 **B** (-7, 7)

Folgende Vektorrechnung ist gegeben: $(3, -5) + (4, -2) + c = 0$. Welche Werte muss Vektor c haben?

Richtig ist die Antwort „(-7, 7)“. Addiere zuerst die beiden bekannten Vektoren komponentenweise: drei plus vier ergibt sieben, minus fünf plus minus zwei ergibt minus sieben. Damit die Gesamtsumme der Nullvektor wird, muss der dritte Vektor genau das Gegenteil sein, also minus sieben und plus sieben. Anschaulich heißt das: Die drei Vektoren aneinandergelegt bilden ein geschlossenes Dreieck.

Die Antwort „(7, -7)“ ist falsch: Das ist die Summe der beiden bekannten Vektoren, nicht ihr Gegenteil.

Die Antwort „(7, 7)“ ist falsch: Hier stimmt die zweite Komponente nicht.

Die Antwort „(-7, -7)“ ist falsch: Hier stimmt die erste Komponente nicht.

Die Antwort „(0, 0)“ ist falsch: Der Nullvektor ließe die Summe unverändert.

Zum Weiterdenken: Drei Vektoren mit Summe null bilden ein geschlossenes Dreieck. Welche Rolle spielt dieser Gedanke beim Kräftegleichgewicht in der Physik?

MERKE

Summe null heißt: der gesuchte Vektor ist das Gegenteil der Summe der übrigen.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2022 · mittel · Lernziel: Einen fehlenden Vektor aus einer Summengleichung bestimmen

M152 **B** $\frac{1}{-6}$

Gegeben sind die Vektoren $A(\frac{1}{3})$ und $B\frac{2}{-3}$. Wie lautet der Vektor AB ?

Richtig ist die Antwort „ $\frac{1}{-6}$ “. Der Vektor von einem Punkt zu einem anderen ergibt sich als Zielpunkt minus Ausgangspunkt. Rechne komponentenweise: zwei minus eins ergibt eins, minus drei minus drei ergibt minus sechs. Der gesuchte Vektor lautet also eins und minus sechs. Merke dir die Reihenfolge als Spitze minus Fuß — sie wird häufig verwechselt, und das Ergebnis kehrt sich dabei um.

Die Antwort „ $\frac{-1}{-6}$ “ ist falsch: Hier wurde in umgekehrter Richtung gerechnet, also Ausgangspunkt minus Zielpunkt.

Die Antwort „(3/0)“ ist falsch: Hier wurden die Punkte addiert statt subtrahiert.

Die Antwort „ $\frac{-7}{7}$ “ ist falsch: Diese Werte lassen sich nicht herleiten.

Die Antwort „(7/7)“ ist falsch: Ebenso wenig.

Zum Weiterdenken: Vertauscht man die Reihenfolge, kehrt sich der Vektor um. Was bedeutet das anschaulich für den Weg zwischen zwei Punkten?

MERKE

Verbindungsvektor gleich Spitze minus Fuß — die Reihenfolge entscheidet die Richtung.

LEHRTEXT IM KURS

Vektorrechnung

MedAT 2023 · mittel · Lernziel: Den Verbindungsvektor zweier Punkte bilden

M153 **B** $(-6/2/9)$

Gegeben sind die Vektoren $A(3/-1/4)$ und $B(-3/1/13)$. Wie lautet der Richtungsvektor AB ?

Richtig ist die Antwort „(-6/2/9)“. Der Richtungsvektor von einem Punkt zum anderen ist Zielpunkt minus Ausgangspunkt, komponentenweise gerechnet. Erste Komponente: minus drei minus drei ergibt minus sechs. Zweite: eins minus minus eins ergibt eins plus eins gleich zwei. Dritte: dreizehn minus vier ergibt neun. Achte besonders auf die zweite Komponente, wo ein doppeltes Minuszeichen zum Plus wird.

Die Antwort „(6/-2/-9)“ ist falsch: Das ist der entgegengesetzte Vektor, also in umgekehrter Richtung gerechnet.

Die Antwort „(-6/-2/9)“ ist falsch: Hier stimmt das Vorzeichen der zweiten Komponente nicht.

Die Antwort „(0/0/9)“ ist falsch: Hier wurden die ersten beiden Komponenten addiert statt subtrahiert.

Die Antwort „(-6/2/-9)“ ist falsch: Hier stimmt das Vorzeichen der dritten Komponente nicht.

Zum Weiterdenken: Vier der fünf Antworten enthalten dieselben Zahlen mit anderen Vorzeichen. Wie gehst du eine solche Aufgabe an, um Vorzeichenfehler auszuschließen?

MERKE

Spitze minus Fuß, Komponente für Komponente — beim doppelten Minus zum Plus wechseln.

LEHRTEXT IM KURS**Vektorrechnung**

MedAT 2025 · mittel · Lernziel: Den Richtungsvektor im Raum bilden

SKALARPRODUKT

M154 **A** $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 0$

Zwei Vektoren $\mathbf{a}$ und $\mathbf{b}$ stehen senkrecht aufeinander. Welche Aussage ist richtig?

Richtig ist die Antwort „ $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 0$ “: Das Skalarprodukt zweier Vektoren ist gleich dem Produkt ihrer Beträge mal dem Cosinus des eingeschlossenen Winkels. Stehen beide senkrecht aufeinander, beträgt der Winkel neunzig Grad, dessen Cosinus null ist — das Skalarprodukt verschwindet also. Umgekehrt gilt das ebenso, weshalb sich damit rasch prüfen lässt, ob zwei Vektoren rechtwinklig zueinander stehen.

Die Antwort „ $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = 0$ “ ist falsch: Das Kreuzprodukt wird bei senkrechten Vektoren gerade maximal; es verschwindet umgekehrt bei parallelen.

Die Antwort „ $\mathbf{a} - \mathbf{b} = 0$ “ ist falsch: Die Differenz wird nur bei zwei gleichen Vektoren null.

Die Antwort „ $\mathbf{a} \div \mathbf{b} = 0$ “ ist falsch: Eine Division von Vektoren ist nicht definiert.

Die Antwort „ $|\mathbf{a}| = |\mathbf{b}|$ “ ist falsch: Gleiche Beträge sagen nichts über den Winkel aus.

Zum Weiterdenken: Das Skalarprodukt verschwindet bei senkrechten, das Kreuzprodukt bei parallelen Vektoren. Wie erklärt der Cosinus beziehungsweise der Sinus im jeweiligen Ausdruck genau dieses Verhalten?

MERKE

Skalarprodukt null heißt senkrecht, Kreuzprodukt null heißt parallel.

LEHRTEXT IM KURS**Vektorrechnung**

MedAT 2021 · schwer · Lernziel: Das Skalarprodukt als Prüfgröße für Rechtwinkligkeit nutzen

M155 **C** -2

Gegeben sind die Vektoren $\mathbf{a} = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix}$ und $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \end{pmatrix}$. Wie groß ist das Skalarprodukt $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$?

Richtig ist die Antwort „-2“: Das Skalarprodukt entsteht, indem du die zusammengehörigen Komponenten multiplizierst und die Ergebnisse addierst:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 2 \cdot 5 + (-3) \cdot 4 = 10 - 12 = -2$$

Anders als bei Addition und Subtraktion ist das Ergebnis kein Vektor mehr, sondern eine reine Zahl — daher der Name. Dass es negativ ausfällt, bedeutet wegen $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\mathbf{a}||\mathbf{b}|\cos\phi$, dass die beiden Vektoren einen stumpfen Winkel einschließen.

Die Antwort „-12“ ist falsch: Minus zwölf ist nur das zweite Teilprodukt.

Die Antwort „-8“ ist falsch: Minus acht lässt sich nicht herleiten.

Die Antwort „2“ ist falsch: Plus zwei kehrt das Vorzeichen um.

Die Antwort „8“ ist falsch: Plus acht ebenso wenig herleitbar.

Zum Weiterdenken: Ein negatives Skalarprodukt bedeutet einen stumpfen Winkel. Was bedeutet folglich ein positives, und was ein verschwindendes?

MERKE

$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y$ — das Ergebnis ist eine Zahl, kein Vektor.

LEHRTEXT IM KURS**Vektorrechnung**

MedAT 2024 · mittel · Lernziel: Das Skalarprodukt zweier Vektoren berechnen

WEITERLERNEN · TEIL IV ABGESCHLOSSEN

Bei Mathematik zählt der Rechenweg, nicht das Ergebnis. Im Kurs steht er *Schritt für Schritt*.

47

Kursthemen, aus jeder Lösung direkt verlinkt

2.416

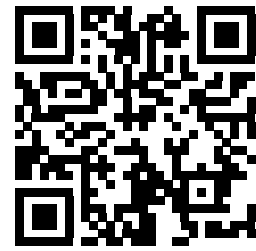
eigene Übungsfragen zu allen 47 Themen

181

Formeln und Konstanten zum Ausdrucken

- **Hinter jeder Lösung ein ganzes Kapitel.** Die Zeile unter der Begründung nennt das Kursthema und führt dich am Bildschirm direkt hinein — mit Abbildungen, Merksätzen und typischen Fallen.
- **Lehrtext zu jedem Stichwort.** Auf den MedAT zugeschnitten statt Lehrbuch zum Querlesen, durchgehend bebildert, mit Merksätzen und typischen Fallen.
- **Diagnostik nach jeder Runde.** Die Auswertung zeigt dir, welches Stichwort dich Punkte kostet und was als Nächstes dran ist.

mission-medizin.de · Lehrtexte, Übungsfragen und Auswertung

**SCANNEN**

Rechenwege Schritt für Schritt

WEITERLERNEN

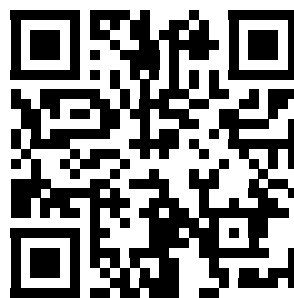
Du weißt jetzt, warum. Bleibt die Frage, was als Nächstes dran ist.

Diese beiden Hefte zeigen dir den Stoff und die Begründung. Der Kurs auf mission-medizin.de zeigt dir zusätzlich, wo du stehst — und übernimmt die Buchführung darüber, was du schon kannst.

- **Dieselben 1.237 Erklärungen, aber durchsuchbar** — und jede mit der Abbildung aus dem Lehrtext an Ort und Stelle statt eines Verweises.
- **2.416 zusätzliche Übungsfragen.** Eigens geschrieben, verteilt auf alle 47 Themen des Basiskonntnistests — damit dir nach den Altfragen nicht der Stoff ausgeht.
- **Lehrtexte zu jedem Thema, durchgehend bebildert.** Kein Lehrbuchtext zum Querlesen, sondern auf den MedAT zugeschnitten, mit Merksätzen, typischen Fallen und Rechenwegen.
- **Formelsammlung mit 181 Formeln und Konstanten** aus Chemie, Physik und Mathematik, nach Fach und Thema geordnet und zum Ausdrucken.
- **Die komplette Altfragen-Statistik.** Welche Themen wie oft geprüft wurden, wie viele deiner 40 Biologiefragen auf welches Stichwort entfallen und in welchen Jahren genau gefragt wurde.
- **Diagnostik statt Bauchgefühl.** Die Auswertung zeigt dir nach jeder Übungsrunde, wo du stehst und welches Thema als Nächstes dran ist.

Der komplette MedAT-Kurs

mission-medizin.de



DIREKT ZUM KURS
Code scannen oder tippen

Deniz Tafrali

Autor der MedAT-Lernskripte bei Elsevier. Seit 2018 über 47.000 verkaufte Exemplare, Band 1 in der vierten Auflage.