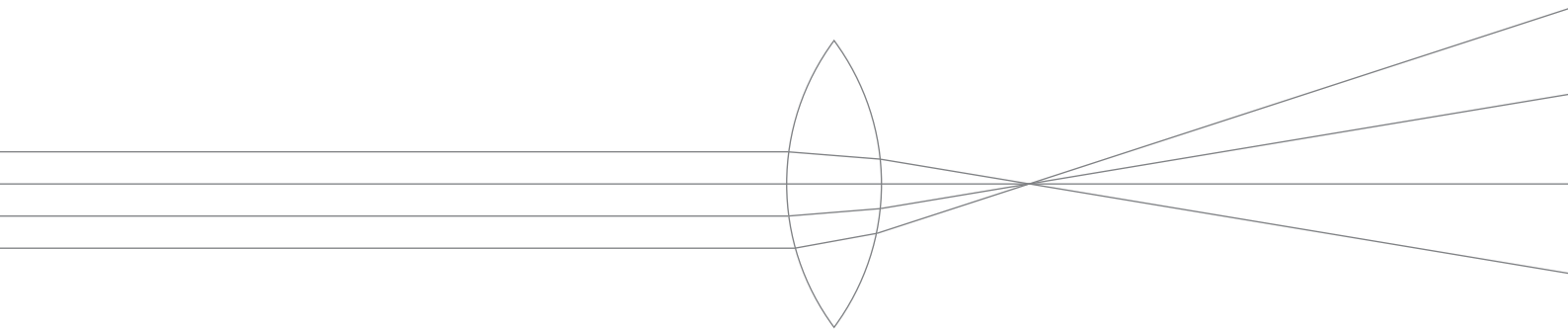


Impulse Physik 7–10

Arbeitsbuch 1
Lösungen



Ernst Klett Verlag
Stuttgart · Leipzig

Das zugehörige Unterrichtswerk **Impulse Physik Rheinland-Pfalz Arbeitsbuch 1** wurde auf der Grundlage der Ausgaben **Impulse Physik Niedersachsen**, **Impulse Physik Hessen Sekundarstufe I**, **Impulse Physik Baden-Württemberg**, **Impulse Physik Thüringen**, **Impulse Physik Bayern**, **Impulse Physik Arbeitsblätter** und **Arbeitsblätter Plus Physik 1+2** erstellt.

Deren Autorinnen und Autoren sind: Heinz-Willi Bladt, Wilhelm Bredthauer, Klaus Gerd Bruns, Heinz Joachim Ciprina, Dr. Bodo Cramer, Martin Donat, Christian Feldmann, Dr. Berthold Freytag, Jörn Gerdes, Martin Grote, Ursula Gutjahr, Georg Heinrichs, Rolf Herold, Dr. German Hacker, Dr. Thilo Höfer, Ulrich Janzen, Walter Jordan, Florian Karsten, Tobias Kirschbaum, Reiner Kohl, Harald Köhncke, Martin Kramer, Wolfgang Kugel, Helmut Kuhaupt, Jens Maier, Alexander Mittag, Detlef Müller, Dr. Michael Neffgen, Norbert Nuscher, Johannes Opladen, Uwe Petzschler, Jürgen Reimers, Norbert Schell, Martin Schmidt, Dr. Helmut Schmöger, Dr. Peter Siebert, Till Stephan, Sven Stötzer, Dr. Klaus Weber, Oliver Wegner, Horst Welker, Anton Wiedemann, Nicola Wölbern, Christian Wolf, Michael Wolf, Dr. Frank Zimmerschied.

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.
Hinweis zu § 52 a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.
Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren nur mit Genehmigung des Verlags.

© Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2014. Alle Rechte vorbehalten. www.klett.de

Zum Unterrichtswerk *Impulse* Physik

Die grundlegende Konzeption von *Impulse* Physik

Physikbücher werden immer noch selten im Unterricht herangezogen oder zu Hause von den Schülern zur Nachbereitung verwendet. Viele Lehrkräfte nutzen die Möglichkeiten eines Schulbuches nicht, weil es vermeintlich ihre methodische Freiheit einengt. Um diese Vorbehalte zu entkräften, wurde die Konzeption von „Impulse Physik“ vor allem daraufhin ausgelegt, Schüler zum selbsttätigen Wissenserwerb anzuregen und Lehrerin oder Lehrer größtmögliche Freiheit in der Unterrichtsgestaltung zu bieten. Folgende Aspekte sollen dies verdeutlichen:

Effizientes Lernen außerhalb des Unterrichts

Verbesserung der Verwendbarkeit durch

- Einschränkung der Zahl verwendeter Fachbegriffe,
- Trennung von Beschreibung und Deutung,
- Hervorheben typischer physikalischer Denk- und Arbeitsweisen,
- Differenzierung des Stoffes in grundlegende und ergänzende Inhalte,
- Bezug zu fächerübergreifenden Fragen mit Anregungen für Schülerreferate u.Ä.,
- Projektvorschläge mit Grundinformationen und Arbeitsaufträgen,
- Strukturierung der Übungsteile mit Beispiellösungen, Gliederung nach Teilgebieten bzw. Schwierigkeitsgrad, Einbezug experimenteller Heimversuche, zeitgemäße Aufgabenkultur.

Motivation und schülergerechte Lernhilfen

Verstärkte Unterstützung von Schülerinnen und Schülern insbesondere durch

- Anknüpfen der Inhalte an Alltag bzw. Lebenswelt von Mädchen und Jungen,
- unterrichtsnahe Beschreibung von Experimenten,
- Stoffbeschränkung und verringerte Zahl nicht zwingend notwendiger Fachbegriffe,
- geschlossen formulierte Darstellungen, die sich auf das Wesentliche konzentrieren,
- Verständnis ohne Bindung an bestimmte Unterrichtswege,
- Visualisierung durch Textgliederung und in sich verständliche Illustrationen,
- interessante Zusatzinformationen, die klar vom Lehrtext abgehoben werden,
- Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte durch Rückblicke mit Fragen und Bildern aus der täglichen Erfahrungswelt.

Methodische Freiheit und variable Unterrichtsvorbereitung

Verstärkte Unterstützung bei der eigenen Unterrichtskonzeption durch

- ein Bausteinprinzip mit einer übersichtlichen Gestaltung und Stoffzuordnung, welches Variationen des Unterrichtsganges in weiten Grenzen erlaubt,
- zahlreiche Konstruktionsmöglichkeiten eines eigenen Unterrichtsganges, ohne dass die Nachbereitung mit dem Buch für die Schülerinnen und Schüler erschwert wird,
- Schwerpunkt auf tragenden, traditionellen Schulexperimenten und einfachen Handversuchen gleichermaßen mit der Möglichkeit zur individuellen Ergänzung und Abänderung,
- Optionen für zahlreiche Schülerexperimente und einfache Freihandversuche,
- nachvollziehbare Kriterien für eine Stoffbeschränkung, exemplarische Darstellung der Denk- und Arbeitsweisen, Vermeiden unnötiger Fachbegriffe,
- Trennung von Versuchsbeschreibungen und Lehrtext, sodass die experimentelle Leitlinie und damit das physikalische Denken deutlich gemacht werden kann.

Formale Gliederung von *Impulse* Physik

„Impulse Physik“ ist ein nach verschiedenen Anforderungen modularstrukturiertes Lehrwerk. Der Lehrgang im Buch zeichnet sich durch seine geradlinige Sprache und seine Anpassungsfähigkeit an den tatsächlichen Unterricht aus. Die Konzeption von „Impulse Physik“ beruht auf einer Optimierung des physikalischen Lernstoffes durch bewusste Auswahl der Fachbegriffe ohne inhaltliche Abstriche. Die Auswahl zusätzlicher Inhalte schafft zusammen mit der modularen Anordnung Freiräume für individuelle Anordnungen und Schwerpunkte. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, hat das Werk eine äußerlich leicht erkennbare Struktur erhalten:

Zum Aufbau von *Impulse* Physik Arbeitsbuch

Klare Gestaltungs-
merkmale der
Bausteine (Module)

Der Inhalt des „Impulse-Physik-Arbeitsbuches“ wird in die durch den Lehrplan vorgegebenen Themenfelder aufgeteilt. Alle Kapitel des Lehrbuches sind in ihrem Aufbau gleichartig gestaltet. Es gibt lediglich sieben verschiedene Bausteine, MODULE. Innerhalb eines Moduls ist der Text in zwei Spalten angelegt (Ausnahmen sind die Arbeitsblätter und die Teste-dich-selbst-Seiten). Bei den Darstellungen in der Randspalte handelt es sich um ergänzende Informationen, die allerdings bestimmte Gesichtspunkte besonders deutlich hervorheben sollen. Die Abbildungsnummerierung beginnt auf jeder Seite neu.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Module:

MODUL 1 Kapiteleinstieg

Alle Kapitel bzw. Themenfelder beginnen mit einer Kapiteleinstiegsseite.

Funktion:

- Motivation für Schüler und Orientierung über Zielsetzung (Interesse und Neugier wecken),
- Anregung für Lehrer zum Unterrichtseinstieg (liefert wesentliche Gedanken zum zentralen Inhalt des Kapitels),
- äußerlich erkennbarer Beginn eines neuen Themas.

MODUL 2 Versuche

Dieser Text enthält die experimentellen Grundlagen für den folgenden Lehrtext. Dieser MODUL kann in einem Kapitel mehrmals auftreten und ist auf hellblauem Hintergrund gedruckt. Die Versuche werden in jedem MODUL 2 neu gezählt.

Der Versuchsaufbau wird nur bei Bedarf (gegenständlich) gezeigt. Gelegentlich sind wichtige Hinweise zur Durchführung angegeben. Im Text werden Aufbau, Durchführung und Beobachtungen (u. a. durch Messwerte), jedoch ohne Erklärungen, beschrieben. Diese experimentelle Basisinformation bietet so Freiraum für eigenständiges physikalisches Denken.

Ergänzende Versuche werden in MODUL 4, MODUL 5 oder in MODUL 6 als Freihandversuche, Heimversuche, eigenständige Projektarbeiten, Bastelanleitungen etc. dargestellt.

Funktion:

- Beschreibung der Grundversuche als praxisgerechtes Angebot ohne Verpflichtung,
- Bereitstellung der experimentellen Aussagen für MODUL 3.

MODUL 3 Grundwissen

Dies ist der Hauptlehrtext des Buches mit der Wiedergabe der Probleme, Begriffsdefinitionen und Erläuterungen im Begründungszusammenhang. MODUL 3 kommt in jedem Kapitel, meist mehrfach – jeweils im Anschluss an ein MODUL 2 und im Wechsel mit MODUL 4 oder 5 – vor. Der Text ist in kleine, sprachlich möglichst einfache Absätze gegliedert. Hervorhebungen im Text (halbfett) und rote Punktmarkierungen weisen auf besonders wichtige Formulierungen hin. Zur Veranschaulichung dienen Fotos der Phänomene oder Grafiken. Nur wesentliche und allgemein gültige experimentelle Details werden dargelegt. Die Zielsetzung des Textes wird durch Überschriften und durch Hervorhebungen der wichtigsten Inhalte (Merksätze, Begriffsdefinitionen, zusammenfassende Grafiken und Tabellen) klar erkennbar. Die Anzahl der Abbildungen richtet sich nach den inhaltlichen Erfordernissen.

Funktion:

- Thematisierung der wesentlichen Phänomene, Versuche, Erklärungen, Anwendungen (dabei erhält anfangs die strukturgerechte Wiedergabe der Physik mehr Bedeutung als die fachliche Präzision in einschränkenden oder ergänzenden Details),
- Schilderung des experimentellen Zusammenhanges unabhängig von der unterrichtlichen Situation (im Normalfall ohne explizite Verweise auf die Versuche in MODUL 2),
- oft Überprüfung des Grundwissens durch Kontrollfragen am Modulende.

MODUL 4
Ergänzungsteil

In diesem Modul („Physik überall“) sind überschaubare Erweiterungen und Vertiefungen des Stoffes enthalten, die nicht unbedingt zum weiteren Verständnis des Lehrganges in MODUL 3 erforderlich sind. Sie sprechen Themen an, die dem allgemeinen Wissensbedürfnis der Schüler entgegenkommen: Übersichten und Bezüge zur Umwelt, Informationen aus der Technik, Medizin, Geschichte etc. In Bezug auf die Herstellung von Kontexten und zur Schulung der Transferfähigkeit ist der Modul Anregung und Leitfaden zugleich. Der MODUL 4 kann mehrfach im Wechsel mit MODUL 3 auftreten. Der Text ist mit einer hellbraunen Unterlegung des ganzen Textes von MODUL 3 unterschieden.

Funktion:

- Erweiterung und Vertiefung in anspruchsvollerer Sprache und Informationsdichte,
- enthalten auch die über den Text in MODUL 3 hinausgehenden vertiefenden Lehrplanforderungen,
- Texte eignen sich zur Niveaudifferenzierung,
- bieten Zusatzstoff für interessierte Schüler.

MODUL 5A
Kompetenz

Auf zusätzlichen mit blauen Fahnen und grauem Hintergrund kenntlich gemachten Kompetenz-Seiten werden inhaltsnah typische Vorgehensweisen und Arbeitsmethoden der Physik bzw. Naturwissenschaften beschrieben, um die Schülerinnen und Schüler auch stärker zu selbstständigem Experimentieren, Modellieren und Formalisieren anzuleiten und zu motivieren und ihr spezifisches Methodenrepertoire zu erweitern und zu festigen. Der mathematisierende Charakter dieser Seiten nimmt im Verlauf der Schuljahre zu. Am Anfang werden somit auch noch grundlegende Arbeitstechniken wie z. B. Protokoll- und Versuchsführung sowie allgemeine Kompetenzen wie z. B. Präsentieren von Ergebnissen vorgestellt.

Funktion:

- Förderung der naturwissenschaftlichen Methodenkompetenzen,
- behutsame, aber beständige Heranführung an Mathematisierung von physikalischen Problemen,
- Motivation der Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen planmäßigen Experimentieren und Auswerten.

MODUL 5B
Werkstatt

Verwandt mit den Kompetenz-Seiten sind die Werkstatt-Seiten. Auf diesen Seiten findet die Lehrkraft Anregungen für experimentelle Unterrichtsphasen, auch in methodischen Variationen (Lernstationen, experimentelle Partner-/Gruppenarbeit, Gruppenpuzzle usw.)

Funktion:

- Motivation der Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen planmäßigen Experimentieren und Auswerten.

MODUL 6
Arbeitsblätter

Der Modul enthält an entsprechenden Stellen im Kapitel ganzseitige Arbeitsblätter mit passgenauen Inhalten zum Üben, Vertiefen, Kontrollieren und Experimentieren.

Funktion:

- Angebot von praktischen Übungs- und Vertiefungsaufgaben,
- Anregung zu praktischen Schülerexperimenten,
- Auswahlmöglichkeiten durch umfangreiches Aufgabenmaterial.

MODUL 7
Teste dich selbst

Der Modul enthält ganzseitig Kontrollfragen zu dem jeweiligen Themenfeld zur Selbstkontrolle mit Online-Code zum Nachschlagen der Lösungen.

Hinweise zur Arbeit mit dem Buch

Im Physikunterricht ist ein abwechslungsreiches methodisches Vorgehen erforderlich. „Impulse Physik“ bietet dazu vielfältige Möglichkeiten unter Berücksichtigung neuerer Ergebnisse der Lehr- und Lernforschung. Der Wissenserwerb wird heute als Einbettungs- und Verankerungsprozess gesehen, bei dem Neues in eine bestehende individuelle Struktur, die sich aus Erfahrungen des Individuums aus der Vergangenheit herausgebildet hat, eingeknüpft werden muss. Dieses Einknüpfen ist aber kein Subsumieren, sondern ein aktiver Vorgang, der seinerseits wieder zu einer Bereicherung der Struktur führt, indem neue Verknüpfungen entstehen. Folgerungen aus dieser Sichtweise des Lernens für den Unterricht sind: unterschiedliche Zugangswege, Handlungsorientierung, Aktivierung des Vorwissens, Nachhaltigkeit und Lernerautonomie. Unter Lernerautonomie wird dabei die Möglichkeit der eigenen Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen und die Möglichkeit, den eigenen Lernweg zu reflektieren, verstanden.

Methodische Hilfestellungen dazu bietet das Buch mit seinen verschiedenen handlungsorientierten Zugangswegen an.

Während die Lesetexte auf den Physik-überall-Seiten Kontexte herstellen, oft fächerübergreifenden Charakter haben und die Bedeutung der Physik für Mensch und Gesellschaft aufzeigen, bilden die Arbeitsblätter, Kompetenz- und Werkstatt-Seiten einen weiteren Schwerpunkt des Buches. Auf den verschiedenen Kompetenz-Seiten werden immer wieder typische Vorgehensweisen der Physik, wie z. B. Versuchsprotokoll erstellen, physikalisch argumentieren usw., aber auch allgemeine Kompetenzen, wie z. B. Ergebnisse präsentieren, thematisiert. Die Werkstatt-Seiten und Arbeitsblätter geben Anregungen für eigenständiges Handeln der Schülerinnen und Schüler entweder in Form von Lernstationen oder in Form von Unterrichtssituationen für Partner- oder Gruppenarbeit. Diese Seiten müssen keineswegs alle und auch nicht in gleicher Gewichtung im Unterricht behandelt werden.

Kapitel Schall und Wechselwirkung

Lösungen und Hinweise zu den Arbeitsaufträgen

- Aufträge S. 6**
- Vom Hören**
A1 Individuelle Schülerlösungen
Beispiele: **Schallquellen**: natürliche und künstliche/technische: sämtliche Tierlaute, Stimmen/ Gesang, Schritte/Laufen, Windgeräusche, Wellenschlag, Meeresrauschen usw. – Musik, Signaltöne, Betrieb von Maschinen, Verkehr: Motoren, Düsen, Abrollen von Rädern, Auspuff, Luftzug usw.; **Wahrnehmung** insbesondere über Hören (v.a. Ohren) und Fühlen von Vibrationen (Hände/Pfoten, Tasthaare usw.).
- Aufträge S. 14**
- Echo und Nachhall**
A1 Gesamtweg $s = v \cdot t = 1522 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,5 \text{ s} = 761 \text{ m}$.
Die Meerestiefe beträgt die Hälfte des Gesamtweges, also ca. 380 m.
- Aufträge S. 15**
- Spickzettel**
A1 Individuelle Schülerlösungen
- Aufträge S. 19**
- Wie schützt man sich vor Lärm?**
A1 Individuelle Schülerlösungen; wesentlich sind v.a. die Aspekte im Schülerband, S.18/19 und die danach genannten Aspekte (Bewuchs, Schallschutzfenster, Schalldämmung der Mauern); weitere Aspekte sind u.a.: Trennung von Wohn- und Gewerbe-/Industriegebieten; intelligente Verkehrsplanung (Wegeführung, Verkehrsregelung); Geschwindigkeitsbeschränkungen; Schallschutz auch bei anderen Verkehrsmitteln (Eisenbahnen, Flugzeuge), z.B. durch Unterfütterung der Schienen, Konstruktion leiser Triebwerke und Bremsen; Design und Oberfläche von Verkehrsmitteln usw.

Kapitel Licht und Wechselwirkung

Lösungen und Hinweise zu den Arbeitsaufträgen

Aufträge S. 23

Licht trifft auf Gegenstände

A1 Vom Papier wird das Licht in alle Richtungen ungerichtet reflektiert (ungerichtete Reflexion). Man kann es aus allen Richtungen gleich hell sehen. Der Spiegel reflektiert das Licht vollständig in eine bestimmte Richtung (gerichtete Reflexion). Nur in dieser Richtung leuchtet die Spiegelfläche hell auf.

A2 Das Licht wird bei nasser Straße in Fahrtrichtung (nach vorn) reflektiert.

A3 Die Insassen sind vor Blicken geschützt und es gelangt trotzdem Licht in das Wageninnere.

Aufträge S. 24

Energie unterwegs mit Licht

A1 Fotovoltaik wird zum Betrieb von kleinsten elektrischen Geräten bis hin zu großen Anlagen (direkte Umsetzung oder Speicherung in Akkumulatoren) bzw. zur Einspeisung ins Stromnetz genutzt: z. B. Implantate, Sensoren, Sonden, Uhren, Taschenrechner, Musikplayer, Lampen, Weidezäune, Roboter, Messgeräte, Signaleinrichtungen, (Park-, Bank-)Automaten, Fahrzeuge (auch Satelliten, Raumsonden, Raumstationen), Maschinen, Fabriken oder Solarkraftwerke.

A2 Natur: Durch Sonnenlicht Erwärmung der gesamten Erde bzw. Erdoberfläche, d. h. von Landmassen und Gewässern (Meere, Seen, Flüsse) und der jeweils dort befindlichen Lebewesen, Objekte, Körper, Formationen usw. Die Unterschiede bei direkter Sonneneinstrahlung und Schatten sind mess- und spürbar. Konkrete Beispiele: Oberflächenwasser, Gesteinskörper, Sedimente/Böden, Bewuchs/Pflanzen, Tiere usw. Ohne Sonnenenergie wäre das bekannte Leben auf der Erde gar nicht möglich, andererseits müssen sich viele Lebewesen vor zu viel Sonnenenergie schützen (Sonnenbrand!).

Technik: S. o.; zunächst einmal werden durch Sonnenlicht auch sämtliche Infrastruktureinrichtungen (Verkehrswege, künstliche Gewässer), Gebäude, Anlagen usw. erwärmt, und müssen teilweise ebenfalls vor zu starker Sonneneinstrahlung geschützt werden. Die Erwärmung durch Sonnenlicht kann zu Heizzwecken (Glasgebäude, Treibhäuser), Warmwassergewinnung (Solarthermie), Stromerzeugung (Fotovoltaik, Solarzellen) oder Wachstumsförderung von Pflanzen usw. (Treibhäuser) genutzt werden (s. A1). Künstlich erzeugtes Rotlicht, Glühlampen, gebündeltes Licht bis hin zu Lasern können in Industrie, Technik, Medizin oder Alltag für Herstellungs- oder Analysezwecke, therapeutische Maßnahmen, Beleuchtung, Signalgebung usw. verwendet werden.

Aufträge S. 25

Experimente planen und durchführen

A1 Aufbau und Durchführung analog zum Versuchsaufbau im Schülerband, S. 25, B2. Bedingungen für einen fairen Vergleich sind: gleiche Messanordnung, gleicher Abstand und Position der Taschenlampen zu den Solarzellen.

Aufträge S. 26

Licht breitet sich geradlinig aus

A1 Das Laserlicht ist sehr schmal gebündelt und sehr intensiv. Das Licht trifft auf kleine Teilchen (z. B. Staub) in der Luft, wird an diesen reflektiert und gelangt wegen seiner Intensität auch bei großer Entfernung in unsere Augen.

A2 Im Allgemeinen beobachtet man ein geradlinig begrenztes Lichtbündel.

Aufträge S. 29

Licht und Schatten

A1 Straße und Katze werden von drei Straßenlaternen beleuchtet. Hinter der Katze entstehen jeweils in Richtung zu den Laternen drei verschiedenen große Schattenräume. Die hellste Laterne in der Nähe der Katze erzeugt den dunkelsten, aber auch kürzesten Schatten. Von den weiter entfernten Laternen ergeben sich längere, aber nicht so dunkle Schatten.

A2 Ausgehend von (punktförmiger!) Lichtquelle durch Projektion der Randstrahlen über den Gegenstand.

Aufträge S. 29	A3 Leuchtstoffröhren sind keine punktförmigen, sondern ausgedehnte Lichtquellen, die verschwommene Schattenränder erzeugen.
Aufträge S. 34	Die Brechung des Lichts A1 Beim Übergang von Wasser (durchsichtiger Stoff 1) in Luft (durchsichtiger Stoff 2) ändert sich die Ausbreitungsrichtung des Lichtbündels, das vom Tassenboden ausgeht; es wird geknickt. So kann man den Tassenboden auch ohne gerade Sichtverbindung sehen.
Aufträge S. 35	Die Brechung des Lichts A1 Je flacher die Messkurve verläuft, desto stärker ist die Brechung des Lichtes beim Übergang von Luft in diesen Stoff.
Aufträge S. 37	Physikalisch argumentieren A1 Bei senkrechter Blickrichtung (Lot; Licht trifft senkrecht auf Grenzfläche Luft – Glas bzw. Glas – Luft) ergibt sich keine Brechung und damit kein Versatz des Lichtweges.
Aufträge S. 38	Messen – Dokumentieren – Vorhersagen A1 Man überträgt die (ausgewählten) Wertepaare auf die Achsen von Koordinatensystemen. Die Achsen müssen gemäß den Werten in geeigneter Weise unterteilt sein. Aus einem Diagramm liest man die Werte ab, indem man sie mit den auf den Achsen abgetragenen Werten vergleicht. Anmerkung: Hier können die verschiedenen Darstellungsformen (Kurven-/Balkendiagramm) vorgestellt und die Maßstabsproblematik skizziert werden. A2 Individuelle Schülerlösung. Wesentlich ist, dass das Lichtbündel beim Durchgang durch die Glasplatte parallel versetzt wird (Ausnahme $\alpha = 0^\circ$) A3 Je nach Position (d. h. Blickrichtung) und Dicke der Fensterscheibe erfolgt ein gewisser Versatz des Lichtweges (vgl. A2 und Schülerband, S. 37, B1 und B3).
Aufträge S. 40	Optische Linsen A1 Beim Durchgang durch die Linse wird das Licht zweimal gebrochen (Grenze Luft – Glas und Glas – Luft). Der Lichtweg ist umkehrbar, so dass man beidseits der Linse einen Brennpunkt erhält.
Aufträge S. 44	Linsen vergrößern A1 Die Vergrößerung einer Lupe ist das Verhältnis aus dem Sehwinkel mit Lupe zu dem Sehwinkel ohne Lupe. Gleichwertig kann auch gesagt werden: Die Vergrößerung der Lupe ist das Verhältnis der Bildgröße eines Gegenstandes im Auge mit Lupe zur Bildgröße des Gegenstandes im Auge beim Betrachten mit bloßem Auge aus 25 cm Entfernung.

Kapitel Temperatur und Materie

Lösungen und Hinweise zu den Arbeitsaufträgen

Aufträge S. 51

Bewegung der Teilchen – Diffusion

A1 Zucker im Tee, Gerüche in der Luft

A2 Ursache ist die Teilchenbewegung, die zur selbstständigen Durchmischung führt.

A3 Durch die größeren Teilchenabstände können die Teilchen größere Wege bei ihren Schwingungen zurücklegen und sich so schneller ausbreiten. Je höher die Temperatur, desto stärker ist die Teilchenbewegung und somit auch die Durchmischung.

Aufträge S. 53

Die Temperatur

A1

Lord Kelvin: unterer Fixpunkt: Nullpunkt 0 K bei niedrigstmöglicher Temperatur von -273°C ; Temperaturunterschied von 1 K entspricht dem von 1°C .

Gabriel Fahrenheit: unterer Fixpunkt: Kältemischung (Eis, Wasser, Salmiak): 0°F
oberer Fixpunkt: Körpertemperatur Mensch: 96°F .

Réaumur: Fixpunkte wie Celsius, aber oberer Fixpunkt 80°Réaumur .

A2 Besser: „Umgebungstemperatur“. Gemeint ist dabei die Temperatur der umgebenden Luft.

Aufträge S. 55

Diagramme erstellen

A1 Individuelle Schülerlösungen, z. B.:

Welche Rolle spielt die Anfangstemperatur?

Welche Rolle spielt die Art der Erwärmung des Wassers („richtiges“ Kochen auf Herdplatte oder in einem Wasserkocher; Durchlauf durch Tee-Automat; Erhitzen in Mikrowelle)?

Gelingt es bei kleinerer Anfangstemperatur besser, die Temperatur annähernd konstant zu halten?

Kann man das Stövchen verbessern, z. B. indem man den Abstand vom Teelicht zur Kanne verändert?

Wie wirkt es sich aus, wenn der Deckel des Stövchens entfernt wird?

Ist eine Porzellankanne besser geeignet als eine Glaskanne?

Welche Rolle spielt die Umgebungstemperatur?

Welche Rolle spielt der Luftdruck (die absolute Höhe des Experimentierortes)?
usw.

A2 Die Versuchsplanung ergibt sich direkt aus der Fragestellung.

Beispiel: Auswirkung der Umgebungstemperatur:

Messung einmal in einem warmen Raum und einmal im kühlen Keller oder in einer kühlen

Garage durchführen. Dabei ist zu beachten, dass jeweils dasselbe Gefäß, dieselbe Wassermenge und dieselbe Ausgangstemperatur beim Wasser benutzt werden.

Aufträge S. 56

Bratfett bei verschiedenen Temperaturen

A1

	Natur	Alltag, Haushalt, Technik
Verdampfen/Verdunsten	Verdunstung von See-, Fluss- und Meerwasser; Geysire	erhitztes Wasser, Wäsche trocknen
Kondensieren	Regen; Tau; Nebel; Wolken	Kondensstreifen; Kondensations-trockner; Dunst in Bad/Küche; Beschlagen von Fenstern u. Ä.
Schmelzen	Schnee- und Eisschmelze, Gestein in Lava/Magma	Fett schmelzen; Metallschmelze (Hochöfen)
Erstarren	gefrierende Gewässer; erkaltende Lava bzw. erstarrendes Magma	Fettherstellung; Eisherstellung; Metallherstellung;
Sublimieren (hier nicht eingeführt)	Schnee kann direkt vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand übergehen.	Erwärmung von festem Iod
Resublimieren (hier nicht eingeführt)	Eisblumen an kalten Fenstern	Abkühlen von Ioddampf

A2 Um festes Bratfett zu verflüssigen, also zu schmelzen, erwärmt man es im Topf/in der Pfanne. Im Teilchenmodell stellt man sich vor, dass mit zunehmender Temperatur die Bewegung der Teilchen zunimmt. Dadurch vergrößert sich auch ihr gegenseitiger Abstand und damit das Volumen bei Erwärmung bzw. bei den entsprechenden Aggregatzustandsänderungen Schmelzen und Verdampfen/Verdunsten.

Aufträge S. 58

Feste Körper dehnen sich aus

A1 Wenn man nur zwei Teelichter benutzt, wird (zunächst) nur ein Teil des Drahtes erwärmt. Nur dieser Teil dehnt sich aus. Insgesamt steigt die Temperatur des Drahtes nicht so hoch wie bei der Verwendung von mehreren Teelichtern.

A2 a) Nach dem Abkühlen ist die Rußschicht immer noch auf der Kugel. Sie passt dann trotzdem durch das Loch.

b) Indem man die Kugel indirekt erhitzt, etwa über einem Drahtnetz zwischen Brennerflamme und Kugel.

Aufträge S. 61

Vermutungen durch Experimente überprüfen

A1 Der Zeiger des Thermometers ist an einem zusammengerollten Bimetallstreifen befestigt. Auf der Innenseite dieser Bimetallspirale befindet sich das Metall, das sich bei Temperaturerhöhung stärker ausdehnt. Nimmt die Temperatur zu, so weitet sich die Spirale und der Zeiger dreht sich nach rechts.

Aufträge S. 62

Flüssigkeiten und Gase dehnen sich aus

A1 Das im Ball eingeschlossene Gas dehnt sich bei Erwärmung stärker aus als die feste Hülle des Tischtennisballes. Dies führt zur Vergrößerung des Druckes im Ball, sodass sich die Hülle wieder auswölben kann.

A2 Wenn die Luftmatratze in der Sonne aufgepumpt wird, wird sie mit warmer Luft gefüllt bzw. wird die eingeschlossene Luft durch die Sonneneinstrahlung erwärmt. Nachts kühlt die eingeschlossene Luft ab und zieht sich zusammen. Dadurch wird die Luftmatratze schlaff.

A3 Beim Tanken kommt das Benzin gewöhnlich aus kalten unterirdischen Tanks. Im Tank des Autos steigt die Temperatur des Benzins. Dadurch dehnt sich das Benzin aus. Wenn man den Tank randvoll macht, läuft das Benzin über.

Aufträge S. 62

A4 Der Messbecher wird vollständig mit Wasser gefüllt und mit der Öffnung nach unten in das Wasserbecken gehalten. Das Glasrohr des Gefäßes wird unter die Öffnung des Messbechers gehalten, sodass die ausströmende Luft das Wasser aus dem Messbecher verdrängt.

Aufträge S. 63

Unterschiedliche Ausdehnung

A1 Je höher die Temperatur ist, desto größer ist die Steighöhe. Je dicker das Steigrohr ist, desto geringer ist die Steighöhe. Je größer der Vorratsbehälter ist, desto größer ist die Steighöhe.

A2 Wenn man diese Größen gleichzeitig ändert, kann man nicht herausfinden, welche Wirkung die Änderung einer dieser Größen hat.

Kapitel Bewegung und Wechselwirkung

Lösungen und Hinweise zu den Arbeitsaufträgen

Bewegungen

Aufträge S.71

A1 Siehe Schülerband, S.71, **B1** (Bewegungsarten) und S.70, **B5** (Bewegungsformen).

A2 Individuelle Schülerlösungen (siehe Beispiele im Schülerbuch, S.70/71).

A3 Bei der gleichförmigen Bewegung werden in gleichen Zeitspannen gleiche Strecken zurückgelegt, bei der ungleichförmigen Bewegung nicht.

Aufträge S.73

Schnell und langsam

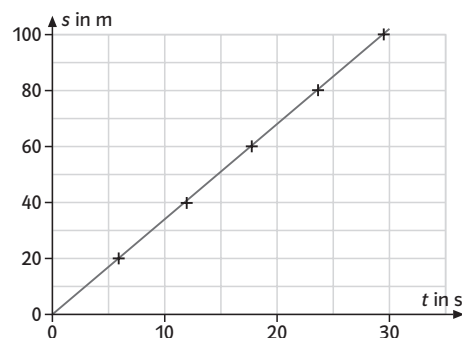
A1 Im t - s -Diagramm ist die schnellere Lok daran zu erkennen, dass in der gleichen Zeit ein größerer Weg als bei der langsameren Lok zurückgelegt wurde. Die Steigung der zugehörigen Gerade ist größer.

Im t - v -Diagramm liegt die zur schnelleren Lok gehörende (parallel zur t -Achse verlaufende) Gerade oberhalb derjenigen der langsameren Lok.

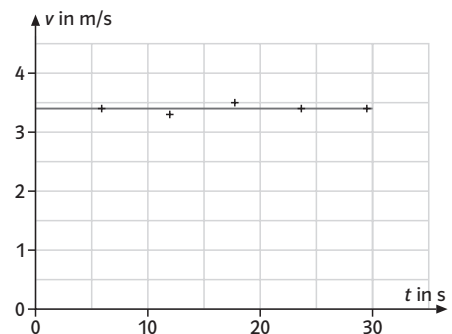
A2

t in s	0	5,89	11,95	17,74	23,66	29,49
s in m	0	20	40	60	80	100
v in m/s	–	3,4	3,3	3,5	3,4	3,4

t - s -Diagramm:



t - v -Diagramm:



Beide Diagramme zeigen, dass die Geschwindigkeit nahezu konstant ist. Also hat sich der Radfahrer gleichförmig bewegt.

A3 Der Zeitabstand zwischen den fünf Fotos muss immer gleich gewesen sein. Wenn sich dann die Position des Rollers immer um den gleichen Abstand ändert, war die Bewegung gleichförmig. Dies ist hier der Fall.

Aufträge S.74

Umgang mit Daten und Diagrammen

A1 Es ergeben sich folgende Mittelwerte:

$$t = 2 \text{ s}; \quad s = 0,6925 \text{ m}$$

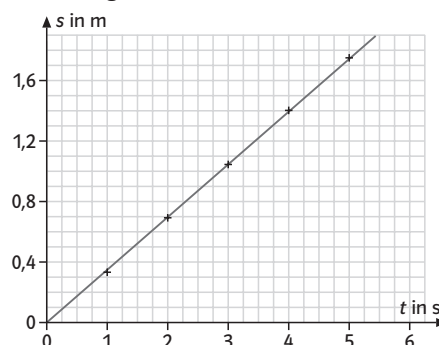
$$t = 3 \text{ s}; \quad s = 1,045 \text{ m}$$

$$t = 4 \text{ s}; \quad s = 1,4025 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ s}; \quad s = 1,75 \text{ m}$$

Da die Messfehler nur sehr klein sind, ist kaum ein Unterschied zwischen den Diagrammen zu erkennen. Wird die Geschwindigkeit aus der Steigung ermittelt, so ergeben sich nahezu identische Werte.

t-s-Diagramm:



Aufträge S.75

Rechnen mit proportionalen Zusammenhängen

A1 Der Schall benötigt für $s = 75 \text{ m}$ $t = 0,22 \text{ s}$. (Bei $v = c_{\text{Schall}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.)

A2 $t = 1,47 \text{ s}; t = 3,53 \text{ s}; t = 14,71 \text{ s}$

A3 $s = 136 \text{ m}; s = 850 \text{ m}; s = 6800 \text{ m}; s = 612 \text{ km}$

A4 Da der Schall in einer Sekunde 340 m zurücklegt, schafft er in drei Sekunden 1020 m . Das ist etwa 1 km für je drei Sekunden.

Aufträge S.76

Beschleunigen und Bremsen

A1 Es ist eine nach unten geöffnete Parabel, die ihren Scheitelpunkt zum Zeitpunkt der größten Höhe der Kugel erreicht.

Aufträge S.77

Beschleunigen und Bremsen

A1 Zum Beispiel $t = 3 \text{ s}$ und $v = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Dann ist $a = \frac{12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$\text{A2 } 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_1 = \frac{27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{12,2 \text{ s}} = 2,28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_2 = \frac{27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,8 \text{ s}} = 2,83 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Aufträge S.79

Informationen aus Diagrammen entnehmen (2)

A1 Folgende Angaben könnten im Text enthalten sein:

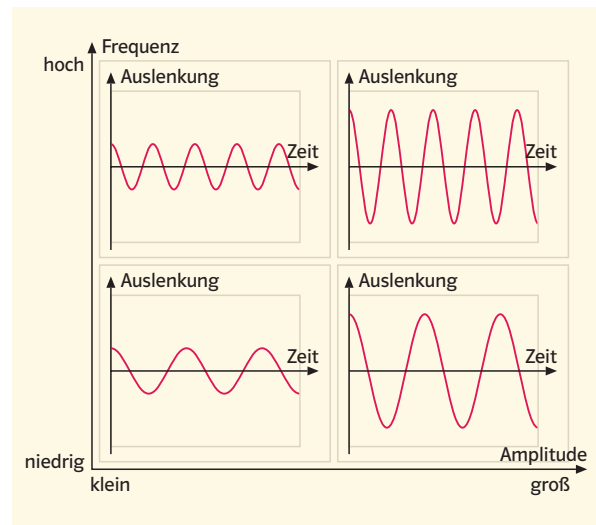
- Anfahren mit einer Beschleunigung von $0,22 \text{ m/s}^2$ bis zu einer Geschwindigkeit von 50 km/h .
- Ortsdurchfahrt für etwa drei Minuten mit konstanter Geschwindigkeit.
- Verlassen des Ortes und Beschleunigung auf freier Strecke mit $a \approx 0,08 \text{ m/s}^2$ bis auf 90 km/h .
- Langsames Abbremsen aufgrund eines vorausfahrenden Lkw bis auf 65 km/h .
- Überholen: Beschleunigung auf 100 km/h innerhalb von etwa 100 s ($a = 0,10 \text{ m/s}^2$).
- Langsames Abbremsen auf 50 km/h , Erreichen der nächsten Ortschaft nach insgesamt 12 Minuten .
- Insgesamt 13 Minuten Ortsdurchfahrt, dabei zwischen $t = 19 \text{ min}$ und $t = 22 \text{ min}$ Abbremsen, Stillstand und erneutes Anfahren aufgrund einer roten Ampel.
- Beschleunigung auf fast 90 km/h mit $a = 0,19 \text{ m/s}^2$.
- Erhöhtes Verkehrsaufkommen und dadurch etwas ungleichförmige Fahrt bis $t = 30 \text{ min}$.
- Sich stetig aber langsam verringernde Geschwindigkeit aufgrund von Kolonnenbildung.
- Nach $t = 33 \text{ min}$ Erreichen der nächsten Ortschaft.
- Stillstand nach knapp 35 Minuten , Erreichen des Ziels.

Aufträge S. 83	Die Masse A1 Beispielsweise Anfahren und Abbremsen eines Fahrstuhls; in den Kurven eines Karussells wird man nach außen gedrückt; Abklopfen von Löffeln auf dem Topfrand; Festklopfen eines Hammerkopfes durch heftiges Schlagen des Stiels auf eine Unterlage; Unfälle bei vereister Fahrbahn.
Aufträge S. 84	Die Masse A1 Da die Masse die Trägheit bestimmt, ist die Trägheit des Lkw fünf- bis zehnmal so groß wie die des Pkw. Wenn das Fahrzeug gegen ein Hindernis fährt, wird der Pkw leichter abgebremst bzw. richtet weniger Schaden an als der Lkw. A2 Individuelle Schülerlösung
Aufträge S. 88	Die Kraft A1 Beispielsweise Tischtennis (Schläger; Richtung Gegner); Gewichtheben (Hände, Arme; nach oben); Segeln (Segel; in Bewegungsrichtung); Bogenschießen (Berührungspunkt Sehne-Pfeil; Richtung Zielscheibe). A2 Durch die seitlich auf den Wagen wirkende Kraft wird die Richtung des Wagens geändert: (Zu der Geschwindigkeit des Wagens addiert sich vektoriell eine (in Fahrtrichtung) nach rechts verlaufende Geschwindigkeit.)
Aufträge S. 90	Verformung durch Kräfte A1 Bei $s = 3,5 \text{ cm}$: $F_I \approx 2,5 \text{ N}$; $F_{II} \approx 4,0 \text{ N}$; bei $s = 8 \text{ cm}$: $F_I \approx 5,5 \text{ N}$; $F_{II} \approx 9,0 \text{ N}$
Aufträge S. 92	Die Gewichtskraft A1 Je nach Quellenlage können die Angaben insbesondere hinsichtlich der Gasplaneten schwanken. Sonne 274 N/kg; Merkur $3,7 \text{ N/kg}$; Venus $8,87 \text{ N/kg}$; Mars $3,71 \text{ N/kg}$; Jupiter $23,2 \text{ N/kg}$; Saturn $9,3 \text{ N/kg}$; Uranus $9,0 \text{ N/kg}$; Neptun $11,4 \text{ N/kg}$; Pluto (kein Planet) $0,17 \text{ N/kg}$.
Aufträge S. 93	Die Gewichtskraft A1 $F = m \cdot g = 110 \text{ kg} \cdot 1,62 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 178,2 \text{ N}$ $m = \frac{F}{g} = \frac{178,2 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 18,17 \text{ kg}$ A2 Geräte: genormtes Massestück bekannter Masse, Kraftmesser; Durchführung: Bestimmung der wirkenden Kraft auf die Normmasse; dann Berechnung von g^* über $g^* = F/m$.
Aufträge S. 94	Wechselwirkung von Kräften A1 Nein. Es fehlt die Gegenkraft.
Aufträge S. 97	Die Reibungskraft A1 Da eine gegen die Bewegung gerichtete Reibungskraft wirkt, muss auch ständig eine vorwärts gerichtete Kraft aufgewendet werden (Kräftegleichgewicht), um die Bewegung unverändert zu erhalten.

1 Kreuze die richtigen Aussagen zu Amplitude und Frequenz an.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ☐ | Je lauter ein Ton, desto größer ist seine Frequenz. |
| ☒ | Die Frequenz gibt an, wie viele Schwingungen beispielsweise eine Gitarrensaite in einer Sekunde durchführt. |
| ☒ | Je leiser ein Ton, desto kleiner ist seine Amplitude. |
| ☐ | Je höher ein Ton, desto kleiner ist seine Frequenz. |
| ☒ | Die Amplitude ist die maximale Auslenkung einer Schwingung. |
| ☐ | Die kleinste Auslenkung einer Schwingung nennt man Amplitude. |

2 Vom Bildschirm eines Oszilloskops werden vier Screenshots gemacht. Jeder Screenshot zeigt einen anderen Ton. Die vier Töne unterscheiden sich in Höhe und Lautstärke. Leider ist nur noch ein Screenshot vorhanden. Ergänze die drei anderen Bilder, indem du Frequenz und Amplitude passend veränderst.



3 Die Frequenz gibt an, wie viele Schwingungen beispielsweise eine Stimmgabel in einer Sekunde durchführt. 440 Hz bedeutet z. B., dass diese Stimmgabel in einer Sekunde 440 Schwingungen durchführt:

$$f = \frac{440}{1s} = 440 \text{ Hz.}$$

a) Ein Lineal wird angezupft und hat 6 000 Schwingungen in 1 Minute. Berechne die Frequenz.

$$1 \text{ Minute} = 60 \text{ Sekunden}$$

$$\text{Frequenz} = \text{Schwingungen} / \text{Zeit (in Sekunden)}$$

$$f = 6\,000 / 60 \text{ s} = 100 \text{ Hz}$$

Die Frequenz beträgt 100 Hz.

b) Ein Frequenzgenerator erzeugt 72 000 Schwingungen in 1 Stunde. Berechne die Frequenz.

$$1 \text{ Stunde} = 3600 \text{ Sekunden}$$

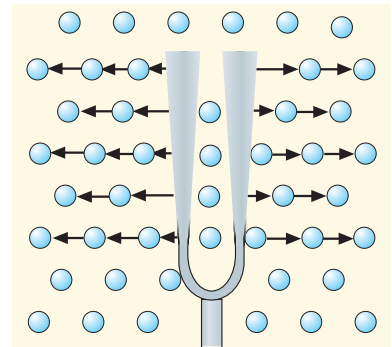
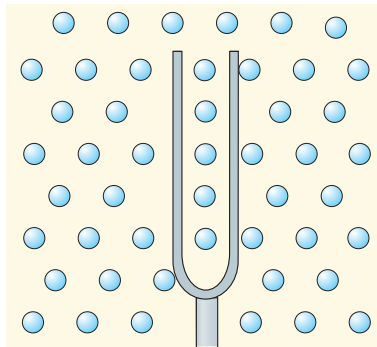
$$\text{Frequenz} = \text{Schwingungen} / \text{Zeit (in Sekunden)}$$

$$f = 72\,000 / 3600 \text{ s} = 200 \text{ Hz}$$

Die Frequenz beträgt 200 Hz.

- 1 Im linken Bild siehst du eine ruhende Stimmgabel. Sie ist umgeben von winzigen Luftteilchen. Schlägst du die Stimmgabel an, schwingen ihre Zinken sehr schnell hin und her (rechtes Bild).

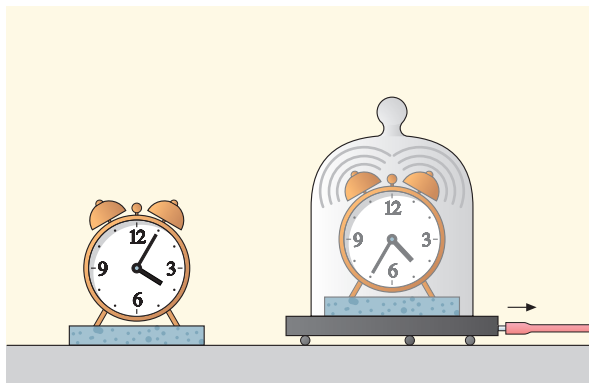
Beschreibe mithilfe des rechten Bilds, wie der Ton der Stimmgabel an dein Ohr gelangt.



Die schwingenden Zinken der Stimmgabel stoßen die Luftteilchen an, von denen sie umgeben sind. Die bewegten Luftteilchen stoßen dann wieder ihre benachbarten Luftteilchen an, usw. Schließlich kommt diese Bewegung zuerst im Ohr und dann im Gehirn an. Man hört den Ton der Stimmgabel.

- 2 Legt man eine laute Klingel oder einen Wecker unter eine Glasglocke, hört man das Signal etwas gedämpft. Wenn man nun langsam die Luft abpumpt, verändert sich der Schall, der von außen zu hören ist.

a) Stelle eine Vermutung zu dieser Veränderung auf und begründe sie.



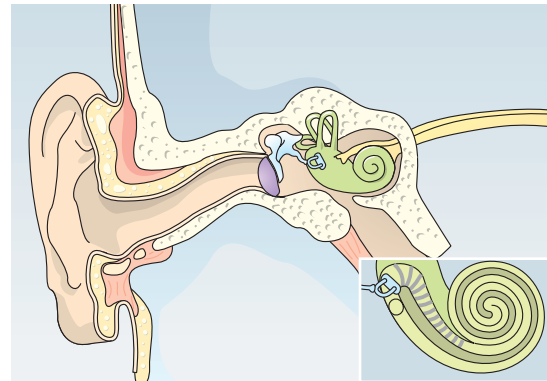
Je länger man abpumpt, desto leiser wird das Klingeln, bis es gar nicht mehr zu hören ist. Da in der Glocke die Luftteilchen für den Transport des Signals fehlen, kann der Schall nicht mehr weiter geleitet werden.

b) Stell dir vor, eine spezielle Kamera würde im Weltall die Explosion eines Sterns filmen. Beschreibe das Ergebnis.

Die Kamera kann leider nur das Bildmaterial aufzeichnen, da Schall im Weltall nicht transportiert werden kann.

1 Kreuze an, welche Aussagen über das Ohr richtig sind.

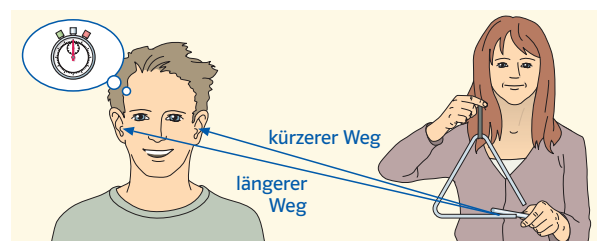
- ☒ Hammer, Amboss und Steigbügel sind die Gehörknöchelchen.
- ☐ Das Ohr beherbergt nur den Hörsinn.
- ☒ Das Ohr wird in 3 Bereiche eingeteilt: Außenohr, Mittelohr und Innenohr.
- ☐ Hammer, Amboss und Steigbügel sind die Sinneszellen des Ohrs.
- ☒ Im Ohr gibt es neben dem Hörsinn auch den Gleichgewichtssinn.



2 Trage in die Tabelle die Aufgaben der verschiedenen Bestandteile des Ohrs ein.

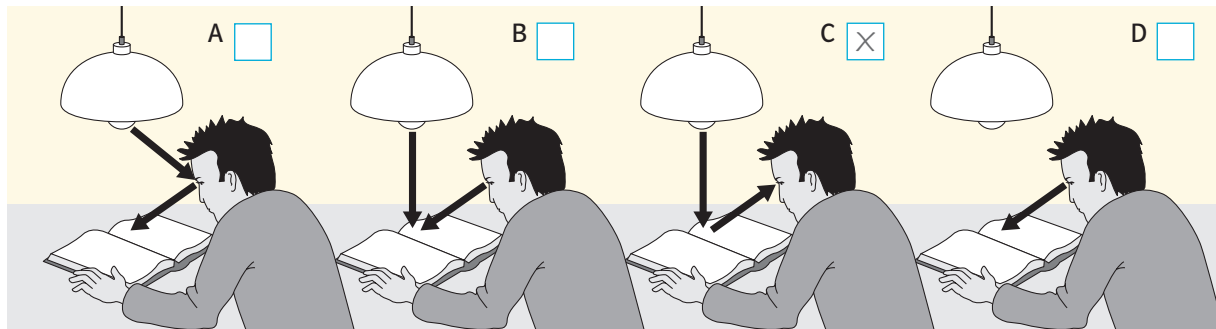
Die Ohrmuschel	fängt den Schall auf und leitet ihn ins Ohr hinein.
Das Trommelfell	nimmt den Schall auf und schwingt.
Die Gehörknöchelchen	geben den Schall an die Hörschnecke weiter.
Die Sinneszellen	wandeln die Schwingungen in elektrische Signale um.
Der Hörnerv	leitet diese Signale an das Gehirn weiter.

3 Im Straßenverkehr ist es wichtig, dass du hörst, aus welcher Richtung beispielsweise ein schnelles Auto kommt. Du brauchst dazu aber zwei Ohren. Erkläre mithilfe des Bilds, wie dein Gehirn die Richtung des Schalls ermittelt.



Der Schall hat einmal einen kürzeren und einmal einen längeren Weg. Er kommt deshalb beim ersten Ohr etwas früher an als beim zweiten. Das Gehirn berechnet aus diesem Zeitunterschied die Richtung des Schalls.

- 1 Du sitzt am Tisch und liest ein Buch. Welche Zeichnung beschreibt den Weg des Lichts richtig?



Formuliere eine kurze Begründung.

Abbildung C ist richtig, weil das Licht von der Lichtquelle das Buch beleuchtet. Die Augen sind keine Lichtquellen. Sie können deshalb das Buch nicht beleuchten. Vom beleuchteten Buch wird das Licht zurückgeworfen (reflektiert) und gelangt ins Auge.

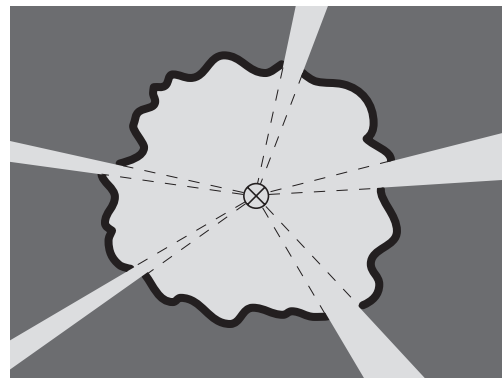
- 2 Welche im Bild zu sehenden Körper sind selbst leuchtende Körper (Lichtquellen), welche sind beleuchtete Körper? Trage die Namen in die Tabelle ein.

Ordne auch die folgenden Körper ein: Autoscheinwerfer bei Nacht, Fußball, Zahnbürste, Katze, brennende Kerze, Baum, Reflektor am Fahrrad, Brille



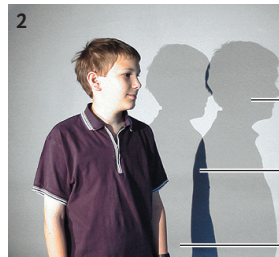
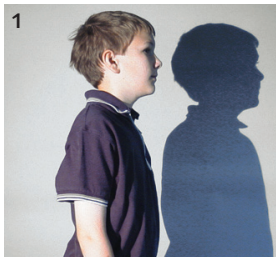
selbst leuchtende Körper	beleuchtete Körper
Bildschirm	Buch, Schüler, Schreibzeug
Tischlampe	Mond
Autoscheinwerfer	Brille, Fußball, Zahnbürste
brennende Kerze	Katze, Baum, Reflektor, Brille

- 3 In einer Höhle mit fünf Ausgängen brennt eine Kerze. Von außen siehst du nur, dass einige Bereiche von der Lichtquelle beleuchtet sind. Finde bei der nebenstehenden Abbildung heraus, wo sich die Kerze befindet und markiere die Stelle.



1 Der Schüler wurde für das Foto unterschiedlich beleuchtet.

a) Trage die Namen der Schattenarten in Bild 2 ein.



Halbschatten

Kernschatten

Halbschatten

b) Beschreibe die Raumbeleuchtung für beide Bilder.

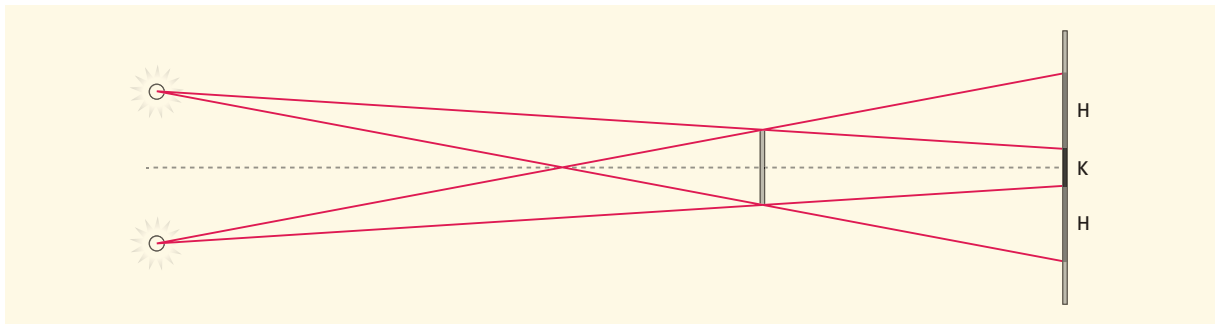
Bild 1: eine punktförmige Lichtquelle.

Bild 2: zwei punktförmige Lichtquellen.

2 Ein Schattenexperiment wird von oben betrachtet. Es werden zwei punktförmige Lampen verwendet, die 2 cm Abstand haben. Sie strahlen ein Stück weiße Pappe an (1 cm breit), das von den Lichtquellen 8 cm entfernt steht. Auf dieser Wand, 12 cm von den Lichtquellen entfernt, erscheint dann das Schattenbild.

a) Zeichne auf die optische Achse im folgenden Bild die Versuchsbestandteile (von oben gesehen) ein.

b) Zeichne in den Versuchsaufbau die Randstrahlen ein und beschrifte die Schatten an der Wand mit Halbschatten (H) und Kernschatten (K).



3 Beschreibe, wie sich Kern- und Halbschatten in Aufgabe 2 ändern, wenn ...

a) ... die punktförmigen Lichtquellen in Aufgabe 2 näher zusammenrücken. Ergänze den Lückentext.

Der Kernschatten wird breiter, die Halbschatten werden schmäler.

Liegen beide Lampen auf einer Stelle, verschwinden die Halbschatten völlig.

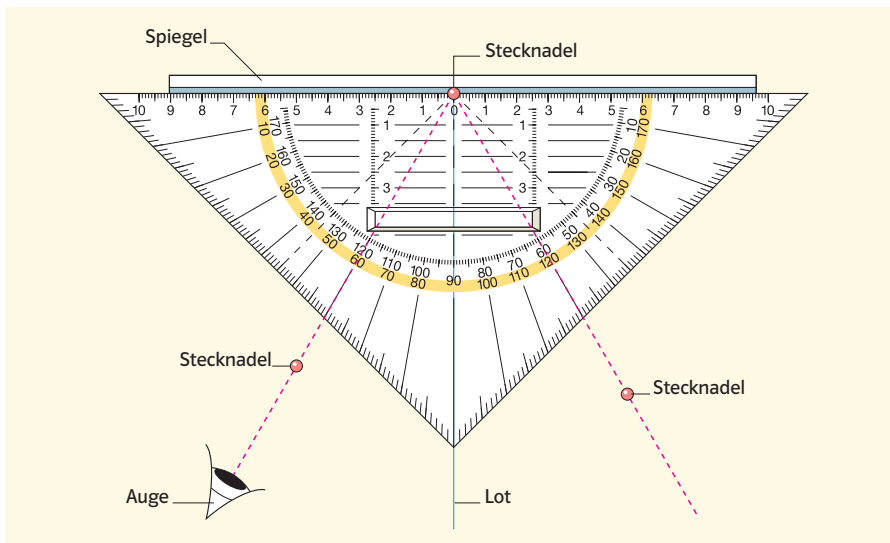
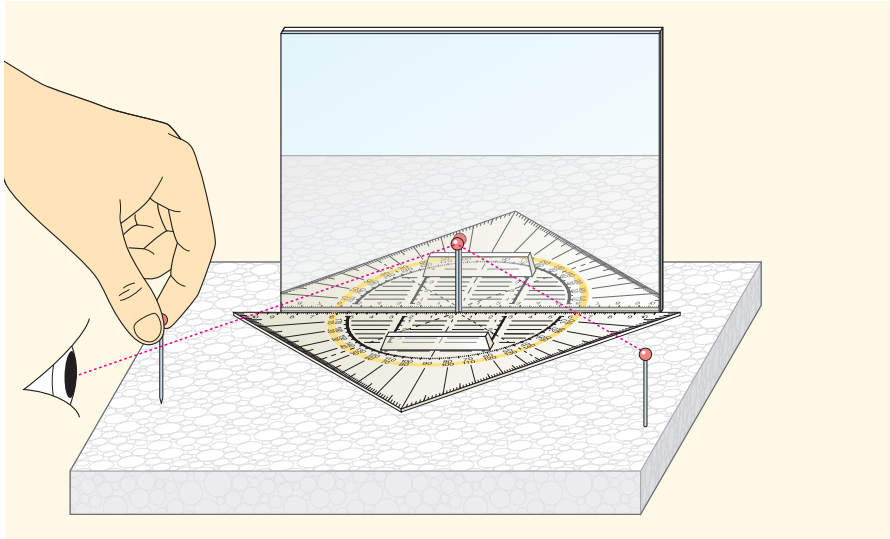
b) ... die Wand weiter nach rechts rückt.

Der Kernschatten wird kleiner und verschwindet.

Die Mitte der Wand wird wieder beleuchtet.

Das Reflexionsgesetz

Überprüfe mit Hilfe eines ebenen Spiegels und drei Stecknadeln das Reflexionsgesetz und die Umkehrbarkeit des Lichtweges. Überlege: Wie lautet das Reflexionsgesetz? Was versteht man unter einem Lot? Wie kann man die Umkehrbarkeit eines Lichtstrahles überprüfen?



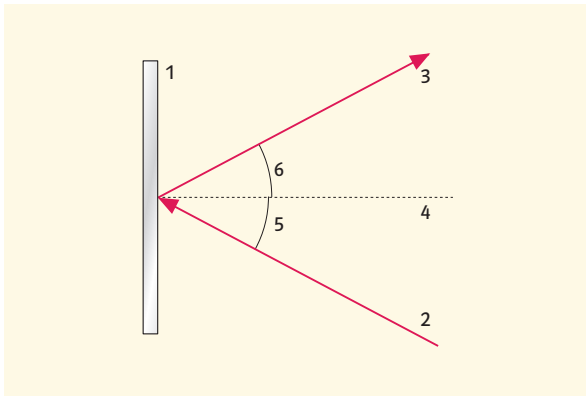
1 Trage deine Messergebnisse in die folgende Tabelle ein.

α	0°	20°	40°	60°	75°	80°
α'	0°	20°	40°	60°	75°	80°

2 Formuliere das Reflexionsgesetz.

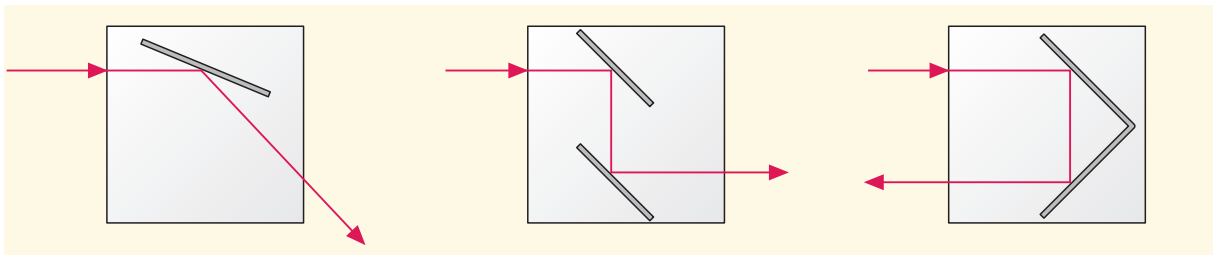
Der Winkel des einfallenden Lichts zum Lot ist so groß wie
der des reflektierten Lichts.

- 1 Setze für die Zahlen in der Abbildung die passenden Begriffe ein.

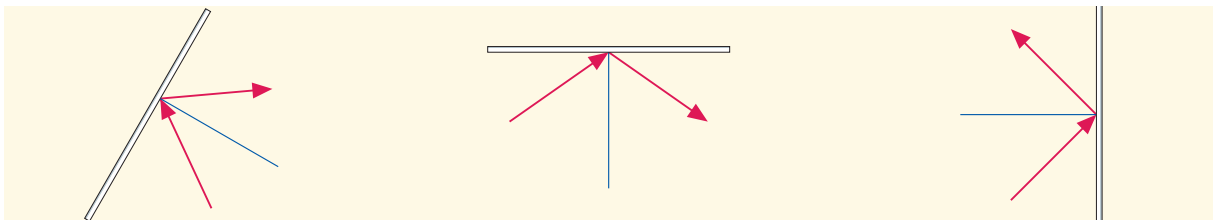


- 1 Spiegel
2 einfallender Strahl
3 reflektierter Strahl
4 Lot
5 Einfallswinkel
6 Reflexionswinkel

- 2 Drei nicht einsehbare Schachteln enthalten einen oder zwei Spiegel, an denen ein Lichtstrahl in der eingezeichneten Weise umgelenkt wird. Zeichne den oder die Spiegel jeweils in der richtigen Lage in die Abbildungen ein.



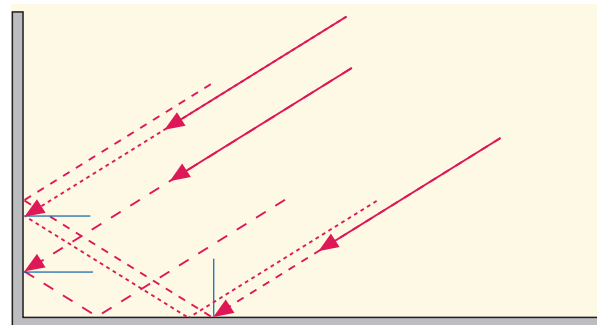
- 3 Ergänze den Strahlenverlauf.



- 4 Die Abbildung zeigt einen rechtwinkligen Spiegel, auf den drei parallele Strahlen fallen.

a) Wie verlaufen die Lichtstrahlen weiter? Zeichne die reflektierten Lichtstrahlen mit einem farbigen Stift ein, die Hilfslinien mit Bleistift!

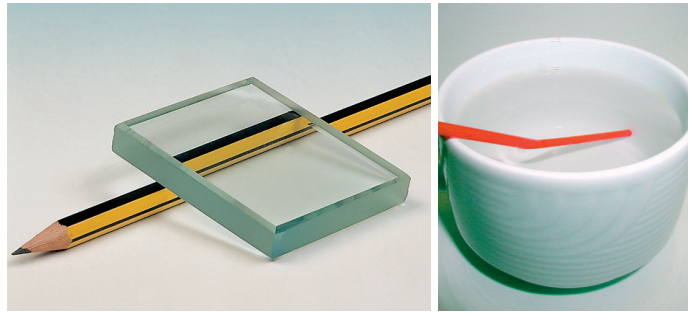
b) In welche Richtung werden die Lichtstrahlen reflektiert?



Die Lichtstrahlen werden in die Richtung reflektiert, aus der sie gekommen sind.

- 1 Licht bewegt sich in Luft, Wasser oder Glas geradlinig. Dem scheinen die Bilder zu widersprechen. Erkläre, was hier geschieht.

Licht wird beim Übergang von Luft zu Wasser und von Luft zu Glas

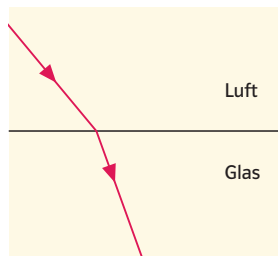


gebrochen. Daher wirken der Bleistift unter dem Glas versetzt und der Strohhalm im Wasser geknickt.

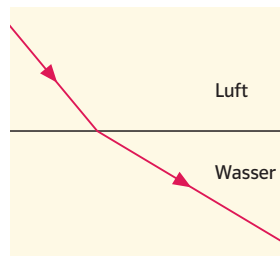
- 2 Licht wird bei Übergängen zwischen zwei Stoffen nicht immer in dieselbe Richtung gebrochen. Beschreibe kurz, wovon die Richtung der gebrochenen Lichtstrahlen abhängt.

Die Richtung ist abhängig vom Einfallswinkel und von den Stoffen, aus denen das Licht kommt und in die es fällt.

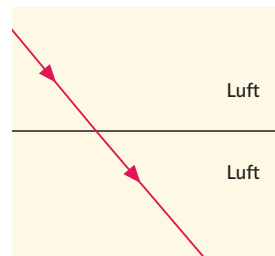
- 3 Die folgenden Bilder zeigen verschiedene Strahlengänge. Kreuze die korrekten Bilder an.



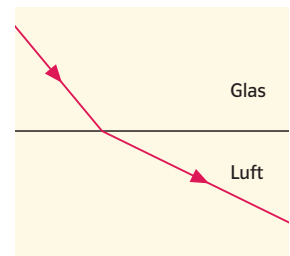
1 ☒



2 ☐

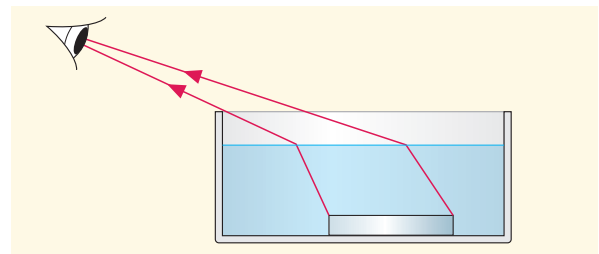
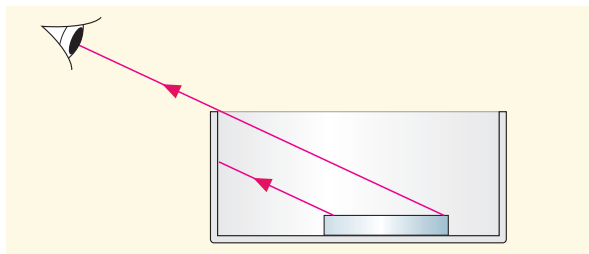


3 ☒



4 ☒

- 4 Lege eine Münze in eine flache leere Schale. Blicke so über den Rand der Schale, dass du den hinteren Teil der Münze gerade noch sehen kannst. Wie kannst du die Lichtbrechung nutzen, um die ganze Münze aus demselben Blickwinkel zu sehen? Zeichne deine Idee in das rechte Bild ein und erkläre sie.

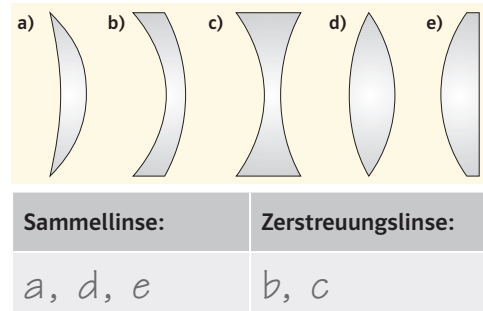


Ich gieße Wasser in die Schale. Durch Brechung wird nun das Licht der ganzen Münze in mein Auge geleitet. Ich werde getäuscht.

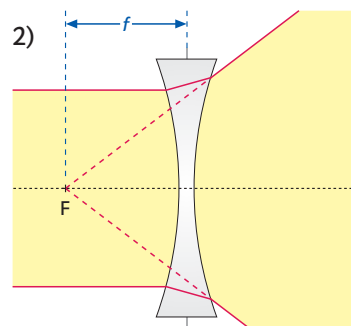
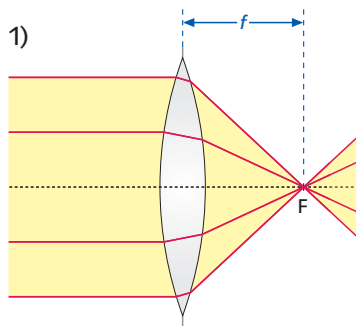
1 Die nebenstehende Abbildung zeigt verschiedene Linsen.

- a) Ordne sie unter den Begriffen ein.
b) Woran erkennt man eine Sammellinse?

Sammellinsen sind innen dicker als am Rand. Sie sammeln parallele Lichtbündel in einem Punkt, dem Brennpunkt.



2 Die folgende Abbildung zeigt den Weg paralleler Lichtstrahlen durch zwei verschiedene Linsen:



- a) Um welche Linsentypen handelt es sich?

1) Sammellinse 2) Zerstreuungslinse

- b) Wodurch unterscheiden sich die Linsentypen?

Die Sammellinse ist innen dicker als am Rand.

Die Zerstreuungslinse ist innen dünnere als am Rand.

- c) Was geschieht jeweils mit Lichtstrahlen, die parallel zur optischen Achse auf die Linse treffen?

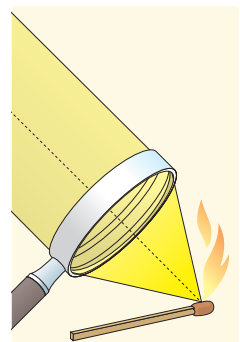
Parallele Lichtstrahlen, die auf eine Sammellinse treffen, treffen sich im Brennpunkt.

Parallele Lichtstrahlen, die auf eine Zerstreuungslinse treffen, laufen auseinander.

3 Das Bild zeigt ein Experiment, bei dem man sehr vorsichtig sein muss. **Brandgefahr!**

- a) Welche optische Linse befindet sich in der Halterung? Begründe.
b) Wie nennt man den Punkt, an dem die Flamme entzündet wird?
Wie heißt sein Abstand zur Linse?

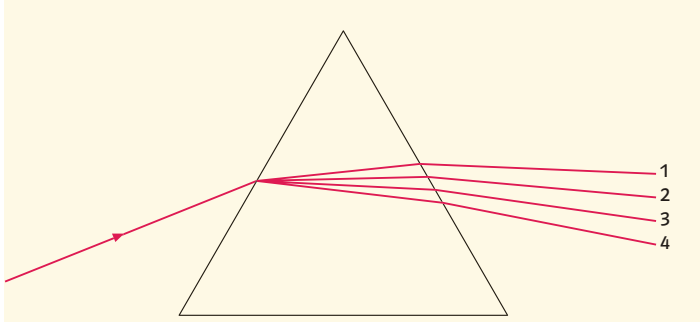
a) Eine Sammellinse, da sie das parallele Licht in einem Punkt sammelt. b) Brennpunkt. Seinen Abstand zur Linse bezeichnet man als Brennweite.



Die Zerlegung des weißen Lichts

- 1 Fällt ein weißes Lichtbündel auf ein Prisma, dann wird es gebrochen und verändert beim Durchgang seine Richtung. Dabei wird das weiße Licht in seine farbigen Bestandteile zerlegt.

a) Zeichne in das Bild die ungefähre Richtung der einzelnen farbigen Lichtanteile (rot, blau, grün, gelb) mit verschiedenen Farbstiften ein.



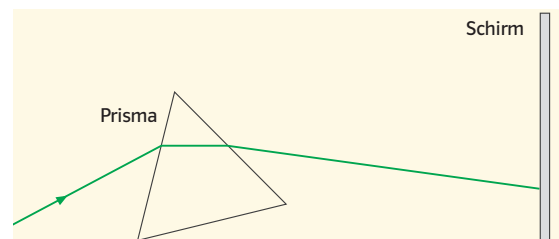
b) Benenne die Farben, die aus dem Prisma austreten. Beginne mit der obersten Farbe.

- 1 rot
- 2 gelb
- 3 grün
- 4 blau

- 2 Im Versuch von Aufgabe 1 wird das grüne Licht mithilfe einer Spaltblende isoliert. Dieser grüne Lichtstrahl fällt auf ein Prisma (s. Bild rechts).

a) Vervollständige im rechten Bild den Strahlenverlauf.

b) Erläutere das Versuchsergebnis.



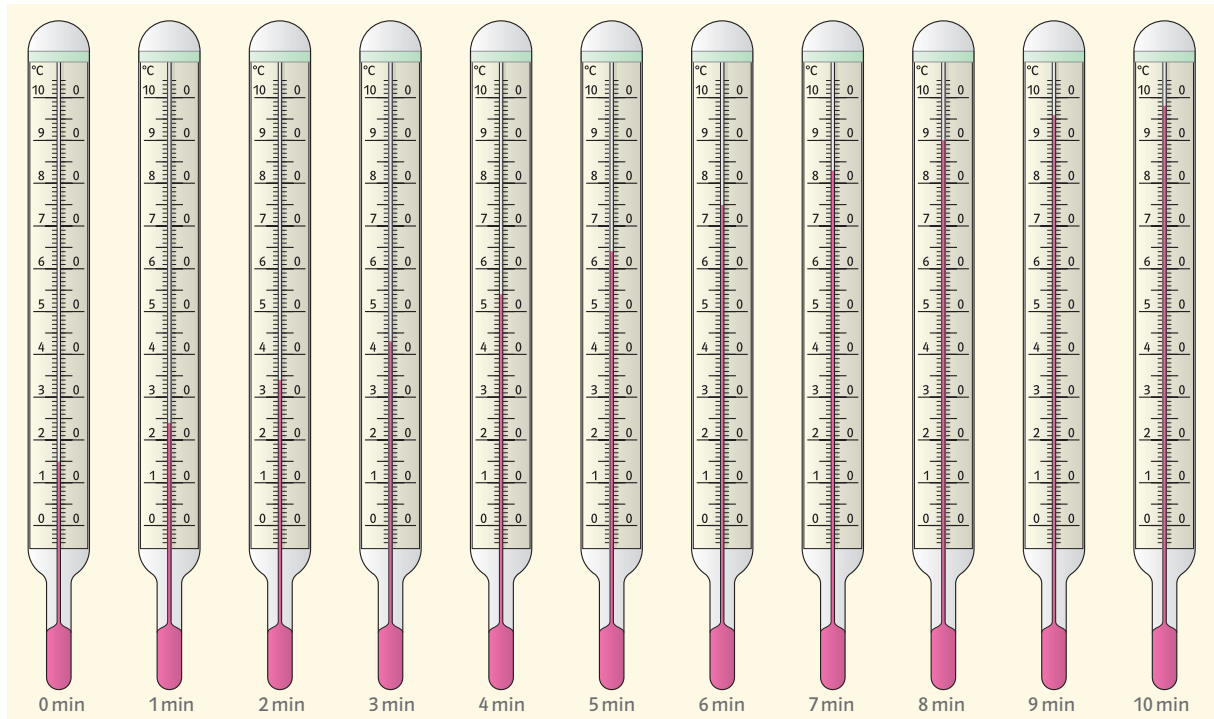
Grün ist eine Spektralfarbe. Spektralfarben können nicht weiter aufgespalten werden. Der Lichtstrahl einer Spektralfarbe wird am Glasprisma nur gebrochen.

- 3 Beschreibe, wie ein Regenbogen entsteht.

Die Sonne steht im Rücken des Beobachters, vor dem ein Regenschauer niedergeht. Jeder Tropfen wirkt wie ein Glasprisma und zerlegt das Licht in seine farbigen Bestandteile.

Das Thermometer

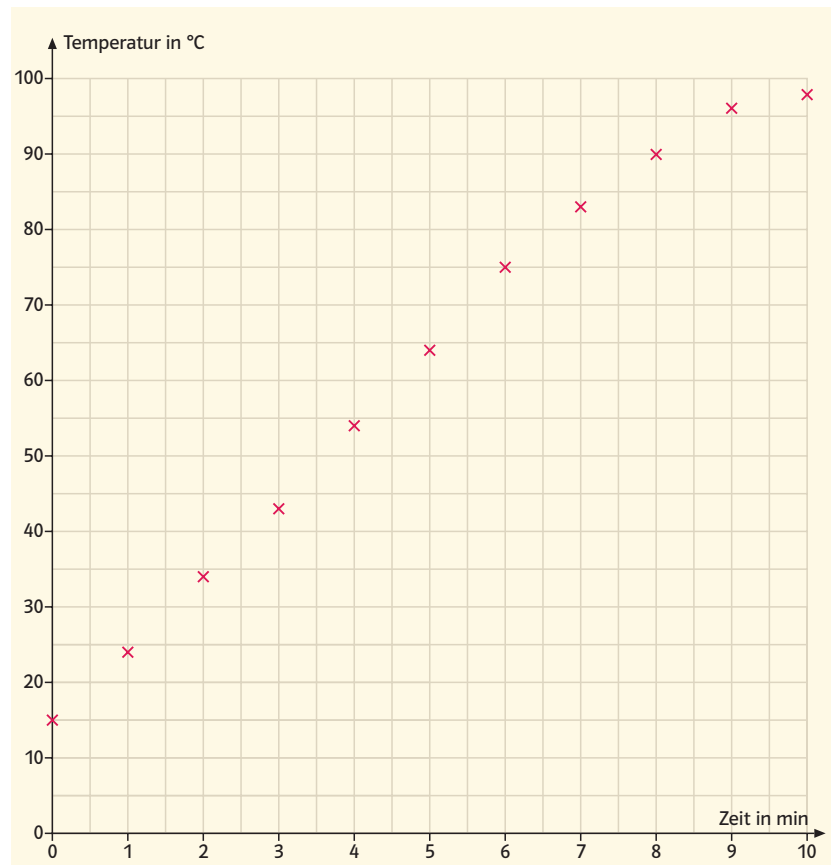
Lukas experimentiert im Physikunterricht. Er erhitzt Wasser in einem Becherglas mit einem Gasbrenner und misst dabei mit einem Thermometer jede Minute die Temperatur. Der Versuch dauert 10 Minuten.



1 Lies die Temperaturen ab und notiere sie in der folgenden Tabelle mit ihrer Einheit (°C).

0 min	15°C
1 min	24°C
2 min	34°C
3 min	43°C
4 min	54°C
5 min	64°C
6 min	75°C
7 min	83°C
8 min	90°C
9 min	96°C
10 min	98°C

2 Übertrage die Messwerte in das Diagramm.



Stoffe gibt es in drei verschiedenen Zuständen. Naturwissenschaftler nennen sie **Aggregatzustände**. Im Bild sind die drei Aggregatzustände einer Kerze dargestellt.

1 a) Benenne diese drei Zustände.

b) Alles um uns herum besteht aus kleinsten Teilchen. Die folgenden Texte beschreiben das Verhalten der Teilchen in den verschiedenen Aggregatzuständen. Trage diese unten ein.

Text 1

Die Teilchen sind leicht gegeneinander beweglich. Die Abstände sind klein. Die Wechselwirkungen zwischen ihnen sind nicht sehr groß.

Text 2

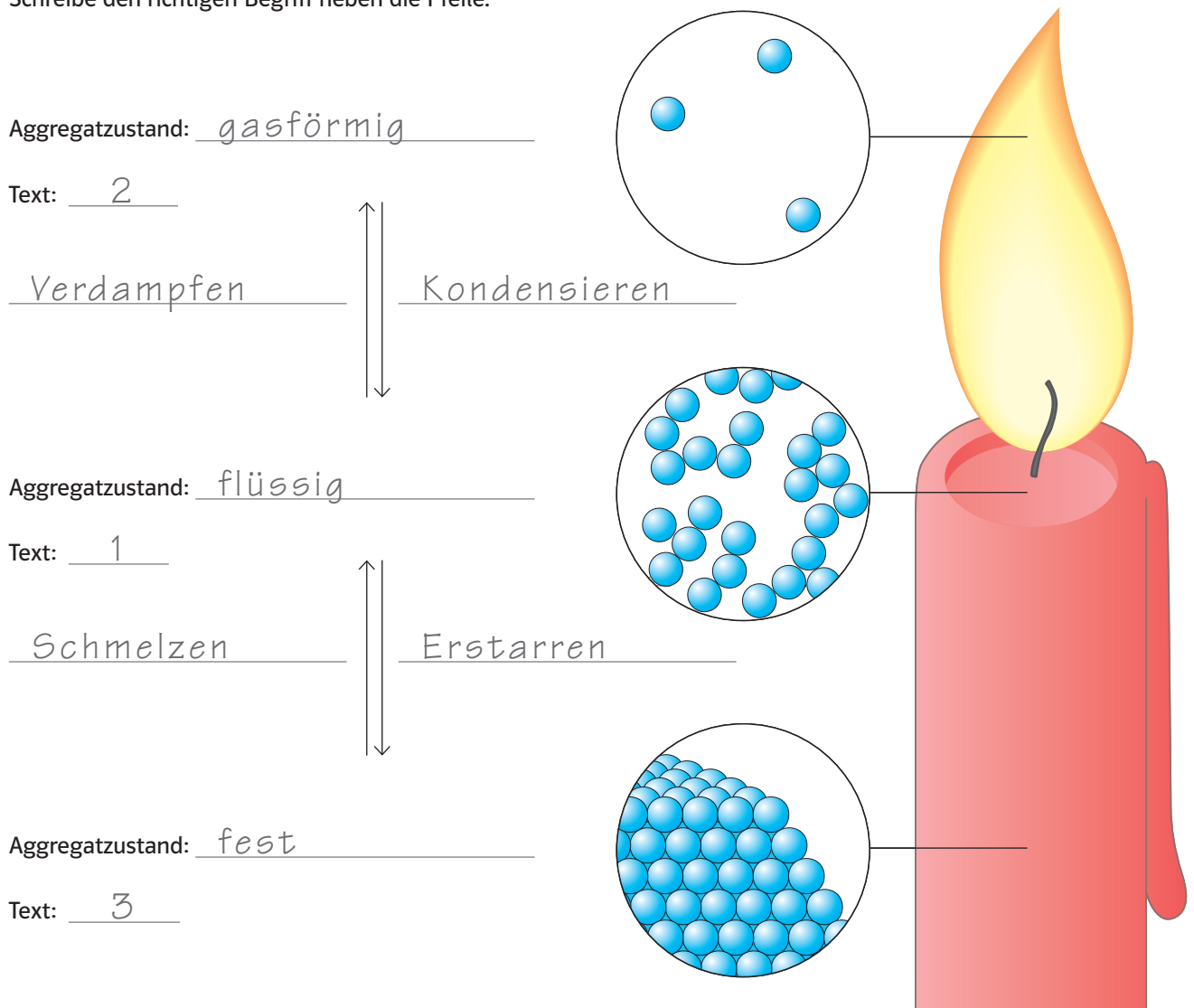
Die ungeordneten Teilchen bewegen sich frei im Raum. Die Wechselwirkungen zwischen ihnen sind sehr gering.

Text 3

Die Teilchen sind dicht nebeneinander angeordnet. Sie bewegen sich kaum. Die Wechselwirkungen zwischen ihnen sind groß.

c) Stell dir vor, mit einer Lupe könntest du die kleinsten Teilchen sehen. Zeichne in die Lupen einige kleinste Teilchen als Kreise ein, so dass sie zum richtigen Text passen.

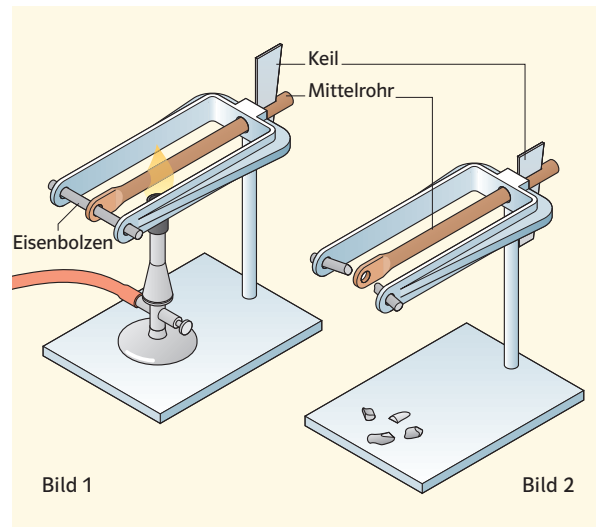
d) Die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen können mit Fachbegriffen beschrieben werden. Schreibe den richtigen Begriff neben die Pfeile.



- 1 Ein Bolzen aus Eisen wird in eine Halterung eingeklemmt. Die bewegliche Mittelstange wird erhitzt und mit dem Keil festgespannt (Bild 1). Bild 2 zeigt, was nach einigen Minuten passiert. Erkläre das Versuchsergebnis.

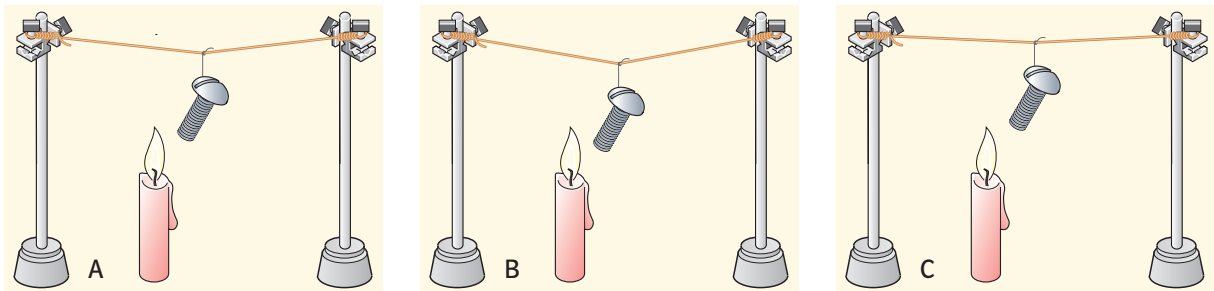
Die bewegliche Mittelstange dehnt sich bei der Erwärmung aus und in diesem Moment mit dem Keil befestigt. Zieht sie sich bei der Abkühlung zusammen,

wirkt auf den Bolzen eine Kraft nach hinten. Sie ist so stark, dass er bricht.



- 2 Lea führt im Physikunterricht den folgenden Versuch durch. Sie will überprüfen, ob sich verschiedene Metalldrähte unterschiedlich stark ausdehnen. Sie hat einen Eisen-, einen Aluminium- und einen Kupferdraht untersucht und das Ergebnis in die folgenden drei Skizzen eingezeichnet.

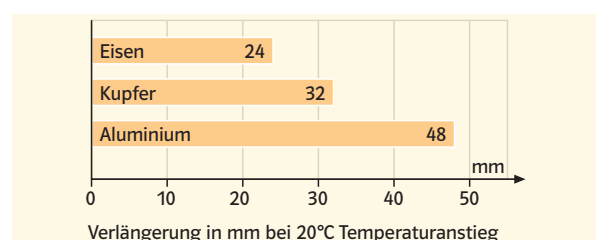
a) Beschreibe und deute das Versuchsergebnis.



Wenn die Metalldrähte erwärmt werden, dehnen sie sich aus. Die Schraube hängt je nach Material unterschiedlich tief. Das bedeutet, dass sich verschiedene Metalle unterschiedlich stark ausdehnen.

b) Ordne den Skizzen mithilfe des Diagramms rechts die richtigen Metalle zu.

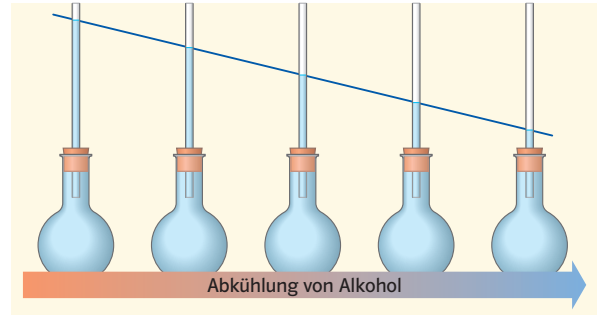
C Eisen, A Kupfer, B Aluminium



- 1 In einem Versuch werden Wasser und Alkohol der Temperatur $+10^{\circ}\text{C}$ auf $+2^{\circ}\text{C}$ abgekühlt. Bei $+10^{\circ}\text{C}$ ist der Flüssigkeitsstand gleich hoch. Immer im Abstand von 2°C wird nun der Flüssigkeitsstand im jeweiligen Steigrohr markiert. Die beiden Bilder zeigen das Versuchsergebnis. Beschreibe dieses Ergebnis.

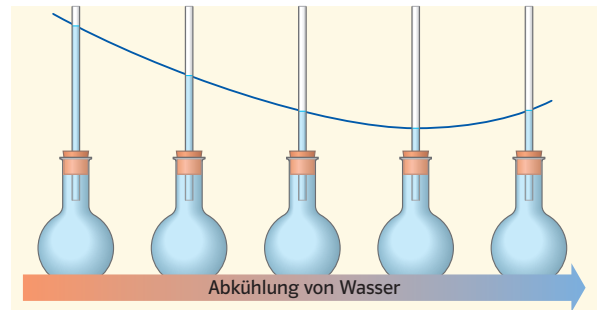
a) Alkohol

Beschreibung: Je stärker der Alkohol abgekühlt wird, desto mehr zieht er sich zusammen.



b) Wasser

Beschreibung: Wasser zieht sich bei Abkühlung zunächst zusammen. Jedoch dehnt es sich ab 4°C wieder aus.



c) Formuliere mithilfe der Beschreibungen einen Merksatz.

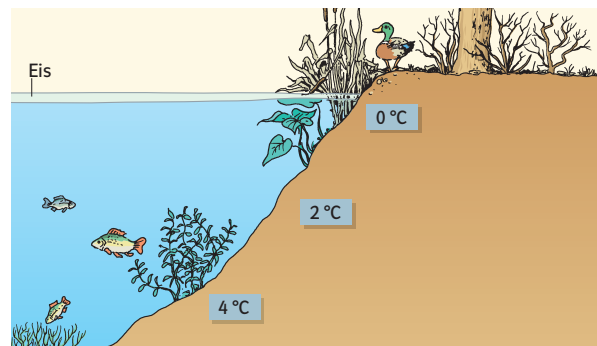
Flüssigkeiten ziehen sich bei Abkühlung zusammen (und dehnen sich bei Erwärmung aus). Wasser nimmt bei 4°C das kleinste Volumen ein. Wird es erwärmt oder abgekühlt, dehnt es sich aus.

- 2 Nur weil sich Wasser anders verhält als andere Flüssigkeiten, können Fische in einem ausreichend tiefen See den Winter überleben. Ergänze die Lücken in der Erklärung mit den folgenden Begriffen: *größere, kühlt, Oberfläche, sinkt, über, zusammengezogen*

Im Winter kühlt sich das Wasser an der Oberfläche ab. Das Wasser

der Temperatur 4°C hat sich am stärksten zusammengezogen und hat damit eine größere Dichte als die restlichen Wasserschichten. Es sinkt zu Boden. Dort halten sich

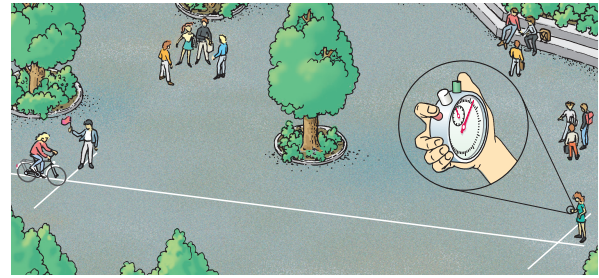
die Fische nun auf. Das kältere Wasser befindet sich über dem Wasser mit einer Temperatur von 4°C .



Gruppenarbeit für vier Schüler

Matthias, Anna, Daniela und Verena untersuchen ihre Fahrten mit dem Fahrrad auf dem Sportplatz. Dazu haben sie Strecken abgemessen und die Zeit gestoppt, die sie jeweils gebraucht haben, um diese Strecken zu durchfahren. Den Zusammenhang zwischen Weg und Zeit stellt jeder Schüler in einem Diagramm dar.

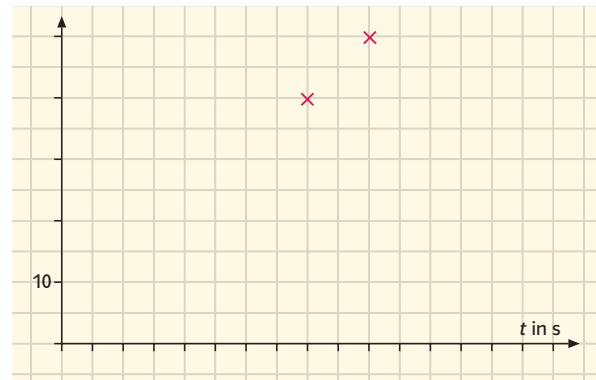
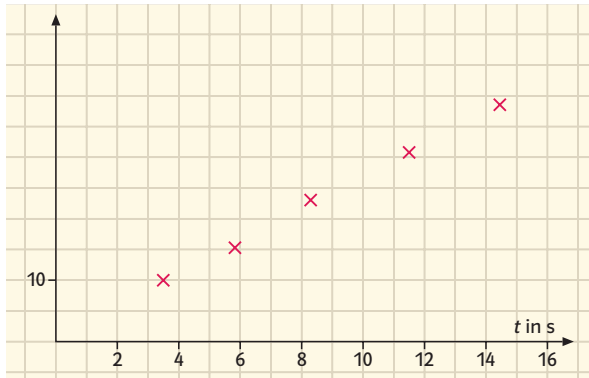
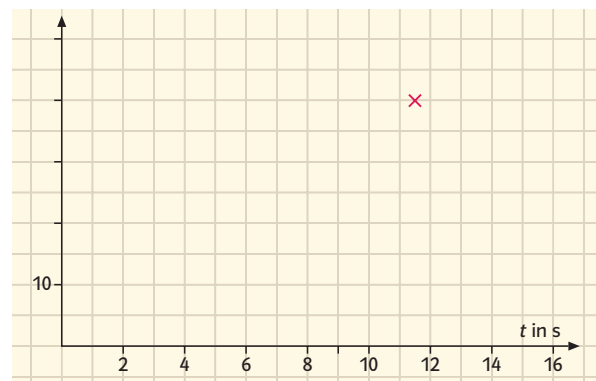
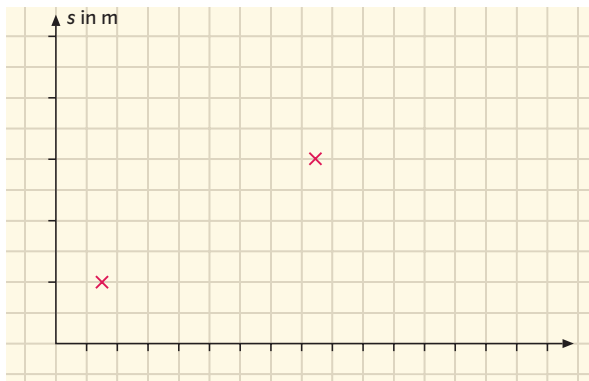
Als sie gerade am Zeichnen sind, bläst ein Windstoß alle ihre Blätter vom Tisch. Es finden sich nur noch eine Messwerttabelle und vier unvollendete Diagramme. Keiner weiß, welches Diagramm zur Tabelle gehört.



Messwerte:

s in m	0	10	20	30	40	50
t in s	0	2,8	5,5	8,2	11,5	14,5

Diagramme:



- 1 Versucht, die Diagramme fertig zu zeichnen. Es soll jeweils ein Schüler ein Diagramm bearbeiten.
Die Diagramme müssen um die Achsenbeschriftungen und die Ursprungsgeraden ergänzt werden.
- 2 Diskutiert in der Gruppe, ob alles richtig gezeichnet wurde und welches das richtige Diagramm ist.

Das Diagramm rechts oben enthält einen Punkt, der in der Messwertetabelle aufgeführt ist, es ist also das richtige Diagramm.

Interpretation von Bewegungsdiagrammen

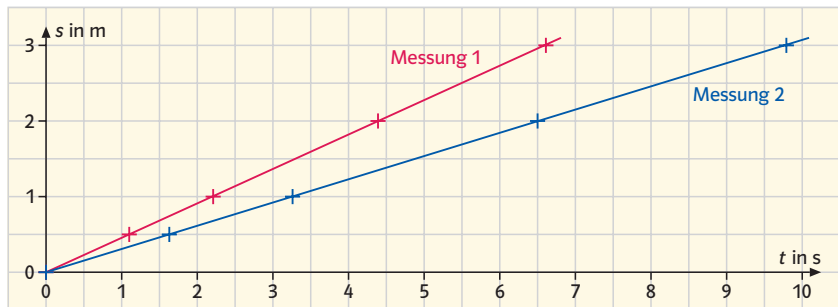
- 1 Bei einem Versuch mit einer Modelleisenbahn wurden für zwei verschiedene Geschwindigkeiten die folgenden beiden Messreihen aufgenommen:

Messung 1

Zeit t in s	Weg s in m
0	0
1,10	0,50
2,21	1,00
4,39	2,00
6,61	3,00

Messung 2

Zeit t in s	Weg s in m
0	0
1,63	0,50
3,26	1,00
6,50	2,00
9,79	3,00

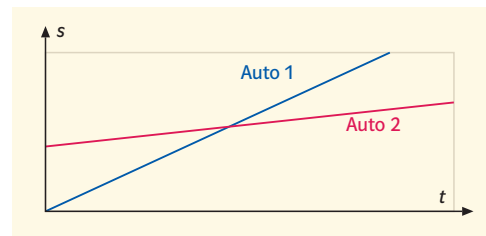


- a) Zeichne beide Diagramme in ein Koordinatensystem.
b) Interpretiere die Diagramme.

Die Steigung der zweiten Ursprungsgeraden ist geringer, damit ist die Geschwindigkeit der Modelleisenbahn kleiner.

- 2 a) Im Diagramm sind die Fahrten zweier Autos dargestellt. Sind sie zur gleichen Zeit gestartet? Welches Auto fährt schneller? Begründe deine Antwort.

Die Autos sind gleichzeitig, aber an verschiedenen Orten gestartet. Die Gerade Auto 1 verläuft steiler, Auto 1 ist schneller.



- b) Welche (physikalische) Bedeutung hat der Schnittpunkt der Geraden im Diagramm?

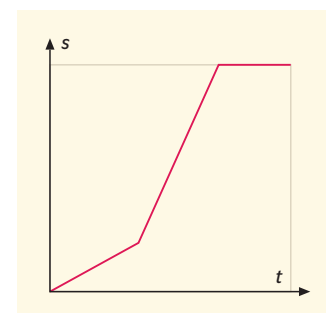
Er markiert den Zeitpunkt, an dem sich Auto 1 und Auto 2 am selben Ort befinden.

- 3 Das Diagramm stellt die Fahrt eines Autos dar. Beschreibe seine Bewegung.

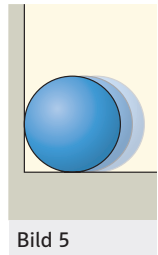
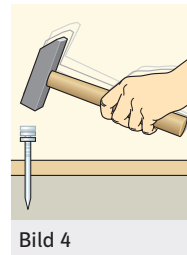
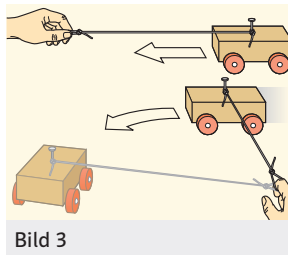
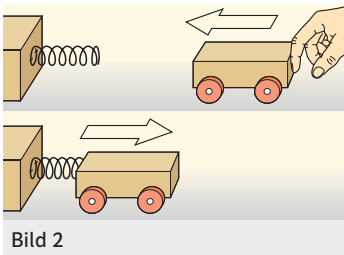
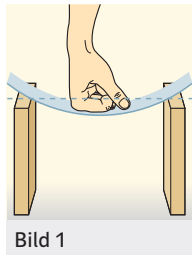
Abschnitt 1: Das Fahrzeug bewegt sich gleichförmig

Abschnitt 2: Das Fahrzeug bewegt sich gleichförmig mit größerer Geschwindigkeit

Abschnitt 3: Das Fahrzeug steht



1 Kräfte lassen sich an ihren Wirkungen erkennen. Die folgenden Bilder zeigen einige Beispiele.

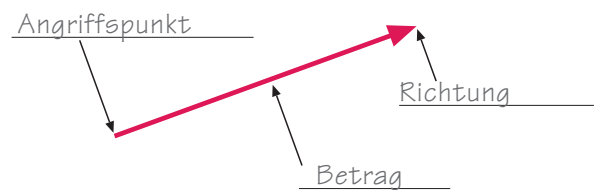


a) Ergänze: Kräfte können einen Körper ...	b) Welches Bild zeigt diese Kraftwirkung?
verformen	B1, B2, B4
seine Geschwindigkeit vergrößern	B2, B3
seine Geschwindigkeit verkleinern	B2, B5
seine Bewegungsrichtung ändern	B2, B5

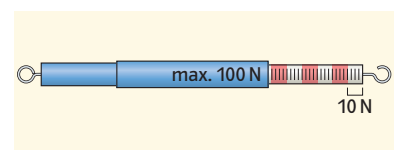
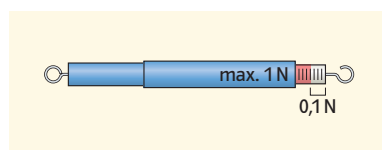
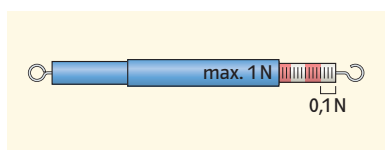
2 a) Die Wirkungen einer Kraft hängen ab ...

vom Betrag der Kraft,
 von der Richtung der Kraft,
 vom Angriffspunkt der Kraft

b) Alle drei Informationen kann man dem Kraftpfeil entnehmen.

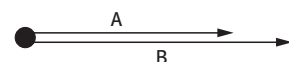
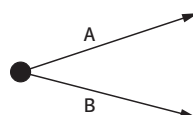


3 Lies die Kraftmesser ab und gib die Kraftbeträge an.



$F_1 = 0,38 \text{ N}$ $F_2 = 0,20 \text{ N}$ $F_3 = 62 \text{ N}$

4 a) Worin unterscheiden sich die in Bild dargestellten Kräfte $\vec{F}_A$ und $\vec{F}_B$? Maßstab: 1 cm $\triangleq$ 1 N



in ihrer Richtung in ihrem Betrag

b) Bestimme den Betrag der Kräfte.

$F_A = 2,5 \text{ N}$ $F_A = 2,8 \text{ N}$

$F_B = 2,5 \text{ N}$ $F_B = 3,6 \text{ N}$

1 Ergänze den Lückentext.

Wenn ein Körper eine Kraft auf einen zweiten Körper ausübt, wirkt gleichzeitig eine Kraft vom zweiten auf den ersten. Die beiden Kräfte sind gleich groß, entgegengesetzt gerichtet und haben verschiedene Angriffspunkte.

2 a) Was ist zu beobachten, wenn man von einem Boot aus an das Ufer springt (siehe Bild)?

Das Boot wird nach hinten weggestoßen.

b) Erkläre das Verhalten des Bootes.

Auf das Boot muss eine nach hinten gerichtete Kraft wirken.

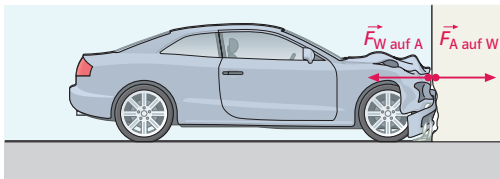


c) Wie sollte man ans Ufer springen? Kreuze die richtigen Antworten an.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ☐ | Mit größerem Schwung abspringen. |
| ☐ | Abspringen, wenn eine Welle das Boot hochgehoben hat. |
| ☒ | Mit etwas Schwung an das Ufer heranfahren und beim Aufsetzen des Bootes an Land springen. |

3 Zeichne in die folgenden Situationen die Kraft und deren Gegenkraft ein und gib die Kraftwirkungen an:

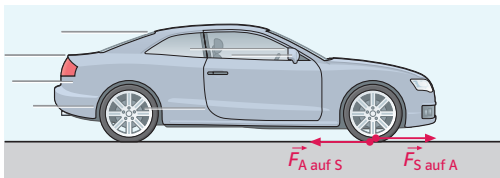
a) Ein Auto fährt gegen die Wand.



$\vec{F}_{A \text{ auf } W}$: Wand wird verformt

$\vec{F}_{W \text{ auf } A}$: Auto wird abgebremst und verformt.

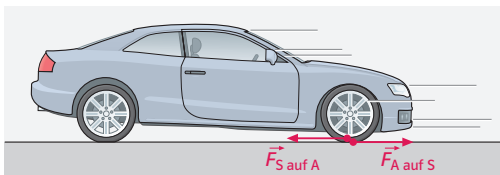
b) Ein Auto beschleunigt nach rechts.



$\vec{F}_{A \text{ auf } S}$: Straße wird verformt und erwärmt bzw. abgenutzt.

$\vec{F}_{S \text{ auf } A}$: Auto wird beschleunigt.

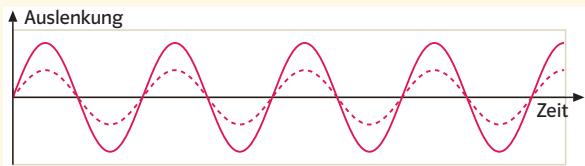
c) Ein Auto bremst auf einer normalen Straße ab.



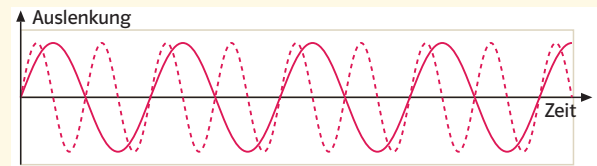
$\vec{F}_{S \text{ auf } A}$: Reibung bremst das Auto;

$\vec{F}_{A \text{ auf } S}$: Straße wird verformt und erwärmt.

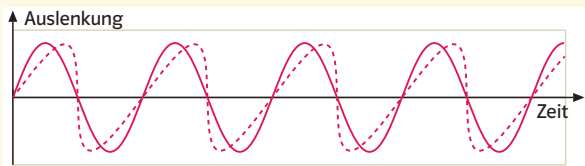
- 1** In den folgenden Abbildungen ist jeweils die Schwingungskurve desselben Tons eingezeichnet. Zeichne in jedes Diagramm die Schwingungskurve eines zweiten Tons ein, der im Vergleich zum vorgegebenen Ton die jeweils angegebene Eigenschaft erfüllt:



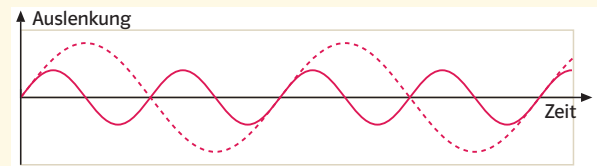
Zweiter Ton mit gleicher Frequenz, aber geringerer Lautstärke



Zweiter Ton mit gleicher Lautstärke und doppelter Tonhöhe

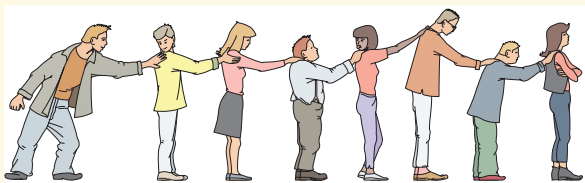


Zweiter Ton mit gleicher Lautstärke, aber anderer Klangfarbe



Zweiter Ton mit der halben Tonhöhe und größerer Lautstärke

- 2** Schall breitet sich in Luft langsamer aus als beispielsweise in Beton. Um zu zeigen, wie sich Schall ausbreitet, können mehrere Schüler eine Kette bilden, sodass jeder die Schulter des Vordermanns berührt.



Wenn du mit einer Stimmgabel einen Ton erzeugst, wird in diesem Modell der erste Schüler dieser Kette leicht angestoßen. Beschreibe die weiteren Vorgänge in diesem Modell.

Der erste Schüler wird angestoßen und kippt leicht nach vorne. Dabei gibt er den Stoß an die nächste Schülerin weiter. Dies wiederholt sich bis ans Ende der Kette. Der Ton wird weitergegeben.

- 3** Ergänze den Lückentext zum Hörvorgang im Ohr.

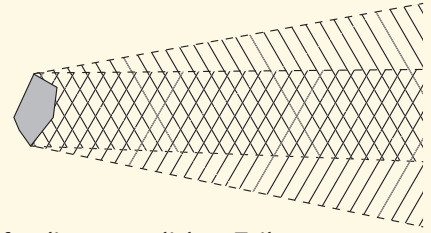
Die Ohrmuschel fängt den Schall auf und leitet ihn in den Gehörgang. Der Schall regt das Trommelfell zum Schwingen an. Die Gehörknöchelchen sind mit dem Trommelfell verbunden und geben den Schall an die Hörschnecke weiter. Die Sinneszellen in der Hörschnecke wandeln die Schwingungen in elektrische Signale um. Der Hörnerv leitet diese Signale an das Gehirn weiter. Wir hören.

1 Zeichne den Schattenraum hinter dem Hindernis.

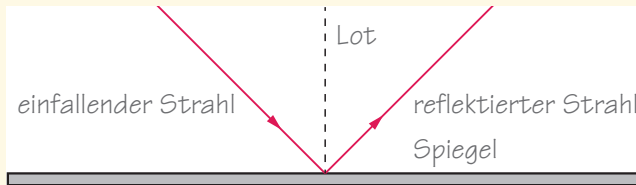
Lichtpunkt A



Lichtpunkt B

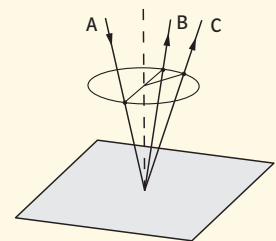


2 Zeichne den weiteren Strahlenverlauf bei der Reflexion des Lichts ein und beschrifte die wesentlichen Teile.

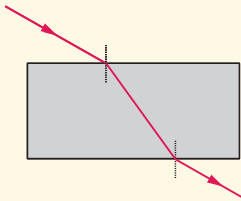


3 Welcher der Sätze erklärt das nebenstehende Bild richtig? Kreuze an.

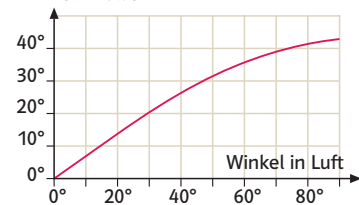
- ☐ B und C sind reflektierte Strahlen von A, da für beide der Reflexionswinkel gleich dem Einfallswinkel ist.
- ☒ Nur B ist ein reflektierter Strahl von A, weil A, B und das Einfallslot in einer Ebene liegen und der Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel ist.
- ☐ Es gibt mehrere reflektierte Strahlen zu A. Strahl C ist einer davon.



4 Ein Glaskörper ist von Luft umgeben. Zeichne unter Verwendung des Diagramms den weiteren Verlauf des Lichtstrahls.



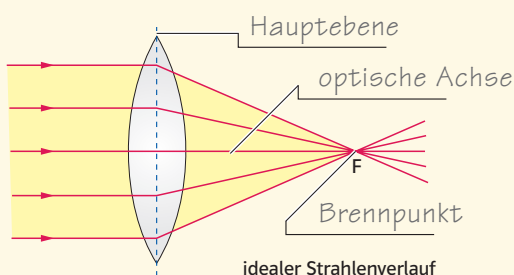
Die Brechung des Lichtes von Luft in Glas
Winkel in Glas



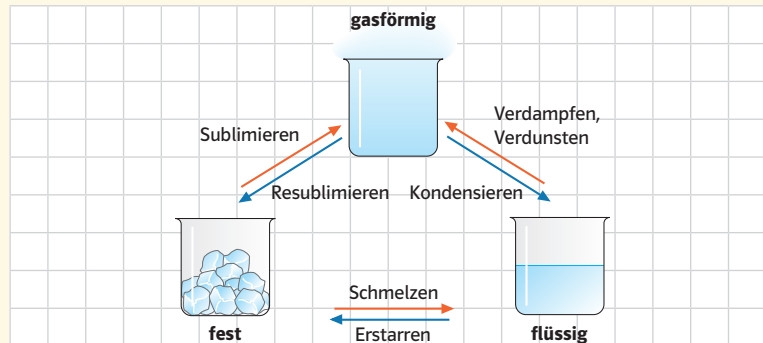
5 In welchen Fällen kann man Totalreflexion beobachten? Kreuze die richtigen Antworten an.

- ☐ Immer dann, wenn Licht aus einem dünneren in ein optisch dichteres Medium übergeht.
- ☐ Immer dann, wenn Licht aus einem dichteren in ein optisch dünneres Medium übergeht.
- ☒ Wenn der Einfallswinkel am Übergang von einem dichteren zu einem optisch dünneren Medium größer ist als der Grenzwinkel.

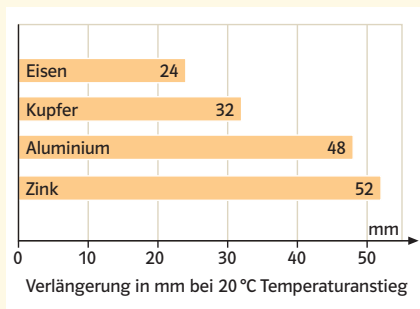
6 Beschrifte das folgende Bild!



- 1 a) Die Temperatur gibt an, wie heiß oder kalt ein Körper ist.
- b) Temperaturen misst man mit einem Thermometer.
- c) Man kann folgende Aggregatzustandsänderungen unterscheiden:



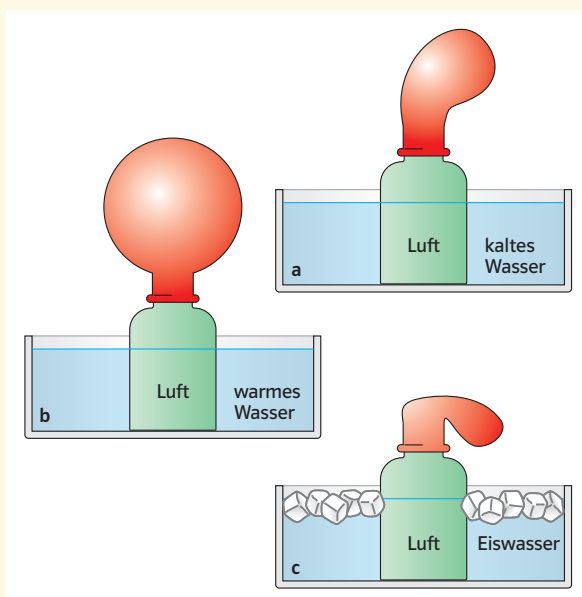
- 2 Ein Metallstück, das aus zwei verschiedenen Metallschichten besteht, nennt man Bimetall. Beim Erwärmen dehnen sich die Schichten unterschiedlich stark aus. Deswegen verbiegt sich das Bimetall. Bestimme mithilfe der Tabelle, in welche Richtung sich die folgenden Bimetalle bei einer Erwärmung biegen.



	Metall A
	Metall B

Metall A	Metall B	Richtung
Kupfer	Eisen	nach unten
Eisen	Zink	nach oben
Zink	Aluminium	nach unten

- 3 Im Wasserbad steht eine Flasche, über deren Öffnung ein Luftballon gestülpt wurde.



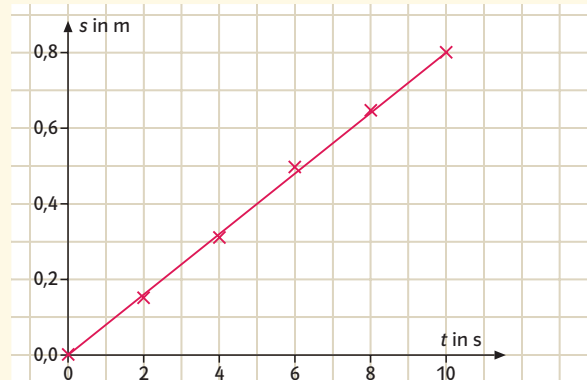
- a) Zeichne in das Bild deine Vermutung ein, wie der Ballon bei b) und c) aussehen wird.

- b) Begründe deine Vermutung.

Luft dehnt sich bei Erwärmung aus, deshalb wird der Ballon im warmen Wasser größer. Umgekehrt schrumpft er deshalb im kalten Wasser.

- 1 In einem Experiment wurde die Bewegung einer Modelleisenbahn auf gerader Strecke untersucht. Nach verschiedenen Zeiten wurde jeweils der zurückgelegte Weg gemessen.

t in s	0	2	4	6	8	10
s in m	0	0,16	0,31	0,5	0,65	0,8
$\frac{s}{t}$ in $\frac{m}{s}$	–	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08



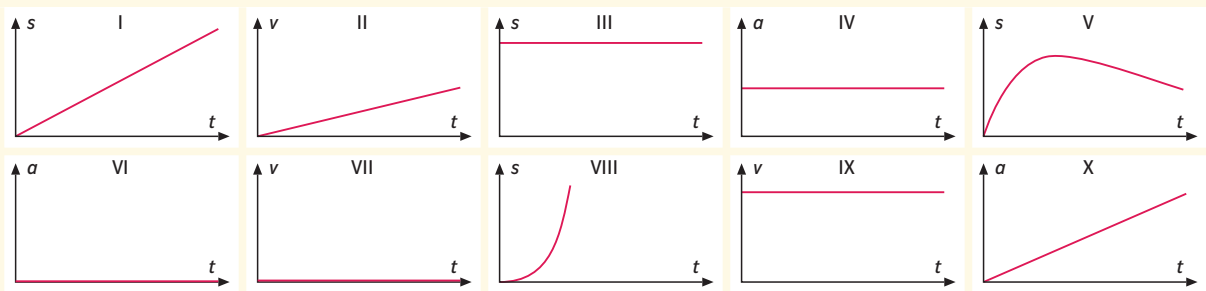
- a) Stelle die Bewegung in einem Diagramm dar.
b) Um welche Bewegungsart und -form handelt es sich?

Geradlinig gleichförmig

- 2 Welche der folgenden Diagramme zeigen eine

gleichförmige Bewegung? I, VI, IX

gleichmäßig beschleunigte Bewegung? II, IV, VIII



- 3 a) Was ist zu beobachten, wenn man von einem Boot aus an das Ufer springt?

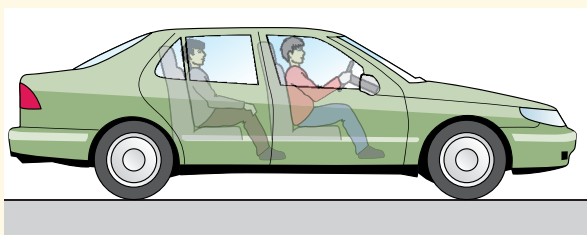
Das Boot wird nach hinten weggestoßen.

- b) Erkläre das Verhalten des Bootes.

Auf das Boot muss eine nach hinten gerichtete Kraft wirken (Wechselwirkungsgesetz).



- 4 Ein Autofahrer muss plötzlich bremsen. Was geschieht mit den Insassen? Kreuze an.



- ☐ Ihre Gewichtskraft wird kleiner.
- ☐ Sie werden nach hinten gedrückt.
- ☐ Ihre Masse nimmt zu.
- ☒ Sie bewegen sich kurzzeitig weiter nach vorn.
- ☐ Nichts.