Physik 8. Klasse (neuspr.) Aufgaben

Richard Reindl

Die aktuellste Version der Aufgaben findet man unter
http://www.stbit.de

12. Juni 2015

0 Wiederholung

0.1 Die Geschwindigkeit

0.1.1. Rechne $v = 108\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ in die Einheiten $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, $\frac{\text{m}}{\text{min}}$, $\frac{\text{km}}{\text{ms}}$ und $\frac{\text{Ls}}{\text{a}}$ um.

0.1.2. Eine Rakete legt die Entfernung Erde-Mond in 3 d 16 h 53 min 20 s zurück.

(a) Berechne die mittlere Geschwindigkeit der Rakete in $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, und $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

(b) Wie weit fliegt die Rakete in einem Jahr?

(c) Wie lang braucht die Rakete bei gleichbleibender Geschwindigkeit für die Strecke Erde-Pluto (45 AE)? $1\,\text{AE} = 1{,}5 \cdot 10^8\,\text{km}$ (astronomische Einheit).

0.1.3. Ein Porschefahrer rast auf der Autobahn Garmisch-München bei Regenwetter mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 198\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ dahin. Um 14:23:00 Uhr wird er bei km 16,5 von einer Radarfalle ertappt („80 bei Nässe“).

(a) Wann fuhr er bei Eschenlohe (km 0) auf die Autobahn?

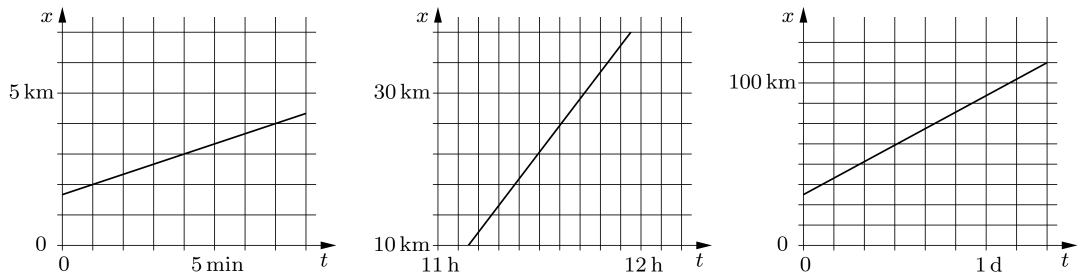
(b) Wo befindet er sich um 14:28:20 Uhr?

(c) Zeichne ein tx-Diagramm der Bewegung mit folgenden Einheiten: $1\,\text{min} \mathrel{\widehat{=}} 1\,\text{cm}$ und $5\,\text{km} \mathrel{\widehat{=}} 1\,\text{cm}$.

(d) Wann stoppt ihn die Polizei bei der Ausfahrt Starnberg bei km 42,5? Ermittle das Ergebnis zuerst aus der Zeichnung und rechne dann nach.

(e) Die Radarfalle arbeitete gar nicht mit Radar, sondern es waren zwei Lichtschranken im Abstand 50 cm. Beim Durchfahren der ersten Lichtschranke wurde eine elektronische Uhr gestartet, beim Durchfahren der zweiten Lichtschranke wurde sie wieder gestoppt. Der Abstand der Lichtschranken ist mit einem zweiprozentigen Fehler behaftet, der Fehler der Zeitmessung beträgt 0,05 ms. Berechne den absoluten und relativen Fehler der Geschwindigkeitsmessung an unserem Porschefahrer.

0.1.4. Folgende Abbildungen zeigen tx-Diagramme verschiedener Bewegungen. Ermittle jeweils die Geschwindigkeit in mindestens zwei verschiedenen Einheiten.



0.2 Die Beschleunigung

0.2.1. (a) Berechne die Beschleunigung eines Sportwagens, der in 8,00 s von null auf 108 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ beschleunigt.

(b) Eine Gewehrkugel wird im Lauf in der Zeit $\Delta t = 5{,}0\,\text{ms}$ von null auf 400 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ beschleunigt. Wie groß ist die Beschleunigung?

(c) Ein Zug beschleunigt mit $a = 0{,}10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ aus dem Stand auf die Endgeschwindigkeit 72 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wie lange dauert dieser Beschleunigungsvorgang?

0.2.2. Von einem glücklicherweise unbesetzten Fahrstuhl eines Hochhauses reißt das Seil.

(a) Wie lange dauert es, bis der Fahrstuhl die Geschwindigkeit 100 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ erreicht?

(b) Wie schnell ist der Fahrstuhl 3,0 s nach dem Reißen des Seils?

0.3 Die Kraft

0.3.1. Wie groß ist die Antriebskraft einer Lokomotive, die einem Zug mit der Gesamtmasse $m = 700\,\text{t}$ die Beschleunigung $a = 0{,}200\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ erteilt?

0.3.2. Auf einen Golf-GTI der Masse $m = 900\,\text{kg}$ wirkt die Antriebskraft $F = 1530\,\text{N}$. In welcher Zeit beschleunigt das Auto von Null auf 100 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, wenn alle Reibungskräfte vernachlässigt werden?

0.4 Die Gewichtskraft

0.4.1.

Ortsfaktoren in $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$	Pole (Erde)	Äquator (Erde)	Jupiter	Mars	Neutronenstern
	9,832	9,780	24,9	3,73	$\approx 10^{14}$

(a) Welche Gewichtskraft erfährt ein Mädchen der Masse 52,0 kg am Nordpol, am Äquator, auf dem Mond und auf dem Jupiter? Um wieviel Prozent ist ihre Gewichtskraft am Äquator kleiner als am Nordpol?

(b) Welche Masse hat ein Raumschiff, das auf der Marsoberfläche zum Abheben mindestens die Schubkraft $3{,}22 \cdot 10^4\,\text{N}$ benötigt?

0.5 Das Gesetz von Hooke

0.5.1. (a) Berechne die Härte einer Feder, die sich von der Kraft 270 N um 6,0 cm zusammendrücken läßt.

(b) Wie weit dehnt sich ein Draht mit der Härte $D = 80\,000\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$, wenn an ihn ein Körper der Masse 5,00 kg gehängt wird?

(c) Welche Kraft dehn ein Seil mit der Federkonstanten $D = 20\,000\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$ um 4,0 cm? Um welche Strecke dehnt ein Kletterer der Masse 70 kg dieses Seil, wenn er frei in ihm hängt?

0.5.2. Der Ortsfaktor an der Venusoberfläche ist $g_\text{V} = 8{,}5\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Arthur Dent, der per Anhalter durch die Galaxis reist, hängt auf der Venus einen Körper der Masse $m_1 = 9{,}0\,\text{g}$ an seine immer im Gepäck befindliche Federwaage, die dadurch um $x_1 = 1{,}7\,\text{cm}$ gedehnt wird. Auf dem Merkur hängt er eine halbe Tafel Schokolade ($m_2 = 50\,\text{g}$) an seine Waage und liest die Dehnung $x_2 = 4{,}0\,\text{cm}$ ab. Berechne den Ortsfaktor g_M auf dem Merkur.

0.6 Die Reibungskraft

0.6.1. (a) Ein Marsfahrzeug der Masse 250 kg braucht auf dem roten Planeten zum Fahren mit konstanter Geschwindigkeit die Antriebskraft 298 N. Wie groß ist die Reibungszahl?

(b) Von welcher Kraft F_1 wird das Marsfahrzeug angetrieben, wenn es, bei gleichem Untergrund wie auf dem Mars, auf der Erde mit konstanter Geschwindigkeit fährt?

(c) Welche Beschleunigung erhält das Marsfahrzeug auf dem Pluto, wenn es, wieder bei gleichem Untergrund wie auf dem Mars, mit der Kraft F_1 aus Teilaufgabe (b) angetrieben wird? Den Wert des Ortsfaktors auf dem Pluto findest du leicht im Internet.

0.6.2. Ein Auto der Masse $m = 800\,\mathrm{kg}$ hat die Rollreibungszahl $\mu_\mathrm{R} = 0{,}025$. Beim gerade anfahrenden Auto (die Luftreibung kann man also vernachlässigen) wirkt die Antriebskraft $F_\mathrm{A} = 1600\,\mathrm{N}$. Welche Beschleunigung erfährt das Auto?

1 Arbeit und Energie

1.1 Die Arbeit

1.1.1. Welche Arbeit muss verrichtet werden, um ein Auto der Masse $m = 1{,}20 \cdot 10^3\,\mathrm{kg}$

(a) um $h = 2{,}0\,\mathrm{m}$ zu heben (KFZ-Werkstatt)?

(b) von null auf $v = 108\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ zu beschleunigen?

(c) bei einer Rollreibungszahl von $\mu = 0{,}050$ um $s = 1{,}0\,\mathrm{km}$ waagrecht zu bewegen?

1.1.2. Welche Arbeit muss verrichtet werden, um eine Feder der Härte $D = 36\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$ um die Strecke $x = 5{,}0\,\mathrm{cm}$ zu dehnen? Welche Kraft wird benötigt, um die Feder gedehnt zu halten?

1.1.3. Hans und Eva spielen mit Würfeln der Kantenlänge $a = 12\,\mathrm{cm}$ und der Masse $m = 400\,\mathrm{g}$. Hans stapelt acht der Würfel, die alle auf dem Boden liegen, der Reihe nach aufeinander zu einem Turm. Eva schiebt ebenfalls acht Würfel auf dem Boden zu einem Turm zusammen und stellt dann den ganzen Turm auf einmal senkrecht.

(a) Welche Gesamtarbeit W_H verrichtet Hans an den Würfeln?

(b) Welche Arbeit W_E verrichtet Eva beim Aufstellen des Turms?

Tipp: Du darfst dir die ganze Masse des Turms in seinem Mittelpunkt (Schwerpunkt) vereint denken.

1.1.4. (a) Welche Hubarbeit verrichtet ein Bauarbeiter der Masse $m = 75\,\mathrm{kg}$, der einen Zementsack der Masse $m_1 = 40\,\mathrm{kg}$ vom Garten in den zweiten Stock trägt ($h = 7{,}2\,\mathrm{m}$)?

(b) Welche Reibungsarbeit wird von Käptn Hook verrichtet, der eine Schatzkiste mit der konstanten Kraft $F = 120\,\mathrm{N}$ 80 m über den Boden schleift?

(c) Welche Beschleunigungsarbeit wird an einer Gewehrkugel der Masse $m = 25\,\mathrm{g}$ verrichtet, die von null auf $v = 410\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ beschleunigt wird?

(d) Welche Spannarbeit wird an einer Feder der Härte $D = 4500\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ verrichtet, die vom entspannten Zustand aus um 6,4 cm zusammengedrückt wird?

1.2 Der Energiesatz

1.2.1. Eine 100 g-Tafel Schokolade liefert beim Verdauen die Energie 2,50 MJ (597 kcal), aber nur 25 % davon werden vom Körper in mechanische Arbeit umgesetzt.

(a) Welchen Höhenunterschied kann ein Bergsteiger der Masse $m = 80\,\mathrm{kg}$ mit der Energie einer Tafel Schokolade überwinden, wenn 35 % der mechanischen Arbeit für die Reibung verloren gehen?

(b) 120 g Pommes Frites haben den Nährwert 420 kcal. Wie viel MJ sind dies? Wie hoch muss eine Bergsteigerin der Masse 55 kg steigen, um diese Energie abzuarbeiten?

1.2.2. Das Fettgewebe des menschlichen Körpers hat den Energieinhalt $39\,\frac{\mathrm{MJ}}{\mathrm{kg}}$. Wenn man also ohne Nahrungsaufnahme die Arbeit 39 MJ verrichtet, nimmt man 1 kg ab. Ein ruhender Mensch verbraucht pro kg Körpermasse ungefähr 100 kJ täglich zur Aufrechterhaltung seiner Lebensfunktionen, der *Grundumsatz* ist also $100\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,d}}$.

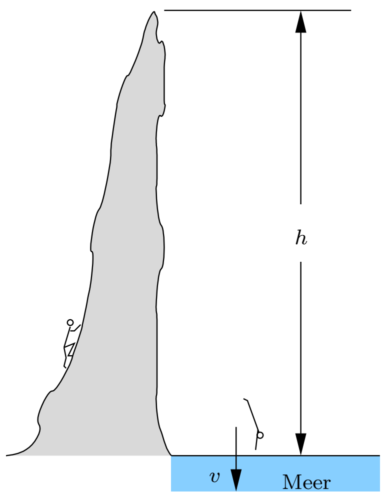
(a) Wie lange kann ein Mensch der Masse 80 kg, der das 1,5-fache des Grundumsatzes verbraucht, bei einer Fettreserve von 15 kg fasten?

(b) Der Wirkungsgrad des menschlichen Körpers beträgt ungefähr 25 %, d.h. 25 % der durch Fettverbrennung gewonnenen Energie werden in mechanische Arbeit umgewandelt. Beim Bergsteigen werden ungefähr 65 % der vom Körper erbrachten mechanischen Arbeit in Hubarbeit umgesetzt. Wieviel Fett verbrennt ein Bergsteiger der Masse 75 kg, bei der Überwindung von 1000 m Höhe?

(c) Wie oft muss eine Frau der Masse 70 kg zusätzlich zu einem 8-tägigen Fasten (1,2-facher Grundumsatz) noch von Garmisch (700 m) aus auf die Zugspitze (2962 m) steigen, um 3 kg abzunehmen?

1.2.3. Ein Hybridauto der Masse $m = 1100\,\mathrm{kg}$ fährt von Kaltenbrunn (860 m) nach Garmisch (700 m); dabei werden 85% der verlorenen potentiellen Energie in elektrische Energie der Batterie verwandelt. Wie weit kann das Auto (Rollreibungszahl $\mu = 0{,}03$) mit der gewonnenen elektrischen Energie fahren? Wie verändert sich das Ergebnis für ein Auto der Masse $m' = 1900\,\mathrm{kg}$?

1.2.4. Ein Kletterer der Masse $m = 70\,\mathrm{kg}$ erklimmt einen Felsturm der Höhe $h = 27{,}0\,\mathrm{m}$ und stürzt sich dann mit einem Hechtsprung ins Meer.



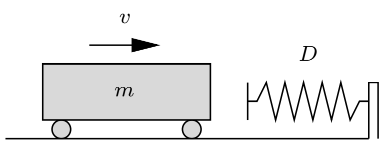
(a) Welche Hubarbeit W_{H} verrichtet er beim Aufstieg?

(b) Erläutere genau, welche Arbeit während des Sprungs am Kletterer verrichtet wird und in was diese Arbeit verwandelt wird.

(c) Mit welcher Geschwindigkeit v trifft der Wagemutige auf die Wasseroberfläche? Ergebnis in $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ und in $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

1.2.5. Ein Auto beschleunigt mit einer Benzinmenge vom Volumen V von null auf die Geschwindigkeit v. Wieviel Benzin verbraucht das Auto für die Beschleunigung von v auf $2v$ (Reibung vernachlässigen)?

1.2.6. Ein Eisenbahnwaggon der Masse $m = 1{,}50 \cdot 10^4\,\mathrm{kg}$ prallt mit der Geschwindigkeit $v = 0{,}52\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ auf eine starke Feder mit der Federkonstanten D. Der Waggon kommt zum Stillstand, wenn die Feder um $\Delta x = 65\,\mathrm{cm}$ zusammengedrückt ist.



(a) Welche Energieumwandlung tritt während des Bremsvorgangs auf?

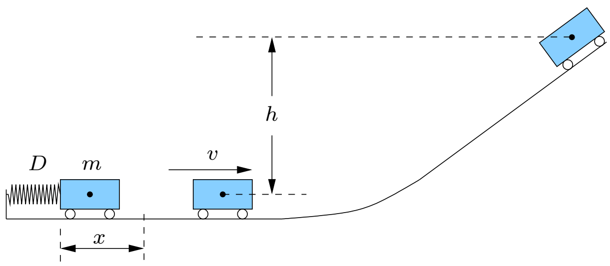
(b) Berechne D.

(c) Wie weit würde die Feder zusammengedrückt, wenn $D = 3{,}75 \cdot 10^3\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ wäre?

1.2.7. Eine Feder ($D = 1000\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$) ist um $d = 10{,}0\,\mathrm{cm}$ zusammengedrückt. Beim Auseinanderschnellen wird ein Wagen der Masse m auf waagrechter Unterlage von Null auf die Geschwindigkeit $v = 10{,}0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ beschleunigt.
Berechne m einmal für eine reibungsfreie Bewegung und einmal für $\mu = 0{,}500$.

1.2.8. Bei einem Geschwindigkeitstest (1978) fuhr der Tiroler Fredy Gasser auf der Marmolata einen $s = 475\,\mathrm{m}$ langen und $40°$ geneigten Hang mit $240\,\mathrm{cm}$ langen Spezialskiern hinunter; die Gleitreibungszahl betrug $\mu = 0{,}1$. Welche Geschwindigkeit erreichte er am Ende der Strecke, wenn 36,5% der umgesetzten potentiellen Energie von der Luftreibung verbraucht wurden?

1.2.9. Auf einem Jahrmarkt wird folgende Attraktion angeboten: Eine große Feder ($D = 1280\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$) ist um $x = 2{,}50\,\mathrm{m}$ zusammengedrückt. Beim Auseinanderschnellen beschleunigt sie einen Wagen der Gesamtmasse (mit Insassen) $m = 80{,}0\,\mathrm{kg}$ auf die Geschwindigkeit v. Anschließend fährt der Wagen eine schiefe Ebene hinauf und dreht in der Höhe h um. Die ganze Bewegung geschieht reibungsfrei. Beschreibe genau, wie die Bewegung des Wagens weiter geht und welche Energieumwandlungen während der ganzen Bewegung ablaufen.



1.3 Die Leistung

1.3.1. Ein Kran zieht eine Palette mit Ziegeln ($m = 500\,\mathrm{kg}$) mit der Geschwindigkeit $v = 4{,}00\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ nach oben. Welche mechanische Leistung P gibt der Motor des Krans ab? Welche elektrische Leistung P_e nimmt der Motor auf, wenn sein Wirkungsgrad $80\,\%$ beträgt?

1.3.2. Bei einem Wasserkraftwerk fallen in $\Delta t = 1{,}50\,\mathrm{min}$ $200\,\mathrm{m}^3$ Wasser auf die $h = 150\,\mathrm{m}$ tiefer liegenden Turbinen (ein Liter Wasser hat die Masse $1\,\mathrm{kg}$). Der Wirkungsgrad der Anlage beträgt 80%.

Berechne die Leistung P_W des fallenden Wassers und die von den Generatoren abgegebene elektrische Leistung P_e.

1.3.3. Ein Elektromotor nimmt die elektrische Leistung $P_\mathrm{e} = 60{,}0\,\mathrm{W}$ auf und setzt sie mit dem Wirkungsgrad $\eta = 65{,}0\%$ in mechanische Leistung um. Wie lange dauert es, bis dieser Motor eine Feder mit $D = 3900\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$ um $\Delta x = 5{,}00\,\mathrm{cm}$ gedehnt hat?

2 Elektrizität

2.1 Die Stromstärke

2.1.1. (a) Arsens besteht zu 100 % aus ${}^{75}_{33}\mathrm{As}$. Um wieviel Prozent ist die Masse des Arsenatoms ($M = 74{,}922\,\mathrm{u}$) kleiner als die Massensumme M' seiner Bausteine?

(b) $1\,\mathrm{dm}^3$ Arsen wird gleichmäßig auf sämtliche Weltmeere verteilt. Die Fläche der Ozeane beträgt $3{,}63 \cdot 10^8\,\mathrm{km}^2$, die mittlere Meerestiefe ist $3{,}77\,\mathrm{km}$. Wie viele Atome des Arsens findet man in einem Liter Meerwasser (Dichte des Arsens: $\varrho_\mathrm{Arsen} = 5{,}72\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$)?

2.1.2. Wie viele Elektronen müssen von einer elektrisch neutralen Metallkugel abfließen, damit sie die Ladung $Q = 4{,}8 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{C}$ trägt?

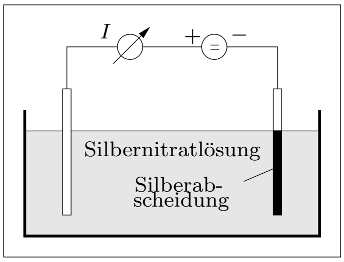
2.1.3. (a) Durch ein Radiogerät fließt in einer Minute die Ladung 27 C. Berechne die Stromstärke!

(b) Welche Ladung fließt in einer Stunde durch ein Bügeleisen, wenn die Stromstärke 3,0 A beträgt?

(c) In welcher Zeit fließt durch eine Glimmlampe bei der Stromstärke $I = 0{,}20\,\mathrm{mA}$ die Ladung 5,0 C?

(d) Durch einen Transistor fließt ein Strom der Stärke $I = 0{,}040\,\mu\mathrm{A}$. Wie viele Elektronen wandern in einer Sekunde durch den Transistor?

2.1.4. Um ein Strommessgerät zu eichen, muss ein Strom von genau 1 A hergestellt werden, d.h. in einer Sekunde müssen genau $6{,}24 \cdot 10^{18}$ Elektronen durch den Leiterquerschnitt fließen. Teilaufgabe (b) zeigt, dass es unmöglich ist, diese riesige Zahl von Elektronen einzeln abzuzählen. Leitet man Strom durch eine Silbernitratlösung ($AgNO_3$), dann scheidet sich an der negativen Elektrode (Kathode) Silber ab, und zwar pro Elektron im Stromkreis genau ein Silberatom. Mit der bekannten Masse



$$M = 1{,}79 \cdot 10^{-25}\,\mathrm{kg}$$

des Silberatoms kann aus der Masse m des abgeschiedenen Silbers die Zahl N der durch den Leiter geflossenen Elektronen berechnet werden.

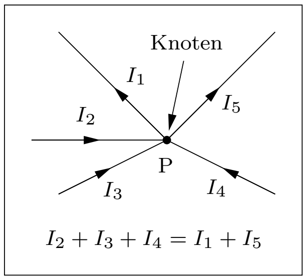
(a) Wieviel Silber wird von einem Strom der Stärke 1,00 A in einer Sekunde abgeschieden?

(b) Ein elektronisches Zählgerät ist in der Lage, pro Sekunde eine Milliarde Elektronen zu zählen. Wie viele Jahre braucht dieses Gerät, um alle Elektronen der Ladung $Q = 1\,\mathrm{C}$ zu zählen?

2.1.5. (a) Ein Proton hat einen Durchmesser von ungefähr 10^{-15} m. Wie lang ist eine Kette von hintereinander aufgereihten Protonen, die zusammen die Ladung 1 C ergeben?

(b) Wie lang wäre die Kette aus Teilaufgabe (a), wenn jedes Proton den Durchmesser 1 cm hätte?

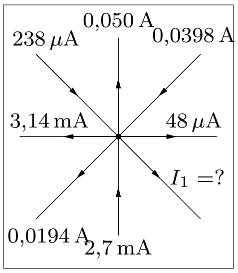
2.1.6. Es ist eine experimentell abgesicherte Tatsache, dass sich ein Verzweigungspunkt P (*Knoten*) einer elektrischen Schaltung nicht auflädt, d.h. die pro Sekunde in den Knoten hineinfließende Ladung muss gleich der pro Sekunde vom Knoten abfließenden Ladung sein. Da aber „Ladung pro Zeit" nichts anderes als die Stromstärke ist, gilt folgende Regel:



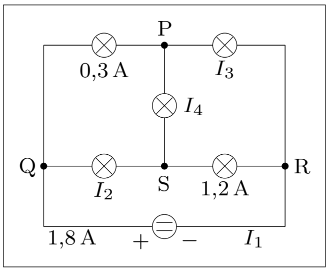
Die Summe der in einen Knoten P hineinfließenden Ströme ist gleich der Summe der von P abfließenden Ströme. (**1. Kirchhoff'sche Regel**)

Berechne alle in den folgenden Zeichnungen angegebenen Stromstärken!

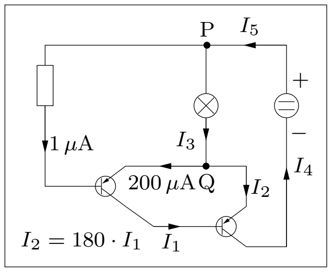
(a)



(b)



(c)



2.2 Die Spannung

2.2.1. (a) Welche Spannung erteilt der Ladung $Q = 0{,}060\,\mathrm{C}$ die Energie $W = 3{,}0\,\mathrm{J}$?

(b) Welcher Ladung wird beim durchlaufen der Spannung $U = 220\,\mathrm{V}$ die Energie $W = 2{,}00\,\mathrm{J}$ übertragen?

2.2.2. (a) In einer Fernsehröhre werden zunächst ruhende Elektronen von der Spannung $U = 5000\,\mathrm{V}$ beschleunigt. Berechne die kinetische Energie W_k und die Geschwindigkeit v der Elektronen nach der Beschleunigung.

(b) Ein Proton soll in $\Delta t = 10\,\mathrm{s}$ von der Erde zum Mond fliegen ($\Delta s = 384000\,\mathrm{km}$). Von welcher Spannung U muss das Proton beschleunigt werden?

2.2.3. Ein Elektromotor wird an eine normale Steckdose angeschlossen, die mit 10 A abgesichert ist. In welcher minimalen Zeit Δt kann der Motor mit dem Wirkungsgrad $\eta = 60\,\%$ drei Zementsäcke der Gesamtmasse $m = 150\,\mathrm{kg}$ vom Boden in den 3. Stock ($h = 12\,\mathrm{m}$) befördern?

2.2.4. Ein Tauchsieder ist an eine Haushaltssteckdose angeschlossen und wird von einem Strom der Stärke $I = 3{,}5\,\mathrm{A}$ durchflossen. In welcher Zeit Δt kann mit dem Tauchsieder ein Liter Wasser der Temperatur 14 °C zum Kochen gebracht werden?

2.2.5. **Strom aus Wasserkraft**

Vom Walchensee fließen pro Sekunde $84\,\mathrm{m}^3$ Wasser in Druckrohren zum $h = 200\,\mathrm{m}$ tiefer gelegenen Kraftwerk, das die anfängliche potentielle Energie des Wassers mit einem Wirkungsgrad von 75% in elektrische Energie verwandelt. Welche elektrische Leistung P kann das Kraftwerk abgeben? Um wieviel Grad ist das Wasser nach dem Kraftwerk wärmer als im Walchensee? Welcher Strom fließt in der vom Werk abgehenden 110-kV-Leitung?

2.2.6. **Vom Unsinn der Standby-Schaltungen**

Damit der moderne „Homo faulentius" seinen Leib nicht mehr vom Sofa erheben muss, sind die meisten Fernseh- und Stereogeräte mit Standby-Schaltungen ausgestattet, d.h. sie lassen sich mit der Fernbedienung vom normalen Betrieb in den Schlafmodus (Standby) und wieder zurück schalten (Videorekorder lassen sich überhaupt nicht ausschalten). Im Standby-Betrieb fließt im Durchschnitt der Strom $I = 45\,\mathrm{mA}$ durch ein Gerät. Was kostet der jährliche „Rund-um-die-Uhr-Standby-Betrieb" von $N = 1{,}8 \cdot 10^8$ Geräten (Deutschland) bei einem Preis von 17 Cent pro Kilowattstunde? Wie viele Wasserkraftwerke mit der mittleren Leistung 36 MW (Walchensee) bzw. Kernkraftwerke mit der Leistung 900 MW (Isar I) sind zum Standby-Betrieb der deutschen Geräte nötig?

2.3 Das Ohmsche Gesetz

2.3.1. (a) Welchen Widerstand R hat eine Glühlampe, die an der Spannung $U = 220\,\mathrm{V}$ von einem Strom der Stärke $I = 0{,}11\,\mathrm{A}$ durchflossen wird?

(b) Die Bundesbahn fährt mit der Spannung $U = 15\,000\,\mathrm{V}$. Der Widerstand des Motors einer Lok beträgt $R = 35\,\Omega$. Welcher Strom I fließt durch den Motor?

(c) Welche Spannung U liegt an dem Widerstand $R = 48\,\mathrm{k\Omega}$, der von einem Strom der Stärke $I = 25\,\mu\mathrm{A}$ durchflossen wird?

(d) Der Motor einer starken Bohrmaschine hat den Widerstand $R = 18\,\Omega$. Welche Stromstärke muss die Sicherung mindestens aushalten?

(e) Der menschliche Körper hat, je nach Hautfeuchtigkeit, einen Widerstand von $2{,}5\,\mathrm{k\Omega}$ bis $10\,\mathrm{k\Omega}$. Stromstärken ab ungefähr 10 mA können für den Menschen schon lebensgefährdend sein. Ab welcher Spannung muss man also aufpassen?

2.3.2. Auf einer Glühbirne steht 230 V / 60 W. Welcher Strom I fließt durch die Glühbirne und welchen Widerstand R hat sie?

2.3.3. Durch einen Fernseher fließt bei $U = 230\,\mathrm{V}$ und $I = 5{,}0\,\mathrm{A}$ in der Zeit t die Ladung $Q = 1{,}8 \cdot 10^4\,\mathrm{C}$. Berechne den Widerstand R des Gerätes, die Leistungsaufnahme P, die verbrauchte elektrische Energie W und die Einschaltdauer t.

2.3.4. Durch eine Filmleuchte ($P = 1000\,\mathrm{W}$) fließt in 11 s die Ladung 50 C. Berechne U, I, R und W!

2.3.5. **Wie viele Elektronen man zum Bügeln braucht**

Ein Bügeleisen nimmt die Leistung $P = 690\,\mathrm{W}$ auf. Welchen Widerstand R hat das Gerät? Wie viele Elektronen (Elementarladung: $e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\,C$) fließen pro Stunde durch das Bügeleisen?

2.3.6. An einem Widerstand R liegt für die Zeit t die Spannung U und es fließt der Strom I. P ist die Leistung der Stromquelle in dieser Zeit und W die gesamte in dieser Zeitspanne am Widerstand R umgesetzte Energie.

(a) Berechne P, R und U aus I, W und t.

(b) Berechne P, I und U aus R, W und t.

2.4 Widerstandsschaltungen

2.4.1. Die Widerstände R_1 und R_2 liegen hintereinander an der Spannung U, mit U_1 bzw. U_2 werden die Teilspannungen an R_1 bzw. R_2 bezeichnet. Berechne die fehlenden Größen:

	R_1 in Ω	R_2 in Ω	R in Ω	U_1 in V	U_2 in V	U in V	I in A
(a)	80	120	?	?	?	10	?
(b)	150	10	?	5	?	?	?
(c)	?	30	?	?	0,01	300	?
(d)	1000	?	?	0,001	?	2	?
(e)	?	?	5000	?	400	?	0,1
(f)	50	?	?	?	?	220	5
(g)	?	80	?	?	6,4	?	0,8

2.4.2. Von fünf in Reihe geschalteten Widerständen ist jeder um $100\,\Omega$ größer als sein Vorgänger. Wie groß sind diese Widerstände, wenn bei einer angelegten Spannung von $U = 230\,\text{V}$ ein Strom der Stärke $I = 0{,}20\,\text{A}$ fließt? Berechne auch die Teilspannungen an den einzelnen Widerständen.

2.4.3. Auf einer Glühbirne steht $3{,}5\,\text{V} / 1{,}05\,\text{W}$. Welchen Widerstand R_V muss man vorschalten, damit das Lämpchen an $230\,\text{V}$ angeschlossen werden kann? Wieviel Prozent der Gesamtleistung gehen am Widerstand verloren? Wieviel Prozent sind das von der Nutzleistung?

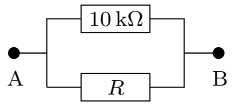
2.4.4. Ein Bastler braucht für ein elektronisches Gerät die Spannung $0{,}9\,\text{V}$. Er hat eine Batterie mit $4{,}5\,\text{V}$ und folgende Widerstände:

$$20\,\Omega\ ,\ 40\,\Omega\ ,\ 40\,\Omega\ ,\ 50\,\Omega\ ,\ 50\,\Omega\ ,\ 100\,\Omega\ ,\ 150\,\Omega \text{ und } 200\,\Omega.$$

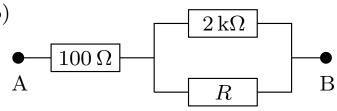
Zeichne eine Schaltung, mit der er die gewünschte Spannung erhält!

2.4.5. Wie groß muss R gewählt werden, damit der Gesamtwiderstand zwischen A und B $1\,\text{k}\Omega$ beträgt?

(a)

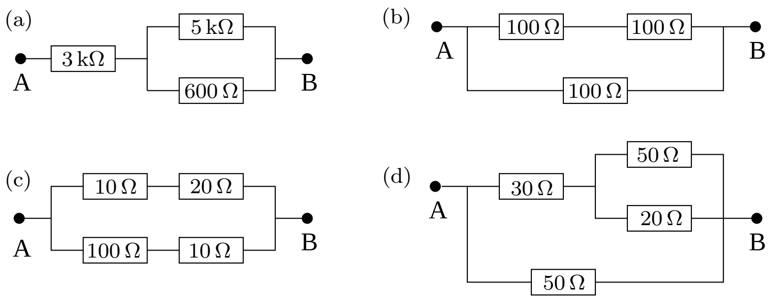


(b)



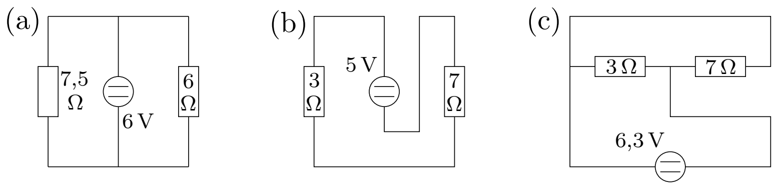
2.4.6. Dir stehen drei Widerstände mit je genau $3\,\Omega$ zur Verfügung. Berechne, jeweils mit Schaltplan, **alle** Widerstände, die du herstellen kannst.

2.4.7. Berechne den Gesamtwiderstand R_AB sowie sämtliche Teilspannungen und Teilströme für $U_\text{AB} = 100\,\text{V}$.

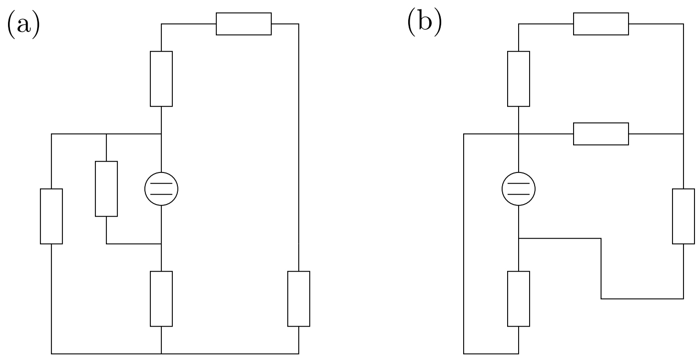


2.4.8. Zur Verfügung stehen beliebig viele identische 10-Ω-Widerstände. Baue daraus mit möglichst wenig Materialverbrauch einen 17-Ω-Widerstand (Schaltskizze und Rechnung!).

2.4.9. Berechne die von der Stromquelle erbrachte Leistung:



2.4.10. In den folgenden Schaltungen hat jeder Widerstand den Wert 11 Ω und die Stromquelle die Spannung 5 V. Berechne jeweils den Gesamtwiderstand der Schaltung und die von der Stromquelle erbrachte Leistung:



2.4.11. Eine Glühbirne mit dem Widerstand $R_{\mathrm{L}} = 40\,\Omega$ darf mit maximal 12 V betrieben werden. Wie muss die Lampe mit den beiden Widerständen $R_1 = 10\,\Omega$ und $R_2 = 152\,\Omega$ an die Netzspannung $U = 220\,\mathrm{V}$ angeschlossen werden? Schaltplan und Rechnung! Welchen Wirkungsgrad hat diese Schaltung?

3 Wärme

3.1 Temperatur

3.1.1. (a) Schwefel schmilzt bei $T_\mathrm{s} = 119\,°\mathrm{C}$ und siedet bei $T_\mathrm{v} = 445\,°\mathrm{C}$. Rechne die beiden Temperaturen in die Kelvinskala um.

(b) Aluminium schmilzt bei $T_\mathrm{s} = 933\,\mathrm{K}$ und siedet bei $T_\mathrm{v} = 2723\,\mathrm{K}$. Rechne die beiden Temperaturen in die Celsiusskala um.

(c) Ozon schmilzt bei $T_\mathrm{s} = 22\,\mathrm{K}$ und siedet bei $T_\mathrm{v} = -113\,°\mathrm{C}$. Berechne die Differenz $T_\mathrm{v} - T_\mathrm{s}$.

3.1.2. In einem Ofen wird Silber auf die Temperatur $T = 2200\,°\mathrm{C}$ erhitzt und liegt damit im gasförmigen Zustand vor ($T_\mathrm{v} = 1950\,°\mathrm{C}$). Durch ein kleines Loch im Ofen tritt ein feiner Strahl von Silberatomen nach außen. Mit einer raffinierten Methode wird die mittlere kinetische Energie der Atome zu $\overline{W}_\mathrm{k} = 5{,}12 \cdot 10^{-20}\,\mathrm{J}$ bestimmt. Die Temperaturdefinition besagt, dass $\overline{W}_\mathrm{k}$ und die *absolute* Temperatur T direkt proportional zueinander sind. Die Proportionalitätskonstante bezeichnet man mit $\frac{3}{2}k$, d.h.

$$\overline{W}_\mathrm{k} = \frac{3}{2}kT$$

(a) Berechne die Konstante k (Boltzmann-Konstante).

(b) Welche Geschwindigkeit v hat ein Silberatom mit der Masse $m = 1{,}81 \cdot 10^{-25}\,\mathrm{kg}$, dessen kinetische Energie gleich der mittleren kinetischen Energie der Atome ist?

(c) Um wieviel Prozent steigt die Temperatur unseres Silbergases, wenn die Geschwindigkeit von jedem Atom um zehn Prozent vergrößert wird?

3.2 Aggregatzustände

3.2.1. **Die Verdunstungskälte**

Um das Zustandekommen der Verdunstungskälte zu verstehen, betrachten wir eine Flüssigkeit, die nur aus sieben Wassermolekülen mit den Geschwindigkeiten

$v_1 = 640\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, v_2 = 623\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, v_3 = 672\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, v_4 = 637\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, v_5 = 624\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, v_6 = 680\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ und

$v_7 = 633\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ besteht. Die Temperatur unserer Miniflüssigkeit ist $T = 300\,\mathrm{K}$, die Masse eines H_2O-Moleküls ist $m = 2{,}99 \cdot 10^{-26}\,\mathrm{kg}$.

(a) Die Temperaturdefinition besagt, dass die mittlere kinetische Energie $\overline{W}_\mathrm{k}$ der Moleküle und die absolute Temperatur T direkt proportional zueinander sind. Berechne die Konstante C in der Beziehung $\overline{W}_\mathrm{k} = C \cdot T$.

(b) Moleküle mit einer kinetischen Energie größer als $W_0 = 6{,}70 \cdot 10^{-21}\,\mathrm{J}$ verlassen die Flüssigkeit (sie verdunsten). Berechne die Temperatur T_1 der Restflüssigkeit.

3.3 Innere Energie

3.3.1. Welche Masse hat ein Eisenstück, das bei der Abkühlung von $143\,°\mathrm{C}$ auf $-12\,°\mathrm{C}$ die Energie $1401\,\mathrm{J}$ abgibt ($c_\mathrm{Eisen} = 0{,}452\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}}$)?

3.3.2. Ein Bleiklotz der Masse $m = 8\,\mathrm{kg}$ schlittert über einen Fußboden und wird dabei von der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 5{,}00\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ bis zum Stillstand abgebremst. Berechne die Temperaturerhöhung des Bleiklotzes, wenn die Reibungsarbeit zur Hälfte an den Boden und zur Hälfte an das Blei abgegeben wird ($c_{\mathrm{Blei}} = 0{,}129\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}}$).

3.3.3. Ein Fluss mit der Wassertemperatur $12\,°\mathrm{C}$ stürzt einen $100\,\mathrm{m}$ hohen Wasserfall hinunter. Berechne die Temperatur des Flusses am Fuße des Wasserfalls!

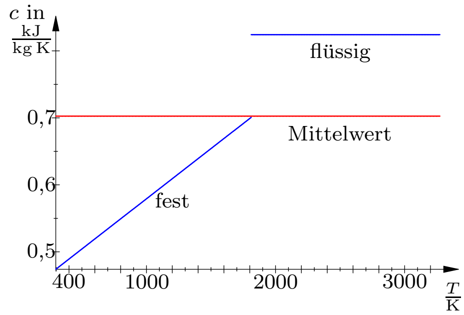
3.3.4. Welche Energie ist erforderlich, um $500\,\mathrm{g}$ Eis der Temperatur $-4{,}0\,°\mathrm{C}$ in Wasser von $20\,°\mathrm{C}$ zu verwandeln?

3.3.5. Welche Energie ist erforderlich, um $5{,}0\,\mathrm{kg}$ Blei der Temperatur $18\,°\mathrm{C}$ zu schmelzen?

($c_{\mathrm{Blei}} = 0{,}129\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}}$, $T_{\mathrm{s}} = 327\,°\mathrm{C}$, $q_{\mathrm{s}} = 23{,}0\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$)

3.3.6. Bei der Explosion einer Atombombe wird die Energie $10^{16}\,\mathrm{J}$ frei. Wie viele m^3 Wasser von $18\,°\mathrm{C}$ können mit dieser Energie verdampft werden?

3.3.7. Thermische Daten von Eisen:
$T_{\mathrm{s}} = 1538\,°\mathrm{C}$, $T_{\mathrm{v}} = 3000\,°\mathrm{C}$
$q_{\mathrm{s}} = 247\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$, $q_{\mathrm{v}} = 6340\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$
Nebenstehende Abbildung zeigt den Verlauf der spezifischen Wärmekapazität von Eisen. Der Mittelwert im Temperaturbereich von $293\,\mathrm{K}$ bis T_{v} ist $c_{\mathrm{Eisen}} = 0{,}70\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}}$.
Welche Energie ist erforderlich, um $m = 1{,}0\,\mathrm{t}$ Eisen der Temperatur $20\,°\mathrm{C}$ zu verdampfen?



3.4 Wärmeausdehnung

3.4.1. Wie breit müssen die Fugen zwischen $20\,\mathrm{m}$ langen Eisenbahnschienen sein, wenn mit Temperaturen von $-25\,°\mathrm{C}$ bis $+35\,°\mathrm{C}$ gerechnet wird?

Längenausdehnungszahl von Eisen: $\alpha = 1{,}21 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$

3.4.2. Ein Stahlmaßband misst bei $0\,°\mathrm{C}$ richtig. Wie lang ist eine Strecke wirklich, wenn man am Maßband bei $20\,°\mathrm{C}$ die Länge $25\,\mathrm{m}$ abliest? Wie groß ist der relative Fehler der Messung? Längenausdehnungszahl des Stahls: $\alpha = 1{,}30 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$

3.4.3. Um wieviel Prozent vergrößert sich die Fläche eines rechteckigen Aluminiumblechs der Länge $1{,}800\,\mathrm{m}$ und der Breite $0{,}750\,\mathrm{m}$ beim Erwärmen von $8\,°\mathrm{C}$ auf $52\,°\mathrm{C}$?

Längenausdehnungszahl von Aluminium: $\alpha = 2{,}38 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$

3.4.4. Ein Eisenstreifen und ein Aluminiumstreifen sind bei $20\,°\mathrm{C}$ genau $10\,\mathrm{cm}$ lang. Bei welcher Temperatur ist der Alustreifen um $0{,}100\,\mathrm{mm}$ länger als der Eisenstreifen?

Längenausdehnungszahlen: $\alpha_{\mathrm{Al}} = 2{,}38 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$, $\alpha_{\mathrm{Fe}} = 1{,}21 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$

3.4.5. Um wieviel Grad ist ein Goldwürfel zu erwärmen, damit sich sein Volumen um ein Promille vergrößert? Längenausdehnungszahl von Gold: $\alpha_{\mathrm{Au}} = 1{,}43 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$.