

***Impulse* Physik kompakt**

Lösungen

zu den Aufgaben S.39 bis S.41

Ernst Klett Verlag
Stuttgart · Leipzig

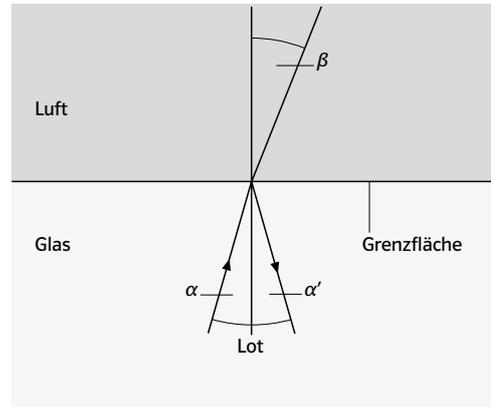
Optik

1 Wenn der Kasten lichtdicht ist, ist das Loch dunkler als die schwarze Fläche. Die schwarze Fläche absorbiert zwar einen Großteil des Lichtes, dennoch wird ein geringer Teil (ungerichtet) reflektiert. Es gelangt also Licht von dort in das Auge des Betrachters, während aus dem Bereich des Lochs kein Licht zum Betrachter gelangt.

2a) und

b) siehe Abbildung

c) Wird der Einfallswinkel im Glas vergrößert, so vergrößert sich auch (im gleichen Maß) der Reflexionswinkel (im Glas) und der Brechungswinkel (in der Luft), bis bei Erreichen des Grenzwinkels Totalreflexion eintritt.



3 Wegen der Brechung des Lichtes beim Übergang Wasser – Luft muss man unter die Stelle zielen, an der man einen Fisch sieht. Wie weit, hängt dabei von den jeweiligen Positionen von Fisch und Jäger zur Wasseroberfläche ab, und benötigt daher viel Übung.

4 Durch Veränderung der Linsendicke über den Ringmuskel wird die Brennweite angepasst: geringe Entfernung: zusammengezogener Ringmuskel \Rightarrow Verdickung \Rightarrow kürzere Brennweite; größere Entfernung: entspannter Ringmuskel \Rightarrow Abflachung \Rightarrow längere Brennweite (Stichwort Akkommodation).

5 Sie wirkt nun als Zerstreuungslinse, weil das Licht beim Übergang von Wasser in Luft vom Lot weg gebrochen wird statt wie bei der Glaslinse zum Lot hin. Der Zusatz lautet: Der Stoff, aus dem die Sammellinse besteht, muss optisch dichter als die Umgebung sein!

Bewegungen

6 t - s -Diagramm: siehe nebenstehende Abbildung

7 Der Abstand der beiden Kontakte bildet eine feste Entfernung s . Beim Überfahren des ersten Kontakts wird eine Stoppuhr gestartet und beim zweiten Kontakt wieder angehalten. Mit $v = s/t$ kann dann, bei angenommener gleichförmiger Bewegung, die Geschwindigkeit berechnet werden.

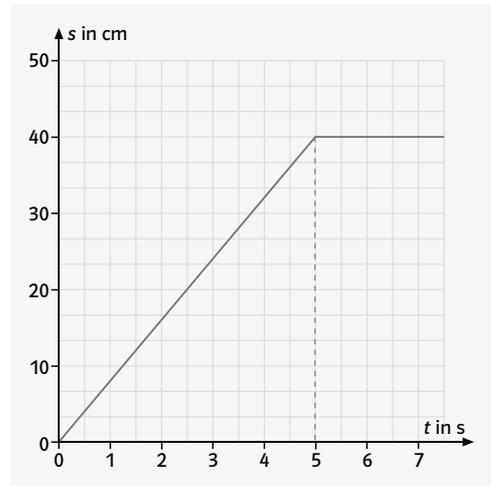
8 Fahrzeit bei konstanter Geschwindigkeit:

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{4 \text{ km}}{100 \text{ km/h}} = 0,04 \text{ h} = 144 \text{ s} = 2 \text{ min } 24 \text{ s}$$

$$t_2 = \frac{s}{v_2} = \frac{4 \text{ km}}{120 \text{ km/h}} = 0,03 \text{ h} = 120 \text{ s} = 2 \text{ min.}$$

Die Zeitersparnis beträgt 24 s.



9 Lkw: $s(t) = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot t = 13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t$

Pkw: Die Beschleunigung beträgt $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{11 \text{ s}} = \frac{27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{11 \text{ s}} = 2,53 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Damit folgt:

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot 2,53 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2$$

Beide Gleichungen werden gleichgesetzt und nach t aufgelöst. Es ergibt sich: $t = 10,98 \text{ s}$. Dies wird in $s(t)$ eingesetzt: $s = 153 \text{ m}$.

Die Geschwindigkeit des Pkw beträgt dann: $v(t) = a \cdot t = 2,53 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10,98 \text{ s} = 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

10 Höhenenergie wird in Bewegungsenergie verwandelt. Mit $E_H = m \cdot g \cdot h = 0,8829 \text{ J}$ und

$$E_B = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \text{ ergibt sich die Geschwindigkeit des Autos am Boden zu } v = \sqrt{2 \frac{E_H}{m}} = 3,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Im Looping liegt eine Höhenenergie von $E_{H, \text{Loop}} = 0,15 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,5 \text{ m}$ vor, es bleiben also $0,8829 \text{ J} - 0,15 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,14715 \text{ J}$ für die Bewegungsenergie.

Aus $E_{B, \text{Loop}} = 0,14715 \text{ J} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ folgt $v = 1,40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ für die Geschwindigkeit des Autos oben im Looping.

Kräfte

11 „Kraftphysiker“: Beim Aufprall wird das Fahrzeug auf kürzester Distanz bis zum Stillstand abgebremst. Auf das Fahrzeug wirkt eine Kraft entgegen der Fahrtrichtung. Durch die Kraft wird auch das Fahrzeug verformt.

„Energiephysiker“: Beim Aufprall wird die Bewegungsenergie des Fahrzeugs entwertet. Dies geschieht durch die (plastische) Verformung.

12a) Siehe Diagramm

b) Bis etwa 2 cm bzw. 10 N gilt wegen Linearität das Hooke'sche Gesetz.

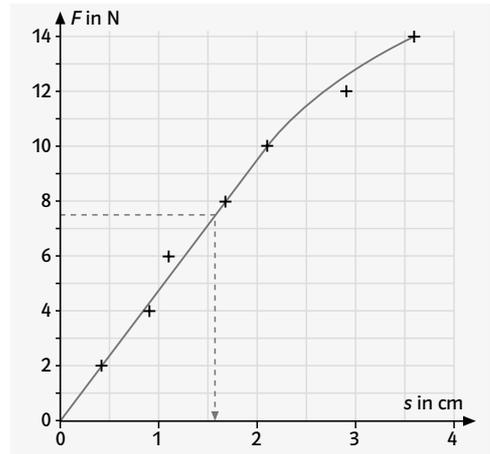
D aus der Zeichnung:

$$D = 10 \text{ N} / 2,1 \text{ cm} = 4,8 \text{ N/cm.}$$

Aus der Tabelle ergibt sich bis 2,1 cm als Mittelwert $D_{\text{Mittel}} = 4,9 \text{ N/cm.}$

c) Für $F = 7,5 \text{ N}$ wird $s = \frac{7,5 \text{ N}}{4,8 \text{ N/cm}} = 1,6 \text{ cm.}$

Das ist eine gute Übereinstimmung mit dem Diagramm.

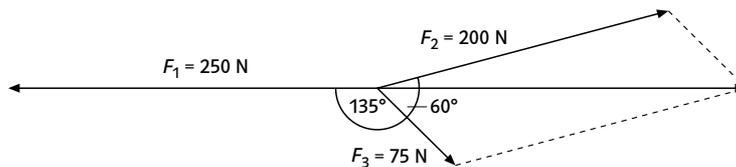


13a) nur möglich, falls der Ortsfaktor bekannt ist.

b) Messung ist durch Massenvergleich direkt möglich.

c) Mit einem Massestück ist der Ortsfaktor zu bestimmen, damit lässt sich aus der gemessenen Kraft die Masse berechnen.

14 Es wirken 250 N nach links. An der Verbindung der Seile müssen daher in der Verlängerung des linken Seils ebenfalls 250 N nach rechts wirken, um ein Kräftegleichgewicht zu erreichen. Diese beiden Kraftpfeile werden gezeichnet. Der rechte Pfeil wird dann unter Berücksichtigung der Winkelvorgabe in zwei Teilkräfte zerlegt. Es ergeben sich etwa 200 N für das Mädchen und etwa 75 N für den Jungen (siehe Abbildung).



Druck

15 Die Gewichtskraft des Wägestücks wird um seinen Auftrieb in der Flüssigkeit verringert.

16 Die Fläche der Schuhsohlen kann man durch Auszählen der cm^2 eines Schuhabdrucks auf Millimeterpapier bestimmen. Sie sei 200 cm^2 pro Schuh. Das Körpergewicht wird mit 600 N angenommen.

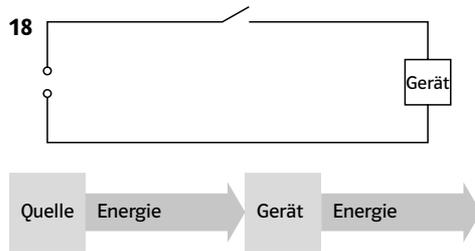
Man kann auf dem Eis stehen, denn $p = F_G / A = 600 \text{ N} / 400 \text{ cm}^2 = 1,5 \text{ N/cm}^2$.

Selbst wenn das ganze Körpergewicht auf einem Schuh liegt, hält das Eis, da $p = 600 \text{ N} / 200 \text{ cm}^2 = 3 \text{ N/cm}^2$.

17a) $F = p \cdot A = 100\,000 \text{ Pa} \cdot 0,01 \text{ m}^2 = 1000 \text{ N}$. Von innen wirkt ein gleich großer Druck.

b) Der Schweredruck der Lufthülle („Luftdruck“) nimmt mit der Höhe ab. Die zum Überleben erforderliche Sauerstoffmenge in einem Atemzug sinkt. Man löst dieses Problem bei hoch fliegenden Flugzeugen durch künstlich erzeugten Gasdruck in der Flugzeugkabine bzw. bei Militärjets durch Maskenbeatmung.

Elektrizitätslehre / Elektromagnetismus



19 Elektrische Ladung wird erst durch (einheitliche) Bewegung zum elektrischen Strom.
(Analogie Luft – Wind: Was macht der Wind wenn er nicht weht?) Die Spannungsquelle liefert den Antrieb, daher ist die Aussage so nicht richtig.

20 Wird der Eisendraht erhitzt, so nimmt sein Widerstand zu und das Lämpchen wird dunkler.

21a) $I = U/R = 230\text{V}/3\,000\ \Omega = 0,077\text{A} = 77\text{mA}$ (trocken: 7,7mA)

b) $U = R \cdot I = 3\,000\ \Omega \cdot 0,001\text{A} = 3\text{V}$

Hinweis: In der Praxis gelten Spannungen bis rund 30V als ungefährlich. Erst oberhalb dieses Wertes müssen alle Leitungen berührungssicher sein.

22a) An der elektrischen Quelle liegt Wechselspannung an. Zu einem bestimmten Zeitpunkt bewegen sich die Elektronen im angeschlossenen Stromkreis in eine Richtung, wobei die Stärke des Elektronenstroms bis zu einem Höchstwert zunimmt und dann wieder auf 0A abnimmt. Anschließend wiederholt sich der Vorgang bei umgekehrter Richtung des Elektronenstroms. Besonders hell leuchtet die Lampe bei den Höchstwerten der Stromstärke in beiden Richtungen. Ist die Stromstärke 0A, so erlischt die Lampe für einen Moment.

b) Eine LED lässt Strom nur in einer Richtung durch, die LED kann nur bei jeder 2. Halperiode des Wechselstroms leuchten. Daher ist die Aussage in **a)** zur elektrischen Quelle richtig.

c) Geräte: Netztransformator, 2 Kabel, Glühlampe, LED mit zugehörigem Widerstand.

Durchführung:

Zu **a)** Schließe die Glühlampe an den Netztransformator an, achte dabei auf die passende Spannung.

Zu **b)** Schließe die LED an den Netztransformator an, achte dabei auf die passende Spannung.

23a) Ein Generator ist eine Maschine, die kinetische Energie in elektrische Energie umwandelt. Das gelingt z. B. mit einer Anordnung wie im Band „Impulse Physik kompakt“ auf S.25, bei der sich eine Spule im Magnetfeld dreht. Es entsteht bei jeder Umdrehung des Ankers eine sich in Polung und Betrag ändernde Spannung. Man nennt sie Wechselspannung. Eine Wechselspannung entsteht auch an den Enden einer feststehenden Spule, wenn sich vor ihr ein Magnet dreht. Drehen sich Elektromagnete, so kann die in ihnen induzierte Spannung als Gleichspannung über entsprechend verschaltete Kommutatoren abgegriffen werden.

Die Höhe einer in einer Generatorspule induzierten Spannung hängt von der Änderung und von der Stärke des sie durchsetzenden Magnetfeldes ab. Sie ist am kleinsten, wenn die Spulenachse annähernd quer zu den Feldlinien steht, sie ist am größten in dem Bereich, bei dem die Spulenachse nahezu parallel zu den Feldlinien zeigt.

Erhöhen der Drehgeschwindigkeit und / oder Verwenden mehrerer felderzeugender Magnete (mit jeweils wechselnder Polung des Magnetfeldes in den sich vorbeidrehenden Spulen) pro Umlauf verändert das Magnetfeld rascher und die Spannung steigt entsprechend höher.

b) In einem Transformator befinden sich zwei Spulen – Primärspule bzw. Sekundärspule genannt – auf einem gemeinsamen Eisenkern. Eine periodische Änderung der Stromstärke in der Primärspule hat eine entsprechend periodische Änderung des Magnetfeldes im Eisenkern zur Folge. Die Sekundärspule wird von diesem Feld ebenfalls durchsetzt, es entsteht in ihr eine von der Stärke des Magnetfeldes und ihrer Windungszahl abhängige Spannung gleicher Periodizität.

24 Im Kunststoffgehäuse des Zahnbürstenhalters ist eine Spule. Diese bildet zusammen mit der Spule, die mit dem Lämpchen verbunden ist, einen Transformator, der die Spannung aus der Steckdose auf einen für das Lämpchen passenden Spannungswert herunter transformiert.

Energie / Leistung

25 Bewegungsenergie wird in Lageenergie umgewandelt.

$$26 \quad P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{F_G \cdot \Delta s}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot \Delta s}{\Delta t} = \frac{80,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 1200 \text{ m}}{7200 \text{ s}} = 131 \text{ W}$$

$$27 \quad E_L = F_G \cdot s = 720 \text{ N} \cdot 5,75 \text{ m} = 4140 \text{ J} = 4,14 \text{ kJ}$$

28 50 kWh sind $50 \cdot 3600 \text{ kJ}$. Aus $\Delta E = F_G \cdot \Delta s$ folgt $\Delta s = \frac{\Delta E}{F_G}$; mit $F_G = m \cdot g$ ergibt sich

$$\Delta s = \frac{180 \cdot 10^6 \text{ Nm}}{1000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg}} = 18349 \text{ m} = 18,3 \text{ km}.$$

29 Durch gleichzeitigen Betrieb energieintensiver bzw. zahlreicher Anlagen und Geräte, z. B. Einschalten von Elektroherden in Großküchen und Privathaushalten ab etwa 11 Uhr vormittags oder das Einschalten von Straßenlampen und der Wohnraumbeleuchtung in der Dämmerung.

30 Bewegungsenergie der Luft (Wind) wird über Bewegungsenergie des Rotors/Generators in elektrische Energie umgewandelt.

31a) Pro Jahr stehen durch den Umsatz in der Solarzelle

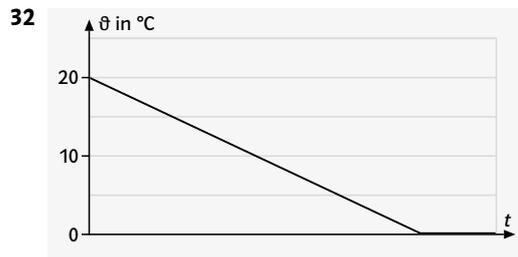
$$110 \text{ J}/(\text{s m}^2) \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \text{ s} \cdot 0,15 = 5,20 \cdot 10^8 \text{ J/m}^2 \text{ elektrische Energie zur Verfügung.}$$

$$\text{Der Bedarf ist } 6000 \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 2,16 \cdot 10^{10} \text{ J}.$$

$$\text{Daraus ergibt sich ein Flächenbedarf von } 2,16 \cdot 10^{10} \text{ J} : 5,20 \cdot 10^8 \text{ J/m}^2 = 41,5 \text{ m}^2.$$

b) Der Flächenbedarf ist recht groß, stünde aber evtl. bei Nutzung aller Hausdächer zur Verfügung. Eine Vollversorgung ist dennoch kaum möglich, weil die zeitlichen Angebotsschwankungen nicht den zeitlichen Bedarfsschwankungen entsprechen.

Innere Energie



33 Wasser hat eine recht hohe spezifische Wärmekapazität c , ist ungiftig, meist verfügbar und in einem großen Temperaturbereich verwendbar.

34 Beim Hämmern wird die Lageenergie des Hammers in innere Energie des Eisens umgewandelt. Beim Aufprall des Hammers wird Energie auf die Teilchen im Eisen übertragen. Deren Bewegungsenergie steigt. Das zeigt sich in der höheren Temperatur.

Dunkelrot glühendes Eisen hat etwa die Temperatur $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Für ein Eisenstück mit $m = 250\text{ g}$ würden dann etwa $\Delta E = c_{\text{Eisen}} \cdot 250\text{ g} \cdot 700\text{ K} = 0,452\text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \cdot 250\text{ g} \cdot 700\text{ K} = 79\,100\text{ J}$ benötigt.

Ein Schmiedehammer hat etwa die Gewichtskraft 20 N . Er müsste aus der Höhe

$h = 79\,100\text{ J}/20\text{ N} = 3955\text{ m}$ herabfallen, um die notwendige Energie zu liefern. Beim Schmieden ist die Fallhöhe etwa 1 m , also wären ca. 4000 Schläge erforderlich.

Wenn man annimmt, dass der Schmied den Hammer nicht einfach fallen lässt, sondern ihm zusätzliche Bewegungsenergie überträgt, reduziert sich die Anzahl der Schläge. Wenn man ein Eisenstück mit geringerer Masse wählt, sinkt die benötigte Energie, bei 125 g z. B. auf die Hälfte. Insgesamt erscheint der Vorgang nicht grundsätzlich ausgeschlossen, erfordert aber gute Kondition des Schmiedes. Zu bedenken ist auch, dass nach jedem Schlag das erwärmte Stück Eisen Energie an die Umgebung überträgt.

Radioaktivität

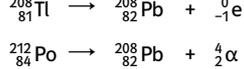
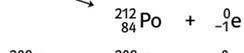
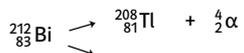
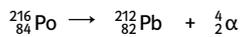
35 Uran ist radioaktiv, erzeugt durch Kernumwandlungen α -/ β -Strahlung; diese kann zwar das Papier des Umschlags durchdringen und den Fotofilm schwärzen, nicht aber das Metall von Schere und Münze, daher hier „Negativbild“ (vgl. Herstellung von Röntgenaufnahmen).

36a)

- Auswertung einer Nebelkammeraufnahme
- Ablenkung im Magnetfeld
- Messung der Reichweite

b) Ein Plattenkondensator entlädt sich schneller, wenn ein energiereiches radioaktives Material (α -Strahler) die Luft zwischen den Platten ionisiert.

37



Die **Lösungen** der Aufgaben zu **Impulse Physik kompakt** wurden auf der Grundlage der Aufgabenlösungen zu anderen Werken der Reihe Impulse Physik zusammengestellt. Deren Autorinnen und Autoren sind:

Wilhelm Bredthauer, Klaus Gerd Bruns, Kerstin Dekorsy, Martin Donat, Christian Feldmann, Helga Franke, Dr. Berthold Freytag, Hildegard Fronhöfer, Manfred Grote, Ursula Gutjahr, Dr. German Hacker, Dr. Thilo Höfer, Ulrich Janzen, Walter Jordan, Florian Karsten, Tobias Kirschbaum, Gunter Klar, Reiner Kohl, Harald Köhncke, Helmut Kuhaupt, Jens Maier, Alexander Mittag, Prof. Dr. Wieland Müller, Dr. Melanie Nerding, Norbert Schell, Martin Schmidt, Horst Welker, Peter Wessels, Anton Wiedemann, Peter Wojke, Nicola Wölbern, Christian Wolf, Michael Wolf, Dr. Frank Zimmerschmied

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung der Vorlagen für den eigenen Unterrichtsgebrauch ist gestattet; die Kopiergebühren sind abgegolten. Jede Nutzung in anderen als dem zuvor beschriebenen Fall bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

© Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2011. Alle Rechte vorbehalten. www.klett.de

Grafiken: Alfred Marzell, Schwäbisch Gmünd