

Physik Vorkurs
Sommersemester 2025

Lösungsvorschläge zu den Übungsaufgaben

Informationen:

- Zugriff auf Infos rund um die Vorkurse sowie Lösungen zu den Übungsaufgaben finden Sie auf der Lernplattform campUAS:
<https://campuas.frankfurt-university.de/course/view.php?id=3284>
- Die Mehrheit der Aufgaben ist dem Physikkurs der Hochschule Hamburg entnommen:
<https://viamint.de/>

1. Einheiten und Skalen

Aufgabe 1.1: SI-Einheiten I

Sekunde (s), Meter (m), Kilogramm (kg), Ampere (A), Kelvin (K), Mol (mol) und Candela (cd)

Aufgabe 1.2: SI-Einheiten II

Die richtige Antwort ist: $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$.

Aufgabe 1.3: SI-Einheiten III

Die richtigen Antworten sind: b), e), f)

- a) $30 \text{ ps} = 30 \cdot 10^{-12} = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-9} \text{ s} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ ns} = 0,03 \text{ ns}$
- b) $0,25 \text{ mA} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 250 \cdot 10^{-6} \text{ μA} = 250 \text{ μA}$
- c) $68 \text{ μm} = 68 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 68 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ m} = 68 \cdot 10^{-3} \text{ mm} = 0,068 \text{ mm}$
- d) $1 \text{ Tag} = 24 \text{ h} = 24 \cdot 60 \text{ min} = 1440 \text{ min}$
- e) $400 \text{ ng} = 400 \cdot 10^{-9} = 0,4 \text{ μg}$
- f) $110 \text{ kV} = 110 \cdot 10^3 \text{ V} = 0,11 \text{ MV}$

Aufgabe 1.4: Volumina umrechnen

- a) $450 \text{ l} = 450 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,45 \text{ m}^3$
b) $0,45 \text{ dm}^3 = 0,45 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,45 \text{ l} = 450 \text{ ml}$
c) $4500 \text{ cm}^3 = 4500 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 4,5 \text{ l}$

Aufgabe 1.5: Geschwindigkeiten umrechnen

Die richtigen Antworten sind: a), b), e)

- a) $36 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \cdot \frac{10^{-3} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 36 \cdot \frac{3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 129,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
b) $36 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \cdot \frac{1 \text{ m}}{\frac{1}{60} \text{ min}} = 36 \cdot 60 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 2160 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
c) $36 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \cdot \frac{10^{-3} \text{ km}}{\frac{1}{60} \text{ min}} = 36 \cdot \frac{60 \text{ km}}{1000 \text{ min}} = 2,16 \frac{\text{km}}{\text{min}}$

Aufgabe 1.6: Temperatureinheiten

- a) $17,2 \text{ }^\circ\text{C} = (17,2 + 273) \text{ K} = \text{bzw. } 17,2 \text{ }^\circ\text{C} = (17,2 + 273,15) \text{ K} = 290,35 \text{ K}$
b) $54 \text{ K} = (54 - 273) \text{ }^\circ\text{C} = -219 \text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $54 \text{ K} = (54 - 273,15) \text{ }^\circ\text{C} = -219,15 \text{ }^\circ\text{C}$

Aufgabe 1.7: Einheiten umrechnen

$$326 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 326 \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{10^3 \text{ dm}^3} = 326 \cdot \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

$$326 \text{ kPa} = 326 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 326 \cdot \frac{10^3 \text{ N}}{\text{m}^2} = 326 \cdot \frac{10^3 \text{ N}}{10^4 \text{ cm}^2} = 32,6 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

Aufgabe 1.8: Kaffee auf dem Mount Everest

Die Masse von 1 Liter Wasser beträgt 1 kg. Da die Masse beim Schmelzen erhalten bleibt, muss die Masse des Schnees ebenfalls 1 kg betragen. Das zugehörige Volumen des Schnees berechnet sich dann wie folgt:

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{1 \text{ kg}}{0,1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 10 \text{ dm}^3 = 10 \text{ Liter}$$

Aufgabe 1.9: Hamsterrad

a) $1 J = 1 Ws$

$$9000 J = 9000 Ws = 9000 \div 1000 kWh = 9 \div 3600 kWh = 0,0025 kWh$$

b) $0,0025 kWh = 100 W \cdot \text{Zeit (in h)}$

$$\text{Zeit} = \frac{0,0025 kWh}{100 W} = \frac{0,0025 \cdot 1000 Wh}{100 W} = 0,025 h = 1,5 min$$

Aufgabe 1.10: Guppys im Aquarium

Jeder Guppy benötigt 4,5 Liter Wasser im Aquarium.

$$V_{\text{Aquarium}} = 60 \cdot 30 \cdot 30 \text{ cm}^3 = 54.000 \text{ cm}^3 = 54 \text{ dm}^3 = 54 \text{ Liter}$$

$$n_{\text{Guppys}} = \frac{V_{\text{Aquarium}}}{V_{\text{Guppy}}} = \frac{54 \text{ l}}{4,5 \text{ l}} = 12 \text{ Guppys}$$

2. Mechanik, Bewegung & Kraft

Aufgabe 2.1: Streckenlängen

Lösung: d) = 175 km

Mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von ca. 70 km/h ergibt sich in 2,5 h eine Strecke von 175 km.

Aufgabe 2.2: Freier Fall

aus dem Weg-Zeit-Gesetz folgt:

$$v = a \cdot t = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 10 s = 98,1 \frac{m}{s} = 98,1 \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \frac{km}{h} = 353,16 \frac{km}{h}$$

Aufgabe 2.3: Bahnfahrt

$$t = \frac{s}{v} = \frac{301 km}{125 \frac{km}{h}} = 2,408 h \rightarrow 144,48 min$$

Aufgabe 2.4: Laser auf dem Mond

Weg-Zeit-Gesetz: $t = \frac{s}{c} = \frac{0,384 \cdot 10^9 m}{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} = 1,281 s$

Da die zum Mond hin und zurück betrachtet werden muss $\rightarrow t_{ges} = 2 \cdot t = 2,562 s$

Aufgabe 2.5: Fallschirmsprung

Lösung: c) Der Luftwiderstand wirkt dem freien Fall entgegen.

Aufgabe 2.6: Bahnkurven

Lösung: d) eine Parabel

Aufgabe 2.7: Elektronen

$$a) \quad a = \frac{v}{t} = \frac{2500 \frac{m}{s}}{2 s} = 1250 \frac{m}{s^2}$$

$$b) \quad \bar{v} = \frac{v_{Ende}}{2} = 1250 \frac{m}{s}$$

$$c) \quad s = v \cdot \Delta t = 2500 m$$

Aufgabe 2.8: Schleudergang

$$n = \frac{1}{0,05s} = 20 \frac{1}{s} = 1200 \frac{1}{min}$$

Aufgabe 2.9: Uhren I

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{3600 s} = 1,7 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

Aufgabe 2.10: Uhren II

$$s = 2 \cdot \pi \cdot r = 15,71 \rightarrow v = \frac{s}{60 min} = 0,26 \frac{cm}{min} \text{ (da ein Umlauf in 60 min)}$$

Aufgabe 2.11: Fahrrad fahren

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 10,47 \frac{1}{s} \rightarrow \alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = 1,3 \frac{1}{s^2}$$

Aufgabe 2.12: Kreisbahn der Venus

Weg-Zeit-Gesetz: $\Delta s = 2 \cdot \pi \cdot r = 6,786 \cdot 10^8 km$

$$\Delta t = 224,7 \cdot 24 \cdot 3600s = 19.414.080 s$$

$$v_{Venus} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{6,786 \cdot 10^8 km}{19.414.080 s} = 35 \frac{km}{s}$$

Die Erde umkreist die Sonne in einem Abstand von 150.000.000 km in 365 Tagen.

$$\Delta s = 2 \cdot \pi \cdot 1,5 \cdot 10^8 km = 9,42 \cdot 10^8 km$$

$$\Delta t = 365 \cdot 24 \cdot 3600s = 31.536.000 s$$

$$v_{Erde} = \frac{9,42 \cdot 10^8 km}{31.536.000 s} = 30 \frac{km}{s}$$

Aufgabe 2.13: Umlaufbahn Satellit

$$\text{a) } t_{\text{Umlaufzeit}} = \frac{\Delta s}{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot (d + R_{\text{Erde}})}{v} = 1,66 \text{ h} = 99,6 \text{ min}$$

$$\text{b) } \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 0,063 \frac{1}{\text{min}}$$

Aufgabe 2.14: Hubschrauber

$$\text{a) } \omega = \frac{v}{r} = 93,97 \frac{1}{\text{s}} \rightarrow n = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = 14,96 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\text{b) } \alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = 2,237 \frac{1}{\text{s}^2}$$

Aufgabe 2.15: Waage auf dem Mond

$$F_g = m \cdot g = 75 \text{ kg} \cdot 1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 121,5 \text{ N}$$

Aufgabe 2.16 Achterbahn

$$F_{\text{Zentrifugalkraft}} \geq F_g \rightarrow \frac{m \cdot v^2}{r} \geq m \cdot g \rightarrow v \geq \sqrt{r \cdot g} = \sqrt{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 7 \text{ m}} = 8,29 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aufgabe 2.17: Gewichtheber auf dem Mond

$$F_{\text{Erde}} = m \cdot g_{\text{Erde}} = 1275,3 \text{ N}$$

$$F_{\text{Mond}} = m \cdot g_{\text{Mond}} = 210,6 \text{ N}$$

Aufgabe 2.18: Fallbeschleunigung auf dem Mars

$$g_{\text{Mars}} = G \cdot \frac{m}{r^2} = 3,704 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Aufgabe 2.19: Eisblock

Aus dem zweiten Newton'schen Axiom folgt bis zum Stillstand:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m} = 2 \cdot \frac{m}{\text{s}^2} \rightarrow v = a \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{v}{a} = 4 \text{ s}$$

Aufgabe 2.20: Elektronenbewegung

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{777,77 \frac{m}{s}}{1,2 s} = 604,9 \frac{m}{s^2}$$

$$\bar{v} = 1400 \frac{km}{h} \text{ aus } s = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{s}{v} = \frac{0,5 km}{1400 \frac{km}{h}} = 1,29 s \rightarrow F = 5,5 \cdot 10^{-28} N$$

Aufgabe 2.21: Zentrifugalkraft

Lösung: b) am Äquator, da dort der Abstand zur Drehachse am größten ist und damit auch die Bahngeschwindigkeit maximal wird

siehe Formel für die Zentrifugalkraft: $F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$

Aufgabe 2.22: Kraftvergleich

Lösung: a) g wird kleiner

Aufgabe 2.23: Wäsche waschen

Lösung: a) Zentrifugalkraft

Aufgabe 2.24: Rummelplatz

$$F_Z = m \cdot \omega^2 \cdot r = 67 kg \cdot 6,31 \frac{1}{s^2} \cdot 4 m = 1692,83 N$$

$$F_G = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 67 kg = 657,27 N \rightarrow x = \frac{F_Z}{F_G} = 2,576$$

Aufgabe 2.25: Cowboy

$$F \geq m \cdot \frac{v^2}{r} \rightarrow \sqrt{F_Z \cdot \frac{r}{m}} = v \rightarrow 16,58 \frac{m}{s}$$

Aufgabe 2.26: Spielplatz I

$$40 kg \cdot x = 1,6 m \cdot 60 kg \rightarrow x = 2,4 m$$

Aufgabe 2.27: Spielplatz II

$$M_{Kind} = 20 \cdot 9,81 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 392,4 \text{ Nm}$$

$$M_{Kind} = M_{Erwachsener}$$

$$F_{Kind} \cdot l_{Kind} = F_{Erwachsener} \cdot l_{Erwachsener}$$

$$F_{Erwachsener} = F_{Kind} \cdot \frac{l_{Kind}}{l_{Erwachsener}} = 196,2 \text{ N} \cdot \frac{2 \text{ m}}{1,6 \text{ m}} = 245,25 \text{ N}$$

3. Arbeit, Energie & Leistung

Aufgabe 3.1: Hebekran

$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha \text{ mit } \alpha = 90^\circ \rightarrow W = 0$$

b) An der Last wird keine Arbeit verrichtet.

Aufgabe 3.2: Sackkarre

$$W = F \cdot s \rightarrow F = \frac{W}{s} = \frac{44,1 \text{ kJ}}{315 \text{ m}} = 140 \text{ N}$$

Aufgabe 3.3: Wasserbecken

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ mit } V = 36.000 \text{ l}$$

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{E_{\text{pot}}}{m \cdot g} = 58 \text{ m}$$

Aufgabe 3.4: Höhenmeter

Falsche Aussagen: a) und b)

Aufgabe 3.5: Autofahrt

$$E_{\text{kin1}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \rightarrow m = \frac{2 \cdot E_{\text{kin1}}}{v_1^2} = 1200 \text{ kg}$$

$$E_{\text{kin2}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 = 240 \text{ kJ} \rightarrow E_{\text{benötigt}} = E_{\text{kin2}} - E_{\text{kin1}} = 105 \text{ kJ}$$

Aufgabe 3.6: Radfahrer

$$E_{\text{kin1}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = 4100 \text{ J}$$

$$E_{\text{kin1}} = E_{\text{kin2}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin1}}}{m}} = 9,24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aufgabe 3.7: Fahrzeug mit Ladung

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 225 \text{ m}$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 558 \text{ kJ}$$

$$W = F \cdot s = 95 \text{ kJ}$$

$$W_{gesamt} = 653 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{W}{t} = 44 \text{ kW}$$

Aufgabe 3.8: Kisten heben

$$W = F \cdot s = 365 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot 3 = 4,38 \text{ kJ}$$

Aufgabe 3.9: Autopanne

$$W = F \cdot s \rightarrow s = \frac{W}{F} = \frac{2,56 \cdot 10^3 \text{ J}}{320 \text{ N}} = 8 \text{ m}$$

Aufgabe 3.10: Potentielle Energie

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{E_{pot}}{m \cdot g}$$

Aufgabe 3.11: Fallversuche I

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h \rightarrow m = \frac{E_{pot}}{g \cdot h} = 7,45 \text{ kg}$$

Aufgabe 3.12: Heben auf dem Mars

$$h = \frac{E_{pot}}{m \cdot g} = \frac{935 \text{ J}}{18,25 \text{ kg} \cdot 3,69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 13,74 \text{ m}$$

Aufgabe 3.13: Fallversuche II

$$h = m \cdot g \cdot h \rightarrow g = \frac{E_{pot}}{m \cdot h} = 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Aufgabe 3.14: Formeln umstellen

$$m = \frac{2 \cdot E_{kin}}{v^2}$$

Aufgabe 3.15: Kinetische Energie I

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 268.000 \text{ J}$$

Aufgabe 3.16: Kinetische Energie II

$$m = \frac{2 \cdot E_{kin}}{v^2} = 9,6 \text{ kg}$$

Aufgabe 3.17: Kinetische Energie III

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{kin}}{m}} = \sqrt{\frac{134,4 \text{ J}}{4,2 \text{ kg}}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aufgabe 3.18: Maschinenarbeit

$$W = P \cdot \Delta t = 14 \text{ kW} \cdot 25 \text{ min} = 21 \text{ MJ}$$

Aufgabe 3.19: Bergsteigen

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = 180 \text{ W}$$

Aufgabe 3.20: Pumpe

$$W = m \cdot g \cdot h \rightarrow P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = 35 \text{ min}$$

4. Wärmelehre

Aufgabe 4.1: Druck

- b) Der Druck ist eine intensive Größe, d.h. unabhängig von der Systemgröße. Extensive Größen sind abhängig von der Größe des Systems (z.B. das Volumen).

Aufgabe 4.2: Luftdruck

- a) Der Innendruck seines Körpers wirkt dem Luftdruck entgegen.

Aufgabe 4.3: Einheiten der Dichte

$$1,43 \frac{kg}{m^3} = 1430 \cdot 10^{-3} \frac{g}{l} = 1,43 \frac{g}{l}$$

Aufgabe 4.4: Druck im Wassertank

- c) Der Druck ist bei beiden gleich, da die Größe ausschließlich von der Höhe des Systems abhängig ist $\rightarrow p = \rho \cdot g \cdot h$

Aufgabe 4.5: Stoffmenge in Mol

- b) Ein Atom Helium hat eine Masse von 4 u ($1 \text{ u} = 1,660 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$). Ein mol Helium hat also eine Masse von 4 g.

Aufgabe 4.6: Temperaturskalen

- c) $(20 + 273,15) \text{ K} = 293,15 \text{ K}$

Aufgabe 4.7: Wirkung von Wärme

- a) Der innere Durchmesser wird zunehmen, da sich Festkörper bei einer Erwärmung immer stets nach außen hin ausdehnen: $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta \theta$

Aufgabe 4.8: Thermodynamik

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Aus der thermodynamischen Zustandsgleichung folgen: Druck p , Volumen V , Stoffmenge n , Temperatur T

Aufgabe 4.9: Wahr oder Falsch

b) Die Aussage ist falsch, die Bewegungsenergie beträgt $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Aufgabe 4.10: Aussagen über die Temperatur

Richtige Antworten: a), b) und e)

Aufgabe 4.11: Ausdehnung von Metallstreifen

Da der Ausdehnungskoeffizient von Zink größer ist als der von Stahl, dehnen sich die Messstreifen nach oben, da Zink sich länger ausdehnt.

Aufgabe 4.12: Ideale Gase

Richtige Aussagen:

b) Der Nullpunkt der °C-Skala liegt bei 0 °C (273,15 K)

c) Bei konstantem Druck ist das Volumen von idealen Gasen proportional zur absoluten Temperatur

Aufgabe 4.13: Ausdehnungskoeffizienten

b) Die Ausdehnung ist proportional zur Temperaturänderung: $\frac{\Delta l}{l} = \alpha \cdot \Delta T$

Aufgabe 4.14: Brückenbau

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T = 0,087 \text{ m mit } \Delta T = 311,15 \text{ K} - 258,15 \text{ K} = 53 \text{ K}$$

Aufgabe 4.15: Turmbau

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T = 324 \text{ m} \cdot 11,5 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 50 \text{ K} = 0,1863 \text{ m} = 18,63 \text{ cm}$$

Aufgabe 4.16: Was bedeutet Isochor?

b) Das Volumen wird konstant gehalten.

Aufgabe 4.17: Volumen eines Gases

$$d) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = \frac{V_1}{T_1} \cdot T_2 = 500 \text{ ml}$$

Aufgabe 4.18: Reifendruck

$$c) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow T_2 = p_2 \cdot \frac{T_1}{p_1} = 420 \text{ K}$$

Aufgabe 4.19: Tennisball

b) Angesichts des geringeren Luftdruckes auf dem Mount Everest und der thermischen Zustandsgleichung $p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow p \cdot V = \text{konstant}$

Aufgabe 4.20: Luftballon

b) Da der Ballon aus Gummi besteht und dies ein Material ist, welches bei geringer Spannung hohe Dehnung vorweist $\rightarrow$ konstanter Druck, jedoch hohe Volumenänderung

Aufgabe 4.21: Gasvolumen

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 8,3145 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (27 + 273,15) \text{ K}}{1013 \cdot 10^2 \text{ Pa}} = 0,0246 \text{ m}^3 = 24,6 \text{ l}$$

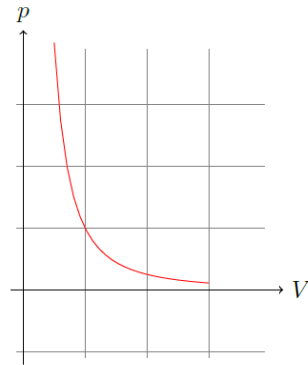
Aufgabe 4.22: Gasflasche

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2}$$

Das Gasvolumen beträgt 5450 l.

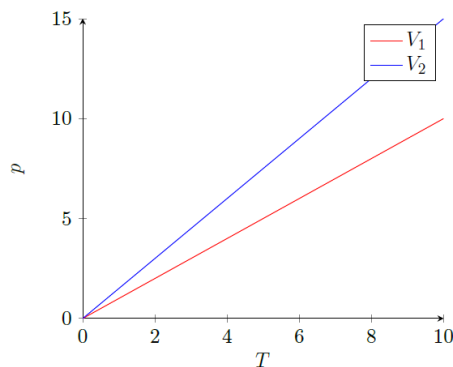
Aufgabe 4.23: Ideales Gasgesetz

Richtig sind die Antworten c) und d) → Die Zustandsgleichung gilt nur für die idealen Gase und im p-V-Diagramm liegen Zustände gleicher Temperatur auf einer Hyperbel.



Aufgabe 4.24: p-T-Diagramm

Die richtige Antwort ist f) → Eine isochore Zustandsänderung ergibt in einem p-T Diagramm eine Ursprungsgerade.



Aufgabe 4.25: Lord Kelvin

$$V_2 = 1,1 \cdot V_1$$

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1 \rightarrow \Delta T = 29 \text{ K}$$

Aufgabe 4.26: Temperaturerhöhung

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \rightarrow p_1 = \frac{T_1}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V_1} \cdot p_0 = 2100 \text{ hPa}$$

Aufgabe 4.27: Druckausgleich

$$p_{12} = \frac{p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2}{V_{12}} = 2,3 \text{ bar}$$

Aufgabe 4.28: Zugspitze

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{h}{H_0}} = 1013 \text{ mbar} \cdot e^{-\frac{h}{8000 \text{ m}}}$$

$$p_{\text{Zugspitze}} = 700 \text{ mbar} \approx 0,7 \cdot p_0$$

$$p_{\text{Everest}} = 335 \text{ mbar} \approx 0,33 \cdot p_0$$

Aufgabe 4.29: Masse der Erdatmosphäre

$$p = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} \rightarrow m = \frac{p \cdot A}{g} \text{ mit } p \approx 1 \text{ bar} \rightarrow m = 5,2 \cdot 10^{18} \text{ kg}$$

Aufgabe 4.30: Eisenfass

$$\text{a) } Q_{\text{Fass}} = m \cdot c \cdot \Delta T = 20 \text{ kg} \cdot 450 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80 \text{ K} = 7,2 \cdot 10^5 \text{ J} = 720 \text{ kJ}$$

$$\text{b) } Q_{\text{Wasser}} = m \cdot c \cdot \Delta T = 20 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80 \text{ K} = 6,7 \cdot 10^6 \text{ J} = 6700 \text{ kJ}$$

Aufgabe 4.31: Kühlschrank

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c_w \cdot (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) + m \cdot L_F + m \cdot c_{\text{Eis}} \cdot [0^\circ\text{C} - (-12^\circ)] \\ &= 1,5 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 20 \text{ K} + 1,5 \text{ kg} \cdot 3,33 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} + 1,5 \text{ kg} \cdot 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 12 \text{ K} \end{aligned}$$

$$Q = 6,6 \cdot 10^5 \text{ J} = 660 \text{ kJ}$$

Aufgabe 4.32 Mikrowelle

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{t} \rightarrow \Delta t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{P} \rightarrow \Delta t = 26,8 \text{ s}$$

5. Elektrizitätslehre

Aufgabe 5.1: Fließende Ladung

a) $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \Delta Q = I \cdot \Delta t = 600 \text{ C}$

b) $n = 3,7 \cdot 10^{21}$

Aufgabe 5.2: Glühlampe

a) $R = \frac{U}{I} = 5 \Omega$

b) $I = \frac{U}{R} = 0,24 \text{ A}$

Aufgabe 5.3: Lautsprecher

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \rightarrow A = \rho \cdot \frac{l}{R} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ mit } A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = 2,1 \text{ mm}$$

Aufgabe 5.4: Ohm'scher Widerstand

$$V = A \cdot L = \text{konst.}$$

$$A \text{ halbiert sich} \rightarrow R_1 \cdot \frac{2}{0,5} = 4 \cdot R_1 \rightarrow R \text{ wächst um den Faktor 4}$$

Aufgabe 5.5: Scheinwerfer

$$P = U \cdot I$$

$$U = R \cdot I \rightarrow I = \frac{U}{R}$$

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = 3,6 \Omega$$

Aufgabe 5.6: Stromverbrauch

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow E = P \cdot t$$

$$t = 365 \cdot 5 \text{ min} = \frac{1825}{60} \text{ h}$$

$$E = 60,8 \text{ kWh}$$

Dies würde Kosten in Höhe von 15 Euro erzeugen.

Aufgabe 5.7: Elektromotor

$$1 \text{ PS} = 735,5 \text{ W}$$

$$P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = 9,2 \text{ A}$$

Aufgabe 5.8: Autobatterie

$$I = \frac{P}{U} = 7,7 \text{ A}$$

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow t = \frac{Q}{I} = 11,7 \text{ h}$$

Aufgabe 5.9: Aluminiumdraht

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

$$\rho_{Cu} = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega m \rightarrow R_{Cu} = 0,068 \Omega$$

$$\rho_{Alu} = 2,65 \cdot 10^{-8} \Omega m \rightarrow R_{Alu} = 0,084 \Omega$$

$$\frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = 1,2$$

Aufgabe 5.10: Teilchenbeschleuniger

$$s = v \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} \rightarrow N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{I \cdot s}{e \cdot v} \rightarrow N = 1,4 \cdot 10^{12} \text{ Protonen}$$

Aufgabe 5.11: Gleichstromschaltung

aus $R_2 \gg R_1$ folgt, dass $\frac{R_1}{R_2} \rightarrow 0$

$$\frac{1}{R_{\text{Ersatz}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow R_{\text{Ersatz}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 \cdot (\frac{R_1}{R_2} + 1)} \text{ mit } \frac{R_1}{R_2} \rightarrow 0$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 \cdot 0 + R_2 \cdot 1} = \frac{R_1}{0 + 1} = R_1$$

Aufgabe 5.12: Schaltung

Richtige Antwort: b)

Aufgabe 5.13: Spezifischer Widerstand

$$R_G = \frac{r_G \cdot l_G}{A_G}, R_{Cu} = \frac{r_{Cu} \cdot l_{Cu}}{A_{Cu}}$$

$$\frac{R_G}{R_{Cu}} = \frac{r_G \cdot l_G}{r_{Cu} \cdot l_{Cu}} \rightarrow l_{Cu} = \frac{r_G \cdot l_G}{r_{Cu}} = \frac{1,01 \cdot 10^{12} \Omega m}{1,721 \cdot 10^{-8} \Omega m} \cdot 1 \cdot 10^{-2} m = 0,587 \cdot 10^{18} m$$

Aufgabe 5.14: Innenwiderstand

$$I = 50 \mu A \quad U = 0,25 V$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{0,25 V}{50 \mu A} = 5 k\Omega$$

Aufgabe 5.15: Protonenstrahl

$$a) \quad I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \frac{n_{\text{Teilchen}}}{t} = \frac{I}{e} = \frac{3,5 \mu A}{e} = 2,18 \cdot 10^{13} \frac{1}{s}$$

$$b) \quad P = U \cdot I = 3,5 \mu A \cdot 60 MV = 210 W$$

$$c) \quad Q = m \cdot c_{Cu} \cdot \Delta T \text{ mit } W = P \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{m \cdot c_{Cu} \cdot \Delta T}{P} = \frac{50 g \cdot 0,4 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 300 K}{210 \frac{J}{s}} = 28,6 s$$

6. Geometrische Optik

Aufgabe 6.1: Licht

Richtige Lösungen: d), e), f)

Aufgabe 6.2: Brechungsindex I

- a) Die Frequenz bleibt gleich.
- b) Die Ausbreitungsgeschwindigkeit c_n nimmt ab $c = \frac{c_0}{n}$
- c) Die Wellenlänge λ nimmt ab $c_n = f \cdot \lambda$

Aufgabe 6.3: Lichtgeschwindigkeit

$$s = 2 \cdot 370000 \text{ km} = 740000 \text{ km}$$

$$c = 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$c = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{c} = 2,47 \text{ s}$$

Aufgabe 6.4: Sonne

$$c = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{c} \approx 500 \text{ s} \approx 8 \text{ min } 20 \text{ s}$$

Aufgabe 6.5: Mond

$$c = \frac{2 \cdot s}{t} \rightarrow s = \frac{c \cdot t}{2} = 380.000 \text{ km}$$

Aufgabe 6.6: Pierre de Fermat

Richtige Antwort: c)

Aufgabe 6.7: Winkel

Richtige Antworten: a) und f)

Aufgabe 6.8: Geldbeschaffung

b) und d) sind zu beachten

Sie nehmen das Geld an der Stelle wahr, die einer geraden Linie des in Ihr Auge fallenden Lichtes folgt. Da das Licht beim Übergang von Wasser in Luft vom Lot der Oberfläche weggebrochen wird, erscheint das Geld weniger tief. Natürlich erscheint auch der Grund des Brunnens näher.

Aufgabe 6.9: Totalreflexion

Richtige Antwort: c)

Aufgabe 6.10: Brechungswinkel

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \beta = \arcsin \left(\frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \alpha \right) = 27,4^\circ$$

Aufgabe 6.11: Brechungsindex II

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow n_1 = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot n_2 = 1,32$$

Aufgabe 6.12: Bildweite

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \rightarrow b = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{g}} = 11,8 \text{ cm}$$

Aufgabe 6.13: Schirm

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \rightarrow g = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{b}} = 7,1 \text{ cm}$$

Aufgabe 6.14: Abbildungsprobleme

$$\beta = \frac{b}{g} = \frac{1}{g \cdot \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{g}\right)} = \frac{1}{\frac{g}{f} - 1}$$

Aus der Abbildung folgt h' :

$$h' = \frac{1}{\frac{g}{f} - 1} \cdot h = 3,75 \text{ cm}$$

Aufgabe 6.15: Strahlengänge

Richtige Antworten: a) und d)

Aufgabe 6.16: Sammellinse

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \rightarrow f = \frac{1}{\frac{1}{g} - \frac{1}{b}} = 22,2 \text{ cm}$$

Durch das Verschieben der Linse ergibt sich eine neue Gegenstandsweite $g' = g - 10 \text{ cm}$. Da f gleich bleibt ergibt sich eine neue Bildweite b' :

$$b' = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{g'}} = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{g - 10 \text{ cm}}} = 85,4 \text{ cm}$$

$$D = 85,7 \text{ cm} - 50 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 25,4 \text{ cm}$$

Der Schirm muss also um 25,4 cm verschoben werden.

Aufgabe 16.7: Brillenauswahl

c) und e) sind die richtigen Antworten.

Die Bezeichnung Kurzsichtigkeit bezieht sich darauf, dass eine Person nur noch Objekte in seiner Nähe ohne Sehhilfe scharf sehen kann. Diese Sehschwäche wird dadurch hervorgerufen, dass der Brennpunkt für entfernte Objekte im Auge vor der Netzhaut liegt. Damit der Brennpunkt weiter nach hinten verschoben wird, trägt die Person eine Brille mit einer Zerstreuungslinse (negative Brennweite). Aufgrund dieser Zerstreuungslinse erscheinen die Augen verkleinert.

Aufgabe 6.18: Weitsichtigkeit

$$f = \frac{1}{\frac{1}{g} + \frac{1}{b}} = 0,5 \text{ m}$$

Bei Brillengläsern wird in der Regel die Brechkraft D angegeben, die als Kehrwert der Brennweite definiert ist:

$$D = \frac{1}{f}$$

Die Maßeinheit der Brechkraft ist die Dioptrie. Es gilt: $1 \text{ dpt} = 1 \text{ m}^{-1}$. Eine Linse mit einer Brennweite $f = 0,5 \text{ m}$ hat also eine Brechkraft $D = 2 \text{ dpt}$. Die richtige Antwort ist 0,5 m.