

Hinweise zur Bearbeitung

Alle benutzten Größen und der Lösungsweg der Aufgaben müssen klar und eindeutig aus dem Geschriebenen hervorgehen. Ansonsten kann die Aufgabe nicht als richtig gelöst gewertet werden, auch wenn das Ergebnis richtig ist.

Bitte Name und Matrikelnummer eintragen und Studienrichtung ankreuzen!

Bitte numerieren Sie auch Ihre Lösungsblätter.

Name:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	
Studienrichtung:	<input type="checkbox"/> Tiermedizin
	<input type="checkbox"/> Geowissenschaften
	<input type="checkbox"/> sonstige

Aufgabe	Punktzahl
1 (max. 11P)	
2 (max. 12P)	
3 (max. 10P)	
4 (max. 10P)	
5 (max. xxP)	— entfällt —
6 (max. 8P)	
Σ (max. 60P)	

Aufgabe 1: Physikalische Größen

Rechnen Sie die angegebenen physikalischen Größen in die geforderten neuen Einheiten um.

- a) $1 \text{ ng} = \dots\dots\dots \text{ kg}$ [1P]
b) $1 \text{ mm} = \dots\dots\dots \mu\text{m}$ [1P]
c) $5 \text{ g/cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$ [1P]
d) $152 \text{ mmHg} = \dots\dots\dots \text{ Pa}$ [1P]
e) $59^\circ\text{F} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$ (Formel und Zahl) [2P]
f) $0.3 \text{ Liter} = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$ [1P]
g) $20930 \text{ J} = \dots\dots\dots \text{ kcal}$ [1P]
h) 3.01 dB entspricht $\dots\dots\dots \text{ W/m}^2$ (Formel und Zahl) [3P]

Lösung:

- a) $1 \text{ ng} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 10^{-9} \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 10^{-12} \text{ kg}$
b) $1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 10^{-3} \cdot 10^6 \mu\text{m} = 10^3 \mu\text{m}$
c) $5 \text{ g/cm}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}/(10^{-2} \text{ m})^3 = 5 \cdot 10^{-3}/10^{-6} \text{ kg/m}^3 = 5000 \text{ kg/m}^3$
d) $152 \text{ mmHg} = 152 \cdot \frac{101325 \text{ Pa}}{760 \text{ mmHg}} = 152 \cdot 133.322 \text{ Pa} = 20265 \text{ Pa}$
e) $T_{\circ\text{C}} = \frac{5}{9}(T_{\circ\text{F}} - 32^\circ\text{F}) = \frac{5}{9}(59 - 32) = \frac{5}{9} \cdot 27 = 15^\circ\text{C}$
f) $0.3 \text{ l} = 0.3 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 300 \text{ cm}^3$
g) $20930 \text{ J} = 20930 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4186 \text{ J}} = 5 \text{ kcal}$
h) $3.01 \text{ dB} = 10 \cdot \log_{10} \frac{I}{I_0} \rightarrow I = I_0 \cdot 10^{3.01 \text{ dB}/10} \approx 2 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Aufgabe 2: Mechanik

- a) Wie groß ist die kinetische Energie eines Autos der Masse 1000 kg und Geschwindigkeit 180 km/h? (Formel und Zahl) [2P]
b) Freier Fall vom 100 m hohen Sprungbrett: Wie viele Meter sind Sie gefallen nach 3 Sekunden, nach 4 Sekunden? Reibung zu vernachlässigen. (Formel und Zahlen) [2P]
c) Wie hoch würde, bei Vernachlässigung der Reibung, ein Auto der Masse 1000 kg mit einer kinetischen Energie von 386 kJ fliegen, wenn man durch eine geeignete Rampe die Bewegungsrichtung vertikal nach oben umlenkt? (Formel und Zahl) [2P]
d) Geleistete Arbeit, wenn ein Gegenstand von 100 kg Masse über eine ebene Fläche, horizontal, auf Meereshöhe, 1 Meter weit in einer bestimmten Richtung gezogen wird und die Gleitreibungskonstante $\mu_G = 0.2$ beträgt. (Formel und Zahl) [2P]
e) Welchen inneren Drehimpuls hat die Erde (bei der Rotation um ihre körpereigene Achse)? Die Masse der Erde ist $m_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. Der Erdradius beträgt 6400 km. Die Massendichte darf für diese Aufgabe als konstant angesehen werden, die Erde als homogene Kugel. (Formel und Zahl) [4P]

Lösung:

- a) $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (50 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 1250000 \text{ J}$, mit $v = 180 \text{ km/h} = \frac{180}{3.6} \text{ m/s} = 50 \text{ m/s}$
b) $\Delta x = \frac{1}{2}g(\Delta t)^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $\Delta t = 3 \text{ s} \rightarrow \Delta x = 45 \text{ m}$
 $\Delta t = 4 \text{ s} \rightarrow \Delta x = 80 \text{ m}$
c) $E_{\text{pot}} = mgh = E_{\text{pot}} \rightarrow h = \frac{E_{\text{kin}}}{mg} = \frac{386000 \text{ J}}{1000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 38.6 \text{ m}$

d) $W = \Delta s \cdot F_R = \Delta s \cdot \mu_G \cdot F_N = \Delta s \cdot \mu_G \cdot mg = 1 \text{ m} \cdot 0.2 \cdot 100 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ J}$

e) Trägheitsmoment $I = \frac{2}{5} m R^2 = \frac{2}{5} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot (6400 \text{ km})^2 \approx 9.83 \cdot 10^{37} \text{ kg m}^2$

$$\omega = \frac{2\pi}{1 \text{ d}} = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600 \text{ s}} \approx 7.27 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{s}}$$

$$\text{Drehimpuls } L = I \cdot \omega \approx 9.83 \cdot 10^{37} \text{ kg m}^2 \cdot 7.27 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{s}} \approx 7.15 \cdot 10^{33} \text{ J s}$$

Aufgabe 3: Hydrodynamik, Wärmelehre

- a) Wie verändert sich der Volumenstrom durch eine Ader mit konstantem Durchmesser, wenn bei gleicher Druckdifferenz zwischen Eingang und Ausgang [3P]
 i) die Länge doppelt so groß ist?
 ii) oder der Durchmesser halb so groß? (Formel und Zahl)
- b) Die Tiefe eines Bachbettes und seine Breite verringern sich beide an einer bestimmten Stelle um einen Faktor 2. Die Geschwindigkeit des Wassers relativ zum Ufer was $v = 1 \text{ m/s}$ vor dieser Verengung. Wie groß ist die Geschwindigkeit danach? (Formel und Zahl) [2P]
- c) In einem abgeschlossenen Volumen von 1 Kubikmeter hat das darin enthaltene Gas einen Druck von 1000 Pa. Die Temperatur beträgt 273 K. Wie viele Gasteilchen befinden sich in dem Volumen? Die allgemeine Gaskonstante beträgt $R = 8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$. Ein Mol enthält $6 \cdot 10^{23}$ Teilchen. (Formel und Zahl) [2P]
- d) Die innere Energie eines Würfels Eis ist als die innere Energie der gleichen Menge flüssigen Wassers bei gleichem Druck und gleicher Temperatur. (Füllen Sie die Lücke physikalisch korrekt aus!) [1P]
- e) Um welchen Faktor unterscheiden sich die mol-spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen von einem Edelgas wie Helium und einem Gas wie Wasserdampf H_2O ? (Formel und Zahl) [2P]

Lösung:

a) $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8 \eta L}$ (Hagen-Poiseuille)

$$L' = 2L \rightarrow \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)' = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$$

$$R' = R/2 \rightarrow \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)' = \frac{1}{16} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$$

b) Kontinuitätsgleichung: $\frac{\Delta V}{\Delta t} = A \cdot v = A' \cdot v'$

$$A = h \cdot b \rightarrow A' = \frac{h}{2} \cdot \frac{b}{2} = \frac{A}{4} \rightarrow v' = \frac{A}{A'} v = 4v = 4 \text{ m/s}$$

c) $p \cdot V = n \cdot RT$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ Pa}}{8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}} \approx 0.44 \text{ mol} \rightarrow N = 0.44 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{\text{Teilchen}}{\text{mol}} \approx 2.6 \cdot 10^{23} \text{ Teilchen}$$

(alternativer Lösungsweg mit: $pV = Nk_B T$ und $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

d) Antwort: kleiner. Flüssiges Wasser enthält die Schmelzwärme als zusätzliche innere Energie, die dem Eis erst zugeführt werden muss.

e) $c_V = \frac{1}{2} f \cdot R$

Zahl der Freiheitsgrade:

Helium $f = 3$ (Translationsfreiheitsgrade)

H_2O $f = 3 + 3$ (Translations- + Rotationsfreiheitsgrade)

$$\rightarrow \frac{c_V(\text{H}_2\text{O})}{c_V(\text{He})} = \frac{3+3}{3} = 2$$

Aufgabe 4: Elektrizitätslehre

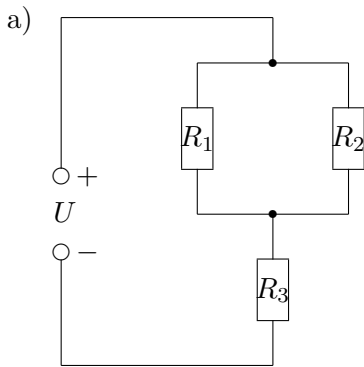
In einem Stromkreis mit einer Gleichspannungsquelle ($U = 140 \text{ V}$) befinden sich drei Widerstände: $R_1 = 75\Omega$, $R_2 = 50\Omega$, $R_3 = 40\Omega$.

R_1 und R_2 sind parallel geschaltet, R_3 ist damit in Reihe geschaltet

- a) Zeichnen Sie den Schaltplan. [2P]
- b) Ordnen Sie die entsprechenden Ströme I_1 , I_2 , I_3 nach ihre Größe (beginnen mit dem kleinsten). [2P]
- c) Wie groß ist der Gesamtwiderstand? [2P]
- d) Welche Leistung wird durch den Schaltkreis verbraucht? [2P]

- e) Um welchen Faktor ändert sich die Leistung, wenn statt der o.g. Gleichspannungsquelle Spannung und Strom aus einer Haushaltssteckdose entnommen werden? [2P]

Lösung:



- b) $I = \frac{U}{R}$, $U_1 = U_2$ und $R_1 > R_2 \rightarrow I_1 < I_2$
 $I_3 = I_1 + I_2 \rightarrow I_1 < I_2 < I_3$
- c) Parallelschaltung von R_1 und R_2 : $\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{75\Omega} + \frac{1}{50\Omega} = \frac{5}{150\Omega} \rightarrow R_{12} = \frac{150}{5}\Omega = 30\Omega$
 Reihenschaltung von R_{12} mit R_3 : $R_{ges} = R_{12} + R_3 = 30\Omega + 40\Omega = 70\Omega$
- d) $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R_{ges}} = \frac{(140\text{ V})^2}{70\Omega} = 280\text{ W}$
- e) $P_{\text{Haushalt}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R} \rightarrow \frac{P_{\text{Haushalt}}}{P} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{U^2} = \frac{(230\text{ V})^2}{(140\text{ V})^2} \approx 2.7$

Aufgabe 5: Optik

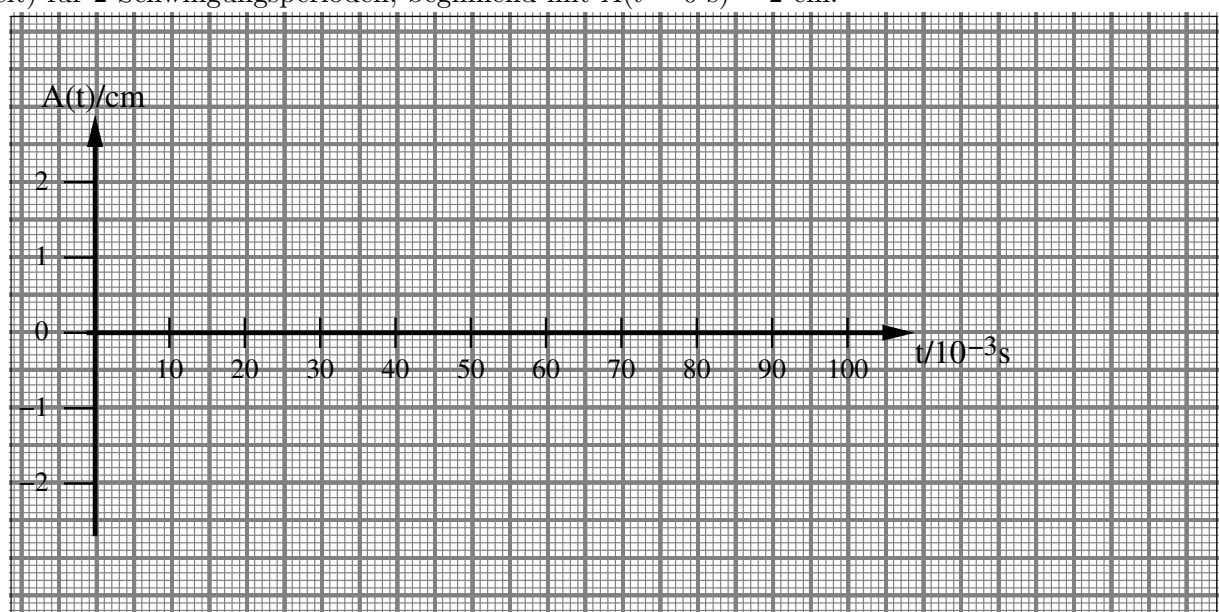
— entfällt —

Lösung:

Aufgabe 6: Schwingungen

Ein an einer Feder aufgehängter Körper ($m = 20\text{ g}$) möge eine harmonische Schwingung mit einer Frequenz $f = 25\text{ Hz}$ vollführen. Die maximale Auslenkung aus der Ruhelage sei $A(t = 0\text{ s}) = 2\text{ cm}$.

- a) Skizzieren Sie grob die Amplitude $A(t)$ (, d.h. den Momentanwert der Auslenkung als Funktion der Zeit) für 2 Schwingungsperioden, beginnend mit $A(t = 0\text{ s}) = 2\text{ cm}$. [2P]



(Hinweis: Millisekundenscala, d.h. $1\text{ cm} \hat{=} 0.01\text{ s}$)

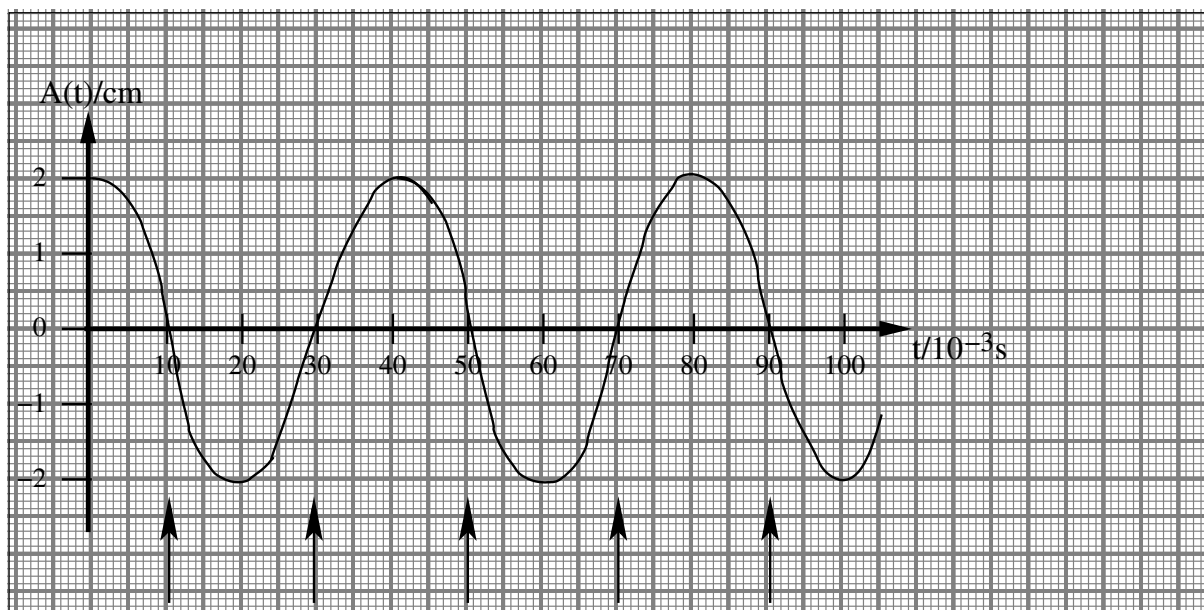
- b) Markieren Sie in der Skizze die Zeiten maximaler kinetischer Energie. [2P]
- c) Berechnen Sie den Wert der Federkonstanten D . [2P]

d) Ermitteln Sie die potentielle Energie zur Zeit $t = 4$ s.

[2P]

Lösung:

a)



b) maximale kinetische Energie $\hat{=}$ Schnittpunkte der Kurve mit t -Achse, s. Pfeile in Skizze

$$c) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}} \rightarrow D = 4\pi^2 f^2 \cdot m = 2\pi^2 \cdot (25 \frac{1}{s})^2 \cdot 0.020 \text{ kg} \approx 493.4 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$$

$$d) A(t = 4 \text{ s}) = A(t = 0 \text{ s}) \cdot \cos(2\pi f t) = A(t = 0 \text{ s}) \cdot \cos(2\pi \cdot 25 \frac{1}{s} \cdot 4 \text{ s}) = A(t = 0 \text{ s}) \cdot \cos(2\pi \cdot 100) = A(t = 0 \text{ s})$$

$\rightarrow t = 4 \text{ s}$ entspricht maximaler Auslenkung

$$\rightarrow E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} D \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 493.4 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot (0.02 \text{ m})^2 \approx 0.0987 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \approx 0.1 \text{ J}$$