

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"/> sonstige

Aufgabe	Punktzahl
1 (max. 11P)	
2 (max. 10P)	
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) $T_{\text{C}} = \frac{5}{9}(T_{\text{F}} - 32^\circ\text{F}) = \frac{5}{9}(59 - 32) = \frac{5}{9} \cdot 27 = 15^\circ\text{C}$
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

Eine U-Bahn der Masse $m = 30$ Tonnen und der Anfangsgeschwindigkeit $v = 25 \text{ m/s}$ kommt gleitend nach $t = 5 \text{ s}$ zum Stehen. (Hinweis: $g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

- a) Geben Sie die Anfangsgeschwindigkeit in $\dots\dots\dots \text{ km/h}$ an! [1P]
b) Wie groß ist die anfängliche kinetische Energie der U-Bahn? (Formel und Zahl) [2P]
c) Berechnen Sie die Länge des Bremsweges. (Formel und Zahl) [3P]
d) Wie groß ist Gleitreibungskoeffizient bei der Abbremsung? (Formel und Zahl) [2P]

Ergänzen Sie nachfolgende Aussagen physikalisch korrekt!

- e) Die Zentripetalbeschleunigung hängt $\dots\dots\dots$ von der Winkelgeschwindigkeit ab. [1P]
f) Das Drehmoment berechnet sich aus $\dots\dots\dots$ mal Trägheitsmoment. [1P]

Lösung:

- a) $25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3.6 \frac{\text{km/h}}{\text{m/s}} \stackrel{[1P]}{=} 90 \text{ km/h}$
b) $E_{\text{kin}} \stackrel{[1P]}{=} \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 30000 \text{ kg} \cdot (25 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \stackrel{[1P]}{=} 9375000 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$ bzw. J
c) $x \stackrel{[1P]}{=} \frac{1}{2}at^2 + vt = \frac{1}{2} \frac{\Delta v}{\Delta t} t^2 + vt = \frac{1}{2} \frac{0-v}{t} t^2 + vt \stackrel{[1P]}{=} \frac{1}{2} \frac{(-v)}{t} t^2 + vt = \frac{1}{2}vt = \frac{1}{2} \cdot 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5 \text{ s} \stackrel{[1P]}{=} 62.5 \text{ m}$
Ersatzweise auch als korrekt gewertet: $x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{v}{t} t^2 = \frac{1}{2}vt$

$$d) F_G = \mu_G mg = F_N = m \cdot a \rightarrow \mu_G \stackrel{[1P]}{=} \frac{a}{g} = \frac{\frac{v}{t}}{g} = \frac{v}{g \cdot t} \approx \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{s}} \stackrel{[1P]}{\approx} 0.5$$

e) quadratisch [1P]

f) Winkelbeschleunigung $\dot{\omega} = \frac{d\omega}{dt}$ [1P]

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) Wenn man bei gefrorenem Wasser den äußeren Luftdruck sehr stark reduziert, dann das Eis. (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:

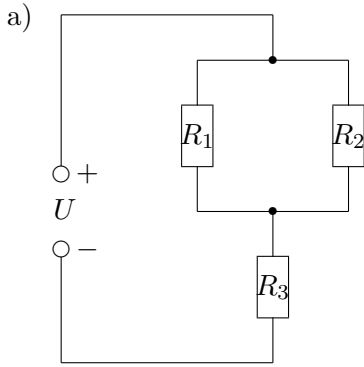
- a) $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8\eta L}$ (Hagen-Poiseuille)
 $L' = 2L \rightarrow \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)' = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$
 $R' = R/2 \rightarrow \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)' = \frac{1}{16} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$
- 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) sublimiert
 (Phasenübergang fest nach gasförmig bei Druckreduktion)
- 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

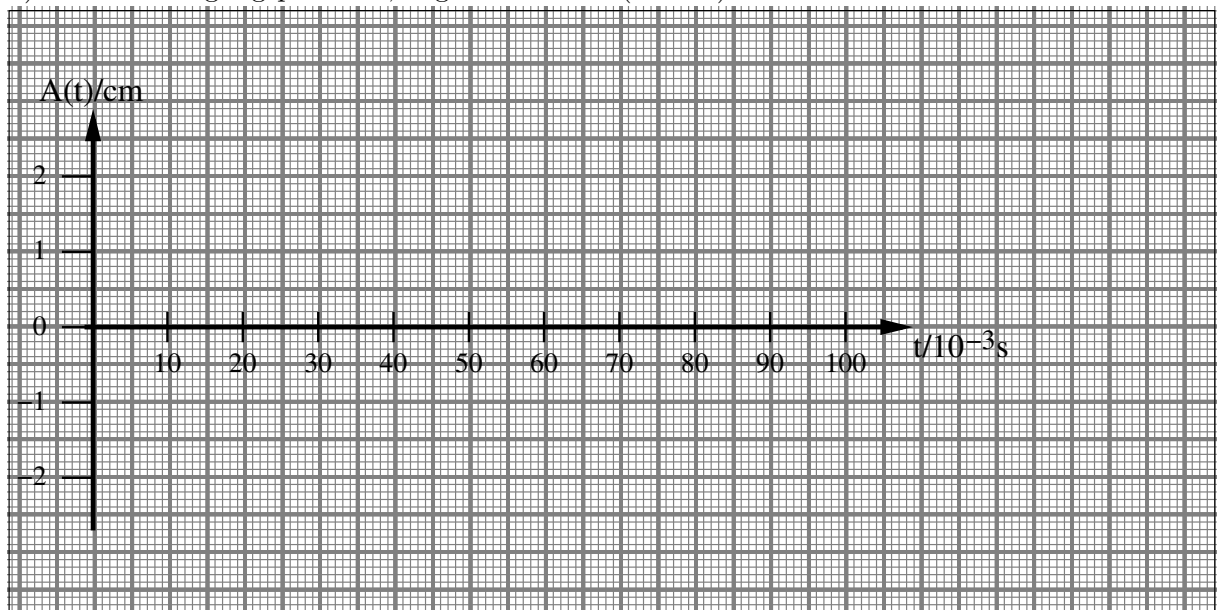
— entfällt —

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]

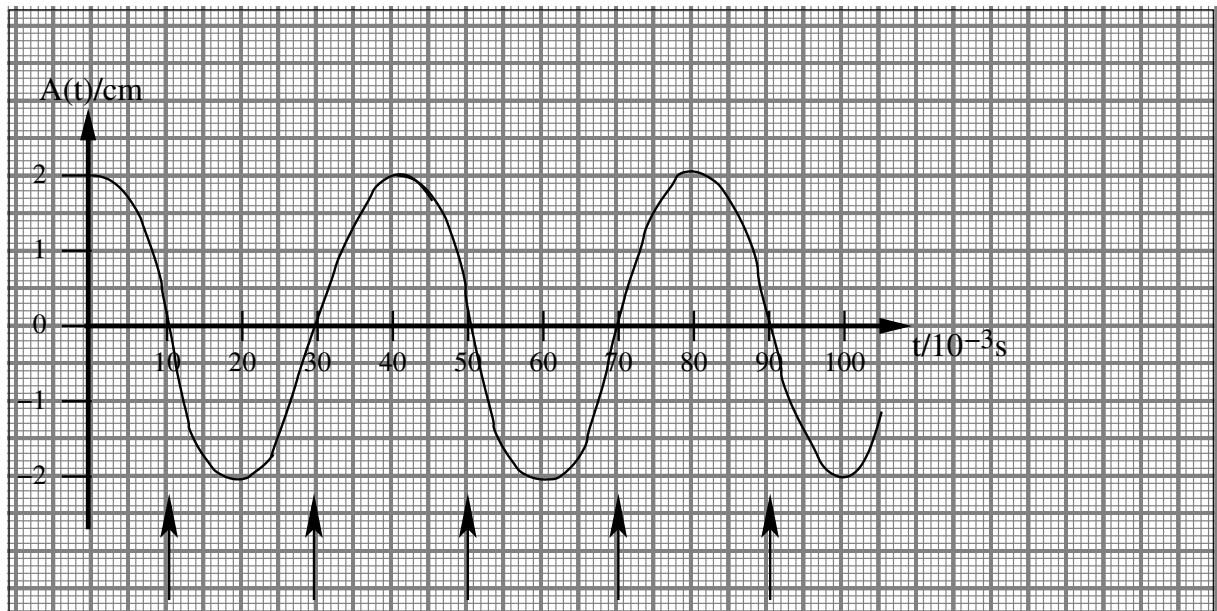


(Hinweis: Millisekundenscala, d.h. $1 \text{ cm} \cong 0.01 \text{ s}$)

- 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 $t = 4 \text{ s}$. [2P]

Lösung:

a)



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

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

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

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

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