

Name:
Vorname:
Matrikel-Nr:
Unterschrift:

Formeln siehe letzte Rückseite!

Hilfsmittel sind nicht zugelassen, auch keine Taschenrechner!
Heftung nicht lösen! Kein zusätzliches Papier zugelassen!

Viel Glück!

Benutze:

$$g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$$R \approx 8 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$$

$$hc \approx 1200 \text{ eV}\cdot\text{nm}$$

$$1 \text{ eV} \approx 1,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\pi \approx 3$$

$$\ln x \approx x - 1 \quad \text{für } x \approx 1$$

Formeln:

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

$$\Delta Q = n \cdot C_m \cdot \Delta T, \quad \Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T; \quad \eta_{\text{rev}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$L\ddot{Q} + R\dot{Q} + \frac{1}{C}Q = 0; \quad x(t) = A_0 e^{-\frac{t}{2\tau}} \cos(\omega_d t + \delta), \quad \omega_d^2 = \omega_0^2 - \left(\frac{1}{2\tau}\right)^2$$

$$\frac{A_n}{A_{n+1}} = e^{\frac{T_d}{2\tau}}, \quad Q = \frac{2\pi \cdot E}{\Delta E} \approx \omega_0 \cdot \tau \approx \frac{A_{\text{Res}}}{A(0)}$$

$$u(x, t) = A \sin(kx \mp \omega t), \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}, \quad v = \lambda\nu$$

$$v = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}}, \quad v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}, \quad I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}; \quad \frac{\Delta v}{v_0} = \pm \frac{u}{v}$$

$$\frac{\sin \Theta_1}{\sin \Theta_2} = \frac{c_1}{c_2}, \quad n = \frac{c_0}{c_m}$$

$$\Delta t = \gamma \Delta t_{\text{Eigen}}, \quad L = \frac{1}{\gamma} L_{\text{Ruhe}}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

1. 1 Liter Wasser der Temperatur 20°C wird in einem Topf mit einem Tauchsieder (Leistungsaufnahme P) erwärmt.

$$c_{\text{Wasser}} = 4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; C_{\text{Topf}} = 0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}; P = 600 \text{ W}; q_{\text{Verdampf}} = 2 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

- a. Nach welcher Zeit t ist die Siedetemperatur von 100°C erreicht?

t / s	
550	A
400	B
500	C
450	D
600	E

- b. Welche Zeit t_V benötigt man danach noch ungefähr, um das Wasser vollständig zu verdampfen?

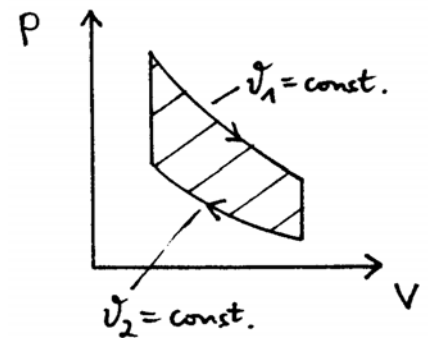
t_V / s	
3700	A
2900	B
3500	C
3100	D
3300	E

- c. Um welche Zeit Δt_V verlängert sich der Verdampfungsprozess, wenn der Topf die doppelte Wärmekapazität hat?

$\Delta t_V / \text{s}$	
150	A
0	B
100	C
50	D
200	E

2. Eine reversibel arbeitende Wärmekraftmaschine arbeitet zwischen den Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2 . Dem Wärmebehälter mit der Temperatur ϑ_1 entziehe sie je Minute die Wärmemenge Q_1 .

$$\vartheta_1 = 327^\circ\text{C} ; \vartheta_2 = 27^\circ\text{C} ; Q_1 = 6000 \text{ MJ}$$



- a. Welche mechanische Leistung P gibt die Maschine ab?

P/MW	
60	A
20	B
40	C
30	D
50	E

- b. Welche Wärmemenge Q_2 führt die Maschine pro Minute an den Wärmespeicher der Temperatur ϑ_2 ab?

Q_2/GJ	
3,2	A
3,0	B
3,6	C
3,8	D
3,4	E

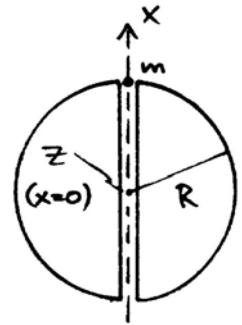
- c. Ein Arbeitszyklus dauere 0,1 s. Wie groß ist die abgegebene Arbeit ΔW während eines Arbeitszyklus?

$\Delta W/\text{MJ}$	
5,5	A
4,5	B
5,0	C
4,7	D
5,2	E

3. Durch die Erde sei eine gerade Röhre gebohrt, die durch den Erdmittelpunkt Z verläuft. Lässt man einen Stein der Masse m in die Röhre fallen, so erfährt er im Abstand x von Z die zum Erdmittelpunkt hin gerichtete Kraft

$$F(x) = -mg \cdot \frac{x}{R}, \quad g: \text{Fallbeschleunigung.}$$

Der Stein vollführt somit eine harmonische Schwingung um Z .



- a. Berechne näherungsweise die Periodendauer T dieser Schwingung ($R \approx 6400$ km).

T/s	
4400	A
4600	B
4200	C
4000	D
4800	E

- b. Der Stein werde bei $t=0$ an der Erdoberfläche mit der Startgeschwindigkeit Null fallengelassen. Wie lautet dann seine Orts-Zeit-Funktion?

- 1) $x(t) = R \cos(2\pi \frac{t}{T})$ 2) $x(t) = R \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$
 3) $x(t) = R e^{-\frac{t}{T}} \cos(\omega t)$ 4) $x(t) = R e^{-\frac{x}{R}} \cos(\omega t)$
 5) $x(t) = R \sin(2\pi \frac{x}{R} - 2\pi \frac{t}{T} + \frac{\pi}{2})$

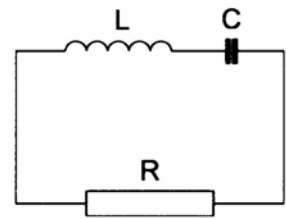
Antwort	
5	A
2	B
3	C
4	D
1	E

- c. Welche Geschwindigkeit v hat der Stein beim Durchgang durch den Erdmittelpunkt?

$v/$ km/s	
64	A
0,8	B
6,4	C
80	D
8,0	E

4. Bei einem elektrischen Reihenschaltkreis seien

$$L = 0,1 \text{ H} \quad \text{und} \quad C = 0,1 \mu\text{F} .$$



a. Wie groß ist die Kreisfrequenz ω_0 , wenn $R = 0$ ist?

$\omega_0 / 10^3 \text{ s}^{-1}$	
50	A
30	B
40	C
20	D
10	E

b. Nun sei $R = 100 \Omega$. Mit welcher Zeitkonstanten τ wird dann Feldenergie in Joulesche Wärme umgesetzt?

τ / ms	
2	A
5	B
3	C
4	D
1	E

c. Wie groß muss R gewählt werden, damit der Kreis kritisch gedämpft ist?

$R / \text{k}\Omega$	
4	A
1	B
3	C
5	D
2	E

5. Eine harmonische Welle auf der x-Achse habe die Form

$$u_1(x,t) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{4}x - 5\pi t\right), \quad \text{wobei } u_1 \text{ und } x \text{ in Metern}$$

und t in Sekunden gemessen werden.

a. Mit welcher Geschwindigkeit v breitet sich die Welle aus?

$v/$ m/s	
10	A
30	B
40	C
50	D
20	E

b. Welche Geschwindigkeit v_T hat ein Teilchen bei $x = 20$ m, das zur Zeit $t = 1$ s von der Welle erfasst wird?

$v_T/$ m/s	
30	A
20	B
0	C
10	D
-30	E

c. Nun werde der Fall betrachtet, dass sich zusätzlich zu u_1 eine zweite harmonische Welle $u_2(x,t) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{4}x - 5\pi t + 2\pi\right)$ ausbreite (u_2 und x in Metern, t in Sekunden). Welche Amplitude A hat dann die Überlagerung $u_1 + u_2$?

$A/$ m	
2	A
0	B
1	C
3	D
4	E

6. Ein Hund steht auf einer Wiese und bellt, die abgegebene Leistung betrage 1,2 mW.

a. Wie groß ist der Schallpegel L in 10 m Entfernung?

L/dB	
50	A
40	B
70	C
30	D
60	E

b. In welcher Entfernung d ist der Hund theoretisch noch zu hören (Hörschwelle)?

d/km	
4	A
10	B
8	C
6	D
2	E

c. Ein Spaziergänger nähert sich dem stehenden Hund mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s. Welche Tonhöhe ν' registriert der Spaziergänger, wenn das Hundegebell bei $\nu = 3$ kHz liegt?

ν' / Hz	
3020	A
3000	B
2980	C
3010	D
2990	E

7. Ein Raumschiff verlasse die Erde in Richtung eines neuentdeckten Sterns, der 3 Lichtjahre entfernt ist. Die Geschwindigkeit des Raumschiffs betrage $0,6 c$.

a. Wie viele Jahre t_K braucht das Raumschiff von der Kontrollstation aus beurteilt?

$t_K /$ Jahre	
1	A
4	B
3	C
2	D
5	E

b. Wie viele Jahre t_A braucht das Raumschiff im Ruhesystem der Astronauten?

$t_A /$ Jahre	
2	A
4	B
5	C
1	D
3	E

c. Welche Distanz s muss das Raumschiff aus der Sicht der Astronauten zurücklegen?

$s /$ Lichtjahre	
3,6	A
2,8	B
3,2	C
2,0	D
2,4	E

8.

- a. Die von einer Lichtquelle bei 600 nm abgestrahlte Leistung sei 3 mW. Wie viele Photonen N dieser Wellenlänge emittiert die Quelle pro Sekunde?

N	
10^{20}	A
10^{16}	B
10^{14}	C
10^{22}	D
10^{18}	E

- b. Die Bindungsenergien von Elektronen in Atomen liegen typischerweise in der Größenordnung

1) peV 2) μeV 3) eV 4) MeV 5) TeV

Antwort	
1	A
3	B
2	C
5	D
4	E

- c. Beim α -Zerfall ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A'}_{Z'} Y + \alpha$ gilt

- 1) $A = A' + 4$ und $Z = Z' + 2$
2) $A = A' + 2$ und $Z = Z'$
3) $A = A'$ und $Z = Z'$
4) $A = A' - 2$ und $Z = Z'$
5) $A = A' - 1$ und $Z = Z' - 1$

Antwort	
3	A
1	B
4	C
2	D
5	E