

| |
|----------------------|
| 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:

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

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

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

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

$$\pi \approx 3$$

$$\log 2 \approx 0,3$$

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

$$\sin 30^\circ = 0,5$$

Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

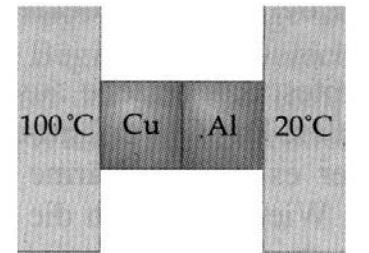
$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}, \quad I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}; \quad \frac{\Delta v}{v_0} = \pm \frac{u}{v}$$

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

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

$$R(t) = R_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad t_{1/2} \approx 0,7\tau, \quad R(t) = \frac{N(t)}{\tau}$$

1. Zwei Metallwürfel aus Kupfer (Cu) bzw. Aluminium (Al) mit der Kantenlänge a werden hintereinander angeordnet und verbinden zwei Temperaturreservoirs von 100 °C bzw. 20 °C .



$$\lambda_{Cu} = 400 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} ; \quad \lambda_{Al} = 250 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} ; \quad a = 5 \text{ cm}$$

- a. Wie groß ist der Wärmewiderstand R der Verbindung zwischen den Wärmereservoirs?

| $R / \text{K/W}$ | |
|------------------|---|
| 0,11 | A |
| 0,14 | B |
| 0,13 | C |
| 0,12 | D |
| 0,10 | E |

- b. Wie groß ist der Wärmestrom I ?

| I / W | |
|----------------|---|
| 615 | A |
| 605 | B |
| 620 | C |
| 600 | D |
| 610 | E |

- c. Welche Temperatur t_{Gr} liegt an der Grenzstelle zwischen Kupfer- und Aluminiumwürfel vor?

| $t_{Gr} / \text{°C}$ | |
|----------------------|---|
| 69,25 | A |
| 69,50 | B |
| 69,00 | C |
| 68,75 | D |
| 68,50 | E |

2. Ein Stirling-Motor arbeite reversibel zwischen einem warmen Reservoir bei $227\text{ }^\circ\text{C}$ und Kühlwasser bei $27\text{ }^\circ\text{C}$. Der Motor gebe eine Leistung von 20 kW ab.

a. Wie groß ist der Wirkungsgrad η ?

| | |
|--------|---|
| η | |
| 0,40 | A |
| 0,25 | B |
| 0,30 | C |
| 0,35 | D |
| 0,20 | E |

b. Welche Wärmemenge Q_W wird dem warmen Reservoir pro Sekunde entzogen?

| | |
|-------------------|---|
| Q_W / kJ | |
| 50 | A |
| 45 | B |
| 35 | C |
| 30 | D |
| 40 | E |

c. Welche Wärmemenge Q_K wird pro Stunde ungefähr an das Kühlwasser abgegeben?

| | |
|-------------------|---|
| Q_K / MJ | |
| 80 | A |
| 120 | B |
| 110 | C |
| 100 | D |
| 90 | E |

3. Eine Feder sei senkrecht aufgehängt. Ein Gegenstand unbekannter Masse werde an das Ende der entspannten Feder gehängt und losgelassen. Er falle um die Strecke h nach unten, bevor er das erste Mal anhält.

$$h = 0,2 \text{ m}$$

- a. Wie groß ist Schwingungsdauer T ?

| T / s | |
|----------------|---|
| 0,6 | A |
| 0,4 | B |
| 0,8 | C |
| 1,0 | D |
| 0,2 | E |

- b. Welche maximale Geschwindigkeit v_{\max} erreicht die Masse?

| $v_{\max} / \text{m/s}$ | |
|-------------------------|---|
| 1,0 | A |
| 0,6 | B |
| 0,8 | C |
| 0,2 | D |
| 0,4 | E |

- c. Wie groß ist der Betrag a der Beschleunigung im unteren Umkehrpunkt?

| $a / \text{m/s}^2$ | |
|--------------------|---|
| 10 | A |
| 2 | B |
| 4 | C |
| 6 | D |
| 8 | E |

4. Ein schwach gedämpfter Oszillator verliere pro Periode 2% seiner Energie.

a. Wie groß ist der Q -Faktor näherungsweise?

| | |
|-----|---|
| Q | |
| 300 | A |
| 500 | B |
| 400 | C |
| 100 | D |
| 200 | E |

b. Wie groß ist das logarithmische Dekrement A näherungsweise?

| | |
|-------|---|
| A | |
| 0,006 | A |
| 0,004 | B |
| 0,010 | C |
| 0,002 | D |
| 0,008 | E |

c. Nach wieviel Perioden n besitzt der Oszillator noch die halbe Anfangsenergie?

- 1) $n = \log(0,98/0,5)$ 2) $n = \log 0,5 / \log 0,98$
3) $n = \log 0,98 / \log 0,5$ 4) $n = \log 0,98 \cdot \log 0,5$
5) $n = \log 0,98 - \log 0,5$

| | |
|---------|---|
| Antwort | |
| 3 | A |
| 1 | B |
| 2 | C |
| 5 | D |
| 4 | E |

5. a. Zwei Radiostationen senden mit der gleichen Leistung. Ein Hörer empfängt die nähere Station (Abstand d_1) mit doppelt so großer Intensität wie die weiter entfernte Station (Abstand d_2).

$d_1 = 10$ km. Wie groß ist d_2 näherungsweise?

| d_2/km | |
|-----------------|---|
| 14 | A |
| 12 | B |
| 16 | C |
| 20 | D |
| 18 | E |

- b. Ein Lautsprecher erzeuge den Schallpegel $L_1 = 24$ dB. Wie groß ist der Schallpegel L_2 , wenn die Leistung des Lautsprechers halbiert wird?

| L_2/dB | |
|-----------------|---|
| 21 | A |
| 15 | B |
| 9 | C |
| 18 | D |
| 12 | E |

- c. Eine Welle werde an einer Grenzfläche gebrochen und teilweise reflektiert. Für die gebrochene Welle gilt dann:

- 1) die Phasengeschwindigkeit bleibt gleich
- 2) die Frequenz bleibt gleich
- 3) die Wellenlänge bleibt gleich
- 4) die Intensität bleibt gleich
- 5) die Brechzahl bleibt gleich

| Antwort | |
|---------|---|
| 3 | A |
| 1 | B |
| 2 | C |
| 5 | D |
| 4 | E |

6. Ein in der Einfallsebene polarisierter Lichtstrahl falle unter dem Winkel Θ_1 zur Normalen auf ein durchsichtiges Material. Die Intensität des reflektierten Strahls sei 0.

$$\Theta_1 = 60^\circ ; (\sin 60^\circ = 0,87, \cos 60^\circ = 0,5, \cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha)$$

a. Wie groß ist der Brechungsindex n_2 des Materials näherungsweise?

| | |
|-------|---|
| n_2 | |
| 1,75 | A |
| 1,25 | B |
| 1,00 | C |
| 1,50 | D |
| 2,00 | E |

b. Unter welchem Winkel Θ_2 wird der Strahl im Material gebrochen?

| | |
|----------------------|---|
| $\Theta_2 / 1^\circ$ | |
| 60 | A |
| 6 | B |
| 10 | C |
| 30 | D |
| 90 | E |

c. Wie groß ist der kritische Winkel Θ_K für die Totalreflexion bei dieser Materialkombination? Geben Sie als Ergebnis $\sin \Theta_K$ an.

| | |
|-----------------|---|
| $\sin \Theta_K$ | |
| 0,6 | A |
| 0,4 | B |
| 0,8 | C |
| 0,2 | D |
| 1,0 | E |

7. Ein Lichtstrahl der Wellenlänge λ habe die Intensität I .

$$\lambda = 300 \text{ nm}; I = 100 \text{ W/m}^2$$

a. Wie groß ist die Energie E_{ph} eines Photons in diesem Strahl?

| E_{ph}/eV | |
|--------------------|---|
| 4,0 | A |
| 2,8 | B |
| 2,4 | C |
| 3,6 | D |
| 3,2 | E |

b. Wieviel Energie E fällt auf eine Fläche von 1 cm^2 , die senkrecht zum Strahl steht, in einer Sekunde?

| E/mJ | |
|---------------|---|
| 20,0 | A |
| 25,0 | B |
| 5,0 | C |
| 10,0 | D |
| 15,0 | E |

c. Wieviele Photonen N fallen damit ungefähr in einer Sekunde auf diese Fläche von 1 cm^2 ?

| $N/10^{16}$ | |
|-------------|---|
| 1,6 | A |
| 4,5 | B |
| 3,1 | C |
| 2,5 | D |
| 2,0 | E |

8. a. Die Lebensdauer eines Sterns auf der Hauptreihe im Hertzsprung-Russell-Diagramm ist

- 1) unabhängig von seiner Masse
- 2) umso größer, je größer seine Masse ist
- 3) umso kleiner, je größer seine Masse ist
- 4) unabhängig von seiner Leuchtkraft
- 5) unabhängig von seiner Effektivtemperatur

| | |
|---------|---|
| Antwort | |
| 3 | A |
| 1 | B |
| 4 | C |
| 2 | D |
| 5 | E |

b. Die Beziehung zwischen der Fluchtgeschwindigkeit v einer Galaxie und ihrer Entfernung r von der Erde lautet nach dem Hubble-Gesetz (H Hubble-Konstante)

- 1) $v^2 = Hr^3$
- 2) $v = \frac{H}{r^2}$
- 3) $v = \frac{1}{2}Hr^2$
- 4) $v = Hr$
- 5) $v = H \sin kr$

| | |
|---------|---|
| Antwort | |
| 4 | A |
| 3 | B |
| 1 | C |
| 2 | D |
| 5 | E |

c. Das Alter des Universums beträgt nach dem Standardmodell etwa

- 1) 10^7 Jahre
- 2) 10^{10} Jahre
- 3) 10^{13} Jahre
- 4) 10^{16} Jahre
- 5) 10^{19} Jahre

| | |
|---------|---|
| Antwort | |
| 4 | A |
| 1 | B |
| 2 | C |
| 3 | D |
| 5 | E |