

Name:

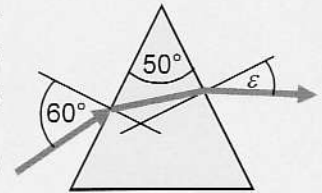
Vorname:

Matrikel:

- ☉ Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner und Formelsammlung (eigene oder gekaufte)
- ⊗ Nicht erlaubt: Lehrbuch, Skript
- Lösung und Lösungsweg sind anzugeben
- Ⓜ Bitte $g = 10 \text{ m/s}^2$ verwenden
- Dieses Aufgabenblatt ist mit angehängter Ausarbeitung abzugeben

1 Ein Lichtstrahl durchläuft ein Prisma ($n = 1,5$) mit Kantenwinkel 50° . Der einlaufende Strahl trifft unter einem Winkel von 60° gegen die Normale auf die vordere Prismenfläche. Unter welchem Winkel ε gegen die Normale tritt der Strahl an der hinteren Prismenfläche aus?

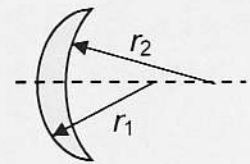
(5)



2 Ein Brillenglas ($n = 1,62$) hat auf der Vorderseite den Krümmungsradius $r_1 = 150 \text{ mm}$. Auf welchen Krümmungsradius r_2 muss die Rückseite geschliffen werden, um eine Brechkraft $D = 3 \text{ dpt}$ zu erreichen?

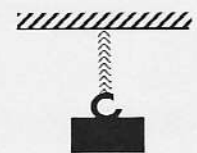
Hinweis: Folgt man der DIN-Vorzeichenkonvention, ist hier $r_1 > 0$ und $r_2 > 0$.

(5)



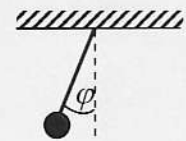
3 Beim Anhängen einer Last (Masse $m_1 = 1050 \text{ kg}$) an einen Kranhaken (Masse $m_0 = 50 \text{ kg}$) dehnt sich das Seil (Masse ≈ 0) um die Strecke $\ell = 4 \text{ cm}$. Wie groß ist die Federkonstante des Seils? Welche Frequenz haben die vertikalen Schwingungen der am Kranhaken hängenden Last?

(5)



4 Ein Fadenpendel schwingt mit einer Amplitude von 12° . Welchen Bruchteil der Zeit verbringt es im zeitlichen Mittel im Winkelbereich von -6° bis $+6^\circ$? Lösungshinweis: Zeichnen Sie zuerst den Auslenkungswinkel als Funktion der Zeit.

(5)



5 Eine Gitarrensaite besteht aus Stahldraht mit Durchmesser $0,8 \text{ mm}$, der schwingende Saitenteil hat eine Länge von 80 cm . Mit welcher Zugkraft muss die Saite gespannt werden, damit die Grundschwingung der Ton g' (392 Hz) erzeugt? Auf welche Länge muss die Saite am Griffbrett verkürzt werden, damit sie den Ton a' (440 Hz) erzeugt?

(5)



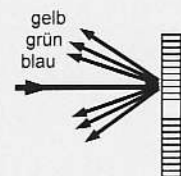
6 Ein Sportwagen fährt an einem stehenden Beobachter vorbei, wobei der Fahrer die Hupe die ganze Zeit betätigt. Der Beobachter hört beim Entfernen einen Ton, dessen Frequenz nur $\frac{3}{4}$ der Frequenz des Tones bei Annäherung ist. Welche Geschwindigkeit hat der Wagen?

(5)



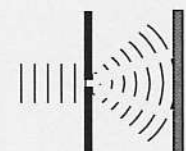
7 Das Licht einer Energiesparlampe besitzt erhebliche Anteile der drei Quecksilber-Spektrallinien gelb (578 nm), grün (546 nm) und blau (436 nm). Dieses Licht fällt senkrecht auf eine CD, die als Beugungsgitter dient. Wie groß ist die Gitterkonstante, wenn die CD $16\,000$ Spuren pro Zoll hat? Unter welchen Winkeln werden die einzelnen Linien in erster Ordnung gebeugt?

(5)



8 Ein grüner Laserstrahl mit der Wellenlänge 532 nm trifft auf einen Spalt der Breite $0,2 \text{ mm}$. Auf einem Schirm im Abstand von $3,6 \text{ m}$ ist das Beugungsbild zu sehen. Wie groß ist der Abstand zwischen dem ersten linksseitigen und dem ersten rechtsseitigen Intensitätsminimum?

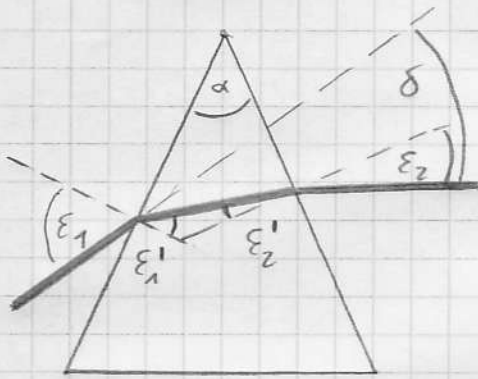
(5)



Musterlösung

1. Aufgabe

Lösung durch Strahlverfolgung



$$\frac{\sin \epsilon_1}{\sin \epsilon_1'} = n'$$

$$\begin{aligned}\epsilon_1' &= \arcsin \left(\frac{1}{n'} \cdot \sin \epsilon_1 \right) \\ &= \arcsin \left(\frac{1}{1,5} \cdot \sin 60^\circ \right) = 35,26^\circ\end{aligned}$$

$$\epsilon_2' = \alpha - \epsilon_1' = 50^\circ - 35,26^\circ = 14,74^\circ$$

$$\frac{\sin \epsilon_2}{\sin \epsilon_2'} = n'$$

$$\begin{aligned}\epsilon_2 &= \arcsin \left(n' \cdot \sin \epsilon_2' \right) \\ &= \arcsin \left(1,5 \cdot \sin 14,74^\circ \right) = \underline{\underline{22,44^\circ}}\end{aligned}$$

Lösung über Ablenkwinkel

$$\begin{aligned}\delta &= \epsilon_1 - \alpha + \arcsin \left[\sin \alpha \sqrt{n'^2 - \sin^2 \epsilon_1} - \cos \alpha \sin \epsilon_1 \right] \\ &= 60^\circ - 50^\circ + \arcsin \left[\sin 50^\circ \sqrt{1,5^2 - \sin^2 60^\circ} - \cos 50^\circ \sin 60^\circ \right] \\ &= 10^\circ + \arcsin \left[0,766 \sqrt{2,25 - 0,75} - 0,643 \cdot 0,866 \right] \\ &= 10^\circ + \arcsin \left[0,938 - 0,557 \right] = 10^\circ + 22,40^\circ = 32,40^\circ\end{aligned}$$

$$\epsilon_2 = \alpha + \delta - \epsilon_1 = 50^\circ + 32,40^\circ - 60^\circ = \underline{\underline{22,40^\circ}}$$

2. Aufgabe

Linse in Luftschichtformel

$$D' = \frac{1}{f'} = (n_L - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{r_2} = \frac{1}{r_1} - \frac{D'}{n_L - 1}$$

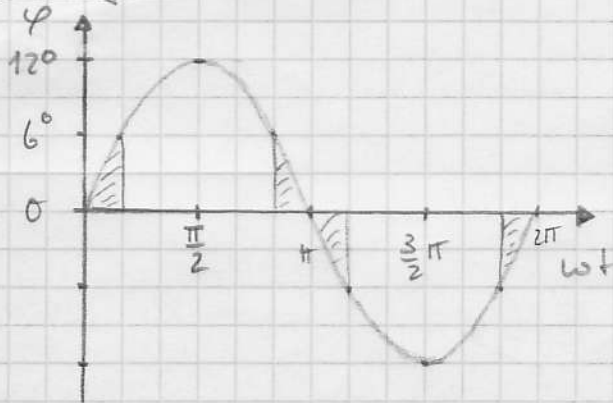
$$= \frac{1}{0,15 \text{ m}} - \frac{3 \frac{1}{\text{m}}}{1,62 - 1} = \frac{6,67}{\text{m}} - \frac{4,84}{\text{m}} = \frac{1,83}{\text{m}}$$

$$r_2 = \frac{\text{m}}{1,83} = \underline{\underline{0,546 \text{ m}}}$$

3. Aufgabe $D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{\Delta m \cdot g}{\Delta s} = \frac{1050 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,04 \text{ m}} = 262'500 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

Federfrequenz $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{262'500 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{1100 \text{ kg}}} = 2,46 \text{ Hz}$

4. Aufgabe



Funktion: $\varphi(t) = 12^\circ \sin \omega t$

Aus Symmetriegründen reicht es, den Bereich $0 \dots \frac{\pi}{2}$ rad zu betrachten.

Der Ausschlag $\varphi = 6^\circ$ wird erreicht bei $\sin \omega t = \frac{6^\circ}{12^\circ}$, also $\omega t = \frac{\pi}{6}$ rad.

Das ist $\frac{\pi/6}{\pi/2} = \frac{1}{3}$ der Zeit

5. Aufgabe Partenschwingung

$$f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{F_0}{sA}}$$

$$\Rightarrow F_0 = sA \cdot \left(\frac{2l f_n}{n} \right)^2 = 7800 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\pi}{4} (0,0008 \text{ m})^2 \left(\frac{2 \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 392 \frac{1}{\text{s}}}{1} \right)^2 = 1542 \text{ N}$$

es ist $f \sim \frac{1}{l}$

$$\Rightarrow \frac{l(a')}{l(a)} = \frac{f(a')}{f(a)} \Rightarrow l(a') = l(a) \frac{f(a')}{f(a)} = 0,8 \text{ m} \frac{392 \text{ Hz}}{440 \text{ Hz}} = 0,713 \text{ m}$$

6. Aufgabe Dopplereffekt, ruhender Empfänger

gehörte Frequenz bei Annäherung $f_{E1} = f_s \frac{c}{c - v_s}$

gehörte Frequenz bei Entfernung $f_{E2} = f_s \frac{c}{c + v_s}$

laut Aufgabenstellung

$$\frac{3}{4} = \frac{f_{E2}}{f_{E1}} = \frac{\frac{f_s c}{c + v_s}}{\frac{f_s c}{c - v_s}} = \frac{c - v_s}{c + v_s}$$

$$\Rightarrow 3(c + v_s) = 4(c - v_s) \Rightarrow v_s = \frac{1}{7} c = \frac{1}{7} 343 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 49 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 176 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

7. Aufgabe

$$\text{Gitterkonstante } g = \frac{0,0254 \text{ m}}{16000} = \underline{1587,5 \text{ nm}}$$

$$\text{Beugung am Gitter: } d_1 = \arcsin \frac{\lambda}{g}$$

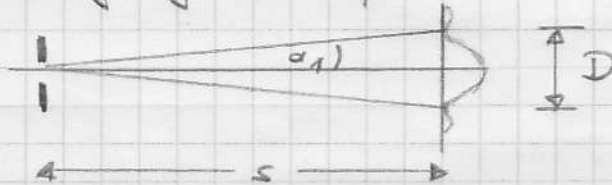
$$\text{gelb (578 nm): } d_1 = 21,35^\circ$$

$$\text{grün (546 nm): } d_1 = 20,12^\circ$$

$$\text{blau (436 nm): } d_2 = 15,94^\circ$$

8. Aufgabe

Beugung am Spalt



Minimum der Intensität bei

$$d_1 = \pm \arcsin \frac{\lambda}{b} = \pm \arcsin \frac{0,532 \mu\text{m}}{200 \mu\text{m}} = \pm 0,152^\circ$$

geometrie

$$D = 2 s \tan d_1 = 2 \cdot 3,6 \text{ m} \tan 0,152^\circ = \underline{1,9 \text{ cm}}$$