

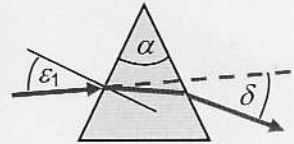
Name:

Vorname:

Matrikel:

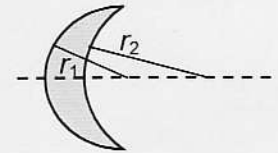
- ☺ Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner und Formelsammlung (eigene oder gekaufte)
- ☹ Nicht erlaubt: 📖 Lehrbuch, 📄 Skript
- 📄 Lösung und Lösungsweg sind anzugeben
- ⌚ Bitte $g = 10 \text{ m/s}^2$ verwenden
- 📄 Dieses Aufgabenblatt ist mit angehängter Ausarbeitung abzugeben

1 Ein Prisma aus Kronglas BK7 hat einen Kantenwinkel $\alpha = 45^\circ$. Ein Lichtstrahl fällt unter einem Winkel $\varepsilon_1 = 40^\circ$ gegen die Normale auf das Prisma. Um welchen Winkel δ wird der Lichtstrahl beim Durchgang durch das Prisma abgelenkt?



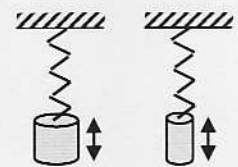
(5)

2 Ein Brillenglas aus Polycarbonat hat auf der Vorderseite den Krümmungsradius $r_1 = 14 \text{ cm}$. Auf welchen Krümmungsradius muss r_2 geschliffen werden, damit das Glas eine Brechkraft von $+2,5 \text{ dpt}$ erreicht?



(5)

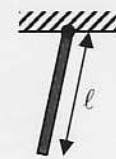
3 Der links gezeigte Federschwinger besteht aus einer Feder mit der Federkonstanten $D = 100 \text{ N/m}$ und der Masse $0,4 \text{ kg}$. Der rechts gezeigte Schwinger hat eine Feder mit $D = 250 \text{ N/m}$. Der linke Schwinger schwingt halb so schnell wie der rechte. Welche Masse hat der rechte Schwinger?



(5)

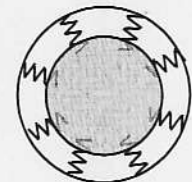
4 Ein schlanker Stab mit der Länge 80 cm kann um sein oberes Ende pendeln. Die Anfangsamplitude beträgt $5,0^\circ$. Durch Dämpfung nimmt die Amplitude nach einer Schwingung auf $4,7^\circ$ ab.

Wie groß ist Periodendauer in der Näherung kleiner Dämpfung?
 Wie groß ist die Amplitude nach drei ganzen Schwingungen?



(5)

5 Eine kreisförmige Trommel mit Durchmesser $0,5 \text{ m}$ besitzt eine Membran aus Leder mit der Flächenmasse 300 g/m^2 , die am Umfang von acht Federn mit je 300 N gespannt ist. Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit der Transversalwelle? Welche Frequenz hat die tiefste Eigenschwingung?



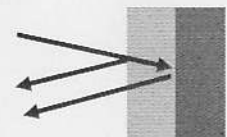
(5)

6 Eine Lokomotive fährt mit einer Geschwindigkeit von 90 km/h auf einen Tunnel zu. Als Warnsignal wird ein Pfeifton von 800 Hz ausgesendet. Mit welcher Frequenz hört ein am Tunneleingang stehender Bauarbeiter den Ton? Der von der Wand des Tunnelportals reflektierte Schall hat die gleiche Frequenz. Nachdem der Lokomotivführer den Pfeifton ausgeschaltet hat, hört er das vom Tunnelportal ausgehende Echo des Pfeiftons. Welche Frequenz hat dieses?



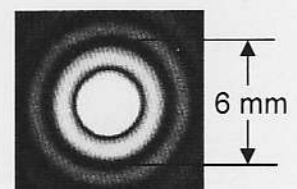
(5)

7 Ein Brillenglas soll durch Aufbringen einer dünnen Schicht vergütet werden, um die Lichtreflexion zu verringern. Als Material wird das kratzfeste TiO_2 mit Brechungsindex $2,55$ verwendet. Welche mechanische Dicke hat diese Schicht, wenn sie für die Wellenlänge 555 nm optimiert ist?



(5)

8 Der Lichtstrahl eines grünen Diodenlasers (Wellenlänge 532 nm) fällt auf eine kreisförmige Blende. Im Abstand von 80 cm von der Blende befindet sich eine Leinwand, auf der das rechts gezeigte Bild zu sehen ist. Der zweitinnerste dunkle Ring hat einen Durchmesser von 6 mm . Welchen Durchmesser hat die Blendenöffnung?



(5)



Musterlösung

A1) Kronglas BK 7: $n = 1,517$

$$\begin{aligned}\delta &= \varepsilon_1 - \alpha + \arcsin \left[\sin \alpha \sqrt{\left(\frac{n'}{n}\right)^2 - \sin^2 \varepsilon_1'} - \cos \alpha \sin \varepsilon_1 \right] \\ &= 40^\circ - 45^\circ + \arcsin \left[\sin 45^\circ \sqrt{1,517^2 - \sin^2 40^\circ} - \cos 45^\circ \sin 40^\circ \right] \\ &= -5^\circ + \arcsin \left[0,7071 \sqrt{2,301 - 0,4132} - 0,7071 \cdot 0,6428 \right] \\ &= -5^\circ + \arcsin \left[0,7071 \cdot 1,374 - 0,4545 \right] \\ &= -5^\circ + \arcsin \left[0,5171 \right] = \underline{\underline{26,13^\circ}}\end{aligned}$$

A2) Linsenschleiferformel

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

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

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

$$= \frac{1}{0,14 \text{ m}} - \frac{2,5 \text{ 1/m}}{1,6 - 1} = \frac{7,143}{\text{m}} - \frac{4,167}{\text{m}} = \frac{2,976}{\text{m}}$$

$$\Rightarrow r_2 = \frac{\text{m}}{2,976} = \underline{\underline{0,336 \text{ m}}}$$

A3) $2 \cdot \omega_L = \omega_R$

$$\Rightarrow 2 \sqrt{\frac{D_L}{m_L}} = \sqrt{\frac{D_R}{m_R}}$$

$$\Rightarrow 4 \frac{D_L}{m_L} = \frac{D_R}{m_R}$$

$$\Rightarrow m_R = \frac{m_L \cdot D_R}{4 \cdot D_L} = \frac{0,4 \text{ kg}}{4} \frac{250 \text{ N/m}}{100 \text{ N/m}} = \underline{\underline{0,25 \text{ kg}}}$$

A4) physikalisches Pendel

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_S + m s^2}{m g}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12} m \ell^2 + m \cdot \left(\frac{\ell}{2}\right)^2}{\frac{\ell}{2} m g}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \ell^2 + \frac{1}{4} \ell^2}{\frac{1}{2} \ell g}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{2 \ell}{3 g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8 \text{ m}}{3 \cdot 10 \text{ m/s}^2}} = \underline{\underline{1,451 \text{ s}}}$$

Wie das gedämpfte Schwingung

$$\phi (\text{nach 3 P.}) = 5,00 \cdot \left(\frac{4,7}{5,0}\right)^3 = \underline{\underline{4,153^\circ}}$$

A5) Membranschwingung, kreisförmige Membran

$$c = \sqrt{\frac{F/l}{m/A}} = \sqrt{\frac{F}{l} \cdot \frac{A}{m}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 300 \text{ N}}{\pi \cdot 0,5 \text{ m}} \cdot \frac{\text{m}^2}{0,3 \text{ kg}}} = \underline{71,36 \text{ m/s}}$$

$$f_{00} = B_{00} \cdot \frac{c}{l} = 2,405 \cdot \frac{71,36 \text{ m/s}}{\pi \cdot 0,5 \text{ m}} = \underline{109,3 \text{ Hz}}$$

A6) Schallgeschwindigkeit in Luft von 20°C : $c = 343,4 \text{ m/s}$

Dopplereffekt

a) stehende Arbeit:

$$f_E = f_S \frac{c \pm v}{c - v_S} = 800 \text{ Hz} \cdot \frac{343,4}{343,4 - 25} = \underline{862,8 \text{ Hz}}$$

b) bewegte Lotführung

$$f_E = f_S \frac{c + v_E}{c} = 862,8 \text{ Hz} \cdot \frac{343,4 + 25}{343,4} = \underline{925,6 \text{ Hz}}$$

A7) Vergütung eines optischen Bauelementes

$$\text{mech. Dicke } d_2 = \frac{\lambda_1 n_1}{4 n_2} = \frac{555 \text{ nm}}{4} \cdot \frac{1}{2,55} = \underline{54,4 \text{ nm}}$$

A8) Geometrie



$$\tan \alpha = \frac{r}{s} = 3,75 \cdot 10^{-3}$$

da α klein: $\tan \alpha \approx \sin \alpha$

Beugung an Lochblende

$$\sin \alpha = 2,233 \cdot \frac{\lambda}{d}$$

$$\Rightarrow d = 2,233 \cdot \frac{\lambda}{\sin \alpha} = 2,233 \cdot \frac{532 \text{ nm}}{3,75 \cdot 10^{-3}} \\ = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m} = \underline{0,339 \text{ mm}}$$