

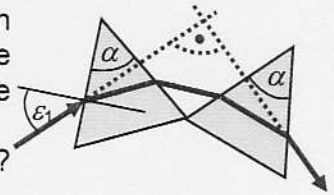
Name:

Vorname:

Matrikel:

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

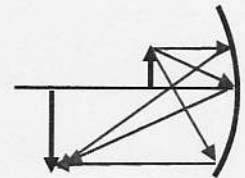
1 Zwei gleiche Prismen aus Borkronglas BK7 werden nacheinander von einem gelben Lichtstrahl jeweils symmetrisch durchlaufen, so dass eine Gesamtablenkung um 90° entsteht. Aus Symmetriegründen sind die Ablenkungen des Lichtstrahls an allen vier brechenden Kanten gleich.



- a) Wie groß ist der Auftreffwinkel ε_1 des Lichtstrahls gegen die Normale?
- b) Welchen Kantenwinkel α haben die Prismen?

(10)

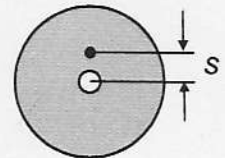
2 Ein Hohlspiegel mit Brennweite 30 cm erzeugt von einem Gegenstand ein dreifach vergrößertes reelles Bild (siehe rechte Skizze). Der Gegenstand kann auf dem Schirm an gleicher Stelle in gleicher Größe alternativ mit einer Linse abgebildet werden.



- a) Welchen Abstand haben Gegenstand und Bild vom Hohlspiegel?
- b) Zeichnen Sie die Strahlengänge für die Abbildung durch den Hohlspiegel und durch die Linse untereinander. Ein günstiger Maßstab ist 1:10 für die optische Achse.
- c) Wie groß ist die Brennweite der Linse, wo befindet sich die Linse? Sie dürfen die Maße anhand der Zeichnung grafisch ermitteln.

(10)

3 Eine DVD ist näherungsweise eine Scheibe mit 12 cm Durchmesser. Man kann diese durchbohren und an dem Loch drehbar lagern und zum Schwingen bringen. In welchem Abstand s vom Mittelpunkt muss das Loch gebohrt werden, damit die Schwingungsdauer 0,8 s beträgt?



(10)

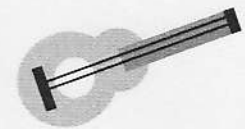
4 Eine Landstraße hat Bodenwellen mit der Amplitude 4 cm im Abstand von 22 m. Ein Auto der Masse 1000 kg hat eine Gesamtfederkonstante von 121 kN/m und eine Gesamtdämpfungskonstante von 8000 kg/s.



- a) Bei welcher Geschwindigkeit sind die vertikalen Schwingungen des Autos am größten?
- b) Wie groß ist die Schwingungsamplitude bei dieser Geschwindigkeit?

(10)

5 Eine Gitarrensaite besteht aus 0,4 mm dickem Stahldraht. Mit welcher Kraft muss man die Saite spannen, wenn diese bei einer Schwingungslänge von 70 cm den Grundton e' (330 Hz) erzeugen soll?



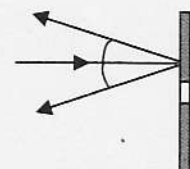
(7)

6 Um einen Stahlträger der Länge 42 m auf Risse zu testen, wird an einem Ende des Trägers ein Ultraschallimpuls eingespeist. Nach welcher Zeit erscheint das Echo an dieser Stelle, wenn der Träger keinen Riss hat?



(6)

7 Das Licht eines roten Diodenlasers (645 nm) trifft senkrecht auf eine CD. Diese hat in radialer Richtung 16.000 Spuren pro Inch (25,4 mm).



- a) Wie groß ist der Abstand benachbarter Spuren (Gitterkonstante)?
- b) Wie groß ist der Winkel zwischen den beiden gebeugten Strahlen erster Ordnung?

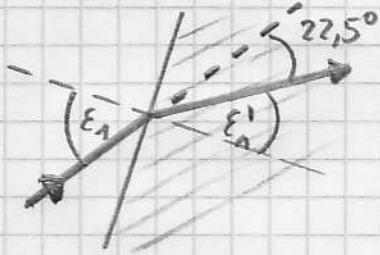
(7)



Musterlösung

1. Aufgabe Der Lichtstrahl wird an 4 Kanten jeweils um den gleichen Winkel abgelenkt, also je Kante um $90^\circ/4 = 22,5^\circ$.

Betrachte eine Kante:



a) Brechungsgesetz:

$$n' = \frac{\sin \epsilon_1}{\sin \epsilon_1'} = \frac{\sin \epsilon_1}{\sin (\epsilon_1 - 22,5^\circ)}$$

$$\uparrow$$

(1,517)

$$\Rightarrow 1,517 \cdot \sin (\epsilon_1 - 22,5^\circ) = \sin \epsilon_1$$

$$1,517 (\sin \epsilon_1 \cos 22,5^\circ - \cos \epsilon_1 \sin 22,5^\circ) = \sin \epsilon_1$$

$$1,4015 \sin \epsilon_1 - 0,5805 \cos \epsilon_1 = \sin \epsilon_1$$

$$0,4015 \sin \epsilon_1 = 0,5805 \cos \epsilon_1$$

$$\tan \epsilon_1 = \frac{\sin \epsilon_1}{\cos \epsilon_1} = \frac{0,5805}{0,4015} = 1,4458$$

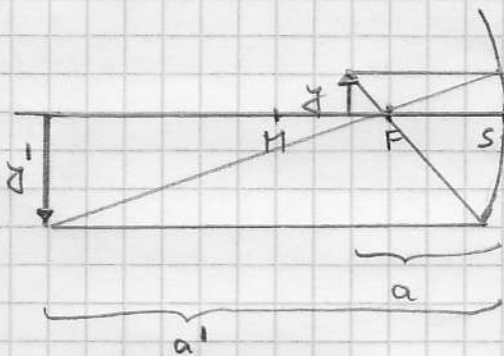
$$\underline{\epsilon_1 = 55,33^\circ}$$

b) symmetrischer Durchgang

$$\text{Kantenwinkel } \alpha = 2\epsilon_1' = 2(\epsilon_1 - 22,5^\circ) = 2(55,33^\circ - 22,5^\circ) = \underline{65,66^\circ}$$

2. Aufgabe

Horizontal: $M = 1:20$



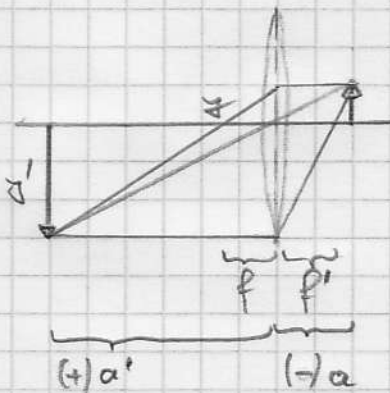
a) Abbildung durch Spiegel

$$\beta' = \frac{f'}{g} = \frac{f}{f-a}$$

$$\Rightarrow a = f \left(1 - \frac{f}{g}\right) = 30 \text{ cm} \left(1 - \frac{1}{-3}\right) = \underline{40 \text{ cm}}$$

$$\Rightarrow a' = -a \frac{f'}{g} = -40 \text{ cm} \frac{-3}{1} = \underline{120 \text{ cm}}$$

b) nicht links



$$c) a' - a = (120 - 40) \text{ cm} = 80 \text{ cm}$$

$$\frac{a'}{a} = \frac{f'}{g} = -3$$

$$\Rightarrow a = -20 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow a' = +60 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow f' = +15 \text{ cm}$$

Linse am Mittelplatz Spiegel

3. Aufgabe physikalisches Pendel

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_s + ms^2}{smg}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{2} m r^2 + m s^2}{smg}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{2} r^2 + s^2}{sg}}$$

weglassen der Einheiten, da nur SI-Einheiten vorkommen

$$T^2 = (2\pi)^2 \frac{\frac{1}{2} r^2 + s^2}{s\pi^2} \Rightarrow T^2 s = 2r^2 + 4s^2$$

$$\Rightarrow s^2 - \left(\frac{T}{2}\right)^2 s + \frac{1}{2} r^2 = 0$$

$$\Rightarrow s_{1,2} = \frac{1}{8} T^2 \pm \sqrt{\frac{1}{64} T^4 - \frac{1}{2} r^2}$$

$$= \frac{1}{8} 0,8^2 \pm \sqrt{\frac{1}{64} 0,8^4 - \frac{1}{2} 0,06^2}$$

$$= 0,080 \pm \sqrt{0,0064 - 0,0018}$$

$$= 0,080 \pm 0,0678$$

$$= \begin{cases} 0,1478 \text{ m} & \leftarrow \text{außerhalb CD} \\ 0,0122 \text{ m} & \leftarrow \text{besorgt} \end{cases}$$

4. Aufgabe erzwungene gedämpfte Feder-schwingung

$$a) \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}} = \sqrt{\frac{121000 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}}{1000 \text{ kg}}} = 11 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\delta = \frac{b}{2m} = \frac{8000 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{2 \cdot 1000 \text{ kg}} = 4 \frac{1}{\text{s}}$$

maximale Schwingung bei Amplitudenresonanz

$$\omega_R = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2} = \sqrt{11^2 \frac{1}{\text{s}^2} - 2 \cdot 4^2 \frac{1}{\text{s}^2}} = 9,43 \frac{1}{\text{s}}$$

feschwindigkeit des Autos

$$v = \frac{s}{t} = s \cdot f = s \cdot \frac{\omega}{2\pi} = 22 \text{ m} \frac{9,43 \frac{1}{\text{s}}}{2\pi} = 33 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 119 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

b) Schwingungsüberhöhung bei Amplitudenresonanz:

$$\hat{s} = s_0 \frac{\omega_0}{2\delta} \sqrt{\frac{\omega_0^2}{\omega_0^2 - \delta^2}} = 4 \text{ cm} \frac{11}{2 \cdot 4} \sqrt{\frac{11^2}{11^2 - 4^2}}$$

$$= 5,5 \text{ cm} \cdot \sqrt{1,15} = \underline{5,9 \text{ cm}}$$

5. Aufgabe: Partenschwingung

$$f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{F_0}{\rho S A}} \quad \Rightarrow \quad F_0 = \left(\frac{2l f_n}{n} \right)^2 \rho S A$$
$$= \left(\frac{2 \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 330 \frac{1}{\text{s}}}{1} \right)^2 \cdot 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\pi}{4} (0,0004 \text{ m})^2$$
$$= 209 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \frac{\text{m}^4}{\text{m}^3} = \underline{\underline{209 \text{ N}}}$$

6. Aufgabe

$$v = \frac{s}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{s}{v} = \frac{2 \cdot 42 \text{ m}}{516 \text{ m/s}} = 0,164 \text{ s} = \underline{\underline{16,4 \text{ ms}}}$$

7. Aufgabe

a) $g = \frac{25,4 \text{ mm}}{16000} = \underline{\underline{1587,5 \text{ nm}}}$

b) Beugung am Gitter

$$\sin \alpha_m = \pm m \frac{\lambda}{g}$$

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{\lambda}{g} = \arcsin \frac{645 \text{ nm}}{1587,5 \text{ nm}} = 23,97^\circ$$

$$2\alpha_1 = 2 \cdot 23,97^\circ = \underline{\underline{47,95^\circ}}$$