

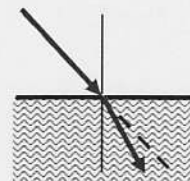
Name:

Vorname:

Matrikel:

- ☺ Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner und Formelsammlung (eigene oder gekaufte)
- ⊗ Nicht erlaubt: 📖 Lehrbuch, 📄 Skript
- 📄 Lösung und Lösungsweg sind anzugeben
- ① Bitte $g = 10 \text{ m/s}^2$ verwenden
- 📄 Dieses Aufgabenblatt ist mit angehängter Ausarbeitung abzugeben

1 Der Strahl eines Helium-Neon-Lasers (632 nm) fällt unter einem Winkel von 42° gegen die Normale auf die Oberfläche einer Flüssigkeit und wird dabei um 13° von seiner Einfallrichtung abgelenkt.

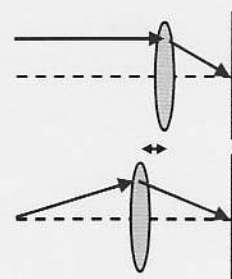


- a) Wie groß ist der Brechungsindex der Flüssigkeit?
- b) Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit in der Flüssigkeit?

(5)

2 Eine Kamera hat eine Objektivlinse mit der Brennweite 50 mm.

a) Um welche Strecke muss das Objektiv verschiebbar sein, um scharfe Bilder von Gegenständen im Abstand von Unendlich (Fernpunkt) bis zu 70 cm (Nahpunkt) erzeugen zu können?



b) Um näher liegende Gegenstände noch scharf abzubilden, kann man einen Distanzring einbauen. Welche Dicke muss dieser haben, wenn der Fernpunkt mit Distanzring bei 70 cm liegen soll?

c) Wo liegt der Nahpunkt mit montiertem Distanzring?

(5)

3 Ein PKW der Masse 1,3 t schwingt nach Überfahren eines Schlaglochs mit einer Periodendauer von 1,1 s, wobei die Amplitude nach einer Schwingung um 25 % abgenommen hat. Wie groß sind Abklingkonstante der Schwingung und die gesamte Dämpfungskonstante aller Stoßdämpfer?



(5)

4 Wird bei einem Stabpendel anstelle des ursprünglichen Stabes ein Stab mit einer um 60 cm größeren Länge eingebaut, dann nimmt die Schwingungsdauer um 50 % zu. Welche Länge hatte der ursprüngliche Stab?



(5)

5 Eine Klaviersaite besteht aus Stahldraht mit Durchmesser 0,7 mm, der schwingende Saitenteil hat eine Länge von 60 cm. Mit welcher Zugkraft muss die Saite gespannt werden, damit die Grundschwingung den Ton a' (440 Hz) erzeugt?



(5)

6 Ein Xylophon-ähnliches Musikinstrument erzeugt die Töne durch schwingende Stäbe. Wie lang muss ein Stab aus Messing mit 6 mm Durchmesser sein, um den Ton c'' (528 Hz) zu erzeugen?



(5)

7 Wie groß ist die Kohärenzlänge eines Helium-Neon-Lasers mit einer Bandbreite von 1,4 GHz?



(5)

8 Die beiden Spalte eines Doppelspaltens haben einen Abstand von 0,24 mm. Passiert ein Laserstrahl den Doppelspalt, dann wird auf dem Schirm im Abstand von 5,9 m das Beugungsbild sichtbar. Die beiden innersten Helligkeitsminima haben einen Abstand von 1,3 cm. Welche Wellenlänge hat der Laser? Welche Farbe empfindet das menschliche Auge?

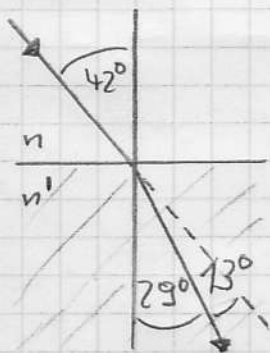


(5)



Musterlösung für Version a)

1. Aufgabe



Brechungsgesetz nach Snellius

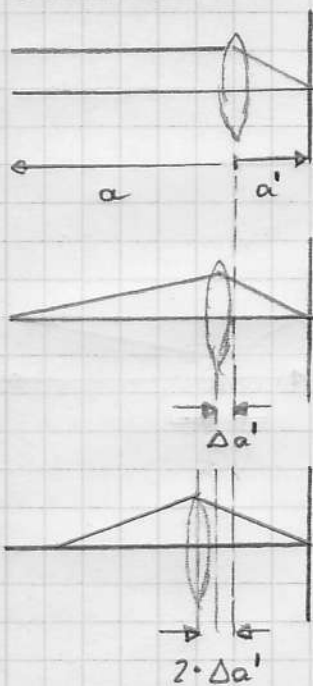
$$\frac{\sin \epsilon}{\sin \epsilon'} = \frac{n'}{n}$$

$$\Rightarrow n' = n \cdot \frac{\sin \epsilon}{\sin \epsilon'} = 1,000 \cdot \frac{\sin 42^\circ}{\sin 29^\circ} = \underline{1,380}$$

$$\frac{c}{c'} = \frac{n'}{n}$$

$$\Rightarrow c' = c \cdot \frac{n}{n'} = 2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1,000}{1,380} = \underline{2,172 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

2. Aufgabe



Linienabbildung

bei Einstellung Fernpunkt:

$$a' = f' = 50 \text{ mm}$$

bei Einstellung Nahpunkt:

$$a' = \frac{a \cdot f'}{a + f'} = \frac{-700 \text{ mm} \cdot 50 \text{ mm}}{-700 \text{ mm} + 50 \text{ mm}} = 53,85 \text{ mm}$$

Verschiebung

$$\Delta a' = 53,85 \text{ mm} - 50 \text{ mm} = \underline{3,85 \text{ mm}}$$

Dicke des Distanzrings:

$$\underline{3,85 \text{ mm}}$$

Nahpunkt mit Distanzring

$$a' = f' + 2\Delta a' = 50 \text{ mm} + 2 \cdot 3,85 \text{ mm} = 57,7 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f'}$$

$$\Rightarrow a = \frac{f'a'}{f' - a'} = \frac{50 \text{ mm} \cdot 57,7 \text{ mm}}{50 \text{ mm} - 57,7 \text{ mm}} = \underline{375 \text{ mm}}$$

3. Aufgabe

gedämpfte Schwingung

$$\text{Auslenkung } s(t) = \hat{s} e^{-\delta t} \sin \omega_d t$$

nach 1 Schwingung:

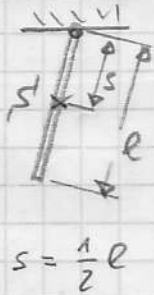
$$1 - 25\% = \frac{s(T_d)}{s(0)} = \frac{e^{-\delta T_d}}{e^{-0}} = e^{-\delta T_d}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{1}{T_d} \ln \frac{1}{0,75} = \frac{1}{1,15} \ln \frac{1}{0,75} = \underline{0,262 \frac{1}{\text{s}}}$$

Dämpfungs konstante

$$b = 2m\delta = 2 \cdot 1300 \text{ kg} \cdot 0,262 \frac{1}{\text{s}} = \underline{681 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}$$

4. Aufgabe: Konkrete Lösung als physikalisches Pendel



$$1,5 \times T_{\text{kurzes Pendel}} = T_{\text{langes Pendel}}$$

$$1,5 \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{1}{12} m l^2 + m \left(\frac{l_R}{2}\right)^2}{\frac{l_R}{2} m g}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12} m l^2 + m \left(\frac{l_e}{2}\right)^2}{\frac{l_e}{2} m g}}$$

$$l_{\text{lang}} = l_{\text{kurz}} + \Delta l$$

$$1,5 \sqrt{\frac{2}{3} \frac{l_R^2}{g}} = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{l_R + \Delta l}{g}}$$

$$\frac{3}{2} \frac{l_R}{g} = \frac{2}{3} \frac{l_R + \Delta l}{g}$$

$$\frac{5}{6} l_R = \frac{2}{3} \Delta l$$

$$l_R = \frac{4}{5} \Delta l = \frac{4}{5} 0,6 \text{ m} = \underline{\underline{48 \text{ cm}}}$$

vereinfachte Lösung als mathematisches Pendel

Die vereinfachte Lösung liefert die das gleiche Ergebnis wie die konkrete Lösung. Deshalb ausreichte weise volle Punktzahl.

$$1,5 \times T_{\text{kurzes Pendel}} = T_{\text{langes Pendel}}$$

$$\frac{3}{2} 2\pi \sqrt{\frac{l_R}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_R + \Delta l}{g}}$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 \frac{l_R}{g} = \frac{l_R + \Delta l}{g}$$

$$l_R = \frac{4}{5} \Delta l = \underline{\underline{48 \text{ cm}}}$$

5. Aufgabe: Partenschwingung

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

$$\Rightarrow F_0 = SA (2l f_n)^2$$

$$= 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \frac{\pi}{4} (0,0007 \text{ m})^2 (2 \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 440 \frac{1}{\text{s}})^2 = \underline{\underline{837 \text{ N}}}$$

6. Aufgabe: Biegeschwingung, massiver dünner Stab

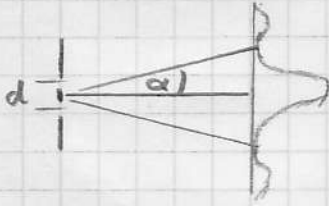
$$f = n \cdot \frac{d}{e^2} c$$

$$\Rightarrow e = \sqrt{\frac{ndc}{f}} = \sqrt{\frac{0,890 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot 3451 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{528 \frac{1}{\text{s}}}} = \underline{\underline{0,187 \text{ m}}}$$

7. Aufgabe Kohärenzlänge

$$l = \frac{1}{2\pi} \frac{c}{|f_1 - f_2|} = \frac{1}{2\pi} \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,4 \cdot 10^9 \text{ 1/s}} = \underline{0,034 \text{ m}}$$

8. Aufgabe Beugung am Doppelspalt



Geometrie: $\tan \alpha = \frac{1,3 \text{ cm}/2}{590 \text{ cm}} = 1,102 \cdot 10^{-3}$

innerstes Minimum ($m=0$)

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \frac{\lambda}{d}$$

$$\Rightarrow \lambda = 2d \sin \alpha \approx 2 \cdot 0,00024 \text{ m} \cdot 1,102 \cdot 10^{-3} = \underline{529 \text{ nm}}$$

Auge empfindet (gelbliches) grün

Version b) mit geänderten Zahlen

1. Aufgabe: Einfall: 51° , Ablenkung 18°

$$\Rightarrow n = 1,427, c' = 2,101 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Aufgabe: Brennweite 45 mm, Nahpunkt 600 mm

$$\Rightarrow \text{Verschiebung} = \text{Distanzring} = 3,65 \text{ mm}$$

Nahpunkt mit Distanzring 322 mm

3. Aufgabe: Abnahme der Amplitude: 80%, $m = 1,5$

$$\Rightarrow \delta = 0,186 \frac{1}{\text{s}}, b = 558 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

4. Aufgabe: 60% Zunahme von T bei $\Delta l = 50 \text{ cm}$

$$\Rightarrow l = 32 \text{ cm}$$

5. Aufgabe: Seite $\phi = 0,8 \text{ mm}$, $l = 0,55 \text{ m}$,

$$\Rightarrow F_0 = 918 \text{ N}$$

6. Aufgabe: Stab aus Stahl, $\phi = 6 \text{ mm}$

$$\Rightarrow l = 0,208 \text{ m}$$

7. Aufgabe: Bandbreite 1,9 GHz

$$\Rightarrow l = 26,5 \text{ mm}$$

8. Aufgabe: Doppelspalt $d = 0,26 \text{ m}$,

Schirmabstand 4,7 m, Minimaabstand 1,2 cm

$$\Rightarrow \lambda = 663 \text{ nm, roter Farbeindruck}$$