





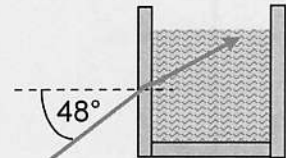
Name:

Vorname:

Matrikel:

- ☺ Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner und Formelsammlung (eigene oder gekaufte)
☹ Nicht erlaubt:  Lehrbuch,  Skript
 Lösung und Lösungsweg sind anzugeben
ⓘ Bitte $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ verwenden
 Dieses Aufgabenblatt ist mit angehängter Ausarbeitung abzugeben

1 Ein mit Wasser gefülltes Aquarium hat Wände aus Borkronglas BK7. Von außen fällt ein grüner Lichtstrahl unter einem Winkel von 48° gegen die Normale auf die vertikale Wand des Aquariums. Wie groß ist der Winkel des Lichtstrahls gegen die Horizontale in der Wand und im Wasser?



(6)

2 Bei einer Mondexpedition unterhält sich das Kontrollzentrum auf der Erde mit den Astronauten auf dem Mond. Als der Astronaut eine Anweisung des Kontrollzentrums hört, antwortet er sofort. Wie lange dauert es, bis das Kontrollzentrum nach dem Aussprechen der Anweisung die Antwort hört?

(4)

3 Ein Overheadprojektor projiziert ein Blatt DIN A4 quer (21 cm Höhe) auf eine Leinwand im Abstand von 2,5 m. Zeichnen Sie den optischen Strahlengang. Welche Brennweite muss das Objektiv haben, damit das Bild eine Höhe von 1,2 m hat?

(8)

4 Als der Fahrer mit einer Masse von 90 kg in ein Auto mit der Masse 1200 kg einsteigt, wird die Federung um eine Strecke von 1,5 cm komprimiert. Wie groß ist die Schwingungsfrequenz, wenn das Auto mit Fahrer über eine Bodenwelle fährt?

(6)

5 Ein Fadenpendel schwingt mit einer Amplitude von 8° . Welchen Bruchteil der Zeit verbringt es im zeitlichen Mittel im Winkelbereich von -5° bis $+5^\circ$? Lösungshinweis: Zeichnen Sie zuerst die Auslenkung als Funktion der Zeit.

(6)

6 Auf der Hinterachse eines LKWs liegt unbeladen eine Achslast von 4 t und voll beladen eine Achslast von 9 t. Die Achsfederung soll so ausgelegt werden, dass beim Beladen mit maximaler Last die Federung um 12 cm zusammengedrückt wird und dass die Dämpfung bei einer Achslast von 6 t aperiodisch gedämpft ist. Welche Federkonstante D muss die Achsfederung, und welche Dämpfungskonstante b die Stoßdämpfer insgesamt haben?

(6)

7 Zwei Saiten eines Musikinstruments werden so gestimmt, dass sie mit 392 Hz (G-Saite) und 440 Hz (A-Saite) schwingen.

a) Mit welcher Frequenz schwingen die ersten Obertöne der beiden Saiten?

b) Die G-Saite ist mit 240 N gespannt. Beide Saiten bestehen aus dem gleichen Draht und haben die gleiche Länge. Mit welcher Kraft muss die A-Saite gespannt sein?

(6)

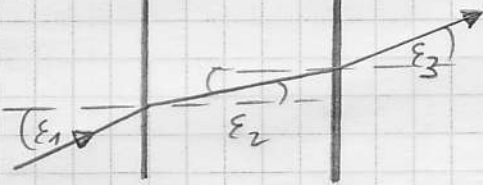
8 Ein roter Laserstrahl mit der Wellenlänge 650 nm trifft auf eine Kreisblende mit dem Öffnungsdurchmesser 0,18 mm. Auf einem Schirm im Abstand von 1,8 m hinter der Blende ist das Beugungsbild zu sehen. Wie groß ist der Durchmesser des innersten dunklen Rings?

(6)

Musterlösung

1. Aufgabe

| | | |
|---------|----------|---------|
| Luft | Glas BK7 | Wasser |
| $n =$ | $n =$ | $n =$ |
| 1,00028 | 1,51872 | 1,33447 |



Brechungsgesetz von Snellius

$$\frac{\sin \epsilon_2}{\sin \epsilon_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Winkel im Glas

$$\sin \epsilon_2 = \frac{1,00028}{1,51872} \sin 48^\circ = 0,48946$$

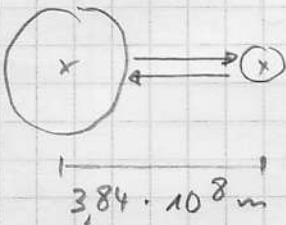
$$\epsilon_2 = 29,305^\circ$$

Winkel im Wasser

$$\sin \epsilon_3 = \frac{1,51872}{1,33447} \sin 29,305^\circ = 0,55704$$

$$\epsilon_3 = 33,851^\circ$$

2. Aufgabe

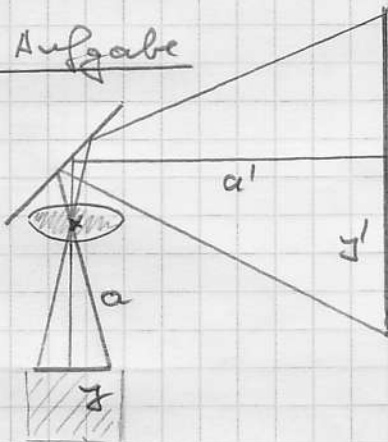


gleichförmige Signalausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit

$$c = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{c} = \frac{2 \cdot 384 \cdot 10^8 \text{ m}}{2998 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 2,56 \text{ s}$$

aufgrund der Ausdehnung von Erde und Mond ist die tatsächlich benötigte Zeit 2% kürzer

3. Aufgabe



Abbildungs-
gleichung

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

Abbildungs-
maßstab

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

$$\begin{aligned} \frac{1}{f'} &= \frac{1}{a'} - \frac{1}{a} \cdot \frac{a'}{f'} \\ &= \frac{1}{a'} \left(1 - \frac{f'}{f} \right) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow f' = \frac{a'}{1 - \frac{f'}{f}} = \frac{2,5 \text{ m}}{1 - \frac{-1,2 \text{ m}}{0,21 \text{ m}}} = 0,372 \text{ m}$$

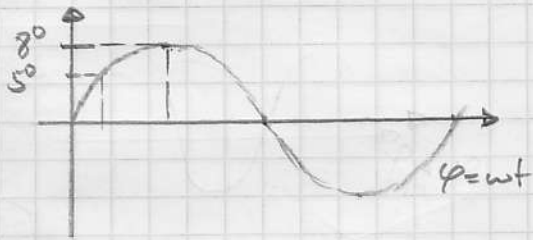
der Übersichtlichkeit
halber nur
Mittelpunktstrahlen

4. Aufgabe

Federkonstante $D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{\Delta m \cdot g}{\Delta s} = \frac{90 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{0,015 \text{ m}} = 58860 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

Schwingung $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{58860 \text{ N/m}}{1290 \text{ kg}}} = 1,075 \text{ Hz}$

5. Aufgabe



aus Symmetriegründen reicht es aus, eine Viertelperiode ($\varphi = 0 \dots 90^\circ$) zu betrachten.

der Ausschlag 5° wird erreicht bei

$$5^\circ = 8^\circ \cdot \sin \varphi$$

$$\varphi = \arcsin \frac{5}{8} = 38,68^\circ$$

die Viertelperiode benötigt

$$\varphi = 90^\circ$$

Bruchteil der Zeit:

$$\frac{38,68^\circ}{90^\circ} = 43,0\%$$

6. Aufgabe

Federkonstante: $D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{\Delta m \cdot g}{\Delta s} = \frac{(5000 - 4000) \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,12 \text{ m}} = 408750 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

aperiod. Dämpfung: $b = \sqrt{4Dm} = \sqrt{4 \cdot 408750 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot 6000 \text{ kg}} = 99045 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$

7. Aufgabe

a) der erste Oberton hat die doppelte Frequenz des Grundtons:

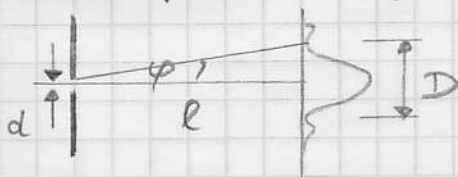
$$2 \times 392 \text{ Hz} = 784 \text{ Hz}, \quad 2 \times 440 \text{ Hz} = 880 \text{ Hz}$$

b) bei der Saitenschwingung gilt $f_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F_0}{\rho \cdot A}}$

bei gleichem Draht und gleicher Länge ist somit $f \propto \sqrt{F_0}$

also $F(\text{A-Saite}) = \frac{f_A^2}{f_G^2} F(\text{G-Saite}) = \left(\frac{440}{392}\right)^2 240 \text{ N} = 302 \text{ N}$

8. Aufgabe Beugung an kreisförmiger Lochblende



$$\sin \varphi_1 = \pm 1,22 \cdot \frac{\lambda}{d} = \pm 1,22 \frac{650 \cdot 10^{-9}}{180 \cdot 10^{-6}} = \pm 4,41 \cdot 10^{-3}$$

$$D = 2l \tan \varphi \approx 2l \sin \varphi$$

$$= 2 \cdot 1,8 \text{ m} \cdot 4,41 \cdot 10^{-3} = 0,0159 \text{ m}$$