

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 Im Brennpunkt eines halbkugeligen Spiegelreflektors mit Radius 20 cm ist eine Glühbirne angebracht. Welchen Radius hat die 2 m vor dem Brennpunkt liegende direkt von der Glühbirne beleuchtete Fläche ?

(3)

2 Welchen Durchmesser hat der Kreis, durch den ein 18 m unter Wasser befindlicher Taucher den Himmel sehen kann ?

(5)

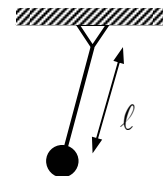
3 Sonnenlicht trifft senkrecht auf eine bikonvexe Linse aus Borkronglas, die einen Durchmesser von 6 cm und die Krümmungsradien $|r_1| = 10 \text{ cm}$ und $|r_2| = 12 \text{ cm}$ hat. Wie groß sind die Brennweite der Linse und der Durchmesser des beleuchteten Flecks auf einem 5 cm hinter der Linse aufgestellten Schirm ?

(5)

4 Eine Federwaage hat eine mechanische Anzeige von 0 bis 12 kg, die 9 cm lang ist. Ein an die Federwaage angehängtes Paket schwingt mit einer Frequenz von 1,8 Hz. Wie groß ist die Federkonstante ? Welche Masse hat das Paket ?

(5)

5 Ein Pendel besteht aus einer massiven Kugel aus Eisen (Durchmesser 6 cm), die an einem (näherungsweise) masselosen Stab (Länge 50 cm) befestigt ist. Wie groß sind Masse und Massenträgheitsmomente J_S und J_A der Kugel ? Wie groß ist die Schwingungsfrequenz bei kleiner Amplitude ?



(11)

6 Das Führerhaus eines Lastwagens hat eine Masse von 350 kg und ist über Federn (Federkonstante insgesamt 100 kN/m) und Dämpfern (Dämpfungskonstante insgesamt 7 kNs/m) am Chassis befestigt. Mit welcher Amplitude schwingt das Führerhaus, wenn das Chassis infolge des Motors mit einer Amplitude von 4 mm bei 900 min^{-1} vibriert ?

(11)

7 Eine Gitarrensaite aus Nylon hat eine Masse pro Länge von 7,2 g/m. Die beiden Befestigungspunkte liegen 80 cm auseinander. Die Spannkraft der Saite beträgt 120 N. Wie groß sind Phasengeschwindigkeit und Frequenz der zweiten Oberwelle ?

(5)

8 Eine Trommel hat eine kreisförmige Membran von 40 cm Durchmesser. Die Membran besteht aus Leder mit einer Flächenmasse von $1,2 \text{ kg/m}^2$. Sie wird durch 8 Federn am Umfang gespannt, die jeweils mit 150 N ziehen. Wie groß ist die Frequenz der Grundschwingung ?

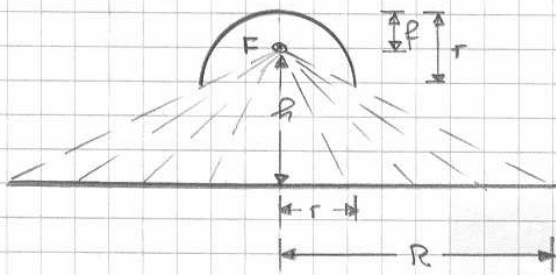
(5)

Viel Erfolg ! ☺

Punktesumme (50)

Musterlösung

1. Aufgabe



Bei einem Hohlspiegel ist die Brennweite f gleich dem halben Krümmungsradius r

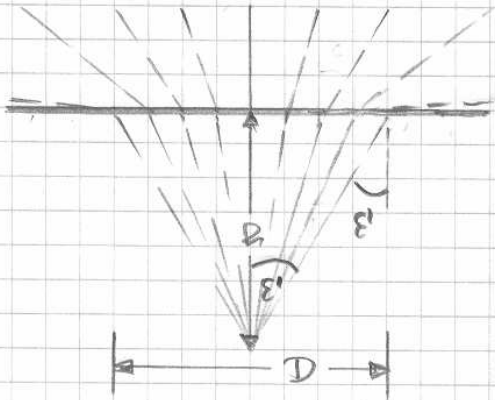
$$f = \frac{r}{2} = \frac{0,2\text{m}}{2} = 0,1\text{m}$$

Strahlensatz

$$\frac{R}{r} = \frac{b}{r-f}$$

$$\Rightarrow R = \frac{r \cdot b}{r-f} = \frac{0,2\text{m} \cdot 2\text{m}}{0,2\text{m} - 0,1\text{m}} = \underline{4\text{m}}$$

2. Aufgabe



Am Rande des Kernes ist der Winkel $\epsilon = 90^\circ$ (Totalreflexion)

Brechungsgesetz Snellius

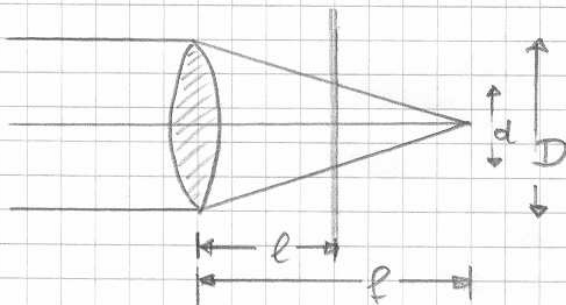
$$\sin \epsilon' = \frac{1}{n}$$

Winkelfunktion

$$\tan \epsilon' = \frac{\frac{1}{2}D}{R}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow D &= 2R \tan \epsilon' \\ &= 2R \tan \left(\arcsin \frac{1}{n} \right) \\ &= 2 \cdot 18\text{m} \cdot \tan \left(\arcsin \frac{1}{1,333} \right) \\ &= 36\text{m} \cdot \tan 48,6^\circ = \underline{40,8\text{m}} \end{aligned}$$

3. Aufgabe



Sonneneicht ist praktisch parallel und wird im Brennpunkt gesammelt.

Brennweite der Linse

(Linsenschleierformel)

$$f = \frac{1}{n-1} \frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}$$

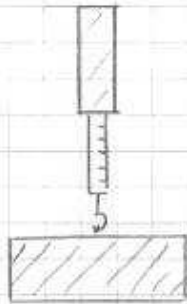
$$= \frac{1}{1,517-1} \frac{1}{\frac{1}{0,1\text{m}} - \frac{1}{-0,12\text{m}}} = \underline{0,1055\text{m}}$$

Strahlensatz

$$\frac{d}{D} = \frac{f-l}{f}$$

$$\Rightarrow d = D \left(1 - \frac{l}{f} \right) = 6\text{cm} \left(1 - \frac{0,05}{0,1055} \right) = \underline{316\text{cm}}$$

4. Aufgabe



Federkonstante

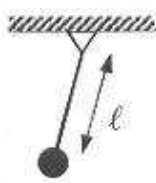
$$D = \frac{F}{s} = \frac{m \cdot g}{s} = \frac{12 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,09 \text{ m}} = \underline{1308 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

Feder-schwingung

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{D}{\omega_0^2} = \frac{1308 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{(2\pi \cdot 1,8/\text{s})^2} = \underline{10,23 \text{ kg}}$$

5. Aufgabe



Masse der Kugel

$$m = \frac{\pi}{6} d^3 \rho = \frac{\pi}{6} (0,06 \text{ m})^3 7873 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,890 \text{ kg}$$

Massenträgheitsmoment Kugel um Schwerpunkt

$$J_S = \frac{2}{5} m r^2 = \frac{2}{5} 0,890 \text{ kg} (0,03 \text{ m})^2 = \underline{0,00032 \text{ kg m}^2}$$

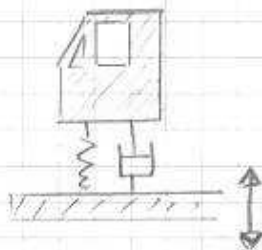
Massenträgheitsmoment Kugel um Drehpunkt

$$J_A = J_S + m s^2 = 0,00032 \text{ kg m}^2 + 0,890 \text{ kg} (0,53 \text{ m})^2 = \underline{0,2503 \text{ kg m}^2}$$

physikalisches Pendel

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s m g}{J_A}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{0,53 \text{ m} \cdot 0,89 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,2503 \text{ kg m}^2}} = \underline{0,684 \text{ Hz}}$$

6. Aufgabe



Kreisfrequenz des ungedämpften Eigenschw.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}} = \sqrt{\frac{100000 \text{ N/m}}{350 \text{ kg}}} = 16,9 \text{ Hz}$$

Abklingkonstante

$$\delta = \frac{b}{2m} = \frac{7000 \text{ Ns/m}}{2 \cdot 350 \text{ kg}} = 10 \frac{1}{\text{s}}$$

Kreisfrequenz Anregung

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{900}{60 \text{ s}} = 94,2 \text{ Hz}$$

erzwungene Schwingung

sinus Erregung mittels Auslenkung

$$\hat{s} = \hat{y} \frac{\omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\delta\omega)^2}}$$

$$= 4 \text{ mm} \frac{16,9^2}{\sqrt{(16,9^2 - 94,2^2)^2 + (2 \cdot 10 \cdot 94,2)^2}}$$

$$= 4 \text{ mm} \frac{286}{\sqrt{738 \cdot 10^6 + 35 \cdot 10^6}} = \underline{0,13 \text{ mm}}$$

7. Aufgabe



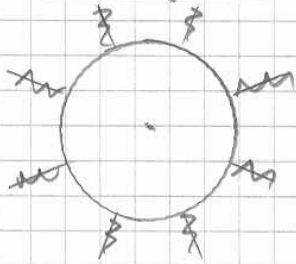
Quorwelle einer schwingenden Saite

$$c = \sqrt{\frac{F_0}{m/l}} = \sqrt{\frac{120 \text{ N}}{0,00729 \text{ kg/m}}} = \underline{\underline{129,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Saitenschwingung

$$f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{F_0}{\mu}} = \frac{n}{2l} c = \frac{3}{2 \cdot 0,8 \text{ m}} \cdot 129,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{242 \text{ Hz}}}$$

8. Aufgabe



Membranschwingung, kreisförmige Membran
Grundschiwingung

$$f_{00} = B_{00} \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F/r}{\mu/A}}$$

$$= 2,405 \frac{1}{\pi \cdot 0,4 \text{ m}} \sqrt{\frac{8 \cdot 150 \text{ N} / \pi \cdot 0,4 \text{ m}}{1,2 \text{ kg/m}^2}} = \underline{\underline{54,0 \text{ Hz}}}$$