

Lösungsvorschlag

Wintersemester 2015	Blatt 1 (von 3)
Studiengang: WNB2	Semester: 1
Prüfungsfach: Physik 2 Prüfer: Rolf Martin; Ulrich Braunmiller	Prüfungsnummer: 1032003
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Gesamtpunktzahl: 60

Name:

Aufgabe 1: Kurzaufgaben

(12 Punkte)

a) 1) Die Güte ist $Q = 5$ und die 3-dB-Breite $\Delta\eta = 1/Q = 0,2$.

2) Die Frequenzbandbreite ist $\Delta f = \Delta\eta \cdot f_0 = 200 \text{ Hz}$. Das Frequenzband erstreckt sich von $f_{\min} = 900 \text{ Hz}$ bis $f_{\max} = 1100 \text{ Hz}$.

b) Beugung von Wellen: Bei höherer Frequenz wird die Wellenlänge kleiner $\rightarrow$ Wellen können gerichtet abgestrahlt werden.

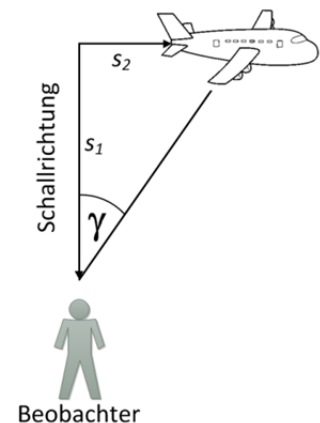
Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist bei etwa 3 kHz am größten.

c) Zurückgelegte Wege von

Schall $s_1 = c \cdot t$

Flugzeug $s_2 = v \cdot t$

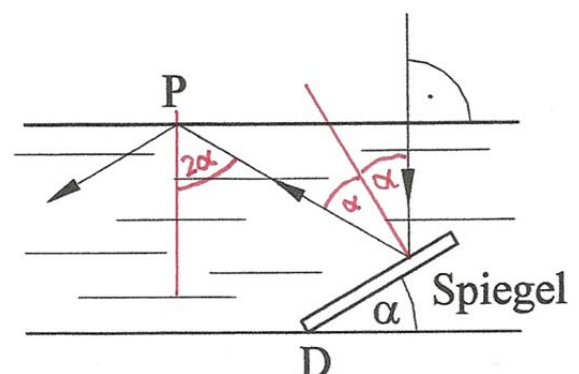
$$v = \frac{s_2}{t} = c \cdot \frac{s_2}{s_1} = c \cdot \tan \gamma = 238,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 857,1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$



d) Ein- und Ausfallswinkel am Spiegel sind jeweils α . Damit wird der Einfallswinkel an der Grenzfläche Zuckerlösung/Luft 2α . Dies ist aber sogleich der Grenzwinkel der Totalreflexion.

Damit wird der Brechungsindex

$$n' = \frac{1}{\sin \epsilon_g} = \frac{1}{\sin 2\alpha} = \frac{1}{\sin 46^\circ} = 1,39.$$



Aufgabe 2: Schwingungen

(22 Punkte)

- a) Massenträgheitsmoment der Acht

$$J_8 = J_{\text{Kreisring 1}} + J_{\text{Kreisring 2}}$$

Mit dem Satz von Steiner

$$J_8 = J_S + M R^2 + J_S + M (3R)^2 = 12 M R^2$$

Kreisfrequenz des phys. Pendels $\omega_0^2 = \frac{r m g}{J}$

r : Abstand Aufhängepunkt zum Schwerpunkt
(dies ist nicht der Kreisradius, sondern $r = 2R$)

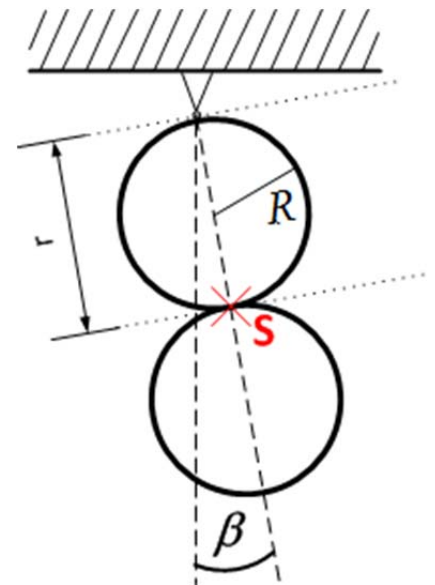
m : Masse des physikalischen Pendels ($m = 2M$)

$$\omega_0^2 = \frac{2R \cdot 2M \cdot g}{12 M R^2} = \frac{g}{3 R}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{3 \cdot 0,1 \text{ m}}} = 5,718 \frac{1}{\text{s}}$$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 0,9101 \text{ Hz}$$

$$T_0 = \frac{1}{f_0} = 1,099 \text{ s}$$



- b) Die Berechnung unter a) gilt bei großen Winkeln nicht mehr. Bei der Lösung der DGL der Schwingbewegung wurde die Näherung für kleine Winkel $\beta \approx \sin \beta$ gemacht.

- c) Sowohl Massenträgheitsmoment J als auch die Masse m werden größer, der Schwerpunkt bleibt bei $r = 2R$.

$$m = 3M$$

$$J = J_8 + J_{\text{Masse}} = 12M R^2 + M(2R)^2 = 16MR^2$$

$$\omega_0^2 = \frac{r m g}{J} = \frac{2R \cdot 3M \cdot g}{16MR^2} = \frac{3g}{8R}$$

Vergleich mit der Lösung in a) $\frac{3}{8} > \frac{1}{3}$

→ Die Kreisfrequenz würde größer und die Periodendauer kleiner werden.

d) $\omega_d = \omega_0 \sqrt{1 - \vartheta^2}$

$$T_d = T_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \vartheta^2}} = 1,104 \text{ s}$$

Die Periodendauer wird größer.

e) $\frac{E_i}{E_{i+n}} = \frac{E_0 e^{-2\delta t}}{E_0 e^{-2\delta(t+nT_d)}} = e^{2\delta n T_d}$

mit der Näherung $\delta T_d \approx 2\pi \vartheta$

Die Schwingung hat nach n Perioden noch 1% der Energie:

$$E_{i+n} = 0,01 E_i$$

$$100 = e^{4n\pi \vartheta}$$

Anzahl Perioden $n = \frac{1}{4\pi \vartheta} \ln 100 = 3,665$

Dauer $t = n T_d = 4,047 \text{ s}$

f) Erzwungene Schwingung in Resonanz $\Omega_{\text{res}} = \omega_0 \sqrt{1 - 2\vartheta^2}$

$$T_{\text{res}} = T_0 \frac{1}{\sqrt{1 - 2\vartheta^2}} = 1,110 \text{ s}$$

Aufgabe 3: Schallwellen in Wasser

(11 Punkte)

- a) $c = \frac{s}{t}$ s : Laufweg des Schalls, doppelte Entfernung x
 $x = \frac{1}{2} c t = 2283 \text{ m}$
- b) 1. Frequenz f_{B1} , die der Schwarm hört $f_{B1} = f_{Q1} \frac{c-v_B}{c-v_Q}$ $\frac{-B \text{ von } Q \text{ weg}}{-Q \text{ auf } B \text{ zu}}$
 $f_{B1} = f_{Q1} \frac{c-v_{\text{Schwarm}}}{c-v_{\text{Delphin}}}$
 f_{Q1} : Frequenz der Delphine
2. Schall wird reflektiert $f_{Q2} = f_{B1}$
3. Frequenz f_{B2} , die bei den Delphinen ankommt $f_{B2} = f_{Q2} \frac{c+v_B}{c+v_Q}$ $\frac{+B \text{ auf } Q \text{ zu}}{+Q \text{ von } B \text{ weg}}$
 $f_{B2} = f_{Q2} \frac{c+v_{\text{Delphin}}}{c+v_{\text{Schwarm}}}$
 $f_{B2} = f_{Q1} \frac{c-v_{\text{Schwarm}}}{c-v_{\text{Delphin}}} \cdot \frac{c+v_{\text{Delphin}}}{c+v_{\text{Schwarm}}}$
- c) $f_{B2} = f_{Q1} \frac{c-v_{\text{Schwarm}}}{c-v_{\text{Delphin}}} \cdot \frac{c+v_{\text{Delphin}}}{c+v_{\text{Schwarm}}} = 50,66 \text{ kHz}$
- d) $v_{\text{Schwarm}} = v_{\text{Delphin}} = v$ $f_{B2} = f_{Q1} \frac{c-v}{c-v} \cdot \frac{c+v}{c+v} = f_{Q1}$

Aufgabe 4: Optische Abbildung (15 Punkte)

- a) Maximale Bildweite $a'_{\max} = 60 \text{ mm}$,
 minimale Gegenstandsweite ergibt sich aus der Abbildungsgleichung zu

$$a_{\min} = \frac{a'_{\max} f'_O}{f'_O - a'_{\max}} = -300 \text{ mm}.$$

Abbildungsmaßstab:

$$\beta_{\min} = \frac{y'}{y} = \frac{a'}{a} = -0,2$$

(kopfstehend, verkleinert).

- b) Die Brechkkräfte addieren sich:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_O} + \frac{1}{f'_V} = 0,030 \text{ mm}^{-1},$$

Gesamtbrennweite $f' = 33,33 \text{ mm}$.

- c) Aus der Abbildungsgleichung folgt
 für $a' = 60 \text{ mm}$: $a = -75 \text{ mm}$,
 für $a' = 50 \text{ mm}$: $a = -100 \text{ mm}$.

- d) Bei einer eingestellten Entfernung von
 $a = -80 \text{ mm}$ ist die Schärfentiefe
 begrenzt durch

$$a_v = \frac{a f'^2}{f'^2 - u'k(a + f')} = -78,9 \text{ mm} \text{ und } a_h = \frac{a f'^2}{f'^2 + u'k(a + f')} = -81,1 \text{ mm}.$$

Der Bereich der Schärfentiefe ist $\Delta a = 2,2 \text{ mm}$.

