Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Sommersemester 2015		**Zahl der Blätter:** 3 **Blatt Nr.** 1	
Fakultät:	Wirtschaftsingenieurwesen	**Studiengang:**	WNB
Prüfer:	Braunmiller, Coenning	**Semester:**	WNB2
Prüfungsfach:	Physik 2	**Fachnummer:**	1032003
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur normaler Taschenrechner (inkl. Grafik und Alphanumerik)	**Zeit:**	90 min

Aufgabe 1: Kurzfragenaufgaben (15 Punkte)

a) Erzwungene Schwingungen in Resonanz $\omega_{\text{res}} \approx \omega_0$

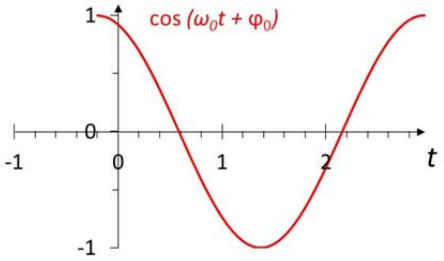
$\frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\,\pi}$ $\frac{1}{t} = \frac{v}{s}$ $\frac{\omega_0}{2\,\pi} = \frac{v}{s}$

LKW als Feder-Masse-System $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$v = \frac{\sqrt{\frac{k}{m}}\,s}{2\,\pi} = \frac{\sqrt{\frac{5{,}4\cdot 10^6\,\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2\ \text{m}}}{40\,000\ \text{kg}}}\cdot 12\ \text{m}}{2\,\pi} = 22{,}19\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 80\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

b) Für das Maximum gilt: $\omega_0 t + \varphi_0 = 0$

$$\varphi_0 = -\,\omega_0 t = -2\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}\cdot(-0{,}2\ \text{s}) = 0{,}4\ \text{rad} = 22{,}92\ °$$



c) Da 10 dB dem Faktor 10 und 3 dB dem Faktor 2 entspricht, folgt: 50 dB + 10 dB + 3 dB + 3 dB
→ 1 Schnarcher · 10 · 2 · 2 = 40 Schnarcher

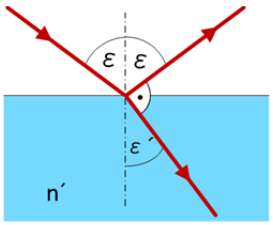
oder $I_{\text{I,ges}} = n\,I_{\text{I}}$ $n = \frac{I_0\cdot 10^{\frac{L_{\text{I,ges}}}{10}}}{I_0\cdot 10^{\frac{L_{\text{I}}}{10}}} = 10^{\frac{L_{\text{I,ges}}-L_{\text{I}}}{10}} = 40$

d) $180° = 90° + \varepsilon + \varepsilon'$ $\varepsilon' = 90° + \varepsilon$ $\sin\varepsilon' = \sin(90° + \varepsilon) = \cos\varepsilon$

Reflexionsgesetz $\sin\varepsilon' = \frac{n}{n'}\sin\varepsilon$

Damit $\frac{n}{n'}\sin\varepsilon = \cos\varepsilon$

$\varepsilon = \arctan\frac{n'}{n} = 53{,}12\ °$



Aufgabe 2: Schwingungen (15 Punkte)

a) Beschreibung durch mathematisches Pendel

Harmonische Schwingung falls die max. Auslenkung β_{max} < 10 Grad

Formale Beschreibung: Für t = 0 zum Zeitpunkt des Stopps der Sesselbahn gilt $\varphi_0 = 0$, positive Auslenkung in Fahrtrichtung:

$\beta(t) = \beta_{max} \cdot \sin(\omega_0 t)$

b) Maximale Auslenkung über EES: $E_{kin} = E_{Lage} = mgh$

$E_{\text{kin}} = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2 = 250\ \text{kg} \cdot 1\frac{m^2}{s^2} = 250\ \text{Nm}$; $h = \frac{E_{kin}}{mg} = \frac{250\ \text{Nm}}{500\ \text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0{,}05\ \text{m}$

Maximale Auslenkung über Geometrie: $\cos\beta_{max} = \frac{l-h}{l} = \frac{3{,}95\ \text{m}}{4\ \text{m}} = 0{,}9875$ → $\beta_{\text{max}} = 9\ \text{Grad}$

Eigenkreisfrequenz $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{4\ \text{m}}} = 1{,}57\ \frac{1}{\text{s}}$; optional: f_0 = 0,25 Hz oder T_0 = 4 s

c) Maximale Winkelbeschleunigung α_{max}: $\alpha_{\text{max}} = \beta_{max} \cdot {\omega_0}^2 = 22{,}18\ \frac{\text{Grad}}{\text{s}^2} = 0{,}387\ \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

Die maximale Winkelbeschleunigung tritt an den Umkehrpunkte der Schwingung auf.

d) Logarithmisches Dekrement Λ: $\Lambda = ln\frac{\beta_i}{\beta_{i+1}} = ln\frac{1}{0{,}8} = 0{,}223$

e) Neuer formaler Zusammenhang: $\beta(t) = \beta_{max} \cdot e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega_0 t)$

Bestimmung der Abklingkonstante δ: Zwei Gleichungen: $\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ und $\delta \cdot T_d = \Lambda$

z. Bsp. Gleichung 2 nach T_d auflösen, in Gleichung 1 einsetzen und dann nach δ auflösen:

$\delta^2 = \frac{{\omega_0}^2}{1+\frac{4\pi^2}{\Lambda^2}} = 0{,}0031\frac{1}{\text{s}^2}$ → $\delta = 0{,}0558\ \frac{1}{\text{s}}$

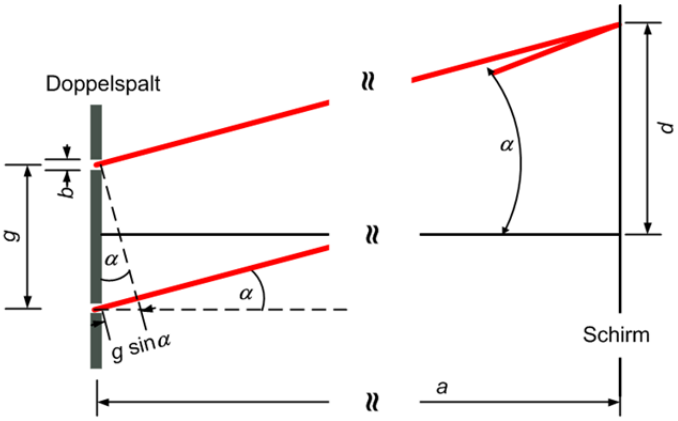
Alternativ: $\delta = \frac{1}{T_\text{d}} \ln\frac{\beta_i}{\beta_{i+1}} \approx \frac{1}{T_0} \ln\frac{\beta_i}{\beta_{i+1}} = \frac{1}{4\ \text{s}} \ln\frac{1}{0{,}8} = 0{,}0558\ \frac{1}{\text{s}}$

Aufgabe 3: Wellen (15 Punkte)

a) Überlagerung kohärenter Wellen am Schirm. Gangunterschied $\Delta = k\lambda$ mit k = 0, 1, 2, … führt zu Maxima. Ein Gangunterschied $\Delta = (2k - 1)\cdot \lambda/2$ mit k = 1, 2, 3, … führt zu Minima.

b) Grünes Licht hat eine kürzere Wellenlänge als rotes Licht, so dass sich der Abstand der Maxima verringert, da die Wellenlänge λ proportional in die Beziehung eingeht.

c) Abstand Schirm–Doppelspalt a wesentlich größer als Spaltabstand g und Abstand der Maxima wesentlich größer als Abstand a



→ $\tan\alpha = d/a$

Für Maxima gilt $g \sin\alpha = k\lambda$

Näherung $\tan\alpha \approx \sin\alpha$

$$\lambda = \frac{d\,g}{k\,a} = \frac{0{,}031\ \mathrm{m}\cdot 0{,}0011\ \mathrm{m}}{4\cdot 12{,}74\ \mathrm{m}} = 669\ \mathrm{nm}$$

d) Aussage 1.: $d \sim \lambda$ und damit $d \sim 1/f$ → Aussage passt zum Experiment

Aussage 2.: $d \sim \lambda$ → Aussage passt nicht zum Experiment

Aussage 3.: Für Minima gelten die gleichen Abhängigkeiten von der Wellenlänge wie für Maxima → Aussage passt zum Experiment

Alternativ: $g \sin\alpha = \frac{2k+1}{2}$ → $g\frac{d_k}{a} = \frac{2k+1}{2}$ → $g\frac{d_k}{a} = \frac{2k+1}{2}$ → $d_{k+1} - d_k = \frac{a}{g}\lambda$

Aufgabe 4: Optik (15 Punkte)

a) $$a_2 = \frac{a_2{}'\,f_2{}'}{f_2{}' - a_2{}'} = \frac{40\ \mathrm{mm}\cdot 80\ \mathrm{mm}}{80\ \mathrm{mm} - 40\ \mathrm{mm}} = 80\ \mathrm{mm}$$

→ Zwischenbild 80 mm hinter der Zweiten Linse, somit $a_1{}' = 100\ \mathrm{mm}$ hinter der ersten.

$$a_1 = \frac{a_1{}'\,f_1{}'}{f_1{}' - a_1{}'} = \frac{100\ \mathrm{mm}\cdot 20\ \mathrm{mm}}{20\ \mathrm{mm} - 100\ \mathrm{mm}} = -25\ \mathrm{mm}$$

b) $\beta_1 = \frac{a_1{}'}{a_1} = \frac{100\ \mathrm{mm}}{-25\ \mathrm{mm}} = -4$ $\qquad \beta_2 = \frac{a_2{}'}{a_2} = \frac{40\ \mathrm{mm}}{80\ \mathrm{mm}} = \frac{1}{2}$ $\qquad \beta_{ges} = \beta_1 \cdot \beta_2 = -2$

c) $D'_{\mathrm{ges}} = \frac{1}{f'_{ges}} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'} - \frac{e}{f_1'\cdot f_2'} = 50\ \mathrm{dpt}$ $\qquad f'_{ges} = 20\ \mathrm{mm}$

d) $\beta_{\mathrm{ges}} = \frac{a'}{a}$ $\qquad a' = a \cdot \beta_{\mathrm{ges}}$ $\qquad \frac{1}{f'} = \frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{1}{a\cdot\beta_{\mathrm{ges}}} - \frac{1}{a} = \frac{1-\beta_{\mathrm{ges}}}{a\cdot\beta_{\mathrm{ges}}}$

$$a = \frac{1-\beta_{\mathrm{ges}}}{\beta_{\mathrm{ges}}} f' = \frac{1-(-2)}{-2}\ 20\ \mathrm{mm} = -30\ \mathrm{mm}$$