Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Sommersemester 2017		**Zahl der Blätter:** 3 **Blatt Nr.** 1	
Fakultät:	Wirtschaftsingenieurwesen	**Studiengang:**	WNB
Prüfer:	Braunmiller, Coenning	**Semester:**	WNB2
Prüfungsfach:	Physik 2	**Fachnummer:**	1032003
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur Taschenrechner	**Zeit:**	90 min

Aufgabe 1: Federschwinger im Ölbad (20 Punkte)

a) Die rückstellende Kraft $F_{Rück}$ und die Reibungskraft F_R sind der beschleunigenden Kraft F_{Newton} gleichzusetzen:

$$m \cdot a_y = -k \cdot y - r \cdot v \quad \rightarrow \quad \ddot{y} + \frac{r}{m} \cdot \dot{y} + \frac{k}{m} \cdot y = 0 \qquad (1)$$

b) Der Vergleich von (1) mit $\ddot{y} + 2 \cdot \delta \cdot \dot{y} + \omega_0^2 \cdot y = 0$ liefert: $2 \cdot \delta = \frac{r}{m}$ und $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\rightarrow \delta = \frac{377\,\frac{g}{s}}{2 \cdot 250\,g} = 0{,}75\,\frac{1}{s} \quad \text{und} \quad \omega_d = \sqrt{\frac{k}{m} - \delta^2} = \sqrt{\frac{50\,\frac{N}{m}}{0{,}25\ kg} - \left(0{,}75\,\frac{1}{s}\right)^2} = 14{,}1\,\frac{1}{s}$$

c) Schwingung ist durch $y(t) = \hat{y}\ \mathrm{e}^{-\delta t} \cdot \sin(\omega_d t + \varphi_0)$ gegeben. Somit ergibt sich $v(t)$ zu:
$v(t) = \dot{y}(t) = \hat{y} \cdot e^{-\delta t} \cdot [-\delta \cdot \sin(\omega_d t + \varphi_0) + \omega_d \cdot \cos(\omega_d t + \varphi_0)]$

Für den Zeitpunkt $t = 0$ gilt:

- $y(0) = 0 = \hat{y} \cdot \sin(\varphi_0) \quad \rightarrow \quad \varphi_0 = 0, \pi, \ldots$
- $v(0) = \dot{y}(0) = \hat{y} \cdot [0 + \omega_d \cdot \cos(\varphi_0)] = \hat{y} \cdot \omega_d \cdot \cos(\varphi_0) > 0 \quad \rightarrow \varphi_0 = 0$
- Bewegung in Richtung der *y*-Achse (Ausrichtung der Achse frei wählbar)
- $\hat{v} = \hat{y} \cdot \omega \quad \rightarrow \hat{y} = \frac{\hat{v}}{\omega} = \frac{112\,\frac{cm}{s}}{14{,}1\,\frac{1}{s}} = 7{,}9\ cm$

d) Maximale Elongation für $\dot{y}(t_n) = 0$:

- $-\delta \cdot \sin(\omega_d t_n) + \omega \cdot \cos(\omega_d t_n) = 0 \quad \rightarrow \tan(\omega_d t_n) = \frac{\omega}{\delta}$ mit $t_n = t_0 + nT$ also:

  $\mathrm{t}_0 = \frac{1}{\omega} \cdot arctan\left(\frac{\omega}{\delta}\right) = 0{,}108\ s$; $\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}445\ s \quad \rightarrow \mathrm{t}_1 = 0{,}553\ s;\ \mathrm{t}_2 = 0{,}998\ s; \ldots$

e) Amplitudenverhältnis: $\frac{x_{n+1}}{x_n} = e^{-\delta T} = 0{,}716$

f) Aperiodischer Grenzfall: $\omega_0 = \delta \quad \rightarrow \sqrt{\frac{k_{neu}}{m}} = \frac{r}{2 \cdot m} \quad \rightarrow k_{neu} = \frac{r^2}{4 \cdot m} = 0{,}142\,\frac{N}{m}$

Aufgabe 2: Wellenausbreitung (8 Punkte)

a) Für t = 0 s gilt $y = \hat{y}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi_0\right)$

aus dem Diagramm $y(x=0) = 0$ $\quad 0 = \hat{y}\ \cos\varphi_0$

damit $\varphi_0 = \frac{1}{2}\pi$ oder $\varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$

aus dem Diagramm $y\left(x = \frac{\lambda}{4}\right) = \hat{y}$ $\quad \hat{y} = \hat{y}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{4} + \varphi_0\right)$

$$1 = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_0\right)$$

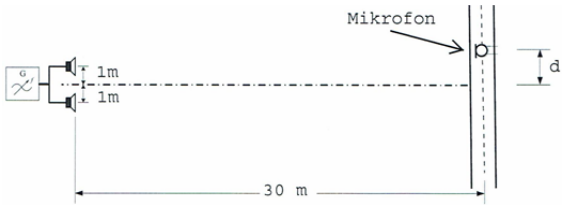
für $\varphi_0 = \frac{1}{2}\pi$ ist $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = -1$, also ist $\varphi_0 = \frac{1}{2}\pi$ nicht die gesuchte Lösung

für $\varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$ ist $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{3\pi}{2}\right) = 1$, also ist $\varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$ die gesuchte Lösung

b) Aus dem Diagramm abgelesen $T = 1\,\mathrm{s}$; $c = \frac{\lambda}{T} = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Aufgabe 3: Interferenz von Wellen (12 Punkte)

a) Der Aufbau mit den beiden Lautsprechern ist mit dem klassischen Doppelspaltexperiment (Beugung am Doppelspalt) vergleichbar. Die Schallwellen weisen je nach Position auf der Straße unterschiedliche Gangunterschiede auf, die zu destruktiven und konstruktiven Interferenzen führen. Die Maxima treten bei Gangunterschieden $\Delta = n\lambda$ mit n = 0,1, 2, 3, … auf.



b) Konstruktive Interferenz tritt natürlich auch bei einem Gangunterschied $\Delta = 0$ auf. Dieser Gangunterschied tritt auf der Mittelsenkrechten zwischen den Lautsprechern auf – Beugungsmaximum 0. Ordnung.

c) Berechnung der Strecken zwischen den Lautsprechern und der Mikrofonposition über Pythagoras:

- „Oberer“ Lautsprecher: $s_1^2 = (d - 1\,m)^2 + (30\,m)^2$ → $s_1 = 30{,}27\,m$
- „Unterer Lautsprecher: $s_2^2 = (d + 1\,m)^2 + (30\,m)^2$ → $s_2 = 30{,}59\,m$

  → $\Delta = \lambda$ = 0,32 m → mit f = c/λ = 1063 Hz

d) Zusätzliche Positionen konstruktiver Interferenz liegen z.B. vertikal versetzt über der Mittelsenkrechten, da hier stets gilt: $|s_1| = |s_2|$ und somit $\Delta = 0$.

Aufgabe 4: Optik (20 Punkte)

a)

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

mit $a = z + f = z - f'$ und $a' = z' + f'$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{z'+f'} - \frac{1}{z-f'}$

$\frac{1}{f'} = \frac{(z-f')-(z'+f')}{(z'+f')(z-f')}$

$(z'+f')(z-f') = f'(z-f'-z'-f')$

$z'z + zf' - z'f' - f'^2 = zf' - 2f'^2 - z'f'$

$z'z = -f'^2 = ff'$

b)

$\beta = \frac{a'}{a} = \frac{z'+f'}{z-f'} = \frac{\frac{-f'^2}{z}+f'}{z-f'} = \frac{\frac{-f'^2+zf'}{z}}{z-f'} = \frac{-f'^2+zf'}{z^2-zf'} = \frac{(z-f')f'}{(z-f')z} = \frac{f'}{z}$

c)

$\frac{1}{a_1'} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{-30\text{ cm}} + \frac{1}{20\text{ cm}} = \frac{1}{60\text{ cm}}$

$a_1' = 60\text{ cm}$

$a_2 = a'_1 - e = 60\text{ cm} - 40\text{ cm} = 20\text{ cm}$

$\frac{1}{a_2'} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{f_2'} = \frac{1}{20\text{ cm}} + \frac{1}{20\text{ cm}} = \frac{1}{10\text{ cm}}$

$a_2' = 10\text{ cm}$

Bild ist $-a_1 + e + a_2' = 80\text{ cm}$ vom Gegenstand entfernt.

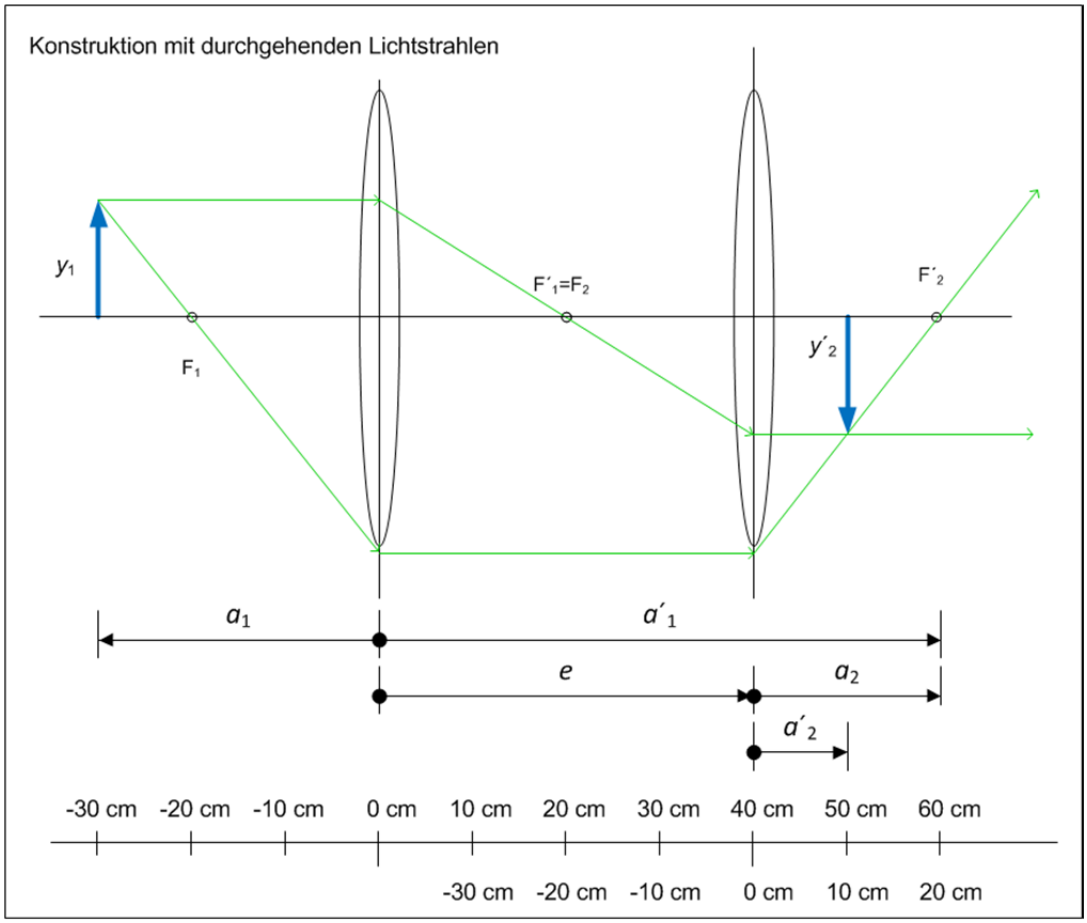
$\beta_1 = \frac{y_1'}{y_1} = \frac{a_1'}{a_1} = \frac{60\text{ cm}}{-30\text{ cm}} = -2$

$\beta_2 = \frac{y_2'}{y_2} = \frac{a_2'}{a_2} = \frac{10\text{ cm}}{20\text{ cm}} = \frac{1}{2}$

$\beta_{\text{ges}} = \beta_1 \cdot \beta_2 = -1$

Das Bild ist umgekehrt

d)



e)
Die Lichtstrahlen schneiden sich, das Bild ist reell.