Sommersemester 2014		Blatt 1 (von 4)
Studiengang:	WNB2 / IWB2	Semester: 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Prüfungsnummer: 1032003 / 2071
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Gesamtpunktzahl: 70

<u>Aufgabe 1:</u> Kurzaufgaben **(20 Punkte)**

a) $\omega_0{}^2 = \frac{g}{l}$ $\qquad l = \frac{g}{4\,\pi^2}\,T_0^2 = 24{,}85\,m$

b) $c = \frac{\omega}{k} = \frac{9{,}3}{4{,}7}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1{,}98\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

$\hat{v} = \omega\,\hat{y} = 9{,}3\,\frac{1}{\mathrm{s}} \cdot 0{,}1\mathrm{m} = 0{,}93\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

c) $c^2 = \frac{\mu}{\rho}$ $\qquad c = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$

d) $I_{100} = I_0 \cdot 10^{\frac{L_{100}}{10\,\mathrm{dB}}} = 1{,}585 \cdot 10^{-5}\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$

$I = \frac{P}{2\pi\,h\,r}$ $\qquad \frac{P}{2\pi\,h} = I_1 r_1 = I_2 r_2$

$I_{500} = I_{100}\,\frac{r_{100}}{r_{500}} = 3{,}170 \cdot 10^{-6}\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$

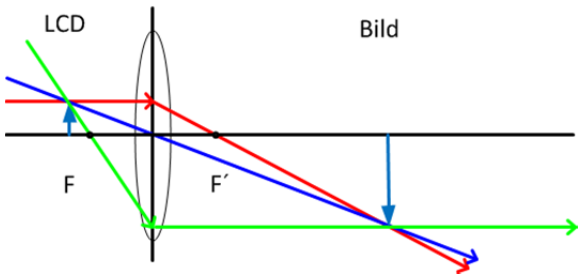
$L_{500} = 10\,\log\frac{I_{500}}{I_0}\,\mathrm{dB} = 65\,\mathrm{dB}$

e) $\sin\alpha = \frac{c}{v} = \frac{1}{M_a}$ $\qquad v = \frac{c}{\sin\alpha} = \frac{340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{\sin 75°} = 352\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ $\qquad Ma = \frac{1}{\sin\alpha} = 1{,}035$

f) $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{a'}{a}$ $\qquad \frac{1}{a} = \frac{1}{a'}\frac{y'}{y}$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{1}{a'} - \frac{1}{a'}\frac{y'}{y} = \frac{y-y'}{a'\,y}$ $\qquad f' = \frac{a'\,y}{y-y'}$

$f' = \frac{10\,\mathrm{m} \cdot 0{,}02\mathrm{m}}{0{,}02\mathrm{m}+2{,}0\mathrm{m}} = 0{,}099\mathrm{m}$



g) $\sin\Theta = n\,\frac{\lambda}{a}$ $\qquad a = n\,\frac{\lambda}{\sin\Theta} = 2\,\mu\mathrm{m}$

Aufgabe 2: Federpendel **(19 Punkte)**

a) $\hat{y} = 20\text{ cm}$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2{,}094\frac{1}{s}$

$y = \hat{y}\ \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad y(t=0) = 0 = \hat{y}\ \cos\varphi_0 \longrightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ oder $\varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$

$\dot{y} = -\hat{y}\ \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) \qquad \dot{y}(t=0) = -\hat{y}\ \omega_0 \sin\varphi_0 < 0 \longrightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$

b) $y(t = 2s) = 20\text{ cm} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{3s} 2s + \frac{\pi}{2}\right) = 17{,}3\text{ cm}$

$\ddot{y} = -\hat{y}\ {\omega_0}^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

$\ddot{y}(t = 2s) = -20\text{ cm}\ \left(\frac{2\pi}{3s}\right)^2 \cos\left(\frac{2\pi}{3s} 2s + \frac{\pi}{2}\right) = -76{,}0\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$

c) $\dot{y} = -\hat{y}\ \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = 0$ wenn $\omega_0 t + \varphi_0 = n\pi \qquad (n = 1, 2, \ldots.)$

$t = \frac{n\pi - \varphi_0}{\omega_0} = \frac{2n-1}{4}\ T_0$

$t_1 = \frac{1}{4}\ T_0 = 0{,}75\text{ s} \qquad t_2 = \frac{3}{4}\ T_0 = 2{,}25\text{ s}$

d) $\omega_d = \sqrt{{\omega_0}^2 - \delta^2} = 2{,}092\frac{1}{s} \qquad T_d = \frac{2\pi}{\sqrt{\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 - \delta^2}} = 3{,}0034\text{ s} \approx T_0$

e) $y = \hat{y}_0\ e^{-\delta t} \cos(\omega_\text{d} t + \varphi_0) \qquad y(t=0) = \hat{y}_0\ 1 \cos\varphi_0 = 0$

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

$\dot{y} = -\delta\ \hat{y}_0\ e^{-\delta t} \cos(\omega_\text{d} t + \varphi_0) - \ \omega_\text{d}\ \hat{y}_0\ e^{-\delta t} \sin(\omega_\text{d} t + \varphi_0)$

$\dot{y}(t=0) = -\delta\ \hat{y}_0 \cos\varphi_0 - \ \omega_\text{d}\ \hat{y}_0\ \sin\varphi_0 > 0$

$\omega_\text{d} \gg \delta \qquad \dot{y}(t=0) \approx -\ \omega_\text{d}\ \hat{y}_0\ \sin\varphi_0 > 0$

$\varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$ ist die richtige Lösung.

f) $\dot{y}(t=0) = -\delta\ \hat{y}_0 \cos\varphi_0 - \ \omega_\text{d}\ \hat{y}_0\ \sin\varphi_0$

$\dot{y}(t=0) = \omega_\text{d}\ \hat{y}_0 \qquad \hat{y}_0 = \frac{0{,}5\frac{\text{m}}{\text{s}}}{2{,}084\frac{1}{\text{s}}} = 0{,}240\text{ m}$

g) Für die Resonanzüberhöhung gilt

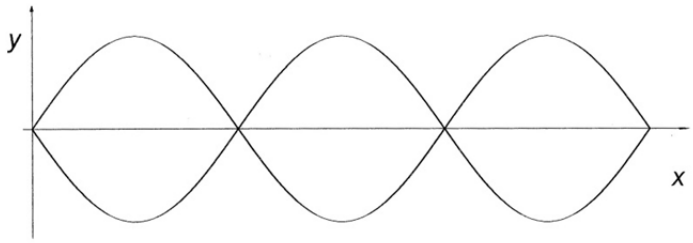
$\frac{\hat{y}_\text{res}}{\hat{y}_\text{stat}} = Q = \frac{1}{2\vartheta} = 10{,}5$ mit $\vartheta = \frac{\delta}{\omega_0} = 0{,}0478$

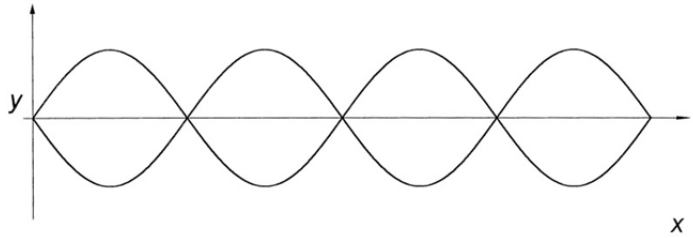
<u>Aufgabe 3:</u> Saitenschwingung (14 Punkte)

a) Eigenfrequenzen einer Saite: $f_n = (n+1)\, f_0$. Das bedeutet, dass der Frequenzabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Eigenfrequenzen der Grundfrequenz f_0 entspricht. Also gilt f_0 = 160 Hz – 120 Hz = 40 Hz.

b) Die Grundfrequenz ist $f_0 = c/2l$, daraus folgt für die Phasengeschwindigkeit $c = f_0\, 2l$ = 72 m/s

c) Um welche Oberschwingungen handelt es sich?
Für die angegebenen Frequenzen folgt: n = 2 und 3.
Das Bild der Stehwelle zeigt für n = 2 drei Bäuche, für n = 3 vier Bäuche.



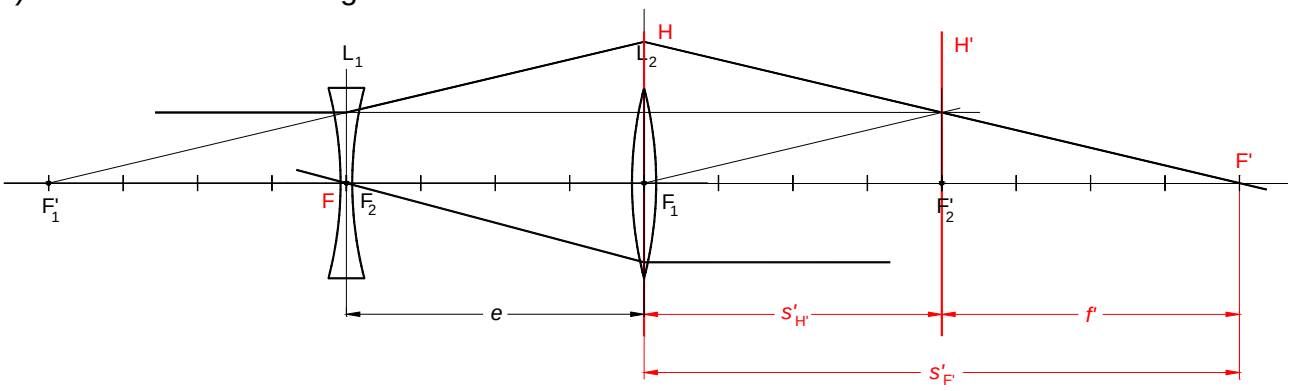


d) Die Grundfrequenz beträgt $f_0 = \frac{c}{2l} = \sqrt{\frac{F}{A\rho}}\,\frac{1}{2l}$. Also sind die Frequenzen proportional zur Wurzel aus der Spannkraft. Die erforderliche Spannkraft beträgt somit

$$F^* = F\left(\frac{f_0^*}{f_0}\right) = 103\,\mathrm{N}\cdot\left(\frac{33}{40}\right)^2 = 70{,}1\,\mathrm{N}.$$

Aufgabe 4: Linsensystem **(17 Punkte)**

a) Zeichnerische Lösung:



Rechnung:

Brennweite des Systems: $f' = \dfrac{f_1' \cdot f_2'}{f_1' + f_2' - e} = 200\,\text{mm}$.

Schnittweite des bildseitigen Brennpunkts: $\dfrac{1}{s_{F'}'} = \dfrac{1}{f_2'} + \dfrac{1}{f_1' - e} = 0{,}0025\,\text{mm}^{-1}$,

$s_{F'}' = 400\,\text{mm}$.

Schnittweite des objektseitigen Brennpunkts: $\dfrac{1}{s_F} = -\dfrac{1}{f_1'} - \dfrac{1}{f_2' - e} = \infty$, $s_F = 0$.

Schnittweite der bildseitigen Hauptebene: $s_{H'}' = s_{F'}' - f' = 200\,\text{mm}$.

Schnittweite der objektseitigen Hauptebene: $s_H = s_F + f' = 200\,\text{mm}$.

b) Das System ist sammelnd, da die Systembrennweite positiv ist. Ein parallel zur optischen Achse einfallendes Strahlenbündel wird in F‘ fokussiert.