Lösungsvorschlag

Wintersemester	2016/2017	Blatt 1 (von 3)
Studiengang:	WNB2	Semester: 2
Prüfungsfach:	Physik 2 Prüfer: Rolf Martin; Ulrich Braunmiller	Prüfungsnummer: 1032003
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Gesamtpunktzahl: 60 **Name:**

Aufgabe 1: Schwingung **(17 Punkte)**

a) $\omega_\mathrm{d} = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ liefert $\omega_0 = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{T_\mathrm{d}}\right)^2 + \delta^2} = 8{,}015\ \mathrm{s}^{-1}$,

aus $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ folgt $k = \omega_0^2 \cdot m = 6{,}425\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$,

Dämpfungsgrad $\vartheta = \frac{\delta}{\omega_0} = 0{,}200$.

b) Aus $y(t) = \hat{y}_0 \mathrm{e}^{-\delta t} \cos(\omega_\mathrm{d} t)$ folgt durch Ableiten
$\dot{y}(t) = \hat{y}_0\left(-\delta \mathrm{e}^{-\delta t}\cos(\omega_\mathrm{d} t) - \omega_\mathrm{d} \mathrm{e}^{-\delta t}\sin(\omega_\mathrm{d} t)\right)$.
Zur Zeit t = 0 ergibt sich
$\dot{y}(0) = -\hat{y}_0\delta = -11{,}2\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}} = -0{,}112\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

c) Für die Amplitude gilt: $\hat{y}(t) = \hat{y}_0 \mathrm{e}^{-\delta t} = 0{,}01\ \hat{y}_0$.
Durch Logarithmieren folgt
$t = \frac{\ln 0{,}01}{-\delta} = 2{,}88\ \mathrm{s}$.

d) Die maximale Amplitude stellt sich ein bei Resonanz. Es gilt
$\hat{y}(\mathrm{Res}) = \frac{\hat{y}(\mathrm{stat})}{2\vartheta\sqrt{1-\vartheta^2}}$, mit der statischen Amplitude $\hat{y}(\mathrm{stat}) = \frac{\hat{F}_\mathrm{E}}{k} = 7{,}782\ \mathrm{cm}$.
Damit beträgt die Resonanzamplitude $\hat{y}(\mathrm{Res}) = 19{,}9\ \mathrm{cm}$.
Näherungsweise gilt $\hat{y}(\mathrm{Res}) \approx \frac{\hat{y}(\mathrm{stat})}{2\vartheta} = 19{,}5\ \mathrm{cm}$.

e) Normierte Erregerfrequenz: $\eta = \frac{\Omega}{\omega_0} = 2$.
Damit wird die Amplitude $\hat{y} = \frac{\hat{y}(\mathrm{stat})}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\vartheta\eta)^2}} = 2{,}51\ \mathrm{cm}$.

Aufgabe 2: Schallwelle **(10 Punkte)**

a) Aus $I = \frac{1}{2}c\rho\hat{y}^2\omega^2$ folgt für die Amplitude $\hat{y} = \sqrt{\frac{2I}{c\rho\omega^2}} = 1{,}71 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{m}$.
Die Schnellenamplitude ist $\hat{v} = \hat{y}\omega = 1{,}07\ \mathrm{mm/s}$.

b) Der Pegel beträgt
$L_I = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right)$ dB = 80 dB.

c) $I = I_0 \cdot 10^{L/10\mathrm{dB}}$ liefert
$I_2 = 10^{-12}\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot 10^7$ und $I_3 = 10^{-12}\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot 10^{7{,}5}$.
Die Gesamtintensität ist $I = I_1 + I_2 + I_3 = 1{,}416 \cdot 10^{-4}\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$,
der Gesamtpegel L = 81,5 dB.

Aufgabe 3: **Saite** **(7 Punkte)**

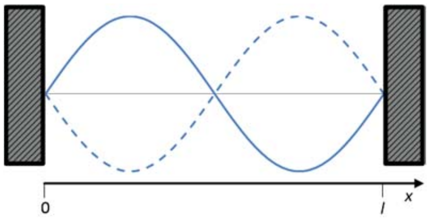
a) Aus $c = \sqrt{\frac{F}{A\rho}} = \sqrt{\frac{F}{m'}}$ folgt für die Spannkraft $F = c^2 m'$.

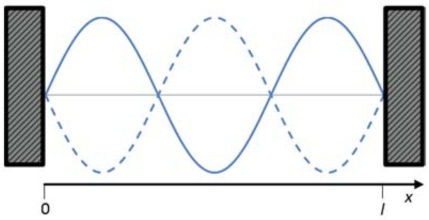
Die Phasengeschwindigkeit ergibt sich aus der Frequenz und der Wellenlänge.

Aus $f_n = \frac{c}{2l}(n+1)$ folgt, dass die Differenzfrequenz von zwei benachbarten Eigenfrequenzen $\Delta f = \frac{c}{2l}$ beträgt.

Mit $\Delta f = 440 \text{ Hz}$ ergibt sich $c = 264 \text{ m/s}$ und $F = 45{,}3 \text{ N}$.

b) Bei 880 Hz gibt es einen, bei 1320 Hz zwei Knoten.





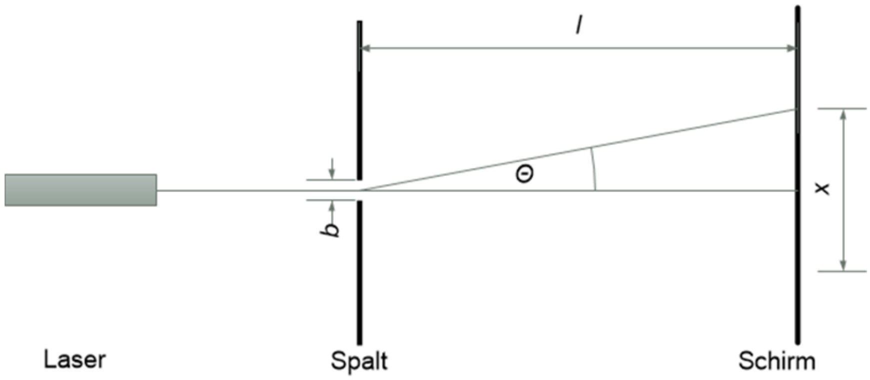
Aufgabe 4: **Einzelspalt** **(5 Punkte)**

a) aus Skizze $\tan\Theta = \frac{x/2}{l}$

1. Minimum bei $\sin\Theta = \frac{\lambda}{b}$

$\tan\Theta \approx \sin\Theta$

$b = \frac{2l\lambda}{x} = 63{,}3\ \mu\text{m}$



b) Der grüne Laser hat eine kleinere Wellenlänge als der rote. Der Abstand der beiden Minima erster Ordnung $x = \frac{2l\lambda}{b}$ wird daher kleiner.

Aufgabe 5: Lichtbrechung (7 Punkte)

Grenzfläche Wasser zu Glas $\frac{\sin \varepsilon_1}{\sin \varepsilon_2} = \frac{n_2}{n_1}$

$\varepsilon_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \varepsilon_1\right) = 42{,}8\,°$ → Brechung zum Lot

Grenzfläche Glas zu Luft Grenzwinkel Totalreflexion $\sin \varepsilon_g' = \frac{n}{n'} = \frac{n_3}{n_2}$

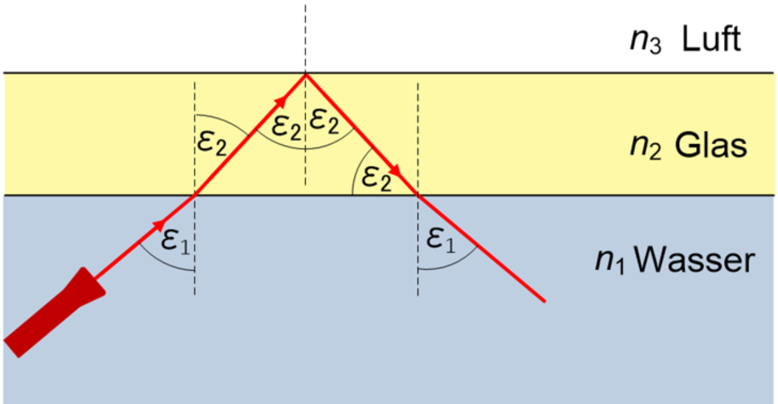
$\varepsilon_g' = \arcsin \frac{n_3}{n_2} = 41{,}8\,°$

$\varepsilon_2 > \varepsilon_g'$ → es erfolgt Totalreflexion

Grenzfläche Glas zu Wasser $\frac{\sin \varepsilon_1}{\sin \varepsilon_2} = \frac{n_2}{n_1}$

$\varepsilon_1 = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1} \sin \varepsilon_2\right) = 50\,°$ → Brechung vom Lot weg

Skizze



Aufgabe 6: Fernrohr (14 Punkte)

a) Fernrohrvergrößerung: $\Gamma_F' = -\frac{f_{Ob}'}{f_{Ok}'} = -40.$

b) Die Eintrittspupille wird durch das Okular abgebildet.
Abbildungsgleichung: $\frac{1}{a_{AP}'} - \frac{1}{a_{EP}} = \frac{1}{f_{Ok}'}$ liefert mit $a_{EP} = f_{Ob}' + f_{Ok}' = -1230\text{ mm}$
$a_{AP}' = 30{,}75\text{ mm}$

c) Aus $|\Gamma_F'| = \frac{d_{EP}}{d_{AP}}$ folgt für den erforderlichen Durchmesser des Objektivs
$d_{EP} = |\Gamma_F'| \cdot d_{AP} = 140\text{ mm}.$

d) Der Sehwinkel zur Sonne ist $\sigma = \frac{d_{ZB}}{f_{Ob}'}$. (Kleinwinkelnäherung!)
Der Sehwinkel beträgt im Bogenmaß $\tan\sigma \approx \sigma = \frac{32'\,°\,\pi\text{ rad}}{60'\,180°} = 9{,}308 \cdot 10^{-3}\text{ rad}.$
Damit wird der Durchmesser des Zwischenbilds $d_{ZB} = 1200\text{ mm} \cdot 9{,}308 \cdot 10^{-3} = 11{,}2\text{ mm}.$

e) Abbildungsgleichung: $\frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f_{Ok}'}$; mit $a = -33\text{ mm}$ folgt $a' = 330\text{ mm}.$

f) Abbildungsmaßstab: $\beta' = \frac{d'}{d_{ZB}} = \frac{a'}{a}$ liefert $d' = d_{ZB}\left|\frac{a'}{a}\right| = 111{,}7\text{ mm}.$