

Wintersemester	2011	Blatt 1 (von 2)
Studiengang:	IWB2	Semester: 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Prüfungsnummer: 2071
Hilfsmittel:	4 handgeschriebene DIN A4 Blätter (8 Seiten), Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Gesamtpunktzahl: 60

**Aufgabe 1: Verständnisfragen/Kurzaufgaben Schwingungen und Wellen
(15 Punkte)**

- a.) Ein Sieb führt in senkrechter Richtung harmonische Schwingungen mit der Amplitude $\hat{y} = 40\text{mm}$ aus. Wie groß muss die Frequenz mindestens sein, damit sich die Gegenstände, die auf dem Sieb liegen, abheben? 
- b.) Das masselose Seil eines Baukrans trägt eine punktförmige Last von 40 kg und führt in $t=1$ min 5 Schwingungen aus. Welche Länge l hat das Seil.
- c.) Welche Möglichkeiten gibt es Resonanzen zu vermeiden bzw. Resonanzamplituden zu reduzieren?
- d.) Zwei Schwingungen gleicher Frequenz haben die Amplituden $\hat{y}_1 = 8\text{cm}$ und $\hat{y}_2 = 4\text{cm}$, ihre Phasenverschiebung ist $\alpha = 60^\circ$. Welche Amplitude hat die resultierende Schwingung $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$?

Lösung 1: Verständnisfragen/Kurzaufgaben Schwingungen und Wellen

a.) Bedingung $\hat{a} > g$

$$y = \hat{y} \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

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

$$\hat{a} = \hat{y} \omega^2 > g$$

$$f_0 > \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\hat{y}}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{9,81\text{m/s}^2}{0,04\text{m}}} = 2,49 \frac{1}{\text{s}}$$

b.) Mathematisches Pendel

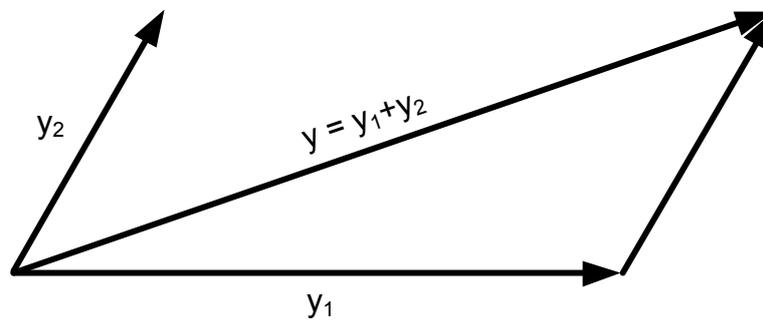
$$\omega = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$l = \frac{g T_0^2}{4\pi^2} = \frac{9,81\text{m/s}^2 \cdot (12\text{s})^2}{4\pi^2} = 35,8\text{m}$$

c.) – Dämpfung vergrößern

- Erregerfrequenz nicht im Bereich der Resonanzfrequenz, ggf. Resonanzfrequenz schnell durchfahren
- Erregeramplitude verringern

d.) Grafische Lösung



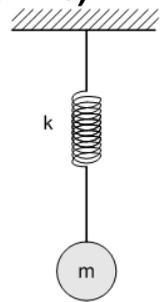
Aus der Grafik abgelesen: $\hat{y} = 10,6cm$

(Rechnerische Lösung $\hat{y} = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + 2y_1y_2 \cos \alpha} = 10,6cm$)

Aufgabe 2: Feder-Masse Pendel

(12 Punkte)

Bei einem ungedämpften Feder-Masse Pendel der Masse $m=0,1$ kg und der Federkonstante $k=810$ N/m wird zum Zeitpunkt $t=0$ die Auslenkung $y(0)=2,0$ cm und die Geschwindigkeit $v(0)=3,0$ m/s gemessen. Die Bewegungsgleichung sei $y(t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$. Berechnen Sie die Amplitude \hat{y} und den Nullphasenwinkel φ_0 .



Lösung 2: Feder-Masse Pendel

$$y(t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \qquad y(t=0) = \hat{y} \cdot \cos \varphi_0 \qquad (1)$$

$$\dot{y}(t) = -\hat{y} \omega_0 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_0) \qquad \dot{y}(t=0) = -\hat{y} \omega_0 \cdot \sin \varphi_0 \qquad (2)$$

Berechnung des Nullphasenwinkels $(2)/(1) \frac{v(0)}{y(0)} = \frac{-\omega_0 \cdot \sin \varphi_0}{\cos \varphi_0}$

$$\varphi_0 = \arctan\left(-\frac{v(0)}{\omega_0 y(0)}\right)$$

mit $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 90 \frac{1}{s}$

$$\varphi_0 = -1,03 \text{ rad} = -59^\circ$$

Lösungen in Bereich $0 \leq \varphi_0 < 2\pi$, der tan ist periodisch in π bzw. 180°

$$\varphi_0 = 2,11 \text{ rad} = 121^\circ \quad \text{oder} \quad \varphi_0 = 5,25 \text{ rad} = 301^\circ$$

Welche Lösung ist richtig?

Kosinus ist bei 121° negativ und bei 301° positiv, da $y(t=0) = \hat{y} \cdot \cos \varphi_0 = 2,0 \text{ cm}$ positiv ist, ist die richtige Lösung $\varphi_0 = 5,25 \text{ rad} = 301^\circ$

Amplitude

$$(1)^2 + (2)^2 \qquad \hat{y}^2 \cdot \cos^2 \varphi_0 + \hat{y}^2 \sin^2 \varphi_0 = y^2(0) + \frac{v^2(0)}{\omega_0^2}$$

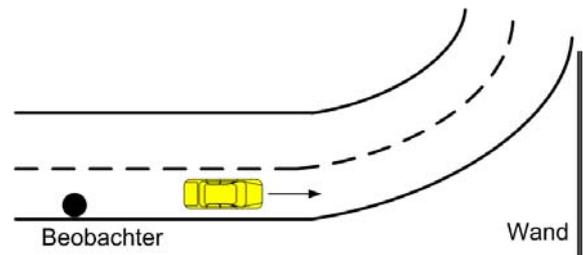
$$\hat{y} = \sqrt{y^2(0) + \frac{v^2(0)}{\omega_0^2}}$$

$$\hat{y} = \sqrt{(0,02 \text{ m})^2 + \left(\frac{3 \text{ m/s}}{90 \text{ 1/s}}\right)^2} = 0,0288 \text{ m} = 2,88 \text{ cm}$$

Wintersemester	2011	Blatt 1 (von 2)
Studiengang	IWB	Semester: 1
Prüfungsfach	Physik 1	Fachnummer: 1051

Aufgabe 3: Dopplereffekt (10 Punkte)

Ein Auto fährt hupend auf eine Wand zu. Ein hinter dem Auto positionierter Beobachter hört von der Autohupe einen Ton von 740 Hz und von Wand einen reflektierten Ton von 880 Hz.



- a.) Wie schnell fährt das Auto?
b.) Welche Frequenz hat der Ton aus der Autohupe?

Lösung 3: Dopplereffekt

Bewegte Quelle vom Beobachter weg: $f_B = \frac{c}{c + v_Q} f_Q \quad (1)$

Bewegte Quelle auf die Wand zu, der Schall wird mit der von der Wand empfangenen Frequenz reflektiert und kommt ohne weitere Frequenzänderung zum Beobachter:

$$f_W = \frac{c}{c - v_Q} f_Q \quad (2)$$

a.) (1) : (2) $\frac{f_B}{f_W} = \frac{c - v_Q}{c + v_Q}$

$$v_Q = \frac{f_W - f_B}{f_W + f_B} c \quad (3)$$

$$v_Q = \frac{880\text{Hz} - 740\text{Hz}}{880\text{Hz} + 740\text{Hz}} \cdot 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 29,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 106 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

b.) (3) in (1) $f_Q = \frac{c + v_Q}{c} f_B = \frac{c + \frac{f_W - f_B}{f_W + f_B} c}{c} f_B = \left(\frac{f_W + f_B + f_W - f_B}{f_W + f_B} \right) f_B$

$$f_Q = \frac{2 f_W f_B}{f_W + f_B} = \frac{2 \cdot 880\text{Hz} \cdot 740\text{Hz}}{880\text{Hz} + 740\text{Hz}} = 804\text{Hz}$$

Aufgabe 4: Verständnisfragen/Kurzaufgaben Optik (12 Punkte)

- a.) Ein Lichtstrahl fällt schräg auf eine Wasseroberfläche und geht im Wasser weiter. Verändern sich folgende Größen beim Übergang von Luft in Wasser und wenn ja wie:
- Wellenlänge
 - Frequenz
 - Ausbreitungsgeschwindigkeit
 - Winkel zum Lot
- b.) Zwei enge Spalte (Doppelspalt) werden mit Licht der Wellenlänge $\lambda=632 \text{ nm}$ beleuchtet. Auf einem Schirm im Abstand $l=2000\text{mm}$ hinter dem Doppelspalt zählt man 25 Streifen pro Zentimeter. Welchen Abstand (Mittenabstand) haben die Spalte.

Lösung 4: Verständnisfragen/Kurzaufgaben Optik

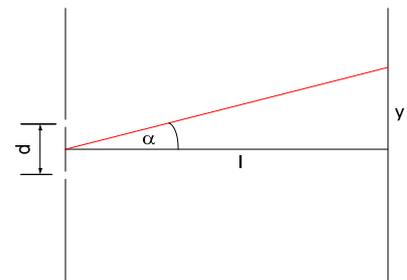
- a.)
- Wellenlänge ändert sich, sie wird kleiner nach $\lambda_w = \frac{\lambda_L}{n_w}$
 - Frequenz ändert sich nicht (Teilchen, Dipole schwingen nur mit einer Frequenz)
 - Ausbreitungsgeschwindigkeit ändert sich, wird wie die Wellenlänge kleiner $c = \lambda \cdot f$
 - Winkel zum Lot ändert sich, siehe Brechungsgesetz (Brechung zum Lot)
- b.)

Maxima beim Doppelspalt: $d \sin \alpha = m\lambda$

$$\tan \alpha = \frac{y}{l}$$

Näherung $\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{y}{l}$

$$d \frac{y}{l} = m\lambda$$



Von der Mitte bis zum 25. Streifen: $m=24$ und $y=1\text{cm}$

$$d = \frac{l}{y} m\lambda = \frac{2\text{m}}{0,010\text{m}} \cdot 24 \cdot 632 \cdot 10^{-9}\text{m} = 0,003\text{m} = 3\text{mm}$$

Aufgabe 5: Linse auf einer optischen Bank

(11 Punkte)

Ein Objekt, eine Sammellinse der Brennweite 60 mm und ein Schirm seien hintereinander linear angeordnet. Der Abstand vom Objekt zum Schirm beträgt $l=1000$ mm.

- a.) Bei welchen Gegenstandsweiten a_1 und a_2 entsteht ein scharfes Bild auf dem Schirm?
- c.) Welche Abbildungsmaßstäbe β_1 und β_2 ergeben sich für die beiden in a) ermittelten Gegenstandsweiten?

Lösung 5: Linse auf einer optischen Bank

a.)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'} \quad l = a + a'$$

$$a' = l - a$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{l-a} = \frac{l-a+a}{a(l-a)} = \frac{l}{a(l-a)}$$

$$a(l-a) = lf$$

$$0 = a^2 - al + lf$$

$$a_{1,2} = \frac{l \pm \sqrt{l^2 - 4lf}}{2}$$

$$a_1 = 64,1 \text{ mm}$$

$$a_2 = 935,9 \text{ mm}$$

b.) $\beta = -\frac{a'}{a} = -\frac{l-a}{a} = 1 - \frac{l}{a}$

$$\beta_1 = 1 - \frac{1000 \text{ mm}}{64,1 \text{ mm}} = -14,6$$

$$\beta_2 = 1 - \frac{1000 \text{ mm}}{935,9 \text{ mm}} = -0,068$$

