Lösungen zur Prüfung Physik 2 für CIB/BTB, WS 2017/2018

Autor: Dipl.-Phys. Marc Güßmann

Aufgabe 1: (20 P)

a) Umformung der DGL in Normalform $\ddot{x} + \frac{c}{m}x = 0$ liefert

$$\omega_0^2 = \frac{c}{m} \Leftrightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \Longrightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}} \Longrightarrow f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{c}{m}}$$

(4 P)

b) $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{200\ \mathrm{Nm^{-1}}}{0{,}2\ \mathrm{kg}}} = 31{,}6\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}$ $\qquad T_0 = 0{,}2\ \mathrm{s} \qquad f_0 = 5\ \mathrm{Hz}$

(3 P)

c) $\hat{v} = \hat{x}\omega_0 = 0{,}2\ \mathrm{m}\ \cdot 31{,}6\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}} = 6{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ $\qquad \hat{a} = \hat{x}\omega_0^2 = 200\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

(2 P)

d) $x(t) = \hat{x} \cdot \cos(\omega_0 t)$

(1 P)

e) $|v(t)| = |\dot{x}(t)| = \hat{x}\omega_0 \cdot \sin(\omega_0 t) = \frac{1}{2}\hat{x}\omega_0 \Longrightarrow \sin(\omega_0 t) = \frac{1}{2}$

$$\Longrightarrow t = \frac{1}{\omega_0} \cdot \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{31{,}6\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}} \cdot \frac{\pi}{6} = 0{,}0165\ \mathrm{s}$$

(3 P)

f) Diese Formeln gelten nur für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung, also für eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung, was bei einer Schwingung natürlich nicht der Fall ist.

(2 P)

g) $\hat{x}(t) = \hat{x}_0 \cdot e^{-\delta t} \Longrightarrow \hat{x}(10\ T_d) = \hat{x}_0 \cdot e^{-\delta \cdot 10\ T_d} = 0{,}7 \cdot \hat{x}_0$

$-\delta \cdot 10\ T_d = \ln 0{,}7 \ \Longrightarrow\ \delta = 0{,}18\ \mathrm{s^{-1}} \Longrightarrow D = \frac{\delta}{\omega_0} = 0{,}0057 \Longrightarrow \Lambda = \delta \cdot T_d = 0{,}036$

(3 P)

h) $E \sim \hat{x}^2$, also: $1 - 0{,}7^2 = 1 - 0{,}49 = 0{,}51$

d.h. 49% der mechanischen Gesamtenergie sind noch vorhanden,
somit sind 51% in Reibungswärme umgewandelt worden.

(2 P)

Lösungen zur Prüfung Physik 2 für CIB/BTB, WS 2017/2018

Autor: Dipl.-Phys. Marc Güßmann

Aufgabe 2: (12 P)

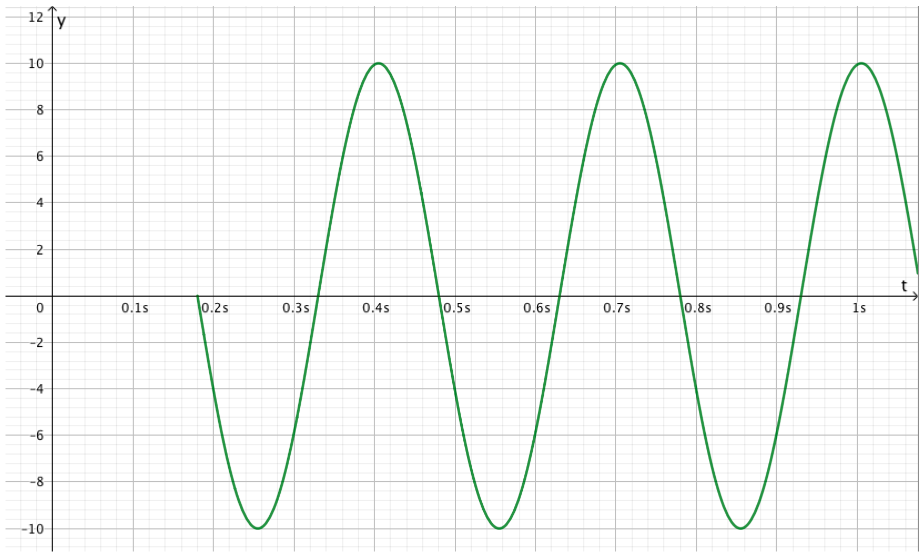
a) $c = \frac{x}{t} = \frac{7\text{ m}}{0{,}7\text{ s}} = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ aus Skizze: $\lambda = 3\text{ m}$

(2 P)

b) $f = \frac{c}{\lambda} = 3{,}3\text{ Hz}$

(2 P)

c) Das Teilchen in einer Entfernung von 1,8 m wird erst zur Zeit $t = \frac{1{,}8\text{ m}}{10\text{ ms}^{-1}} = 0{,}18\text{ s}$ von der Welle erfasst und zunächst nach unten gerissen.
Es schwingt dann mit der Frequenz $f = 3{,}3\text{ Hz}$ bzw. mit der Periodendauer $T = \frac{1}{f} = 0{,}3\text{ s}$.

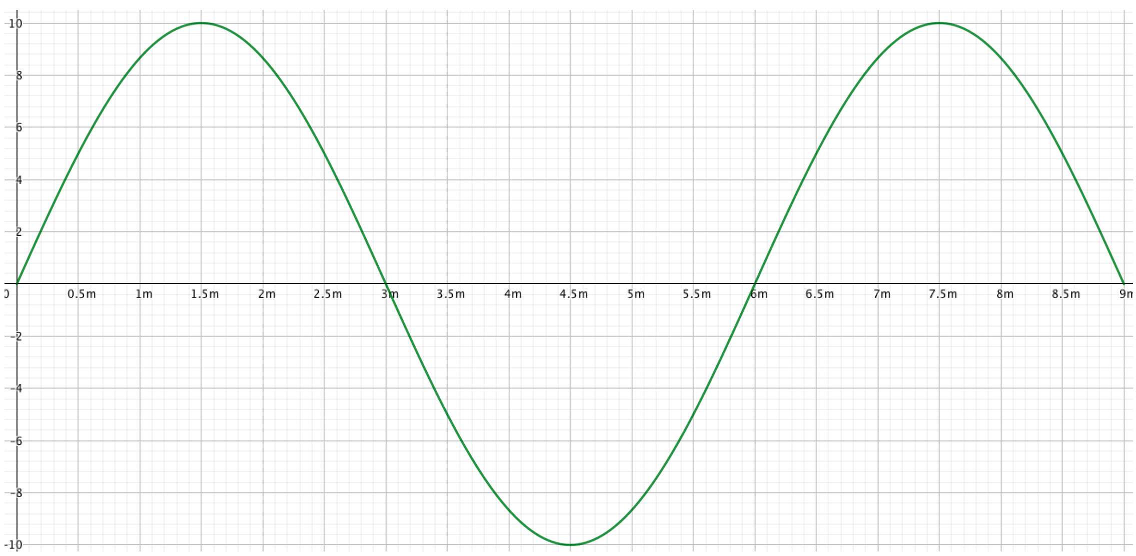


(3 P)

d) $f_0 = \frac{c}{2L} = \frac{10\text{ ms}^{-1}}{2\cdot 9\text{ m}} = 0{,}56\text{ Hz}$ $f_1 = 2f_0 = 1{,}11\text{ Hz}$ $f_2 = 3f_0 = 1{,}67\text{ Hz}$

(2 P)

e) Knoten sind im folgenden Bild die Nullstellen der Sinus-Funktion, Bäuche die Bereiche dazwischen. (Denkbar wäre auch ein an der horizontalen Achse gespiegelter Graph.)
Die Größe der Amplitude ist laut Aufgabe nicht näher spezifiziert.



(3 P)

Lösungen zur Prüfung Physik 2 für CIB/BTB, WS 2017/2018

Autor: Dipl.-Phys. Marc Güßmann

Aufgabe 3: (15 P)

a) Abstand von Knoten zu Knoten ≙ halbe Wellenlänge, also $\lambda = 12\ \mathrm{cm} = 0{,}12\ \mathrm{m}$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8\,\mathrm{ms^{-1}}}{0{,}12\ \mathrm{m}} = 2{,}5 \cdot 10^9\ \mathrm{Hz} = 2{,}5\ \mathrm{GHz}$$

(3 P)

b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{60\ \mathrm{m}}{9{,}81\ \mathrm{ms^{-2}}}} = 15{,}54\ \mathrm{s}$

$$\hat{v} = \hat{x}\omega_0 = l \cdot \frac{2\pi}{360} \cdot \omega_0 = l \cdot \frac{2\pi}{360} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}} = 0{,}42\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

(4 P)

c) Gesetz von Snellius: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1} \Longrightarrow \frac{\sin 50°}{\sin\beta} = \frac{1{,}3}{1} \Longrightarrow \beta = \arcsin\left(\frac{\sin 50°}{1{,}3}\right) = 36{,}1°$

Grenzwinkel für Totalreflexion: $\beta_T = \arcsin\left(\frac{1}{1{,}3}\right) = 50{,}3°$

(4 P)

e) Beugungswinkel berechnen aus: $\alpha = \arctan\left(\frac{0{,}396}{5}\right) = 4{,}53°$
Bedingung für konstruktive Interferenz in erster Ordnung ($k = 1$):

$$\sin\alpha = \frac{\lambda}{g} \Longrightarrow \lambda = \frac{1}{150} \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m} \cdot \sin(4{,}53°) = 527\ \mathrm{nm} \Longrightarrow \text{es handelt sich um Eisen}$$

(4 P)

Aufgabe 4: (13 P)

a) EES: $E_L = E_{kin} \Longrightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 \Longrightarrow v_B = \sqrt{2gh} = 31{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

(3 P)

b) Zentripetalkraft muss mindestens so groß sein wie die Gewichtskraft:

$$F_Z \geq F_G \Longrightarrow m\frac{v_C^2}{r} \geq mg \Longrightarrow v_C^2 \geq rg$$

Außerdem gilt nach dem EES: $mg(h - 2r) = \frac{1}{2}mv_C^2 \Longrightarrow v_C^2 = 2g(h - 2r)$

Insgesamt ergibt sich also: $2g(h - 2r) \geq rg \Longrightarrow r \leq \frac{2}{5}h = 20\ \mathrm{m}$

(4 P)

c) Bremszeit: $s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}a\,t \cdot t = \frac{1}{2}v\,t \Longrightarrow t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 12\ \mathrm{m}}{31{,}3\ \mathrm{ms^{-1}}} = 0{,}77\ \mathrm{s}$

Beschleunigung: $a = \frac{v}{t} = \frac{31{,}3\ \mathrm{ms^{-1}}}{0{,}77\ \mathrm{s}} = 40{,}65\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s^2}} = 4{,}1\ g$

(3 P)

d) Bremskraft: $F = ma = 400\ \mathrm{kg} \cdot 40{,}65\ \mathrm{ms^{-2}} = 16{,}3\ \mathrm{kN}$

Leistung: $P = F \cdot \bar{v} = F \cdot \frac{v}{2} = 255\ \mathrm{kW}$

(3 P)