Departement Physik
Universität Basel
Prof. D. Zumbühl & Prof. M. Calame
Contact person: Miguel J. Carballido
miguel.carballido@unibas.ch
Office: 1.12
Tel.: +41 (0)61 207 36 91
http://adam.unibas.ch

Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik I
für Studierende
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 9 / 16.11.2020 **Lösungen**

Aufgabe 41.

(a) Die Frequenz berechnet sich aus

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}} = 0.13\,\mathrm{Hz}$$

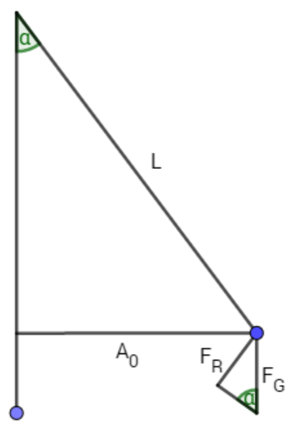
(b) Die Schwingungsdauer ist der Kehrwert der Frequenz

$$T = f^{-1} = 7.8\,\mathrm{s}$$

(c) Die Gesamtstrecke s_{ges} einer Periode in x-Richtung kann in vier Teilstücke zerlegt werden. Gemäss Skizze kann jede Teilstrecke A_0 mithilfe des Sinus berechnet werden:

$$A_0 = \sin(5^\circ) \cdot 15\,\mathrm{m}$$

$$s_{\mathrm{ges}} = 4 \cdot A_0 = 5.23\,\mathrm{m}$$



(d) Die $x(t)$-Gleichung kann folgendermassen aus der Amplitude A_0 und der Kreisfrequenz ω gebildet werden:

$$x(t) = A_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Mit $A_0 = s_{\frac{1}{4}} = 1.31$ m und $\omega = 0.81$ s^{-1} folgt:

$$x(t) = 1.31\,\mathrm{m} \cdot \cos(0.81\,\mathrm{s}^{-1} \cdot t)$$

(e) Die Geschwindigkeit kann durch die zeitliche Ableitung der $x(t)$-Gleichung gebildet werden:

$$v(t) = \dot{x}(t) = -A_0 \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Mit $A_0 = 1.31$ m und $\omega = 0.81$ s^{-1} folgt:

$$|v(5\,\mathrm{s})| = |-1.31\,\mathrm{m} \cdot 0.81\,\mathrm{s}^{-1} \cdot \sin(0.81\,\mathrm{s}^{-1} \cdot t)| = 0.84 \text{ m/s}$$

(f) Die Rückstellkraft F_R kann gemäss Skizze folgendermassen berechnet werden:

$$F_R = F_G \cdot \sin(\alpha) = 8\,\mathrm{kg} \cdot 9.81\mathrm{m/s}^2 \cdot \sin(5°) = 6.84\,\mathrm{N}$$

Aufgabe 42.

Läuft die Uhr 12 h zeigt sie erst 11.5 h an; d.h. sie hat erst 11.5/12 = 95,8% der erforderlichen Pendelbewegungen ausgeführt, bzw. die Periodendauer T_0 für eine Pendelbewegung ist zu gross. Damit die Uhr exakt geht, muss gelten:

$$T = T_0 \cdot 0.958$$

Für ein mathematisches Pendel (Pendeluhr) gilt:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$$

Dann:

$$\frac{T'}{T_0} = \sqrt{\frac{l'}{l_0}} = 0.958 \qquad \Rightarrow \qquad l' = l_0 \cdot 0.958^2 = 0.459 \text{ m}$$

Aufgabe 43.

(a) Für die Eigenfrequenz des math. Pendels gilt (auf der linken Seite):

$$\omega_P = 2\pi/T_P = \sqrt{g/l}$$

Für die Eigenfrequenz der Feder und des Pendels gilt (auf der rechten Seite):

$$\omega_F = 2\pi/T_F = \sqrt{D/m + g/l}$$

da für die Kontaktzeit t gelten muss $t = T_F/2$ (da Feder masselos) und für T_F:

$$T_F = \frac{2\pi}{\sqrt{D/m + g/l}}$$

ist also t

$$t = T_F/2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\sqrt{D/m + g/l}} = 0.32 \text{ s}$$

(b) Da die Schwingungszeit des Pendels (für kleine Auslenkungen) unabhängig vom Winkel ist und $T_P = T_F \cdot \sqrt{2}$ gilt, ist die Kontaktzeit nicht von α abhängig.

Aufgabe 44.

(a) Wird der Quader aus der Gleichgewichtslage um das Stück Δh in das Wasser gedrückt, so erfordet das folgende Kraft:

$$F = m_{Wasser} g = V_{Wasser} \rho_{Wasser} g = A \Delta h \rho_{Wasser} g$$

Damit ist die Kraft proportinal zur Auslenkung Δh (vgl. z.B. Feder) und das System führt eine harmonische Schwingung aus.

(b) Proportionalitätskonstante ("Federkonstante k"):

$$c = \frac{F}{\Delta h} = A \rho_{Wasser} g$$

Für harmonische Schwingungen gilt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_{Quader}}{c}} = 2\pi \sqrt{\frac{A h \rho_{Quader}}{A \rho_{Wasser} g}} = 2\pi \sqrt{\frac{h \rho_{Quader}}{\rho_{Wasser} g}}$$

(c) Wegen des veränderlichen Querschnitts beim Eintauchvorgang ist die Auftriebskraft nicht proportional zur Eintauchtiefe (Auslenkung) und somit führt die Holzkugel keine harmonische Schwingung aus. Damit ist das Resultat aus (b) für die Holzkugel nicht gültig.

Aufgabe 45.

Es gilt (Skript Seite 108-6):

$$x(t) = c_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t - \phi_0)$$

also:

$$x(t_0) = c_0 e^{-\delta t_0} \sin(\omega t_0)$$

$$x(t_0 + 5T) = c_0 e^{-\delta(t_0+5T)} \sin(\omega(t_0 + 5T)) = c_0 e^{-\delta(t_0+5T)} \sin(\omega t_0)$$

Für das Verhältnis gilt also:

$$\frac{x(t_0 + 5T)}{x(t_0)} = \frac{1}{2} = e^{-5\delta T}$$

somit

$$\delta = \frac{ln2}{5T} = 0.0462 \text{ s}^{-1}$$