Departement Physik
Universität Basel
Prof. M. Poggio / PD Dr. M. Calame
T. Meier / C. Drechsel
tobias.meier@unibas.ch
c.drechsel@unibas.ch
Büro 3.04
Tel.: 061 207 37 30
http://adam.unibas.ch

Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik I

für Studierende

der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 9 / 7. November 2017 **Lösungen**

Aufgabe 36. Für die Amplitude einer erzwungenen Schwingung gilt (Skript Seite 108-8:)

$$a_0(\omega) = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2\omega^2}}$$

Auch eine sehr kleine Kraft kann ein System in Schwingung versetzen, wenn die Anregungsfrequenz ω nahe bei der Eigenfrequenz liegt (und die Anregung mit der richtigen Phasenverschiebung erfolgt). Bei einer Kirchturmglocke (mathematisches Pendel) ist dies relativ einfach, weil die Frequenz der Schwingung (nicht des Tones) sehr klein ist und man intuitiv die Resonanzfrequenz und richtige Phase herausfindet.

Aufgabe 37. 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 38.
(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

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

(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 39.
(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.

Zusatzaufgabe.
(a) 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

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

(b) Bei maximaler Auslenkung ist die Momentangeschwindigkeit des Klotzes Null. Der Klotz ruht momentan, damit er sich wieder bewegt, muss die Haftreibung überwunden werden. Für immer kleiner werdende Auslenkungen ist die Haftreibung irgendwann einmal grösser als die Federkraft, und der Klotz bleibt am Boden kleben.

(c) Schmierseife verkleinert die Dämpfung δ. Weil $\omega^2 = \omega_0^2 - \delta^2$ ist, wird $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$ grösser, also die Schwingungsdauer T nimmt ab.