

Übungsaufgaben zum Modul B1:

Klassische Physik 2

Aufgabenblatt 9 — *Schwingungen 2*

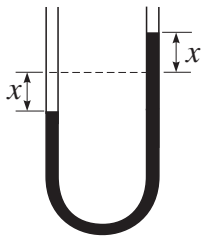
33 *Gedämpfte Schwingung*

Ein Federschwinger führt gedämpfte harmonische Schwingungen aus. Nach fünf vollen Perioden ist die Amplitude auf $1/10$ des Anfangswertes x_{m0} abgeklungen. Die Schwingungsdauer wird zu $T = 0,5$ s bestimmt. a) Wie groß sind logarithmisches Dekrement Λ und Abklingkonstante δ ? b) Wie groß ist die Amplitude x_{m10} nach 10 Schwingungsperioden?

(4 Punkte)

34 *Schwingfall, Kriechfall, aperiodischer Grenzfall*

(Bild) Gießt man Flüssigkeit (Dichte ρ) in ein U-Rohr, führt die Flüssigkeitssäule Schwingungen um die Gleichgewichtslage (Gleichstand der Flüssigkeitsoberfläche in beiden Schenkeln) aus, die infolge Reibung nach einer gewissen Zeit zum Stillstand kommen. Ist $2x$ der Höhenunterschied der Flüssigkeit in den beiden Schenkeln, so wirkt die zu $2x$ proportionale Gewichtskraft F_G der überstehenden Flüssigkeit als rücktreibende Kraft. Die Schwingungsdämpfung wird (laminare Strömung im Rohr vorausgesetzt) nach HAGEN-POISEUILLE durch die zur Geschwindigkeit $v = \dot{x}$ proportionale Reibungskraft $F_R = 8\pi\eta lv$ (l Länge der Flüssigkeitssäule, η Viskosität der Flüssigkeit) verursacht. Es sei $l = 20$ cm und der Rohrquerschnitt $A = 1,0$ cm². Man ermittle durch Vergleich der Bewegungsgleichung $m\ddot{x} + F_R + F_G = 0$ mit deren allgemeiner Form $\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$ die Eigenfrequenz ω_0 der ungedämpften Schwingung sowie a) für Wasser ($\rho = 1,0$ g/cm³; $\eta = 1,0$ mPas), b) Glycerin ($\rho = 1,26$ g/cm³; $\eta = 1600$ mPas), c) Speiseöl ($\rho = 0,92$ g/cm³; $\eta = 72,5$ mPas) die Abklingkonstante δ und die Kreisfrequenz der gedämpften Schwingung $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$! Diskutieren Sie den jeweils vorliegenden Dämpfungsfall!



Schwingung sowie a) für Wasser ($\rho = 1,0$ g/cm³; $\eta = 1,0$ mPas), b) Glycerin ($\rho = 1,26$ g/cm³; $\eta = 1600$ mPas), c) Speiseöl ($\rho = 0,92$ g/cm³; $\eta = 72,5$ mPas) die Abklingkonstante δ und die Kreisfrequenz der gedämpften Schwingung $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$! Diskutieren Sie den jeweils vorliegenden Dämpfungsfall!

(6 Punkte)

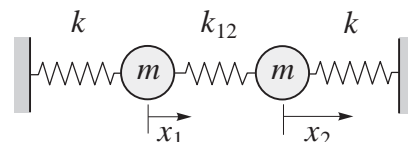
35 *Lissajous-Figur*

Durch Überlagerung der zueinander senkrechten Schwingungen $x(t) = x_m \sin \omega t$ und $y(t) = y_m \sin(\omega t + \Delta\varphi)$ entsteht eine elliptische Schwingung (LISSAJOUS-Figur). a) Man berechne deren Bahnkurve $y(x)$! b) Welche Figur ergibt sich für den Fall einer verschwindenden Phasendifferenz $\Delta\varphi = 0$?

(5 Punkte)

36 *Gekoppelte Schwingungen*

(Bild) Zwei benachbarte Wasserstoffatome (Masse $m = 1,673 \cdot 10^{-27}$ kg) sind Bestandteil einer komplexeren chemischen Verbindung. Die „Federkonstante“ der quasielastischen Bindung zwischen den H-Atomen beträgt $k_{12} = 0,028$ N/m, für die Bindungen zwischen H-Atom und angrenzenden (als starr angenommenen) Nachbaratomen $k = 0,034$ N/m. Gesucht sind die Fundamentalschwingungen des gekoppelten Systems.



(5 Punkte)