

Übungsaufgaben zum Modul B1:

**Klassische Physik 2**

Aufgabenblatt 9 — *Schwingungen 2*

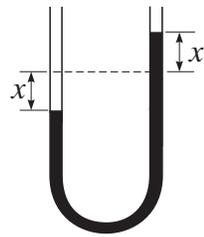
**33** *Gedämpfte Schwingung*

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  $\Lambda$  und Abklingkonstante  $\delta$ ? b) Wie groß ist die Amplitude  $x_{m10}$  nach 10 Schwingungsperioden?

(4 Punkte)

**34** *Schwingfall, Kriechfall, aperiodischer Grenzfall*

(Bild) Gießt man Flüssigkeit (Dichte  $\rho$ ) 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,  $\eta$  Viskosität der Flüssigkeit) verursacht. Es sei  $l = 20$  cm und der Rohrquerschnitt  $A = 1,0$  cm<sup>2</sup>. 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  $\omega_0$  der ungedämpften Schwingung sowie a) für Wasser ( $\rho = 1,0$  g/cm<sup>3</sup>;  $\eta = 1,0$  mPas), b) Glycerin ( $\rho = 1,26$  g/cm<sup>3</sup>;  $\eta = 1600$  mPas), c) Speiseöl ( $\rho = 0,92$  g/cm<sup>3</sup>;  $\eta = 72,5$  mPas) die Abklingkonstante  $\delta$  und die Kreisfrequenz der gedämpften Schwingung  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ ! Diskutieren Sie den jeweils vorliegenden Dämpfungsfall!



(6 Punkte)

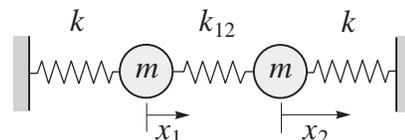
**35** *Lissajous-Figur*

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)