

Übungsaufgaben zum Modul B1:

**Klassische Physik 1**

Aufgabenblatt 9 — *Schwingungen*

**33** *Harmonische Schwingung*

Gesucht sind Amplitude  $x_m$  und Anfangsphase  $\varphi_0$  einer harmonischen Schwingung mit der Periodendauer  $T = 0,3$  s, deren schwingender Punkt eine maximale Beschleunigung von  $|a_m| = 57$  m/s<sup>2</sup> und zum Zeitpunkt null eine Auslenkung von  $x_0 = 92$  mm hat.

(4 Punkte)

**34** *Masse-Feder-Schwinger*

Ein Wagen fährt gegen die Pufferfedern eines Prellbocks. Der Stoßvorgang lässt sich als eine Viertelschwingung auffassen, deren maximale Geschwindigkeit  $v_1 = 4,5$  m/s gegeben und deren Amplitude  $x_1$  (maximale Stauchung der Federn) gesucht ist. a) Man ermittle  $x_1$  in Abhängigkeit von  $v_1$  aus der Bewegungsgleichung für die harmonische Schwingung mit  $\ddot{x} = -\beta x$ ! b) Wie lange dauert der Stoßvorgang, wenn  $\beta = 2 \cdot 10^3$  s<sup>-2</sup> ist?

(5 Punkte)

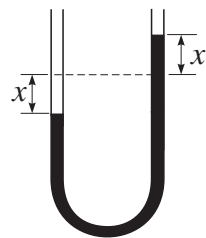
**35** *Gedämpfte Schwingung*

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?

(5 Punkte)

**36** *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>;  $\eta = 1,0$  mPa·s), b) Glycerin ( $\rho = 1,26$  g/cm<sup>3</sup>;  $\eta = 1600$  mPa·s), c) Speiseöl ( $\rho = 0,92$  g/cm<sup>3</sup>;  $\eta = 72,5$  mPa·s) die Abklingkonstante  $\delta$  und die Kreisfrequenz der gedämpften Schwingung  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ ! Diskutieren Sie den jeweils vorliegenden Dämpfungsfall!

(6 Punkte)