

Übungsaufgaben Physik II

Übungsserie 11*

Schwingungen

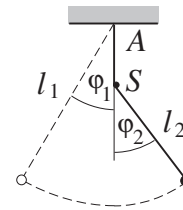
Pflichtaufgaben

14.1.28* (707)

Gesucht sind Amplitude x_m und Anfangsphase φ_0 einer harmonischen Schwingung mit der Periodendauer $T = 0,3$ s, deren schwingender Punkt eine maximale Beschleunigung von $a_m = \pm 57 \text{ m/s}^2$ und zum Zeitpunkt null eine Auslenkung von $x_0 = 92 \text{ mm}$ hat. [Gln. (33.3), (33.4), (3.15), (3.16)]

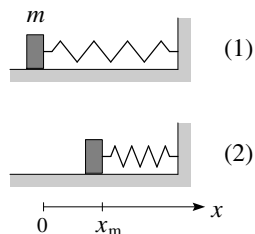
14.1.4** (683)

(Bild) Ein mathematisches Pendel hat eine Pendellänge von $l_1 = 1,44 \text{ m}$. a) Mit welcher Schwingungsdauer T_1 schwingt es? b) Nun wird senkrecht unter dem Aufhängepunkt A ein Stift S angebracht, an den sich der Pendelfaden beim Zurückschwingen anlegt (Pendelhemmung, s. Bild). Wie groß muss die Pendellänge l_2 sein, damit sich die Schwingungsdauer T' um $1/6$ gegenüber der vorherigen Schwingungsdauer T_1 verkleinert? c) Wie groß ist der maximale Auslenkungswinkel ϕ_2 beim Ausschwingen nach rechts, wenn er auf der linken Seite $\phi_1 = 4,5^\circ$ beträgt? [Gl. (33.17)]



14.1.7,5** (686,5[†])

(Bild) Am Ende einer horizontal angeordneten Feder befindet sich eine Metallplatte von $m = 0,1 \text{ kg}$ Masse. Die Feder wird, ausgehend von ihrer entspannten Ruhelage (1), um $x_m = 5 \text{ cm}$ zusammengedrückt (2) und danach losgelassen. Reibung und die Gewichtskraft von m werden vernachlässigt. a) Wie lautet die Bewegungsgleichung (Differentialgleichung) für die Masse m ? b) Wie groß ist die Federkonstante k , wenn die Platte harmonische Schwingungen mit der Periodendauer $T = 0,5 \text{ s}$ ausführt? c) Welche maximale Geschwindigkeit v_m und maximale Beschleunigung a_m erreicht die Platte während der Schwingungen? d) Skizzieren Sie die $x(t)$ -, $v(t)$ - und $a(t)$ -Diagramme! [Gln. (33.2), (33.7), (33.3)]



Kürprogramm

14.1.7** (686)

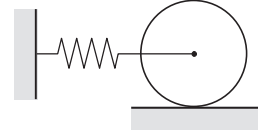
Ein Wagen fährt gegen die Pufferfedern eines Prellbocks. Der Stoßvorgang lässt sich als eine Viertelschwingung auffassen, deren maximale Geschwindigkeit $v_1 = 4,5 \text{ m/s}$ gegeben und deren Amplitude x_1 (maximale Stauchung der Federn) gesucht ist. Man ermittle x_1 aus der Gleichung $a = \ddot{x}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

*Die Aufgaben sind entnommen aus: H. STROPPE u. a.: *PHYSIK – Beispiele und Aufgaben*, 2. Aufl., Hanser München, 2020. In runden Klammern stehen die Aufgabennummern aus vorherigen Auflagen; in eckigen die zur Lösung benötigten Formeln aus der Formelsammlung. Die Anzahl der Sterne gibt den Schwierigkeitsgrad an: * leicht, ** mittel, *** schwer.

[†]Diese Aufgabe ist im erwähnten Buch nicht zu finden; sie ist aber den dortigen Aufgaben 14.1.7 und 14.1.8 sehr ähnlich.

14.1.8** (687)

(Bild) Um welchen Faktor unterscheidet sich die Eigenfrequenz des Feder-schwingers im Bild mit a) rollendem Vollzylinder (Massenträgheitsmoment bezüglich der Schwerpunktschwerachse $J_S = mr^2/2$), b) rollender Kugel ($J_S = 2mr^2/5$) von derjenigen eines Federschwingers mit gleicher Federkonstante und gleich großer, aber reibungsfrei gleitender Masse m ?



14.1.20** (699)

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

