

Zusatz-Aufgaben 1

Grundlagen der Schwingungslehre Ungedämpfte harmonische Schwingung

Lernziel

- die Zusammenhänge zwischen den Schwingungsgrössen sowie zwischen Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung für einfachere Berechnungen anwenden können.

Aufgaben

- 1.1 Ein Pendel führt in 2 Minuten 90 Schwingungen aus. Bestimmen Sie die Schwingungsdauer T und die Frequenz f der Schwingung.
- 1.2 Eine ungedämpfte Schwingung wird durch die folgende Gleichung beschrieben:
- $$x(t) = 4 \text{ cm} \cdot \sin(2/s \cdot t + \pi/3)$$
- a) Wie gross ist die Schwingungsdauer T ?
 - b) Wie gross ist die Auslenkung x zum Zeitpunkt $t = 3 \text{ s}$?
 - c) Welche Geschwindigkeit besitzt der schwingende Körper zum Zeitpunkt $t = 4 \text{ s}$?
 - d) Zeichnen Sie das x - t -Diagramm für ein Zeitintervall über zwei Periodenlängen.
- 1.3 Ein Körper der Masse 300 g schwingt ungedämpft an einer Feder mit der Amplitude $A = 12 \text{ cm}$ und der Periodendauer $T = 2 \text{ s}$. Zur Zeit $t = 0 \text{ s}$ befindet sich der Körper bei maximaler positiver Auslenkung, d.h. $x(0 \text{ s}) = 12 \text{ cm}$.
- a) Bestimmen Sie die Kreisfrequenz ω_0 des Schwingers.
 - b) Geben Sie die Gleichungen für den Ort $x(t)$, für die Geschwindigkeit $v(t) = \dot{x}(t)$ und die Beschleunigung $a(t) = \ddot{x}(t)$ an.
 - c) Wie gross ist die Geschwindigkeit v ...
 - i) ... beim ersten Durchgang durch die Gleichgewichtslage?
 - ii) ... bei der maximalen negativen Auslenkung?
 - d) Wie gross ist die Beschleunigung a ...
 - i) ... beim ersten Durchgang durch die Gleichgewichtslage?
 - ii) ... bei der maximalen negativen Auslenkung?
- 1.4 Berechnen Sie die Federkonstante D einer Feder, die durch einen angehängten Körper der Masse $m = 20 \text{ g}$ um $\Delta x = 10 \text{ cm}$ verlängert wird. Bestimmen Sie auch die Schwingungsdauer dieses Federschwingers. Verwenden Sie $g = 10 \text{ N/kg}$.
- 1.5 Welche Masse muss an eine Feder mit $D = 10 \text{ N/m}$ gehängt werden, damit der Federschwinger mit der Schwingungsdauer $T = \pi/2 \text{ s}$ schwingt?
- 1.6 Bestimmen Sie die Federkonstante D der Feder in der Aufgabe 1.3.

Lösungen

1.1 $T = 1.33 \text{ s}, f = 0.75 \text{ Hz}$

1.2 a) $T = \pi \text{ s} = 3.14 \text{ s}$

b) $x(3 \text{ s}) = 4 \text{ cm} \cdot \sin(2/\text{s} \cdot 3 \text{ s} + \pi/3) = 2.77 \text{ cm}$

c) $v(t) = \dot{x}(t) = 8 \text{ cm/s} \cdot \cos(2/\text{s} \cdot t + \pi/3)$
 $v(4 \text{ s}) = 8 \text{ cm/s} \cdot \cos(2/\text{s} \cdot 4 \text{ s} + \pi/3) = -7.44 \text{ cm/s}$

d) ...

1.3 a) $\omega_0 = \pi/\text{s}$

b) $x(t) = 0.12 \text{ m} \cdot \sin(\pi/\text{s} \cdot t + \pi/2)$
 $v(t) = 0.12\pi \text{ m/s} \cdot \cos(\pi/\text{s} \cdot t + \pi/2)$
 $a(t) = -0.12\pi^2 \text{ m/s}^2 \cdot \sin(\pi/\text{s} \cdot t + \pi/2)$

c) i) $v(0.5 \text{ s}) = -0.12\pi \text{ m/s} = -0.38 \text{ m/s}$
ii) $v(1 \text{ s}) = 0 \text{ m/s}$

d) i) $a(0.5 \text{ s}) = 0 \text{ m/s}^2$
ii) $a(1 \text{ s}) = 0.12\pi^2 \text{ m/s}^2 = 1.18 \text{ m/s}^2$

1.4 $D = 2 \text{ N/m}, T = 0.63 \text{ s}$

1.5 $m = 0.625 \text{ kg}$

1.6 $D = 2.96 \text{ N/m}$