

## 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 Berechnen Sie die Federkonstante  $D$  einer Feder, die durch einen angehängten Körper der Masse  $m = 20$  g um  $\Delta x = 10$  cm verlängert wird. Bestimmen Sie auch die Schwingungsdauer dieses Federschwingers. Verwenden Sie  $g = 10$  N/kg.
- 1.3 Welche Masse muss an eine Feder mit  $D = 10$  N/m gehängt werden, damit der Federschwinger mit der Schwingungsdauer  $T = \pi/2$  s schwingt?
- 1.4 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  $t = 3$  s?
  - c) Welche Geschwindigkeit besitzt der schwingende Körper zum Zeitpunkt  $t = 4$  s?
  - d) Zeichnen Sie das  $x$ - $t$ -Diagramm für zwei Periodenlängen.
- 1.5 Ein Körper der Masse 300 g schwingt ungedämpft an einer Feder mit der Amplitude  $A = 12$  cm und der Periodendauer  $T = 2$  s. Zur Zeit  $t = 0$  s befindet sich der Körper bei maximaler positiver Auslenkung, d.h.  $x(0 \text{ s}) = 12$  cm.
  - a) Bestimmen Sie die Kreisfrequenz  $\omega_0$  des Schwingers.
  - b) Bestimmen Sie die Federkonstante  $D$  der Feder.
  - c) 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.
  - d) Wie gross ist die Geschwindigkeit  $v$  ...
    - i) ... beim ersten Durchgang durch die Gleichgewichtslage?
    - ii) ... bei der maximalen negativen Auslenkung?
  - e) Wie gross ist die Beschleunigung  $a$  ...
    - i) ... beim ersten Durchgang durch die Gleichgewichtslage?
    - ii) ... bei der maximalen negativen Auslenkung?

## Lösungen

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

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

1.3  $m = 0.625 \text{ kg}$

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

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

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

d) ...

1.5 a)  $\omega_0 = \pi/s$

b)  $D = 2.96 \text{ N/m}$

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

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

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