

## Übung 6                      Schwingungen Schwingungsvorgänge, Harmonische Schwingung

### Lernziele

- den Zusammenhang zwischen der Schwingungsdauer und der Frequenz auswendig kennen und anwenden können.
- drei Schwingungsvorgänge aus dem Alltag und der Technik kennen.
- beurteilen können, ob ein physikalischer Vorgang eine Schwingung ist oder nicht.
- den Zusammenhang zwischen der Schwingung eines Federpendels und einer gleichförmigen Kreisbewegung verstehen.
- beurteilen können, ob eine Schwingung eine harmonische Schwingung ist oder nicht.
- den zeitlichen Verlauf von Auslenkung, Geschwindigkeit und Beschleunigung bei einer harmonischen Schwingung kennen.
- aus Simulationen an einem Modell neue Erkenntnisse gewinnen können.
- den Einfluss von Pendelmasse und Federkonstante auf die Periode der Schwingung eines Federpendels kennen.
- den Einfluss von Pendelmasse und Pendellänge auf die Periode der Schwingung eines Fadenpendels kennen.

### Aufgaben

#### Schwingungsvorgänge

1. Das Pendel einer Wanduhr macht in 2 Minuten 150 Schwingungen.
  - a) Bestimmen Sie die Periodendauer und die Frequenz des Pendels.
  - b) Wie viele Schwingungen macht das Pendel in einem Jahr?
2. Zwei Pendel mit den Schwingungsdauern  $T_1 = 1.5$  s und  $T_2 = 1.6$  s starten gleichzeitig aus der Ruhelage. Nach welcher Zeit gehen beide wieder genau gleichzeitig durch die Ruhelage? Wieviele Schwingungen hat jedes Pendel in dieser Zeit gemacht?
3. Nennen Sie drei Schwingungsvorgänge aus dem Alltag und der Technik.
4. Nennen Sie drei physikalische Vorgänge, die zwar periodisch, jedoch keine Schwingungen sind.

#### Harmonische Schwingung

5. Im Unterricht wurde der Zusammenhang zwischen der Schwingung eines Federpendels und einer gleichförmigen Kreisbewegung aufgezeigt. Lösen Sie mit Hilfe des Blattes "Schwingung Federpendel Gleichförmige Kreisbewegung" die folgenden Teilaufgaben:
  - a) Drücken Sie die Auslenkung  $y$  durch die Amplitude  $\hat{y}$  und den Winkel  $\varphi$  aus.
  - b) Geben Sie den seit Beginn ( $t = 0$ ) überstrichenen Winkel  $\varphi$  in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und der Zeit  $t$  an.
  - c) Drücken Sie mit Hilfe der Resultate aus a) und b) die Auslenkung  $y$  des Federpendels in Abhängigkeit der Amplitude  $\hat{y}$ , der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und der Zeit  $t$  aus.
  - d) Betrachten Sie die Auslenkung  $y$  als Funktion der Zeit  $t$ , d.h.  $y = y(t)$ . Skizzieren Sie den Grafen der Funktion  $y = y(t)$  in einem  $y$ - $t$ -Diagramm. Beschriften Sie dabei die Koordinatenachsen so, dass man aus dem Diagramm die unter c) formulierte Beziehung herauslesen kann.
  - e) Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und der Frequenz  $f$  an.

6. Beurteilen Sie, ob die Schwingung eines Fadenpendels eine harmonische Schwingung ist. Prüfen Sie also nach, ob die am Pendelkörper angreifende rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung des Pendelkörpers ist oder nicht.

7. **Federpendel am LabView**

Im Physik-Praktikumsraum L26 ist ein Federpendel aufgebaut.

Mit Hilfe eines Bewegungsmesswandlers und des Computer-Programmes *LabView* können die Auslenkung  $s = y$ , die Geschwindigkeit  $v$  und die Beschleunigung  $a$  des Pendelkörpers erfasst und grafisch als Funktion der Zeit  $t$  dargestellt werden.

- a) Zeichnen Sie die Auslenkung  $s$ , die Geschwindigkeit  $v$  und die Beschleunigung  $a$  des Federpendels auf:
- Öffnen Sie auf dem Computer die *LabView*-Datei "Federpendel.vi" im Ordner "Physik mit LabView".
  - Stossen Sie das Federpendel an.
  - Starten Sie die Aufzeichnung mit dem Befehl "Run" unter "Operate".
  - Beenden Sie die Aufzeichnung mit dem STOP-Button.
- b) Stellen Sie fest, dass die Auslenkung  $s$  sinus-förmig ist.
- c) Vergleichen Sie den zeitlichen Verlauf der Geschwindigkeit  $v$  und der Beschleunigung  $a$  mit dem zeitlichen Verlauf der Auslenkung  $s$ .
- Von welchem Funktionstyp sind  $v$  und  $a$ ?
  - Wie gross sind die Frequenzen von  $v$  und  $a$ ?
  - Um welche Zeitspannen sind  $s$ ,  $v$  und  $a$  zueinander versetzt?
  - Wie ist die gegenseitige Lage von Nulldurchgängen und Maximalwerten?

8. **Java-Applets**

Konsultieren Sie die nachfolgenden Java-Applets zur harmonischen Schwingung. Links zu den beiden Internetquellen finden Sie unter <http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer> Physik Unterlagen (...)

- a) Harmonische Schwingung - Gleichförmige Kreisbewegung  
(<http://we1x01.physik.uni-wuerzburg.de/~pkrahmer/ntnujava/shm/shm.html>)  
Stellen Sie fest:  
Die Geschwindigkeit eines Körpers, welcher eine harmonische Schwingung ausführt, kann aufgefasst werden als Projektion der Geschwindigkeit eines Körpers, welcher eine gleichförmige Kreisbewegung ausführt.
- b) Federpendel  
(<http://www.zum.de/ma/fendt/phd/federpendel.htm>)  
Untersuchen Sie den Einfluss der Federkonstanten  $D$  und der Pendelmasse  $m$  auf die Periode  $T$  der Schwingung.
- c) Fadenpendel  
(<http://www.zum.de/ma/fendt/phd/fadenpendel.htm>)  
Untersuchen Sie den Einfluss der Pendellänge  $l$  und der Pendelmasse  $m$  auf die Periode  $T$  der Schwingung.

### Lösungen

1. a)  $T = 0.8 \text{ s}$ ,  $f = 1.25 \text{ Hz}$   
b)  $39.4 \cdot 10^6$  Schwingungen pro Jahr
2.  $n_1 T_1 = n_2 T_2 =: T$  ( $n_1, n_2 \in \mathbb{N}$ )  
 $n_1 = 16$ ,  $n_2 = 15$ ,  $T = 24 \text{ s}$
3. ...
4. ...
5. a)  $y = \hat{y} \sin(\omega t)$   
b)  $\omega = 2\pi f$   
c)  $y = \hat{y} \sin(2\pi f t)$   
d) ...  
e)  $\omega = 2\pi f$
6. ...
7. ...
8. a) ...  
b)  $T \sim \sqrt{\frac{m}{D}}$   
c)  $T \sim \sqrt{l}$   
 $T$  unabhängig von  $m$