

# Die Bewegung des Federpendels - S. 34+35

Der Text der Box „Die Bewegung des Federpendels“ wird hier noch einmal ausführlich in einzelnen Schritten behandelt, damit er einfacher verständlich wird. Um den Text gut zu verstehen sind einige physikalische Fachbegriffe und Gesetze nötig. Schlage die folgenden Begriffe und Gesetze noch einmal nach und beschreibe diese in deinen eigenen Worten:

Hooke'sches Gesetz: \_\_\_\_\_

Winkelgeschwindigkeit: \_\_\_\_\_

Federkonstante: \_\_\_\_\_

Frequenz: \_\_\_\_\_

Zentripetalbeschleunigung: \_\_\_\_\_

Lies dir danach den nachfolgenden Text durch und markiere die für dich wichtigsten mathematischen Schritte im Text. Notiere dir auch alle notwendigen Informationen, die du brauchst, um die einzelnen Schritte zu verstehen.

## Experiment:

An einer drehenden Scheibe ist ein Korkstück P befestigt. Eine Lampe wirft den Schatten dieses Korkstücks auf eine Wand. Dieser Schatten schwingt auf und ab — genauso wie eine Masse an einer Feder (ein Federpendel). Das zeigt: Kreisbewegung und die Auf-und-ab-Bewegung eines Federpendels hängen zusammen. Gehen wir die einzelnen Schritte langsam gemeinsam durch

### 1) Grundgleichung für das Federpendel (Hooke'sche-Gesetz in Bewegungsschreibweise):

Für eine Masse  $m$  an einer Feder mit Federkonstante  $k$  gilt:

$$m \cdot a(t) = -k \cdot y(t)$$

- $m$  = Masse
- $a(t)$  = Beschleunigung zur Zeit  $t$
- $k$  = Federkonstante (wie „hart“ die Feder ist)
- $y(t)$  = Auslenkung (wie weit die Masse von der Ruheposition weg ist)
- Das Minuszeichen bedeutet: die Beschleunigung zeigt **in die entgegengesetzte Richtung** zur Auslenkung — die Feder zieht die Masse zurück (Rückstellkraft).

Daraus schreibt man die Beschleunigung so:

$$a(t) = -\frac{k}{m} \cdot y(t)$$

Die Beschleunigung hängt also von der Auslenkung ab (ist proportional zu  $-y(t)$ ) und ist nicht konstant.

### 2) Kreisbewegung des Korkstücks P (Verbindung zum Experiment)

Das Korkstück bewegt sich gleichförmig auf einem Kreis. In der Zeit  $T$  hat es den gesamten Umfang zurückgelegt, für  $\varphi$  benötigt er die Zeit  $t$ .

$$\varphi = \frac{2\pi \cdot t}{T} = \omega \cdot t$$

- $T$  = Umlaufzeit (Zeit für eine ganze Runde)
- $\omega$  = Winkelgeschwindigkeit =  $\frac{2\pi}{T}$

Die Position des Punktes P in  $y$ -Richtung (seine Projektion, also der Schatten) ist eine Sinus-Funktion:

$$y_P(t) = y_0 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot t}{T}\right) = y_0 \cdot \sin(\omega t)$$

- $y_0$  = maximale Auslenkung (Amplitude)

### 3) Beschleunigung bei Kreisbewegung (Zentripetalbeschleunigung)

Die Zentripetalbeschleunigung eines Körpers auf einer Kreisbahn hat den Betrag

$$a = \frac{v^2}{r} = -\omega^2 \cdot r$$

Die y-Komponente dieser Beschleunigung (also das, was die Projektion auf der Wand bewegt) lautet:

$$a_y = -\omega^2 \cdot r \cdot \sin(\omega t) = -\omega^2 \cdot y_0 \cdot \sin(\omega t) = -\omega^2 \cdot y(t)$$

Das hat genau die Form wie bei dem Federpendel. Beschleunigung ist:  $- \text{Konstante} \cdot y(t)$ .

### 4) Gleichsetzen der beiden Ausdrücke für a(t)

Beim Federpendel hatten wir:

$$a(t) = -\frac{k}{m} \cdot y(t)$$

Bei der Kreisprojektion steht:

$$a(t) = -\omega^2 \cdot y(t)$$

Weil beide Formen gleich aussehen (beide haben die Form:  $- \text{Konstante} \cdot y(t)$ ), können wir die Konstanten gleichsetzen:

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

### 5) Schwingungsdauer T finden

Wir wissen:  $\omega = 2\pi \cdot T \rightarrow$  Also

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{k}{m}$$

Nach  $T$  auflösen:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Das ist die bekannte Formel für die Schwingungsdauer eines Federpendels:

Je größer die Masse  $m$ , desto länger die Periode  $T$ . Je stärker die Feder (größeres  $k$ ), desto kürzer die Periode.

Der folgende Lückentext ist eine kurze Zusammenfassung. Ergänze die fehlenden Wörter:

Die Beschleunigung des \_\_\_\_\_ zeigt immer zurück zur Mitte (deshalb \_\_\_\_\_).  
Im Experiment zeigt die Projektion der Kreisbewegung genau das gleiche Beschleunigungs-Verhalten wie ein \_\_\_\_\_. Deshalb gelten dieselben Formeln, und daraus folgt die Formel  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

**Vorschläge:** Pluszeichen, Federpendel, Pendelkörpers, Fadenpendel, Autos, Minuszeichen