

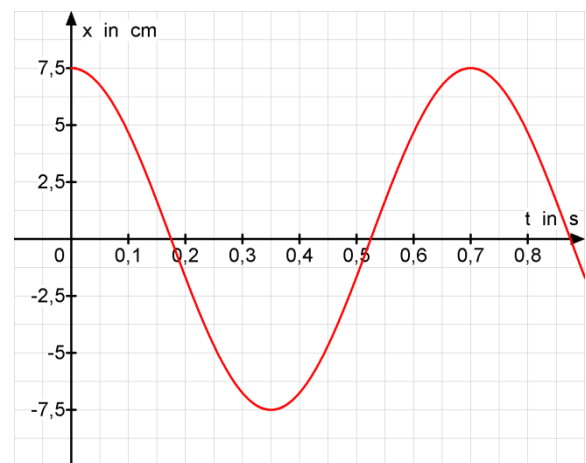
## Physik \* Jahrgangsstufe 10 \* Harmonische Schwingung \* Aufgaben

- An einer Feder mit der Federhärte 20 N/m hängt eine Kugel der Masse 100g. Die Kugel wird um 10cm nach „unten“ ausgelenkt und dann losgelassen. Reibungseffekte sollen zunächst vernachlässigt werden.
  - Berechnen Sie die Schwingungsdauer der auftretenden harmonischen Schwingung und geben Sie für die Kugel die Ortsfunktion  $x(t)$  an.
  - Bestimmen Sie die maximale Geschwindigkeit und die maximale Beschleunigung der Kugel und geben Sie dann die Geschwindigkeit  $v(t)$  und die Beschleunigung  $a(t)$  der Kugel in Abhängigkeit von der Zeit an.

Pro Schwingungsdauer gehen etwa 5,0% der mechanischen Energie auf Grund von Reibungseffekten verloren.

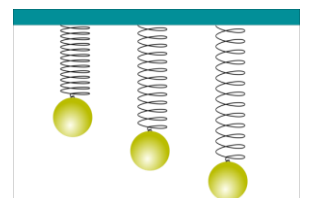
- Bestimmen Sie die Abnahme der Amplitude pro Schwingungsdauer! Wie groß ist die Amplitude nach 10 Sekunden?
- Eine Kugel unbekannter Masse wird an eine Feder unbekannter Federhärte angehängt. Die Feder dehnt sich dabei um 20cm.
    - Zeigen Sie, dass die Kugel mit einer Schwingungsdauer von 0,90s schwingen kann. Nun lenkt man die Kugel aus ihrer Ruhelage um weitere 20cm nach unten aus.
    - Mit welcher Maximalgeschwindigkeit bewegt sich die Kugel dann durch die Ruhelage?
  - Eine Kugel der Masse 200g wird an einer Feder befestigt und dabei mit der Hand gehalten, so dass die Feder unbelastet bleibt. Lässt man dann die Kugel los, so schwingt sie mit einer Amplitude von 8,0cm. Bestimmen Sie die Federhärte, die Schwingungsdauer und die Maximalgeschwindigkeit der Kugel beim Durchgang durch die Ruhelage.

- Das  $t - x$  - Diagramm zeigt die Schwingung eines Federpendels. Die Federhärte beträgt dabei 8,0 N/m.
  - Geben Sie die Ortsfunktion  $x(t)$  an.
  - Bestimmen Sie die am Federpendel hängende Masse  $m$ .
  - Welche maximale Geschwindigkeit erreicht diese Masse beim Schwingen?

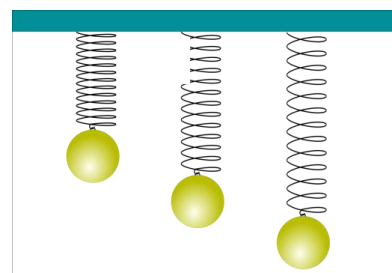


**Merke:** Für eine harmonische Schwingung mit dem Kraftgesetz  $F = -k \cdot x$  gilt

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{und} \quad v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x_{\max} \quad \text{und} \quad a_{\max} = \frac{k}{m} \cdot x_{\max}$$



# Physik \* Jahrgangsstufe 10 \* Harmonische Schwingung \* Aufgaben Lösungen



$$1. \ a) \ T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,10\text{kg}}{20\text{N/m}}} = 0,444\text{s}$$

$$x(t) = -0,10\text{m} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \approx -0,10\text{m} \cdot \cos\left(\frac{14,14}{\text{s}} \cdot t\right)$$

$$b) \ v_{\max} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot x_{\max} = \sqrt{\frac{20\text{N/m}}{0,10\text{kg}}} \cdot 0,10\text{m} = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_{\max} = \frac{D}{m} \cdot x_{\max} = \frac{20\text{N/m}}{0,10\text{kg}} \cdot 0,10\text{m} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \quad v(t) = v_{\max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \approx 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin\left(\frac{14,14}{\text{s}} \cdot t\right)$$

$$a(t) = a_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \approx 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos\left(\frac{14,14}{\text{s}} \cdot t\right)$$

$$c) \ \frac{1}{2}D(x_{\max,2})^2 = 0,95 \cdot \frac{1}{2}D(x_{\max,1})^2 \Rightarrow x_{\max,2} = \sqrt{0,95} \cdot x_{\max,1} \approx 0,975 \cdot x_{\max,1}$$

Pro Schwingungsdauer nimmt die Amplitude etwa um 2,5% ab.

$$10\text{s} = \frac{10\text{s}}{T} \cdot T \approx 23T; \quad x_{\max}(10\text{s}) \approx (0,975)^{23} \cdot x_{\max,1} = 5,6\text{cm}$$

$$2. \ a) \ m \cdot g = D \cdot \Delta x \Rightarrow \frac{m}{D} = \frac{\Delta x}{g} = \frac{0,20\text{m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{und damit} \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,20\text{m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 0,90\text{s}$$

$$b) \ v_{\max} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot x_{\max} = \sqrt{\frac{9,81\text{m/s}^2}{0,20\text{m}}} \cdot 0,20\text{m} = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3. Eine Schwingungsamplitude von  $x_{\max} = 8,0\text{cm}$  bedeutet, dass beim Anhängen der Masse an die Feder diese um genau  $8,0\text{cm}$  gedehnt wird.

$$\text{Wegen } m \cdot g = D \cdot \Delta x \Rightarrow D = \frac{m \cdot g}{\Delta x} = \frac{0,200\text{kg} \cdot 9,81\text{N/kg}}{0,080\text{m}} = 24,52 \dots \frac{\text{N}}{\text{m}} \approx 25 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,20\text{kg}}{24,5\text{N/m}}} = 0,57\text{s} \quad \text{und}$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot x_{\max} = \sqrt{\frac{24,5\text{N/m}}{0,200\text{kg}}} \cdot 0,080\text{m} = 0,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$4. \ a) \ x(t) = 7,5\text{cm} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{0,70\text{s}} \cdot t\right)$$

$$b) \ T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot D = \frac{(0,7\text{s})^2 \cdot 8,0\text{N/m}}{4\pi^2} = 0,10\text{kg}$$

$$c) \ v_{\max} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot x_{\max} = \sqrt{\frac{8,0\text{N/m}}{0,10\text{kg}}} \cdot 0,075\text{m} = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$