

0.0.1 Mechanische Schwingungen

Grundgrößen

- Schwingungsdauer T (Periode)
- Frequenz f :
Quotient aus der Anzahl der Schwingungen n und der dafür benötigten Zeit t
 $f = \frac{n}{t}$;
Speziell für $n = 1$; $\Rightarrow f = \frac{1}{T}$;
Einheit: $1\text{s}^{-1} = 1\text{Hz}$ (HEINZ, err, HERTZ)
- Momentane Auslenkung oder Elongation $y(t)$:
Zeitabhängig, Abstand des Körpers von der Ruhelage
Am Gleichgewichtspunkt ist $y = 0$;
- Amplitude A : Maximale Elongation ($A > 0$)
- Die **Rückstellkraft** F ist diejenige Kraft, die auf den ausgelenkten Körper in Richtung der Ruhelage wirkt.

Gleichförmige Kreisbewegung und harmonische Schwingung

Es gilt:

$$\left. \begin{array}{l} y(t) = A \cdot \varphi; \\ \varphi = \omega t; \end{array} \right\} \Rightarrow y(t) = A \cdot \sin \omega t; \Rightarrow y(t) = A \cdot \sin(2\pi \frac{t}{T});$$

Die Schattenprojektor der Kreisbewegung führt eine **Sinusschwingung** aus. Man nennt periodische Sinusschwingungen auch **harmonische Schwingungen**.

Eigenschaften harmonischer Schwingungen

- Weg-Zeit-Funktion: $y(t) = A \cdot \sin \omega t$;
- Geschwindigkeit-Zeit-Funktion: $v(t) = \dot{y}(t) = A\omega \cdot \cos \omega t$;

- **Beschleunigung-Zeit-Funktion:** $a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{y}(t) = -A\omega^2 \cdot \sin \omega t$;
Folgerung: $\ddot{y}(t) = -\omega^2 \cdot y(t)$;
 $a(t) = -\omega^2 \cdot y(t)$; $\Rightarrow a(t) \sim y(t)$! (Direkte Proportionalität)

Bei harmonischen Schwingungen ist die Beschleunigung proportional zur Auslenkung.

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

Nach Newton ($F = ma$)

$$F(t) = ma(t) = -m\omega^2 \cdot y(t); \text{ (Rückstellkraft)}$$

Federgesetz (Hooksches Gesetz): $F = -Dy$

$$\Rightarrow \text{Für Federn gilt: } D = m\omega^2;$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \Rightarrow D = m\frac{4\pi^2}{T^2}; \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}; \text{ (Schwingungsdauer der Feder-schwingung)}$$

Harmonische Schwingungen erkennt man an einem linearen Kraftgesetz, die Rückstellkraft ist proportional zur Auslenkung.

[Überprüfung der Formel im Experiment (stimmt T der „Wirklichkeit“ mit dem berechneten Wert überein?)]

[Antwort: Ja, natürlich. »;)<]

Das Fadenpendel

Auslenkung: Bogenstück y

$$y = \alpha l;$$

$$F_R = F_G \cdot \sin \alpha = mg \cdot \sin \alpha; \text{ (Rückstellkraft)}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_R}{G}; \Rightarrow F_R = mg \cdot \sin \frac{y}{l}; \text{ (Kein lineares Kraftgesetz!)}$$

Aber: Für kleine Auslenkwinkel α gilt $\sin \alpha \approx \alpha$.

\Rightarrow Für kleine α gilt näherungsweise:

$$F_R = mg\frac{y}{l}; \text{ (Lineares Kraftgesetz)}$$

(Spiralfeder: $F_R = Dy$;))

$$F_R = kg \text{ mit } k = \frac{mg}{l} \text{ mit } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}};$$

$$\Rightarrow \text{Schwingungsdauer } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi\sqrt{\frac{ml}{mg}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}};$$