<u>Physik für B-TI</u> – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow

6. SU

Periodische Bewegung: Kreisbewegung und Schwingungen

Eine Schwingung zeigt einige Ähnlichkeiten mit der ebenen Kreisbewegung, z.B. sind beide Bewegungen an den Ort gebunden: die Kreisbewegung an den Kreismittelpunkt, die Schwingung an ihre sogenannte Ruhelage.

Kreisbewegung

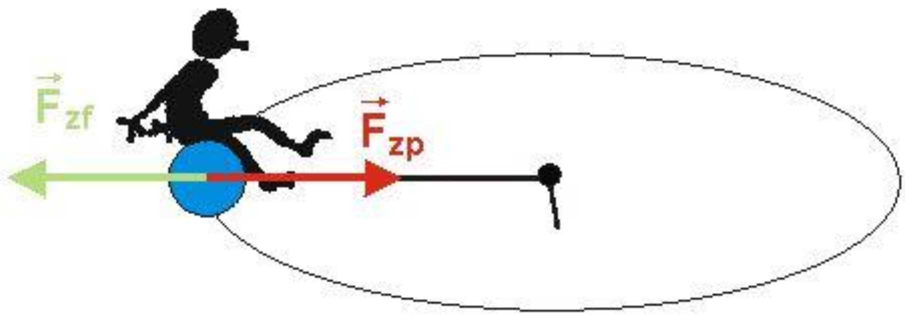
Beschreibung durch die zeitliche Abhängigkeit des:

- Ortsvektor $\vec{r} = \vec{r}(t)$
- Geschwindigkeitsvektor $\vec{v} = \vec{v}(t)$
- Beschleunigungsvektor $\vec{a} = \vec{a}(t)$

Siehe dazu angehängte Tabelle:
Analogie geradlinige Bewegung (Translation) und Drehbewegung (Rotation)

Kräfte, die auf einen Gegenstand auf einer Kreisbahn wirken und diesen auf einer Kreisbahn halten sind:

- Radialkraft oder auch Zentripetalkraft $\mathbf{F_{zp}}$ genannt
- Fliehkraft oder auch Zentrifugalkraft $\mathbf{F_{zf}}$ genannt.



Quelle: leifi Physik: Kreisbewegung

Für den Federschwinger bitte diesesSimulationprogramm ansehen: phet
https://phet.colorado.edu/de/simulation/masses-and-springs

Schwingungen

Schwingung ist eine periodische Veränderung einer physikalischen Größe an einem Ort.

<u>Physik für B-TI</u> – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow

2. MECHANIK

Schwingungen

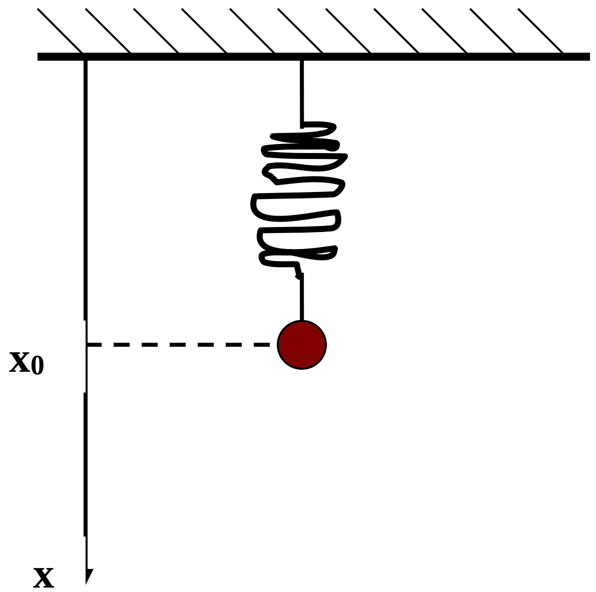
Schwingung ist eine periodische Veränderung einer physikalischen Größe an einem Ort.

Harmonischer Oszillator

- Oszillator führt Schwingungen (periodische Änderung einer physikalischen Größe) aus;
- Harmonische Oszillatoren: Schwingungen lassen sich mit einer Sinus- oder Kosinusfunktion beschreiben

z.B. Federschwinger: Federkraft $F_D = -D\,(x - x_0)$,

D: Federkonstante,
x: Auslenkung,
x_0: Ruhelage



Bewegungsgleichung: $F_D = m\,a = m\ddot{x} = m\dfrac{d^2x}{dt^2}$

(!ohne Berücksichtigung der Schwerkraft!)

Differentialgleichung:

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{D}{m}(x - x_0) = 0}$$

Lösung der Differentialgleichung:

$$\boxed{x(t) = x_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)}$$

mit x_0: Anfangsauslenkung oder Amplitude
φ_0: Anfangsphase als Konstanten
ω_0: Kreisfrequenz

$$\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}}$$

Schwingungsdauer T: $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$

T = 1/f, mit f: Frequenz

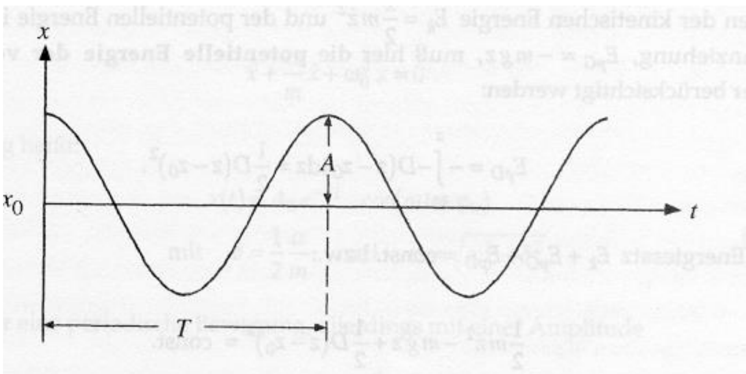


Fig: zeitlicher Verlauf der Auslenkung einer harmonischen Schwingung ohne Dämpfung

<u>Gedämpfte Schwingungen:</u> zeitliche Abnahme der Amplitude

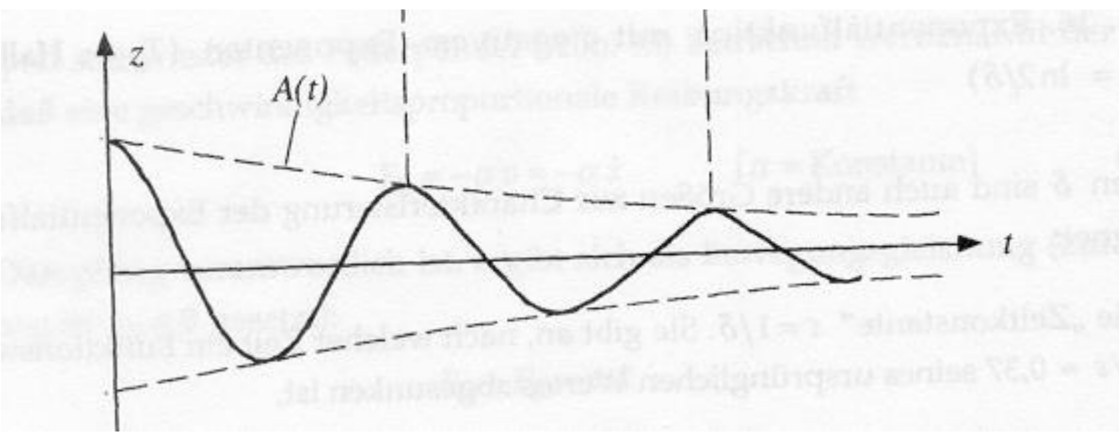


Fig: zeitlicher Verlauf der Auslenkung einer gedämpften harmonischen Schwingung

z. B. Federschwinger: Annahme - Dämpfung durch eine Reibungskraft – $F_R = -\alpha v$
mit α Reibungskoeffizient

Bewegungsgleichung: $F_R + F_D = m\,a = m\ddot{x}$

Differentialgleichung:

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{\alpha}{m}\dot{x} + \frac{D}{m}x = 0}$$

mit $\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$ → der Kreisfrequenz der ungedämpften Schwingung, ergibt sich die Diffentialgleichung:

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{\alpha}{m}\dot{x} + \omega_0^2 x = 0}$$

Lösung der Differentialgleichung:

$$\boxed{x(t) = A_0 e^{-\tau t}\cos(\omega t + \varphi_0)}$$

mit $\tau = \frac{1}{2}\frac{\alpha}{m}$ Dämpfungszeit und der Kreisfrequenz $\omega = \sqrt{\omega_0 - \tau^2}$, eine periodische Bewegung mit der gedämpfte Amplitude: $A(t) = A_0 e^{-\tau t}$

Siehe auch Tabelle: Vergleich von verschiedenen Oszillatoren (schwingungsfähigen Systemen).

Überlagerungen von Schwingungen: Interferenz

An Orten, wo sie sich verstärken, herrscht konstruktive Interferenz.
An Orten, wo sich die Wellen dabei gegenseitig auslöschen, herrscht destruktive Interferenz.

- konstruktive Interferenz entspricht einer Verstärkung
- destruktive Interferenz entspricht einer Auslöschung