

# 1. Kreisbewegung mit konstanter Winkelbeschleunigung

Die grundlegenden Gleichungen lauten:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad \omega(t) = \omega_0 + \alpha t \quad v = \omega r \quad \Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \quad \varphi_{\text{end}} = \varphi_{\text{start}} + \Delta\varphi$$

set fill: luma(95%) set inset: 6pt set radius: 4pt set stroke: 0.5pt + luma(70%) text

---

# 2. Zwei-Massen-System auf schiefer Ebene

Kräfte auf Masse  $m_1$ :

$$F_g = m_1 g \sin(\alpha) \quad F_r = \mu m_1 g \cos(\alpha)$$

Kräfte auf Masse  $m_2$ :

$$F_g = m_2 g$$

Die Bewegungsgleichung:

$$m_2 g - (m_1 g \sin(\alpha) + \mu m_1 g \cos(\alpha)) = (m_1 + m_2) a$$

Daraus folgt die Beschleunigung:

$$a = \frac{m_2 g - m_1 g (\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))}{m_1 + m_2}$$

set fill: luma(95%) set inset: 6pt set radius: 4pt set stroke: 0.5pt + luma(70%) text

---

# 3. Feder-Masse-System mit Dämpfung

$$k = \frac{F}{\Delta x} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \omega_d = 2\pi f_d$$

Viskose Dämpfung:

$$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \left(\frac{c}{2m}\right)^2}$$

set fill: luma(95%) set inset: 6pt set radius: 4pt set stroke: 0.5pt + luma(70%) text

---

# 4. Proton im elektrischen Feld

## 4.1. Beschleunigung durch eine Spannung

$$v_x = \sqrt{2q \frac{U_B}{m}}$$

## 4.2. Flugzeit im Kondensator

$$t = \frac{L}{v_x}$$

## 4.3. Beschleunigung im Feld

$$a_y = \frac{qE}{m}$$

$$v_y = a_y t$$

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2$$

set fill: luma(95%) set inset: 6pt set radius: 4pt set stroke: 0.5pt + luma(70%) text

---

## 5. Elektromagnetische Welle

Zusammenhang der Felder:

$$H = \frac{E}{Z}$$

Intensität (mittlere Leistung pro Fläche, RMS-Werte):

$$I = \frac{E_{\text{eff}}^2}{Z}$$

set fill: luma(95%) set inset: 6pt set radius: 4pt set stroke: 0.5pt + luma(70%) text

---

## 6. Dipol und Wellenausbreitung

Im Vakuum:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$l = \frac{\lambda}{2}$$

Im Medium:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda' = \frac{v}{f}$$

$$l' = \frac{\lambda'}{2}$$

set fill: luma(95%) set inset: 6pt set radius: 4pt set stroke: 0.5pt + luma(70%) text

---

**Ende der Formelsammlung**