

Physikalische Formeln*

von Christian Koch

1 Mechanik

1.1 eindimensionale Bewegungen

gleichmäßige Bewegung:

$$v = \frac{s}{t}$$

gleichmäßig beschleunigte Bewegung:

$$v = a \cdot t$$
$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Allgemeines:

$$F = m \cdot a$$
$$p = m \cdot v$$
$$F_{Gravitation} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$
$$W_{kin} = \frac{1}{2} \cdot mv^2$$
$$W_{pot} = m \cdot g \cdot h$$
$$W_{pot_{Grav.}} = -G \cdot \frac{m_1 m_2}{r}$$

Gravitationskonstante $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$

1.2 Drehbewegungen

Drehmoment:

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Drehimpuls:

$$\vec{L} = m \cdot \vec{r} \times \vec{v}$$

*Hinweise auf Fehler bzw. Verbesserungsvorschläge bitte an: chri.koch@gmx.de

Trägheitsmoment:

$$I = \int r^2 dm$$

Steiner'scher Satz (Trägheitsmoment):

$$I = I_{\text{Massenmittelpunkt}} + m_{\text{ges}} h^2$$

Zentrifugalkraft:

$$F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

3. Kepler'sches Gesetz:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot m} \cdot r^3 = \frac{4\pi^2}{g \cdot r_{\text{Erde}}^2} \cdot r^3$$

T=Umlaufzeit, m=Erdmasse (bzw. Masse des Körpers, um den der Satellit kreist),
g=Erdbeschleunigung, r=Abstand zum Erdmittelpunkt

Allgemeines:

$$\omega = \frac{v_{\text{Rand}}}{r}$$

$$W_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \cdot I \omega^2$$

2 Elektrizität

$$R = \frac{U}{I}$$

$$P = U \cdot I$$

$$W_{\text{kin}} = Q \cdot U_{\text{Beschleunigungsspannung}}$$

Coulomb-Gesetz:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Potential einer Punktladung:

$$\Phi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

Elektrische Feldstärke:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

$$E = \frac{F}{Q}$$

2.1 Kondensatoren:

$$\begin{aligned}C &= \frac{Q}{U} \\C &= \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d} \\W &= \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \\E &= \frac{U}{d}\end{aligned}$$

Reihenschaltung:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Parallelschaltung:

$$C = C_1 + C_2$$

2.2 Widerstände

Reihenschaltung:

$$R = R_1 + R_2$$

Parallelschaltung:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

2.3 Wechselstromkreise

Sind ohmscher, kapazitiver und induktiver Widerstand in Reihe geschaltet, ergibt sich für den Ersatzwiderstand (Impedanz):

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

3 Magnetismus

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

lange Spule:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

N=Windungszahl der Spule, l=Länge der Spule, I=Stromstärke

langer Leiter:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi r}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot LI^2$$

$$U = -L\dot{I}$$

4 Optik

g = Gegenstandsweite

b = Bildweite

f = Brennweite

B = Bildgröße

G = Gegenstandsgröße

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{B}{G} = -\frac{b}{g}$$

4.1 Doppelspalt

$$x = n \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d}$$
$$l \cdot \sin\alpha = n \cdot \lambda$$

x=Abstand der Maxima vom Hauptmaximum (Mitte), n=ganze Zahl, λ =Wellenlänge, d=Spaltabstand, l=Entfernung zum Schirm

Die zusätzlichen Spalte bei einem Gitter führen zu schärfer ausgeprägten Maxima. Zwischen 2 Maxima ergeben sich $z - 2$ Nebenmaxima. (z=Anzahl der Spalte im Gitter)

4.2 Einzelspalt

$$a \cdot \sin\alpha = n \cdot \lambda$$

a=Spaltbreite, Für $n \neq 0$ ergibt die Formel die Position der **Minima**.

5 Thermodynamik

$$\begin{aligned}T_{Kelvin} &= T_{Celsius} + 273,15K \\W &= \frac{\#Freiheitsgrade}{2} kT \\pV &= \mu RT = \mu N_A kT \\R &= N_A k \\ \bar{v} &= \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m_{Molekül}}}\end{aligned}$$

μ =#Mol, $R=8,314 \frac{J}{Mol \cdot K}$, N_A =Avogadrozahl ($=6 \cdot 10^{23}$),
 k =Boltzmannkonstante ($=1,38 \cdot 10^{-23}$)

6 Wellen, Schwingungen

$$\begin{aligned}A(r, t) &= A_0(r) \cdot \sin(\omega t - kr) \\ &= A_0(r) \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} r\right)\end{aligned}$$

Kreiswelle:

$$A(r, t) = A_0(r_0) \cdot \sqrt{\frac{r_0}{r}} \cdot \sin(\omega t - kr)$$

Kugelwelle:

$$A(r, t) = A_0(r_0) \cdot \frac{r_0}{r} \cdot \sin(\omega t - kr)$$

$$\begin{aligned}k\lambda &= 2\pi \\ \omega &= 2\pi f\end{aligned}$$

ω =Kreisfrequenz, f =Frequenz

$$\begin{aligned}v &= f \cdot \lambda \\ \lambda &= \frac{h}{p} \\ W &= h \cdot f\end{aligned}$$

mathematisches Pendel:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Schwingungen linearer Abhängigkeit (z.B. Feder):

$$\begin{aligned}x(t) &= x_0 \cdot \cos(\omega t + \omega_0) \\v(t) &= -\omega x_0 \cdot \sin(\omega t + \omega_0) \\ \omega &= \sqrt{\frac{C}{m}}\end{aligned}$$

C=Federkonstante

6.1 Doppler-Effekt

$$f' = f_0 \cdot \frac{1 \pm \frac{v_1}{v}}{1 \pm \frac{v_2}{v}}$$

f_0 =ursprüngliche Frequenz, v_1, v_2 =Geschwindigkeiten von Sender/Empfänger, v =Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen

6.2 Elektromagnetische Wellen

$$\begin{aligned}E &= cB \\W &= \frac{EB}{\mu_0 c} \\p &= \frac{W}{c}\end{aligned}$$

7 Relativitätstheorie

Zeitdilatation:

$$t = t_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Längenkontraktion:

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Relativität der Masse:

$$m = m_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Relativistische Addition von Geschwindigkeiten:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

$$\begin{aligned}W &= mc^2 \\W^2 &= (m_0c^2)^2 + p^2c^2 \\W_{kin} &= mc^2 - m_0c^2\end{aligned}$$

7.1 Heisenberg'sche Unschärferelation

$$\begin{aligned}\Delta p_x \cdot \Delta x &\geq \frac{h}{2\pi} \\ \Delta W \cdot \Delta t &\geq \frac{h}{2\pi}\end{aligned}$$

8 Bohr'sches Atommodell

$$W = \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \cdot R_H$$

R_H =Rydberg-Konstante=13,6 eV
 n_1, n_2 geben die Nummer der Schale an