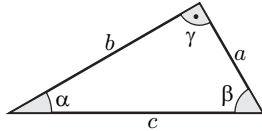


# Formelsammlung

(Dated: 26. September 2019)

## Rechenregeln

Trigonometrische Funktionen:



$$\sin \alpha = a/c \quad \cos \alpha = b/c \quad \tan \alpha = a/b$$

$$\text{Satz des Pythagoras: } a^2 + b^2 = c^2$$

$$\text{Winkelsumme im Dreieck: } \alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\text{Winkel: } 360^\circ = 2\pi$$

$$\text{Bogenmass: } \alpha = \frac{b}{r} \left( \frac{b: \text{L\u00e4nge des Bogens}}{r: \text{Radius}} \right)$$

Geometrische K\u00f6rper

$$\text{Kreis: } U = 2\pi r \quad A = \pi r^2$$

$$\text{Kugel: } V = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad A = 4\pi r^2$$

Exponentialfunktion / Logarithmus:

$$x^0 = 1 \quad x^1 = x \quad x^n x^m = x^{n+m} \quad \frac{x^n}{x^m} = x^{n-m}$$

$$y = e^x \Leftrightarrow \ln y = x \quad \ln \frac{1}{x} = -\ln x$$

## Physikalische Konstanten

$$\text{Absoluter Nullpunkt: } 0 \text{ K} = -273^\circ \text{C}$$

$$\text{Avogadro Konstante: } N_A = 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Atomare Maseneinheit: } u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Boltzmann Konstante: } k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\text{Bohr'scher Radius: } r_B = 0,53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{Dielektrizit\u00e4tskonstante: } \epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ A s/V m}$$

$$\text{Elementarladung: } e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Elektronenmasse: } m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Protonenmasse: } m_p = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Erdbeschleunigung: } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Gravitationskonstante: } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\text{Lichtgeschwindigkeit: } c = 2,99 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{Planck'sches Wirkungsquantum: } h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\text{Stefan-Boltzmann Konst.: } \sigma_B = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\text{Universelle Gaskonstante: } R = N_A k_B = 8,3 \text{ J/mol K}$$

$$\text{Vakuumpermeabilit\u00e4t: } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ V s/A m}$$

## Umrechnung von Einheiten

$$\text{Coulomb [C]} = \text{A s}$$

$$\text{Farad [F]} = \frac{\text{A}^2 \text{s}^4}{\text{kg m}^2} = \frac{\text{C}}{\text{V}}$$

$$\text{Hertz [Hz]} = \frac{1}{\text{s}}$$

$$\text{Henry [H]} = \Omega \text{ s} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{A}^2 \text{s}^2}$$

$$\text{Joule [J]} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} = \text{N m} = \text{W s}$$

$$\text{Newton [N]} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Ohm } [\Omega] = \frac{\text{V}}{\text{A}} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{A}^2 \text{s}^3}$$

$$\text{Pascal [Pa]} = \frac{\text{kg}}{\text{m s}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\text{wobei } 1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Tesla [T]} = \frac{\text{kg}}{\text{A s}^2} = \frac{\text{V s}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Volt [V]} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{A s}^3} = \frac{\text{N m}}{\text{A s}} = \frac{\text{W}}{\text{A}} = \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

$$\text{Watt [W]} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{V A}$$

## Zum einfacheren Rechnen

Sie k\u00f6nnen folgende N\u00e4herungen nutzen:

$$\text{Lichtgeschwindigkeit: } c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Erdbeschleunigung: } g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Coulomb Konstante: } k_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2}$$

Sollte Ihr Taschenrechner die physikalischen Konstanten eingespeichert haben, k\u00f6nnen Sie auch diese direkt zum Rechnen nutzen.

Die physikalischen Stoffeigenschaften, die Sie f\u00fcr das L\u00f6sen der Aufgaben ben\u00f6tigen, finden Sie auf der R\u00fcckseite.

## Physikalische Stoffeigenschaften

**Mechanik**Weg:  $s$ Geschwindigkeit:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ Beschleunigung:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 

Gleichförmige Bewegung:

$$s(t) = v_0 t \quad v(t) = v_0 \quad a(t) = 0$$

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung:

$$s(t) = \frac{1}{2} a_0 t^2 \quad v(t) = a_0 t \quad a(t) = a_0$$

Allgemeine Bewegungsgleichung

$$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2$$

Periodendauer:  $T$ Frequenz:  $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi r}$ Winkelgeschwindigkeit:  $\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T}$ Kraft:  $F = m a$ Gewichtskraft:  $F_g = m g$ Zentripetalkraft:  $F_z = m r \omega^2 = \frac{m v^2}{r}$ Hooke'sche Gesetz:  $F_k = k \Delta x$ Gravitationsgesetz:  $F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ Impuls:  $p = m v$ Drehimpuls:  $L = J \omega$ 

Trägheitsmoment:

$$\text{Punktmasse: } J = m r^2$$

$$\text{Steiner'scher Satz: } J_{\text{ges}} = J_{\text{SP}} + J_{\text{K}}$$

Hebelgesetz:  $F_1 l_1 = F_2 l_2$ Drehmoment:  $M = r F \sin \alpha$ Arbeit:  $W = F s$  (wenn  $F \parallel s$ )Leistung:  $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ Kinetische Energie:  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$ Rotations Energie:  $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} J \omega^2$ Potentielle Energie:  $E_{\text{pot}} = m g h$ Feder-Energie:  $E_k = \frac{1}{2} k x^2$ **Kondensierte Materie**Dichte:  $\rho = \frac{m}{V}$ Dehnung:  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$       Spannung:  $\sigma = \frac{F}{A}$ Elastizitätsmodul:  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ Zugkraft:  $F = A E \frac{\Delta l}{l_0}$ **Hydrostatik**Druck:  $p = \frac{F}{A}$ Auftriebskraft:  $F_a = V_K \rho_{\text{F1}} g$ Druck in Wassersäule:  $p = \rho g h$ Barometrische Höhenformel:  $p(h) = p_0 e^{\left(\frac{-\rho_0}{p_0} g h\right)}$ **Flüssigkeiten & Gase**Bernoulli-Gleichung:  $p + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{const.}$ Viskosität:  $\eta = \frac{F d}{A v}$ 

Gesetz von Hagen-Poiseuille:

$$I = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta \Delta l} = \frac{A^2 \Delta p}{8 \pi \eta \Delta l}$$

Stokes'sches Gesetz:  $F_r = 6 \pi \eta v r$ 

$$\text{stationäre Sinkgeschwindigkeit: } v = \frac{2r^2 g (\rho_K - \rho_F)}{9 \eta}$$

Oberflächenspannung:  $\sigma = \frac{\Delta W}{\Delta A}$ **Wärmelehre**Wärmeausdehnung:  $\Delta l = \alpha l \Delta T$ Zustandsgleichung ideales Gas:  $p V = n R T$ Wärmeenergie:  $Q_m = c_m m \Delta T$ Schmelzenergie:  $Q_s = c_s m$ Verdampfungsenergie:  $Q_v = c_v m$ Wärmeleitung:  $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \dot{Q} = k \frac{A}{l} \Delta T$ 

Schwarzkörperstrahlung:

$$P = \varepsilon \sigma_B A T^4$$

## Elektrizitätslehre & Magnetismus

Coulomb-Kraft:  $F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$

Elektrisches Feld:  $E = \frac{F_{el}}{q}$

einer Punktladung:  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$

Kraft auf Ladung im el. Feld:  $F_{el} = qE$

Kin. Energie durch Potential:  $E_{kin} = qU_B$

Kondensator:

Ladung:  $Q = CU$

Energie:  $W = \frac{1}{2}CU^2$

Plattenkondensator:

Potential:  $U = Ed$

Feldstärke:  $E = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Q}{A}$

Kapazität:  $C = \epsilon_0\epsilon_r \frac{A}{d}$

Kondensatorschaltung:

Parallel:  $C = C_1 + C_2$     Reihe:  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Stromstärke:  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$     (Kabel:  $I = n_e q A v_{drift}$ )

Ohm'sches Gesetz:  $U = RI$

Widerstandsschaltung:

Parallel:  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$     Reihe:  $R = R_1 + R_2$

Elektrische Leistung:  $P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$

Elektrische Energie:  $W = P\Delta t = UI\Delta t$

Lorentzkraft:  $\vec{F}_L = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$F_L = qvB$  wenn  $\vec{v} \perp \vec{B}$

$\vec{F}_L = I(\vec{l} \times \vec{B})$

## Elektromagnetische Wechselwirkung

Gesetz von Biot-Savart:  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

Magnetischer Fluss:  $\Phi_m = AB$

Induktionsspannung:  $U_{ind} = \frac{d\Phi_m}{dt}$

Induktivität (Spule):  $L = n^2 \mu_0 \mu_r \frac{A}{l}$

Magnetfeld (Spule):  $B = n \mu_0 \mu_r \frac{I}{l}$

Transformator:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$

## Schwingungen & Wellen

Harmonische Schwingung:  $x(t) = A_0 e^{(-\delta t)} \sin(\omega t)$

Mathematisches Pendel:  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$      $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Federpendel:  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$      $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Saite (frei schwingend):  $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

Ausbreitungsgeschwindigkeit:  $c = \lambda/T = f\lambda$

Elektrischer Schwingkreis:  $\omega = 1/\sqrt{LC}$

## Elektromagnetische Wellen

### Geometrische Optik

Beugung an Gitter: Maximum bei  $g \sin \alpha = n\lambda$

Auflösungsvermögen:  $\alpha = 1,22 \frac{\lambda}{D}$

Lichtgeschwindigkeit im Medium:  $c_n = \frac{c}{n}$

Gesetz von Snellius:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

Totalreflexion:  $\theta_{crit} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$     ( $n_1 > n_2$ )

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

Gesetz von Lambert-Beer:  $I = I_0 e^{-\alpha d}$

### Atomphysik, Kernphysik

Energie eines Photons:  $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

Impuls eines Photons:  $p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

Energie/Masse Äquivalenz:  $E = mc^2$

Elektronenvolt:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

DeBroglie Wellenlänge:  $\lambda = \frac{h}{mv}$

### Radioaktivität, Röntgenstrahlung

Zerfallsgesetz:  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

Halbwertszeit:  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Bragg-Beugung:  $n\lambda = 2d \sin \theta$