

Physik Formelsammlung

Physikalische Konstanten

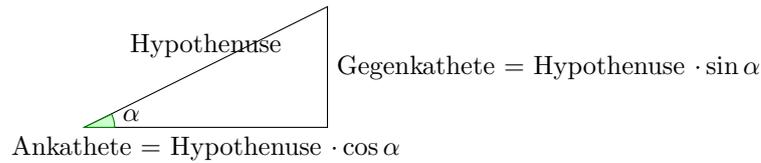
- Erdbeschleunigung: $g = 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$
- Dichte von Wasser $\rho_W = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ kg/\ell}$
äußerer Luftdruck: $p_0 = 101\,325 \text{ Pa}$
Wärmekapazität von Wasser: $c_W = 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$
- allgemeine Gaskonstante: $R = 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{°C)}$
Avogadrozahl: $N_A = 6,002 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannkonstante: $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- absoluter Temperatur-Nullpunkt: $-273,15^\circ\text{C} = 0 \text{ K}$
- Gravitationskonstante $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$
- Erdradius $r_E = 6366 \text{ km}$
Masse der Erde $M_E = 5,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, Masse der Sonne $M_S = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Schallgeschwindigkeit in Luft: $c = 330 \text{ m/s}$
- elektrische Dielektrizitätskonstante $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 10^{10} \text{ (N} \cdot \text{m}^2)/\text{C}^2$
- magnetische Permeabilitätskonstante $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ V s}/(\text{A} \cdot \text{m}) = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s}/(\text{A} \cdot \text{m})$
- Lichtgeschwindigkeit: $c = 299\,792\,458 \text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Masse Elektron: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Masse Proton: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Ladung Elektron: $Q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Planck'sches Wirkungsquantum: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Elektronenvolt: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- exponentielles Wachstum:
 $\frac{\Delta y}{y} = p = \text{const}$ (für $\Delta t = \text{const}$)
 $y_t = y(t) = y(0) \cdot e^{\lambda t}$ mit $\lambda = \frac{\ln(1+p)}{\Delta t}$

Elektromagnetisches Spektrum

Name	Wellenlängenbereich [in m]	Frequenzbereich [in Hz]
Radiowellen (technische Wellen)	> 1 m	< 300 MHz (M=10 ⁶)
Mikrowellen	1 mm bis 1 m	300 MHz bis 300 GHz (G=10 ⁹)
Infrarot, Wärmewellen	0,7 μm bis 1 mm	300 GHz bis 430 THz (T=10 ¹²)
Sichtbares Licht	0,4 μm bis 0,7 μm	430 THz bis 750 THz
Ultraviolettes Licht	1 nm bis 0,4 μm	750 THz bis 300 PHz (P=10 ¹⁵)
Röntgenstrahlen (X-ray)	10 pm bis 1 nm	300 PHz bis 30 EHz (E=10 ¹⁸)
Gammastrahlen	< 10 pm	> 30 EHz

Abschnitt 1: Mechanik I

- Rechtwinkeliges Dreieck



$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} \quad \cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}} \quad \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$$

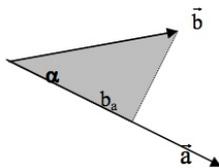
- Freier Fall: Fallzeit $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ Fallgeschwindigkeit $v = \sqrt{2gh}$

- Vertikaler Wurf: Steigzeit $t = \frac{v_0}{g}$ Steighöhe $h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$

- Horizontaler Wurf: maximale Wurfweite $s_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

- Gleitreibung: $|F_R| = \mu_G \cdot |F_N|$
Haftreibung: $|F_H| = \mu_H \cdot |F_N|$

- Vektorrechnung: Skalarprodukt



b_a ... Normalprojektion von \vec{b} auf \vec{a}

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot b_a = |\vec{b}| \cdot a_b = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \alpha = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \end{pmatrix} = a_x \cdot b_x + a_y \cdot b_y$$

Abschnitt 2: Wärmelehre

- Barometrische Höhenformel: $p = p_0 \cdot e^{-\frac{\rho_0 \cdot g \cdot h}{p_0}}$

- Gaskinetik:
Druck: $p = \frac{1}{3} N \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle = \frac{2}{3} N \cdot \langle E_{\text{kin}} \rangle$

- Spezifische Molwärme: $C_p = \frac{f+2}{2} R$ $C_v = \frac{f}{2} R$ $C_p - C_v = R$ ($c_p - c_v = R_{\text{spez}}$)

- innere Energie: $\Delta U = m c_v \Delta T = \nu C_v \Delta T$
Wärmeenergie: $\Delta Q = m c_p \Delta T = \nu C_p \Delta T$

- Druckenergie: $\Delta W = -p \Delta V$

- Adiabatische Zustandsänderung:
 $p \cdot V^\kappa = \text{const}$, $T \cdot V^{\kappa-1} = \text{const}$, mit $\kappa = \frac{C_p}{C_v} = \frac{f+2}{f}$

- Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen: $\eta = \frac{|Q_{\text{heiß}}| - |Q_{\text{kalt}}|}{|Q_{\text{heiß}}|} = \frac{T_{\text{heiß}} - T_{\text{kalt}}}{T_{\text{heiß}}}$

- Wärmeleitung: $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$

- relative Luftfeuchte: $\eta = \frac{p_D}{p_S}$

- Verdampfungswärme: $\Delta Q_{\text{verdampfung}} = \nu \cdot \Lambda = m \cdot \lambda$

Abschnitt 3: Mechanik II

- Drehmoment: $M = \pm r \cdot F \cdot \sin \beta = \pm r_n \cdot F$
- Trägheitsmoment Θ
Massenpunkt: $\Theta = mr^2$ dünner Ring (Reifen) $\Theta = mr^2$ Zylinder (Vollrad) $\Theta = \frac{1}{2}mr^2$
- Zentripetalkraft: $F_z = m \cdot r \cdot \omega^2 = m \cdot \frac{v^2}{r}$
- Elastizität einer Feder: $F = D \cdot \Delta x$ Energie einer Feder: $\Delta E_{\text{Feder}} = \frac{1}{2}D \cdot \Delta x^2$
- Elastizität eines Stabes: $F = \mathcal{E} \cdot \frac{\Delta l}{l_0} \cdot A$
- Harmonische Schwingung: $y_t = y_0 \cdot \sin(\omega t)$
rücktreibende Kraft: $F_{\text{rück}}(t) = \text{const} \cdot y(t) = m \cdot \omega^2 \cdot y(t)$
Gesamtenergie: $E_{\text{ges}} = \frac{1}{2}m \cdot y_0^2 \cdot \omega^2$
- Fadenpendel: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ Federpendel: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}}$
- Phasenverschiebung, Zeitverschiebung, Wegverschiebung: $\frac{\Delta \varphi}{360^\circ} = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\Delta s}{\lambda}$
- Interferenz von Wellen mit gleichem λ :
 $(y_{0,\text{neu}})^2 = (y_{0,1})^2 + (y_{0,2})^2 + 2 \cdot y_{0,1} \cdot y_{0,2} \cdot \cos \Delta \varphi$, $\sin \varepsilon = \frac{y_{0,2}}{y_{0,\text{neu}}} \cdot \sin \Delta \varphi$
- Oberschwingungen:
2 feste Enden oder 2 freie Enden: $\lambda_n = \frac{\lambda_0}{n+1}$, 1 festes und 1 freies Ende: $\lambda_n = \frac{\lambda_0}{2n+1}$
- Schwebung: $f_S = f_2 - f_1$, $T_S = \frac{1}{f_S}$
- Dopplereffekt I:
 $f_B = f_S \frac{c}{c - v_S}$ (S auf B zu) $f_B = f_S \frac{c}{c + v_S}$ (S von B weg)
Dopplereffekt II:
 $f_B = f_S \frac{c + v_B}{c}$ (B auf S zu) $f_B = f_S \frac{c - v_B}{c}$ (B von S weg)
Dopplereffekt III:
 $f_B = f_S \frac{c + v_B}{c - v_S}$ (S und B aufeinander zu) $f_B = f_S \frac{c - v_B}{c + v_S}$ (S und B voneinander weg)
- Intensität: $S = \rho_E \cdot c$ (ρ_E Energiedichte), Leistung: $P = \rho_E \cdot c \cdot A$
- Oberflächenspannung: $\sigma = \frac{F}{L} = \frac{E}{A}$, hängender Tropfen: $\sigma = \frac{2}{3} \rho \cdot g \cdot r^2$
- Grenzflächenspannung: $\Delta h = -\frac{2\sigma_{\text{grenz}}}{\rho \cdot g \cdot r}$ (benetzend: $\sigma_{\text{grenz}} < 0$, nicht-benetzend: $\sigma_{\text{grenz}} > 0$)
- Bernoulli Gleichung: $p_v + p_{\text{wand}} = p_{\text{ges}} = \text{const}$, Geschwindigkeitsdruck: $p_v = \frac{\rho v^2}{2}$

Abschnitt 4: Elektrizität I

- Punktladung: el. Feld: $E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$, Potential: $U(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$
- Gauß'scher Satz: $\Phi = \frac{Q_{\text{ges}}}{\epsilon_0}$
- Plattenkondensator: ($d \ll A$) $E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$, $U = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 A}$, $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
- Dielektrikum $E_r = \frac{E_0}{\epsilon_r}$ (ϵ_r relative Dielektrizitätskonstante)
- Leistung im Gleichstromkreis: $P = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$

Abschnitt 5: Elektrizität II

- Lorentzkraft: $F = l \cdot I \cdot B \cdot \sin \alpha$, $F = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$
- Magnetfeld des Leiters: $B(r) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$, Magnetfeld der Spule: $B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l}$
- Selbstinduktivität: $L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot A}{l}$
- Wechselspannung $U(t) = U_0 \cdot \sin(\omega t)$
- Wechselstromwiderstände: $R_L = \omega L$, $R_C = \frac{1}{\omega C}$
Gesamtwiderstand: $R_{\text{ges}} = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$
Phasenverschiebung: $\sin \varphi = \frac{R_L - R_C}{R_{\text{ges}}} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R_{\text{ges}}}$
- mittlere Leistung: $\langle P \rangle = \frac{1}{2} \cdot U_0 \cdot I_0 \cdot \cos \varphi = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \varphi$, $U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot U_0$, $I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot I_0$
- Materie im Magnetfeld: $B_r = \mu_r \cdot B_0$ (μ_r relative Permeabilitätskonstante)
 $\mu_r < 1$: diamagnetisch, $\mu_r > 1$: paramagnetisch, $\mu_r \gg 1$: ferromagnetisch
- (ideale) Transformatorgleichung: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$, $P_1 = P_2$

Abschnitt 6: Elektromagnetische Wellen

- Energiedichte: $\rho_{\text{el}} = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$, $\rho_{\text{mag}} = \frac{B^2}{2\mu_0}$
- Schwingkreis: $f = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{LC}}$
- Bestimmung der Wellenlänge: $\sin \alpha = \frac{\lambda}{n \cdot d}$, $n = \frac{360^\circ}{\Delta \varphi}$
- Brechungsindex: $\frac{\sin \alpha_0}{\sin \alpha_{\text{med}}} = \frac{\lambda_0}{\lambda_{\text{med}}} = \frac{c_0}{c_{\text{med}}} = n$, Brechungsgesetz: $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$
- Totalreflexion: $\sin \alpha_{\text{grenz}} = \frac{n_2}{n_1}$
- Beugung am Doppelspalt: $\lambda = d \cdot \sin \varphi$, $\tan \varphi = \frac{H + \frac{d}{2}}{L}$
- Polarisationsfilter: $I_{\text{durch}} = I_0 \cdot \cos^2 \alpha$
- Brewster-Winkel: $\tan \alpha_B = \frac{n_2}{n_1}$
- Drehung der Polarisationssebene: $\alpha = \alpha_0 \cdot c \cdot l$
- Spiegelgleichung: $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$, $B \cdot g = -b \cdot G$
- Linsengleichung: $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} - \frac{1}{g}$, $B \cdot g = b \cdot G$
- Absorption: $S_x = S_0 \cdot e^{-\gamma \cdot x}$
- Photonenenergie: $W_{\text{photon}} = h \cdot f$
- Ablösarbeit beim Photoeffekt: (angegeben in Wellenlängen der Photonen)

Element	Kalium (Ka)	Calcium (Ca)	Zink (Zn)	Silber (Ag)	Platin (Pt)
λ_{grenz} (in μm)	0,55	0,45	0,37 (UV)	0,27 (UV)	0,19 (UV)