

Formelsammlung Physik

Optik

Abbildungen	$\alpha = \alpha'$	$A = \frac{B}{G}$	$\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$
Linsen	$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$	$D = \frac{1}{f}$	

Mechanik

Bewegungen	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$		
	$\vec{s} = \vec{v} \cdot t$	$\vec{v} = \vec{a} \cdot t$	$\vec{s} = \frac{1}{2} \cdot \vec{a} \cdot t^2$	
Kräfte	$F = m \cdot a$	$F_G = m \cdot g$	$ \vec{F}_R = \mu \cdot \vec{F}_N $	$F_{\text{Feder}} = D \cdot s$
Drehmoment	$M = F \cdot r$			
Luftwiderstand	$F_L = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot A \cdot v^2$			
Dichte	$\rho = \frac{m}{V}$			
Arbeit	$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$	$W_{\text{Beschleunigung}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	$W_{\text{Hub}} = m \cdot g \cdot h$	$W_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$
Energie		$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	$E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h$	$E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$
Leistung	$P = \frac{W}{t}$			
Wirkungsgrad	$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}} = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{auf}}}$			
Kreisbewegung	$f = \frac{1}{T}$	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$	$ \vec{v} = \omega \cdot r = \frac{2\pi \cdot r}{T}$	
	$a_z = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$	$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r}$		
Gravitation	$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	$\frac{r^3}{T^2} = \text{const.}$		
Druck, Auftrieb	$p = \frac{F_{\perp}}{A}$	$p = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g \cdot h$	$F_{\text{Auftrieb}} = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g \cdot V_{\text{eingetaucht}}$	

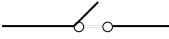
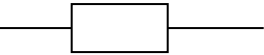
Mathematik

Trigonometrie	$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$	$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}$	$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$
Kreis	Umfang $u = 2\pi \cdot r$	Fläche $A = \pi \cdot r^2$	
Kugel	Oberfläche $M = 4\pi \cdot r^2$	Volumen $V = \frac{4\pi}{3} \cdot r^3$	

Elektrizität und Magnetismus

Stromstärke	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$			
Coulombsches Gesetz	$ \vec{F}_{\text{Coulomb}} = \left \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \right $			
Elektrisches Feld, Spannung, Potential	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$U = \frac{W}{q}$	$\varphi = \frac{E_{\text{pot}}}{q}$	$U = E \cdot d$
Widerstand	$R = \frac{U}{I}$	$R = \rho_{\text{el}} \cdot \frac{\ell}{A}$	$\Delta R = \alpha \cdot R_0 \cdot \Delta T$	
Ohmsches Gesetz	$U = R \cdot I \quad (R = \text{const.})$			
Ersatzwiderstand	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ (Serie)			
	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ (Parallel)			
Elektrische Leistung und Arbeit, Stromkosten	$P = U \cdot I$	$W = U \cdot I \cdot t$	1 kWh kostet 20 Rp.	
Klemmenspannung	$U_{\text{Kl}} = U_0 - I \cdot R_i$			
Magnetfeld, Lorentzkraft	$B = \frac{F_L}{I \cdot s} \quad ([F \perp I] \perp B)$	$F_{\text{Lorentz}} = q \cdot v \cdot B$	$([v \perp B] \perp F_{\text{Lorentz}})$	
Kraft zwischen zwei Strömen	$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{r}$			
Magnetfeld von Strom und Spule	$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$	$B = \mu_0 \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I$	$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I$	
Induktionsspannung	$U_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot d \quad (B \perp v)$			
Wechselspannung	$U(t) = \hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot t)$	$\hat{U} = n \cdot B \cdot A \cdot \omega$	$U_{\text{eff}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$	
Magnetischer Fluss	$\Phi = B \cdot A \quad (A \perp B)$			
Induktionsgesetz	$U_{\text{ind}} = -n \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$			

Schaltzeichen

				
Leitung	Stromquelle	Lampe	Schalter (offen)	Schalter (geschlossen)
				
Voltmeter	Ampèremeter	Widerstand		

Wärme

Temperatur,
Wärmeausdehnung

$$^{\circ}\text{C} + 273 \rightarrow \text{K}$$

$$\Delta \ell = \alpha \cdot \ell_0 \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

innere Energie

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Schmelz- und Ver-
dampfungswärme

$$Q = L_f \cdot m$$

$$Q = L_v \cdot m$$

Wärme und Arbeit

$$\eta_{\text{Carnot}} = \frac{W_{\text{nutz}}}{Q_{\text{auf}}} = \frac{Q_{\text{auf}} - Q_{\text{ab}}}{Q_{\text{auf}}}$$

$$\eta_{\text{Carnot}} = \frac{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}}}$$

$$\varepsilon_{\text{WP}} = \frac{Q_{\text{nutz(WP)}}}{W} = \frac{Q_{\text{ab}}}{W} = \frac{Q_{\text{ab}}}{Q_{\text{ab}} - Q_{\text{auf}}}$$

$$\varepsilon_{\text{WP}} = \frac{T_{\text{hoch}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}}$$

$$\varepsilon_{\text{K}} = \frac{Q_{\text{nutz(K)}}}{W} = \frac{Q_{\text{auf}}}{W} = \frac{Q_{\text{auf}}}{Q_{\text{ab}} - Q_{\text{auf}}}$$

$$\varepsilon_{\text{K}} = \frac{T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}}$$

Wärmeleitung

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

Wärmestrahlung

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot A$$

$$P = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{\text{Körper}}^4 - T_{\text{Umgebung}}^4)$$

Gasgleichung

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{konstant}$$

Zustandsgleichung
des idealen Gases

$$p \cdot V = N \cdot k \cdot T = n \cdot R \cdot T$$

$$\text{wobei} \quad N = n \cdot N_A$$

Gesetz des idealen
Gases

$$p \cdot V = \frac{1}{3} \cdot N \cdot m \cdot v^2 = \frac{2}{3} \cdot N \cdot E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = N \cdot k \cdot T$$

Innere Energie des
idealen Gases

$$U = N \cdot E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = \frac{1}{2} \cdot N \cdot m_{\text{ein Teilchen}} \cdot v^2$$

Tabellen

Elementarladung

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Masse des Elektrons

$$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Masse des Protons

$$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Gravitationskonstante

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

Elektrische Feldkonstante

$$\varepsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$$

Elektrisches Feld der Erde

$$E_{\text{Erde}} = 130 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Magnetische Feldkonstante

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$

Stefan-Boltzmannkonstante

$$\sigma = 5.670 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$$

Universelle Gaskonstante

$$R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Avogadro-Konstante

$$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

Boltzmann-Konstante

$$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Fallbeschleunigungen in $\frac{m}{s^2}$:

Erde (Nordpol)	9.83	Erde (Europa)	9.81	Erde (Äquator)	9.78
Mond	1.62	Venus	8.83	Mars	3.73
Jupiter	23.1	Merkur	3.7	Sonne	274
Saturn	9.0	Uranus	8.7	Neptun	11.0

Haftreibungszahlen

Stahl–Stahl	0.15
Stahl–Eis	0.027
Holz–Stein	0.7
Holz–Holz	0.6
Glas–Glas	0.94
Autoreifen:	
♦ trocken	0.85
♦ nass	0.4
♦ vereist	0.1

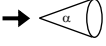
Gleitreibungszahlen

Stahl–Stahl	0.05
Stahl–Eis	0.014
Holz–Stein	0.3
Holz–Holz	0.4
Glas–Glas	0.40
Autoreifen:	
♦ trocken	0.65
♦ nass	0.3
♦ vereist	0.05

Rollreibungszahlen

Stahl–Stahl	0.005
Autoreifen:	
♦ trocken	0.01

Widerstandsbeiwerte (Luftwiderstand)

Person (aufrecht)	0.78	Kugel	0.47	
Auto (geschlossen)	0.36	Kegel ohne Boden, $\alpha = 30^\circ$	0.34	
Motorrad	0.7	Kegel ohne Boden, $\alpha = 60^\circ$	0.51	
Lastwagen	0.6 - 1.5	Kreisplatte	1.11	
Velo mit Fahrer	1	Quadratische Platte	1.10	
Fallschirm	1.4	Würfel	1.05	
Stromlinienkörper	0.05	Würfel	0.80	

Molekül- oder Atommassen:

Stickstoff:	$m_{N_2} = 4.65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$
Sauerstoff:	$m_{O_2} = 5.32 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$
Helium:	$m_{He} = 6.6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Wärmeleitfähigkeiten in $\frac{W}{m \cdot K}$:

Luft	0.025	Aceton	0.162	Aluminium	239
Fensterglas	0.8	Glyzerin	0.285	Kupfer	390
Backstein	0.47	Quecksilber	8.2	Silber	428
Stahlbeton	1.85	Ethanol	0.165	Eisen	80
Leichtbeton	0.22	Wasser	0.598	Blei	34.8

Emissionszahlen

Schwarzer Körper	1.0	Menschliche Haut	0.95	Eis	0.97
Wasser	0.98	Alu poliert	0.04	Textil	0.75
Glas	0.9	Silber poliert	0.02	Anstrichfarbe	0.95

Spezifischer elektrischer Widerstand in $\Omega \cdot m$ (bei $20^\circ C$)

Aluminium	$2.65 \cdot 10^{-8}$	Blei	$20.8 \cdot 10^{-8}$	Eisen	$11.5 \cdot 10^{-8}$
Gold	$2.42 \cdot 10^{-8}$	Graphit	$300 \cdot 10^{-8}$	Konstantan	$49 \cdot 10^{-8}$
Kupferdraht	$1.78 \cdot 10^{-8}$	Messing	$8.0 \cdot 10^{-8}$	Silber	$1.65 \cdot 10^{-8}$
Silicium	640	Stahl	$20.0 \cdot 10^{-8}$	Wolfram	$5.5 \cdot 10^{-8}$

Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes in $\frac{1}{K}$ (um $20^\circ C$)

Aluminium	$+3.8 \cdot 10^{-3}$	Blei	$+4.3 \cdot 10^{-3}$	Eisen	$+6.2 \cdot 10^{-3}$
Gold	$+4.0 \cdot 10^{-3}$	Graphit	$-0.2 \cdot 10^{-3}$	Konstantan	$\pm 0.04 \cdot 10^{-3}$
Kupfer	$+4.3 \cdot 10^{-3}$	Messing	$+1.0 \cdot 10^{-3}$	Silber	$+4.0 \cdot 10^{-3}$
Silicium	$-75 \cdot 10^{-3}$	Stahl	$+2.9 \cdot 10^{-3}$	Wolfram	$+4.6 \cdot 10^{-3}$

Lichtgeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$

Vakuum	$2.998 \cdot 10^8$	Wasser	$2.25 \cdot 10^8$	Eis	$1.90 \cdot 10^8$
Luft	$2.997 \cdot 10^8$	Diamant	$1.24 \cdot 10^8$	Plexiglas	$2.01 \cdot 10^8$

Tabelle für Daten von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen

Feste Körper	Dichte in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Längenausdehnungszahl in $\frac{1}{\text{K}}$	Spezifische Wärmekapazität in $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Schmelzpunkt in $^{\circ}\text{C}$	Spezifische Schmelzwärme in $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$
Aluminium	$2.70 \cdot 10^3$	$23.8 \cdot 10^{-6}$	$0.896 \cdot 10^3$	660	$3.97 \cdot 10^5$
Beton	$2.2 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^{-6}$	$0.879 \cdot 10^3$	—	—
Blei	$11.34 \cdot 10^3$	$31.3 \cdot 10^{-6}$	$0.129 \cdot 10^3$	327	$0.23 \cdot 10^5$
Eis	$0.917 \cdot 10^3$	$37 \cdot 10^{-6}$	$2.09 \cdot 10^3$	0	$3.34 \cdot 10^5$
Eisen (rein)	$7.86 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^{-6}$	$0.45 \cdot 10^3$	1535	$2.77 \cdot 10^5$
Glas	$2.5 \cdot 10^3$	$8.5 \cdot 10^{-6}$	$0.84 \cdot 10^3$	815	—
Gold	$19.29 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^{-6}$	$0.129 \cdot 10^3$	1063	$0.64 \cdot 10^5$
Holz	$0.4 - 0.8 \cdot 10^3$	$5 - 8 \cdot 10^{-6}$	$1.7 - 2.1 \cdot 10^3$	—	—
Konstantan	$8.9 \cdot 10^3$	$15.2 \cdot 10^{-6}$	$0.41 \cdot 10^3$	1280	—
Kork	$0.3 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1.88 \cdot 10^3$	—	—
Kupfer	$8.92 \cdot 10^3$	$16.8 \cdot 10^{-6}$	$0.383 \cdot 10^3$	1083	$2.05 \cdot 10^5$
Messing	$8.47 \cdot 10^3$	$18 \cdot 10^{-6}$	$0.380 \cdot 10^3$	905	$1.6 \cdot 10^5$
Magnesium	$1.74 \cdot 10^3$	$26 \cdot 10^{-6}$	$1.02 \cdot 10^3$	650	$3.70 \cdot 10^5$
Natrium	$0.97 \cdot 10^3$	$70 \cdot 10^{-6}$	$1.22 \cdot 10^3$	97.8	$1.13 \cdot 10^5$
Platin	$21.4 \cdot 10^3$	$9.0 \cdot 10^{-6}$	$0.133 \cdot 10^3$	1769	$1.11 \cdot 10^5$
Porzellan	$2.3 \cdot 10^3$	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$0.846 \cdot 10^3$	—	—
Silber	$10.51 \cdot 10^3$	$19.7 \cdot 10^{-6}$	$0.235 \cdot 10^3$	960.5	$1.05 \cdot 10^5$
Stahl	$7.9 \cdot 10^3$	$13.0 \cdot 10^{-6}$	$0.47 \cdot 10^3$	ca 1500	$2.7 \cdot 10^5$
Styropor	17	$50 - 80 \cdot 10^{-6}$	$1.25 \cdot 10^3$	—	—
Wolfram	$19.3 \cdot 10^3$	$4.3 \cdot 10^{-6}$	$0.134 \cdot 10^3$	3390	$1.91 \cdot 10^5$
Zink	$7.14 \cdot 10^3$	$26 \cdot 10^{-6}$	$0.385 \cdot 10^3$	419.5	$1.11 \cdot 10^5$

Flüssigkeiten	Dichte bei 20°C in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Volumenausdehnungszahl in $\frac{1}{\text{K}}$	Spezifische Wärmekapazität in $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Siedepunkt bei 1.013 bar in $^{\circ}\text{C}$	Spezifische Verdampfungswärme in $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$
Alkohol (Ethanol)	$0.789 \cdot 10^3$	$1.10 \cdot 10^{-3}$	$2.43 \cdot 10^3$	78.3	$0.840 \cdot 10^6$
Benzin	$0.741 \cdot 10^3$	$1.06 \cdot 10^{-3}$	$2.02 \cdot 10^3$	—	—
Benzol	$0.879 \cdot 10^3$	$1.23 \cdot 10^{-3}$	$1.725 \cdot 10^3$	80.1	$0.394 \cdot 10^6$
Diäthyläther	$0.716 \cdot 10^3$	$1.62 \cdot 10^{-3}$	$2.310 \cdot 10^3$	34.5	$0.384 \cdot 10^6$
Glycerin	$1.26 \cdot 10^3$	$0.49 \cdot 10^{-3}$	$2.39 \cdot 10^3$	290.5	$0.854 \cdot 10^6$
Meerwasser	$1.03 \cdot 10^3$	$0.25 \cdot 10^{-3}$	$3.99 \cdot 10^3$	100.1	—
Olivenöl	$0.92 \cdot 10^3$	$0.72 \cdot 10^{-3}$	$1.97 \cdot 10^3$	300	—
Petroleum	$0.85 \cdot 10^3$	$0.96 \cdot 10^{-3}$	$2.1 \cdot 10^3$	150-300	—
Quecksilber	$13.55 \cdot 10^3$	$0.182 \cdot 10^{-3}$	$0.139 \cdot 10^3$	357	$0.285 \cdot 10^6$
Wasser	$0.998 \cdot 10^3$	$0.207 \cdot 10^{-3}$	$4.182 \cdot 10^3$	100.0	$2.257 \cdot 10^6$

Gase	Dichte bei 0°C und 1.013 bar in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$		Spezifische Wärmekapazität in $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ (konstanter Druck)	Siedepunkt bei 1.013 bar in $^{\circ}\text{C}$	
Ammoniak	0.771		$2.160 \cdot 10^3$	- 33.4	
Chlor	3.21		$0.74 \cdot 10^3$	- 34.1	
Helium	0.179		$5.23 \cdot 10^3$	-269	
Isobutan	2.6956		$1.698 \cdot 10^3$	-11.7	
Kohlendioxid (CO_2)	1.98		$0.837 \cdot 10^3$	- 78.5	
Luft	1.293		$1.005 \cdot 10^3$	-191	
Propan	2.01		$1.67 \cdot 10^3$	-42	
Sauerstoff	1.43		$0.917 \cdot 10^3$	-183	
Stickstoff	1.250		$1.038 \cdot 10^3$	-196	
Wasserdampf 100 $^{\circ}\text{C}$, 1.013 bar	0.6		$1.863 \cdot 10^3$	100	
Wasserstoff	0.0899		$14.32 \cdot 10^3$	-253	