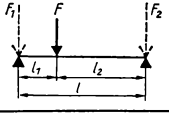
Formeln und Zahlenwerte

Erweiterte Oberschule

Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin
1967

1. Mechanik der Festkörper

STATIK

Zusammensetzen von Kräften auf gemeinsamer Wirkungslinie	$F = F_1 + F_2 + \cdots + F_n$
Zusammensetzen und Zerlegen paralleler Kräfte 	$F = F_1 + F_2$ $F_1 = \frac{l_2}{l} \cdot F$ $F_2 = \frac{l_1}{l} \cdot F$ $l_2 : l_1 = F_1 : F_2$
Drehmoment	$M = F \cdot s$
Momentengleichgewicht	$\sum M = M_1 + M_2 + \cdots + M_n = 0$
Kippkraft	$F = \frac{G \cdot d}{s}$
Hebelgesetz	$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
feste Rolle	$F_2 = F_1$
lose Rolle	$F_2 = \frac{F_1}{2}$
Flaschenzug	$F_2 = \frac{F_1}{n}$
Wellrad	$F_2 = \frac{F_1 \cdot r_1}{r_2}$
Differentialflaschenzug	$F_2 = \frac{F_1 (D - d)}{2 D}$
Geneigte Ebene	$F_H = \frac{G \cdot h}{l}$
Hangabtriebskraft	$F_H = G \cdot \sin \alpha$

Normalkraft	$F_N = \frac{G \cdot b}{l}$ $F_N = G \cdot \cos\alpha$
Horizontalkraft	$F = \frac{G \cdot h}{s}$ $F = G \cdot \tan\alpha$
Keil	$F_2 = \frac{F_1 \cdot r}{w}$
Drehzahlverhältnis	$i = \frac{n_1}{n_2}$
Zähnezahlverhältnis	$i = \frac{z_2}{z_1}$
Kraftübertragung	$F_2 = F_1 \cdot i$
Wichte	$\gamma = \frac{G}{V}$ $\gamma = \varrho \cdot g$
Dichte	$\varrho = \frac{m}{V}$
Hookesches Gesetz	$\Delta l = \frac{l \cdot F}{E \cdot A}$

KINEMATIK

Geschwindigkeit	
gleichförmige Bewegung	$v = \frac{s}{t}$; v ist konstant
ungleichförmige Bewegung	$v = \frac{ds}{dt}$
gleichmäßig beschl. Bewegung	$v = a \cdot t$; a ist konstant $v = \int a \cdot dt$; $a = f(t)$
Beschleunigung (a oder g)	
gleichmäßig beschleunigte Bewegung	$a = \frac{v}{t}$; a ist konstant
ungleichmäßig beschleunigte Bewegung	$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$; $a = f(t)$
Zurückgelegter Weg bei beschl. Bewegung	
aus der Ruhe	$s = \frac{v \cdot t}{2}$
aus der Bewegung	$s = \frac{(v_0 + v_1) \cdot t}{2}$ $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$

Freier Fall	
Fallzeit	$t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$
Fallgeschwindigkeit	$v = \sqrt{2g \cdot s}$
Wurf nach unten bzw. nach oben	
Fallstrecke	$s = v_0 \cdot t \pm \frac{g \cdot t^2}{2}$
Fallgeschwindigkeit	$v = v_0 \pm g \cdot t$
Steigzeit beim senkrechten Wurf	$t_h = \frac{v_0}{g}$
Steighöhe beim senkrechten Wurf	$s_h = \frac{v_0^2}{2g}$

DYNAMIK

Gravitationskraft	$F = k \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
Newtonsches Kraftgesetz	$F = m \cdot a$
Schwerkraft	$G = m \cdot g$
Gleitreibungskraft	$F_{Rg} = \mu \cdot F_N$
Rollreibungskraft	$F_R = F_N \cdot \frac{f}{r}$
Gleichförmige Kreisbewegung	
Umlauffrequenz	$n = \frac{1}{T}$
Umlaufzeit	$T = \frac{1}{n}$
Winkelgeschwindigkeit	$\omega = \frac{v}{r}, \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot n$
Winkelbeschleunigung	$\alpha = \frac{a}{r}, \quad \alpha = \frac{\omega}{t}$
Zentralbeschleunigung	$a_z = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$
Zentripetalkraft	$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r}$
Arbeit	$W = F \cdot s; \; W = \int_{s_1}^{s_2} F \cdot ds$
	$W = P \cdot t; \; W = \int_{t_1}^{t_2} P \cdot dt$

Gesetz von der Erhaltung der mechanischen Arbeit	$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$
Leistung	$P = \frac{W}{t} = F \cdot v$
Wirkungsgrad	$\eta = \frac{P_e}{P_i}$
Energie der Lage	$W_{pot} = G \cdot (h - h_1) = m \cdot g\,(h - h_1)$
Energie der Bewegung	$W_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$
Satz von der Erhaltung der mechanischen Energie	$W_{ges} = W_{pot} + W_{kin} = \text{const}$
Kraftstoß	$I = \int_{t_1}^{t_2} F \cdot dt$
Impuls	$I = m \cdot v$
Gesetz von der Erhaltung des Impulses	$I_{ges} = \sum m_k \cdot v_k = \text{const}$ $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 + \cdots + m_k \cdot v_k = \text{const}$

2. Statik der Flüssigkeiten und Gase

Druck	$p = \frac{F}{A}$
Druckgleichgewicht	$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$
Schweredruck	$p = h \cdot \varrho \cdot g$ $p = h \cdot \gamma$
Boylesches Gesetz	$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
Auftriebskraft	$F_A = V \cdot \gamma_{Fl}$

3. Schwingungen und Wellen

Frequenz	$f = \frac{1}{T}$	Kreisfrequenz	$\omega = 2\pi \cdot f$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
Harmonische Schwingung	$x = x_0 \cdot \sin(\omega \cdot t)$		
Schwingungsdauer (Pendel)	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$		
Schwerebeschleunigung	$g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2}$		
Wellengeschwindigkeit	$c = \lambda \cdot f$		
Brechungsgesetz	$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c_1}{c_2} = n$		
Thomsonsche Schwingungsgleichung	$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$		
Wellenverstärkung (Doppelspalt und Gitter)	$\frac{n \cdot \lambda}{a} \approx \frac{s_n}{e}$		
Wellenauslöschung	$d_A = m \cdot \frac{\lambda}{2}$ (m ist ganzzahlig)		

GEOMETRISCHE OPTIK

Grenzwinkel der Totalreflexion	$\sin\alpha_g = \frac{1}{n}$
Brennweite am Hohlspiegel	$f \approx \frac{r}{2}$
Abbildungsgleichung	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$ $\frac{y}{y'} = \frac{s}{s'}$

Vorzeichen	f	s	s' reell	s' virtuell
Hohlspiegel	+	+	+	−
Konvexspiegel	−	+		−
Konvexlinse	+	+	+	−
Konkavlinse	−	+		−

Brennweite eines Linsensystems	$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 \cdot f_2}$

LICHTWELLEN

Brewstersches Gesetz	$\alpha_p + \beta_p = 90°$

4. Wärmelehre

Längenänderung	$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$
Volumänderung	$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta t; \quad \gamma \approx 3\,\alpha$
Längendehnung	$l_1 = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$
Volumdehnung	$V_1 = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$
Wärmemenge	$W = m \cdot c \cdot \Delta t$
Temperatur-Volum-Gesetz	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$
Druck-Temperatur-Gesetz	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$
allgemeine Zustandsgleichung der Gase	$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ $p \cdot V_M = R \cdot T$

5. Elektrizitätslehre

GRUNDBEGRIFFE

Ohmsches Gesetz		$R = \frac{U}{I}$		
	Stromstärke	Spannung	Widerstand	
unverzweigter Stromkreis	$I = I_1 = I_2$	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$
für n Elemente	$I = \frac{n \cdot U}{n \cdot R_i + R_a}$			
verzweigter Stromkreis	$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$	$U = U_1 = U_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$
für n Elemente	$I = \frac{U}{\frac{R_i}{n} + R_a}$			
Leitungswiderstand		$R = \frac{\varrho \cdot l}{A}$		
Elektrische Arbeit		$W = U \cdot I \cdot \Delta t = I^2 \cdot R \cdot \triangle t$		
Elektrische Leistung		$P = U \cdot I \quad = I^2 \cdot R$		

ELEKTRISCHES FELD

Ladung	$Q = I \cdot \Delta t$
Feldstärke	$E = \frac{U}{s} \qquad E = \frac{F}{Q}$
Feldkraft	$F = \frac{U}{s} \cdot Q$
Kapazität, allgemeine Definition	$C = \frac{Q}{U}$
Kapazität, Sonderfall des Plattenkondensators	$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{s}$
Coulombsches Gesetz	$F = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$

MAGNETISCHES FELD — INDUKTION

Lorentzkraft	$F_L = e \cdot v \cdot B$
Flußdichte $B = \frac{F}{I \cdot l}$	Spannung $U_i = l \cdot v \cdot B$
Magnetfluß $\Phi = B \cdot A$	Induzierte Spannung $U_i = -w \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
Feldstärke $H = \frac{w \cdot I}{l}$	Flußdichte (Spule) $B = \mu_0 \cdot \frac{w \cdot I}{l}$ $B = \mu_0 \cdot H$
Magnetfluß (Spule) $\Phi = \mu \cdot H \cdot A$	Relative Permeabilität $\mu_r = \frac{B_E}{B_L}$

WECHSELSTROMKREIS

Kapazitiver Widerstand $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$	Induktiver Widerstand $X_L = \omega \cdot L$
Resonanzbedingung $\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$	Eigenfrequenz des elektrischen Schwingkreises, Resonanzfrequenz $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$
Spannungsabfall bei Wechselstromwiderständen	bei Wirkwiderstand $U_R = R \cdot I$
bei kapaz. W. $U_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I$	bei indukt. W. $U_L = \omega \cdot L \cdot I$
effektive Stromstärke	$I_e = \frac{1}{2}\sqrt{2} \cdot i_{max} = 0{,}707 \cdot i_{max}$
effektive Spannung	$U_e = \frac{1}{2}\sqrt{2} \cdot u_{max} = 0{,}707\ u_{max}$
Ohmsches Gesetz (Reihenschaltung)	$U_e = I_e \cdot \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}$
Phasenverschiebung (Reihenschaltung)	$\tan \varphi = \frac{\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}}{R}$
Wirkwiderstand $R_W = R$	Wirkleistung $P_W = U_e \cdot I_e \cdot \cos \varphi$
Blindwiderstand $R_B = \omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}$	Blindleistung $P_B = U_e \cdot I_e \cdot \sin \varphi$
Scheinwiderstand $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	Scheinleistung $P_s = U_e \cdot I_e$
Arbeit $W = P \cdot t$	

idealer Transformator	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2} = \ddot{u}$; $\frac{I_2}{I_1} = \frac{w_1}{w_2}$

ELEKTRONENRÖHRE (TRIODE)

Steilheit (U_a = konstant)	$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}$
Innenwiderstand (U_g = konstant)	$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$
Durchgriff (I_a = konstant)	$D = \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a}$
Barkhausengleichung	$S \cdot R_i \cdot D = 1$

6. Feldform und stoffliche Form der Materie

Energie eines Strahlungsquants	$W = h \cdot \nu$
Masse eines Strahlungsquants	$m = \frac{h \cdot \nu}{c^2}$
Einsteinsche Gleichung $W = m \cdot c^2$	Radius des Atomkerns $r = r_0 \cdot A^{\frac{1}{3}}$
Volumen des Atomkerns $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_0^3 \cdot A$	Halbwertszeit $T = 0{,}693 \cdot \lambda^{-1}$

PHYSIKALISCHE KONSTANTEN

Gravitationskonstante	$k = (6{,}670 \pm 0{,}007) \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}^2}$
Mittlerer Erdradius $r = 6{,}371 \cdot 10^6$ m	Masse des Erdkörpers $m_E = 5{,}977 \cdot 10^{24}$ kg
Rotationsdauer der Erde	$t_E = 8{,}61641 \cdot 10^4$ s
Schwerebeschleunigung für 45° nördl. Breite	$g_{45} = 9{,}80665\ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$

Erste astronautische Geschwindigkeit ($h = 0$)	$v_k = 7{,}912 \cdot 10^3\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
Zweite astronautische Geschwindigkeit ($h = 0$)	$v_p = 11{,}190 \cdot 10^3\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
Masse des Mondkörpers $m_M = 7{,}4 \cdot 10^{22}$ kg	Masse des Sonnenkörpers $m_S = 1{,}97 \cdot 10^{30}$ kg
Mittlerer Abstand Erde—Sonne	$s_S = 1{,}497 \cdot 10^{11}$ m
Mittlerer Abstand Erde—Mond	$s_M = 3{,}84 \cdot 10^8$ m
Mittlere Umlaufzeit des Mondes	$t_M =$ 27 d 7 h 43 min 12 s
Loschmidtsche Zahl $L = 6{,}024 \cdot 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$	Avogadrosche Zahl $n = 2{,}688 \cdot 10^{25}\ \mathrm{m^{-3}}$
Boltzmannkonstante $k = R/L$	$k = 1{,}3801 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{Ws \cdot grd^{-1}}$
Allgemeine Gaskonstante	$R = 8{,}318\ \mathrm{Ws \cdot mol^{-1} \cdot grd^{-1}}$
Molvolumen $M_v = 22{,}42\ \mathrm{dm^3 \cdot mol^{-1}}$	Elementarladung $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C
Ruhmasse eines Elektrons	$m_0 = 9{,}108 \cdot 10^{-31}$ kg
Ruhmasse eines Protons	$m_p = 1{,}6727 \cdot 10^{-27}$ kg
Ruhmasse eines Neutrons	$m_n = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}$ kg
Spezifische Ladung eines Elektrons	$\frac{e}{m_0} = 1{,}759 \cdot 10^{11}\ \mathrm{C \cdot kg^{-1}}$
Spezifische Ladung eines Protons	$\frac{e}{m_p} = 9{,}5738 \cdot 10^7\ \mathrm{C \cdot kg^{-1}}$
Plancksches Wirkungsquantum	$h = 6{,}625 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{W \cdot s^2}$
Induktionskonstante	$\mu_0 = 1{,}2566 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{V \cdot s \cdot A^{-1} \cdot m^{-1}}$
Dielektrizitätskonstante	$\varepsilon_0 = 8{,}86 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F \cdot m^{-1}}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = (299790 \pm 6)\ \mathrm{km \cdot s^{-1}}$

Dichte ϱ von festen Stoffen

Stoff	ϱ in $\frac{g}{cm^3}$	Stoff	ϱ in $\frac{g}{cm^3}$	Stoff	ϱ in $\frac{g}{cm^3}$
Aluminium	2,70	Kalium	0,86	Platin	21,4
Barium	3,5	Kalzium	1,55	Porzellan	2,3
Bernstein	1,0	Kobalt	8,8	Salpeter	2,1
Blei	11,34	Kochsalz	2,2	Schwefel, gelb	2,07
Brauneisenstein	4,0	Kork	0,2	Selen	4,80
Braunkohle	$\approx$1,3	Kreide	2,2	Silber	10,50
Bronze (Cu+Sn)	$\approx$8,7	Kupfer	8,93	Silizium	2,35
Chrom	6,9	Lithium	0,53	Soda, krist.	1,5
Diamant	3,5	Magnesium	1,74	Stahl	$\approx$7,85
Eis	0,9	Mangan	7,3	Steingut	1,5
Eisen, rein	7,86	Marmor	2,6	Steinkohle	$\approx$1,3
Grauguß	7,25	Messing	$\approx$8,3	Uran	18,7
Feldspat	2,6	Natrium	0,97	Wachs	0,96
Glas	$\approx$2,5	Nickel	8,85	Wismut	9,80
Glimmer	2,9	Osmium	22,48	Wolfram	19,1
Gold	19,3	Papier	$\approx$1	Zink	7,12
Iridium	22,4	Paraffin	0,9	Zinkblende	4,0
Kadmium	8,64	Phosphor, weiß	1,83	Zinn	7,28

Dichte ϱ von Flüssigkeiten und Gasen (bei 0 °C und 760 Torr)

Flüssigkeit	ϱ in $\frac{g}{cm^3}$	Flüssigkeit		ϱ in $\frac{g}{cm^3}$	Gas	ϱ in $\frac{g}{cm^3}$
Äther	0,72	Salpetersäure	50%	1,31	Ammoniak	0,0007714
Alkohol	0,79		100%	1,51	Azetylen	0,0011709
Benzin	0,70	Salzsäure	40%	1,20	Chlor	0,00322
Benzol	0,88	Schwefelsäure	50%	1,40	Helium	0,0001785
Chloroform	1,49		100%	1,83	Kohlendioxid	0,0019768
Glyzerin	1,26	Seewasser		1,02	Kohlenoxid	0,0012500
Leinöl	0,94	Spiritus		0,83	Luft	0,0012928
Natronlauge	1,50	Wasser bei 10 °C		0,9997	Sauerstoff	0,0014290
Petroleum	0,85	Wasser bei 4 °C		1,0000	Stickstoff	0,0012505
Quecksilber	13,595				Wasserstoff	0,0000899

Umrechnung von Einheiten des Druckes

Druck	$N \cdot m^{-2}$	bar (10^3 mbar)	at ($kp \cdot cm^{-2}$)	atm	Torr
$1\ N \cdot m^{-2}$	1	10^{-5}	$1{,}0197 \cdot 10^{-5}$	$9{,}869 \cdot 10^{-6}$	$7{,}5 \cdot 10^{-3}$
1 bar (10^3 mbar)	10^5	1	1,0197	$9{,}8692 \cdot 10^{-1}$	$7{,}5 \cdot 10^2$
1 at ($kp \cdot cm^{-2}$)	$9{,}80665 \cdot 10^4$	$9{,}80665 \cdot 10^{-1}$	1	$9{,}6784 \cdot 10^{-4}$	$7{,}3556 \cdot 10^2$
1 atm	$1{,}01325 \cdot 10^5$	1,01325	1,0332	1	$7{,}6 \cdot 10^2$
1 Torr	$1{,}3332 \cdot 10^2$	$1{,}3332 \cdot 10^{-3}$	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$	$1{,}316 \cdot 10^{-3}$	1

Umrechnung von Einheiten der Arbeit (bzw. Energie)

Arbeit (Energ.)	Nm (Ws, J, 10^7 erg)	kWh	kcal	kpm	PSh	MeV
1 Nm (Ws, J, 10^7 erg)	1	$2{,}778 \cdot 10^{-5}$	$2{,}388 \cdot 10^{-4}$	$1{,}0197 \cdot 10^{-1}$	$3{,}776 \cdot 10^{-7}$	$6{,}242 \cdot 10^{12}$
1 kWh	$3{,}6 \cdot 10^6$	1	8,598 10^2	$3{,}671 \cdot 10^5$	1,359	$2{,}247 \cdot 10^{19}$
1 kcal	$4{,}1868 \cdot 10^3$	$1{,}163 \cdot 10^{-3}$	1	$4{,}269 \cdot 10^2$	$1{,}581 \cdot 10^{-3}$	$2{,}613 \cdot 10^{16}$
1 kpm	9,80665	$2{,}724 \cdot 10^{-6}$	$2{,}342 \cdot 10^{-3}$	1	$3{,}703 \cdot 10^{-6}$	$6{,}121 \cdot 10^{13}$
1 PSh	$2{,}648 \cdot 10^6$	$7{,}355 \cdot 10^{-1}$	$6{,}325 \cdot 10^2$	$2{,}7 \cdot 10^5$	1	$1{,}653 \cdot 10^{19}$
1 MeV	$1{,}602 \cdot 10^{-13}$	$4{,}45 \cdot 10^{-20}$	$3{,}826 \cdot 10^{-17}$	$1{,}634 \cdot 10^{-14}$	$6{,}049 \cdot 10^{-20}$	1

Umrechnung von Einheiten der Leistung

Leistung	kW (10^{10} erg $\cdot s^{-1}$)	kcal $\cdot s^{-1}$	kpm $\cdot s^{-1}$	PS
1 kW (10^{10} erg $\cdot s^{-1}$)	1	$2{,}388 \cdot 10^{-1}$	$1{,}0197 \cdot 10^2$	1,359
1 kcal $\cdot s^{-1}$	4,1868	1	$4{,}269 \cdot 10^2$	5,692
1 kpm $\cdot s^{-1}$	$9{,}80665 \cdot 10^{-3}$	$2{,}342 \cdot 10^{-3}$	1	$1{,}333 \cdot 10^{-2}$
1 PS	$7{,}355 \cdot 10^{-1}$	$1{,}757 \cdot 10^{-1}$	$7{,}5 \cdot 10$	1

Reibungszahlen

Werkstoffe	Haftreibungszahl μ_0	Gleitreibungszahl μ
Stahl auf Stahl, trocken	0,15	0,10
Stahl auf Bronze	0,18	0,16
Stahl auf Eis, trocken	0,027	–
Metall auf Holz	0,55	0,35
Holz auf Holz	0,65	0,35
Leder auf Metall (Dichtungen)	0,60	0,25
Lederriemen auf Metall	0,56	0,28
Lederriemen auf Holz	0,47	0,27
Beton auf Kies	0,87	
Beton auf Sand	0,56	
Mauerwerk auf Sand	0,60	
	Rollreibungszahl f	
Grauguß auf Grauguß	0,08	
Stahlreifen auf Schiene	0,05	
Stahlkugeln gehärtet auf Stahl (Kugellager)	0,001	

Wärmeausdehnungskoeffizienten

Feste Körper, lin. (zwischen 0 und 100 °C)

Stoff	α in grd^{-1}	Stoff	α in grd^{-1}
Aluminium	0,000023	Magnesium	0,000026
Beton, Stahl-	000012	Mauerwerk	000005
Blei	000029	Platin	000009
Bronze, Messing	000018	Polyvinylchlorid (PVC)	000080
Diamant	000001	Porzellan, Berl.	000004
Glas, Fenster-	000010	Quarz	000001
Glas, Saale- 16	000008	Silber	000020
Gold	000014	Stahl	000013
Graphit	000008	Wismut	000014
Hartgummi	000080	Wolfram	000004
Holz	000008	Zink	000036
Konstantan	000015	Zinn	000027
Kupfer	000016		

Wärmeausdehnungskoeffizienten

Flüssigkeiten, kub. (um 18 °C)

Stoff	β in grd $^{-1}$	Stoff	β in grd^{-1}
Äthanol	0,00110	Methanol	0,00119
Äthdioxyäthan (Äther)	00162	Paraffin	00076
Benzol	00106	Petroleum	00096
Trichlormethan (Chloroform)	00128	Propanon (Azeton)	00143
Propantriol (Glyzerin)	00049	Quecksilber	00018
		Wasser	00018

Spezifische Wärme

Stoff	Zust.	c_p in $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grd}}$	Stoff	Zust.	c_p in $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grd}}$
Äthanol (0 °C)	fl.	0,56	Luft (18 °C)	g.	0,24
Aluminium	f.	0,22	Magnesium	f.	0,25
Ammoniak	g.	0,50	Mauerziegel	f.	0,21
Äthdioxyäthan (0 °C)	fl.	0,54	Messing	f.	0,09
Benzol (0 °C)	fl.	0,41	Öl (Masch. 18 °C)	fl.	0,40
Blei	f.	0,03	Petroleum (18 °C)	fl.	0,50
Bronze	f.	0,09	Platin	f.	0,03
Diamant (0 °C)	f.	0,10	Porzellan	f.	0,19
Eis (0 °C)	f.	0,50	Quarzglas	f.	0,19
Eisen, rein	f.	0,11	Quecksilber	fl.	0,03
Glas, Fenster-	f.	0,21	Sauerstoff	g.	0,22
Glyzerin (18 °C)	fl.	0,57	Silber	f.	0,06
Gold	f.	0,03	Stickstoff	g.	0,25
Graphit (0 °C)	f.	0,15	Wasser	fl.	1,0
Helium (18 °C)	g.	1,25	Wasserstoff	g.	3,40
Holz, Eiche	f.	0,57	Wismut	f.	0,03
Holz, Fichte	f.	0,45	Wolfram	f.	0,03
Kohlendioxid	g.	0,20	Zink	f.	0,09
Kupfer	f.	0,09	Zinn	f.	0,05

Schmelztemperaturen und Siedetemperaturen (bei einem Luftdruck von 760 Torr)

Stoff	Schmelztemperatur in °C	Siedetemperatur in °C	Stoff	Schmelztemperatur in °C	Siedetemperatur in °C
Aluminium	659	2497	Naphthalin	80	218
Ammoniak	78	− 33	Natrium	98	883
Äthanol	−114	78	Phosphor	44	280
Äthdioxyäthan	−124	35	Platin	1773	4400
Äthen	−170	−104	Quarzglas	1477	2230
Äthin	− 82	− 84	Quecksilber	− 38,8	357
Benzin	< − 50	100	Sauerstoff	−219	−183
Benzol	5	80	Schwefel	119	445
Blei	327	1752	Schwefelwasserstoff	− 86	− 60
Chlor	−101	− 34			
Eisen, rein	1537	2735	Silber	961	2170
Glyzerin	18	290	Stahl	≈1400	
Gold	1063	2960	Stickstoff	−210	−196
Helium	−271	−269	Titan	1727	>3000
Kadmium	321	767	Wasserstoff	−262	−253
Kalium	63	776	Wismut	271	1560
Kupfer	1083	2600	Wolfram	3380	6000
Leinöl	− 15	316	Zink	419	907
Luft	−213	−193	Zinn	232	2430
Magnesium	657	1102			

Wärmeleitzahlen von Metallen (zwischen 0 °C und 100 °C)

Stoff	Wärmeleitzahl in $\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{grd}}$	Stoff	Wärmeleitzahl in $\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{grad}}$	Stoff	Wärmeleitzahl in $\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{grad}}$
Aluminium	0,50	Konstantan	0,055	Silber	1,0
Blei	0,08	Kupfer	0,94	Stahl, Cr–Ni	0,03
Bronze (84 Cu)	0,14	Magnesium	0,40	Wismut	0,02
Eisen	0,20	Messing (62 Cu)	0,20	Wolfram	0,40
Gold	0,74	Nickel	0,20	Zink	≈0,27
Kalium	≈0,32	Platin	0,17	Zinn	0,16

Schmelzwärme

Stoff	Schmelzwärme in kcal · kg^{-1}	Stoff	Schmelzwärme in kcal · kg^{-1}	Stoff	Schmelzwärme in kcal · kg^{-1}
Aluminium	95	Kupfer	49	Silber	25
Antimon	39	Magnesium	89	Silizium	34
Blei	6	Mangan	63	Wachs	42
Eis	79,7	Natrium	27	Wasserstoff	14
Eisen, rein	65	Platin	27	Wismut	13
Gold	15	Quecksilber	2,7	Wolfram	46
Kadmium	13	Sauerstoff	3	Zink	26
Kalium	15	Schwefel	9	Zinn	14
Kobalt	62	(monoklin)			

Verdampfungswärme

Stoff	Verdampfungswärme in kcal · kg^{-1}	Stoff	Verdampfungswärme in kcal · kg^{-1}
Ammoniak	327	Sauerstoff	51
Äthanol	201	Schwefel	79
Äthdioxyäthan (Äther)	86	Kohlendisulfid	84
		Stickstoff	48
Benzol	94	Wasser	539
Chlor	62	Wasserstoff	112
Quecksilber	68		

Heizwerte einiger Brennstoffe

fest	H in kcal · kg^{-1}	flüssig	H in kcal · kg^{-1}	gasförmig	H in kcal · m^{-3}
Weichbraunkohle	2000	Steinkohlenteeröl für Heizzwecke	9150 ± 150	Gichtgas	940···980
Torf	3500	Leuchtöl (Petroleum)	9750 ± 250	Generatorgas	1150···1250
Holz	3600	Braunkohlenteeröl	9800 ± 100	Wassergas	2350···2550
Braunkohlenbriketts	4700	Benzol	9610	Braunkohlenschwelgas	2600···3200
Zechenkoks	7000	Dieselöl	9950 ± 150	Stadtgas (Mischgas)	3800···4200
Steinkohle		Autobenzin	10150 ± 350	Steinkohlenschwelgas	6000···7000
Gaskohle	7000	Flugbenzin	10150 ± 150	Erdgas, trocken	6000···8000
Anthrazit	7400	Gasöl	10250 ± 150		

Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Stoffen

Stoff	v in $m \cdot s^{-1}$	Stoff	v in $m \cdot s^{-1}$
Gummi	40	Blei	1300
Kohlendioxid	260	Beton	3800
Luft bei 0 °C	332	Eis	3232
Luft bei 15 °C	340	Eichenholz	3380
Kork	500	Kupfer	3500
Äthanol	1160	Ziegelmauerwerk	3600
Benzin	1160	Zink	3700
Wasser bei 4 °C	1400	Stahl	5000
Wasser bei 25 °C	1497	Aluminium	5100
Meerwasser	1500	Glas	5200

Brechungszahlen einiger Stoffe gegen Luft (für gelbe Natriumlinie mit $\lambda = 589$ nm)

Stoff	n_D	Stoff	n_D
Vakuum	0,99971	Kronglas (leicht)	1,5153
Wasserstoff	0,99985	Flintglas (leicht)	1,6085
Wasserdampf	0,99996	Kronglas (schwer)	1,6152
Sauerstoff	0,99998	Schwefelkohlenstoff	1,628
Eis	1,31	Kohlendisulfid	1,6291
Wasser	1,3332	Flintglas (schwer)	1,7515
Äthanol	1,3623	Flintglas (schwerst)	1,9
Stickstoff	1,0000	Diamant	2,4173

Fraunhofersche Linien

Fraunh. Linie	λ in nm	zugehöriges chem. Element	Farbe
A	760,82	Kohlenstoff	äußerstes Rot
B	686,72	Sauerstoff	Hochrot
C	656,28	Wasserstoff	Rotorange
D	589,28	Natrium	Gelb
E	527,00	Eisen	Grün
F	486,13	Wasserstoff	Blau
G	430,77	Kalzium	Indigo
H	396,85	Kalzium	Violett

Wichtige Spektrallinien einiger chemischer Elemente

Element	nm	Element	nm	Element	nm
Aluminium	396,15	Magnesium	279,55	Quecksilber	253,65
Barium	553,55		285,21		546,07
Blei	368,35		517,27	Schwefel	182,05
	405,78		518,36		182,64
Eisen	526,95		552,84	Silber	328,07
Iridium	544,95	Molybdän	550,65		546,55
Kalzium	393,37		553,30	Strontium	421,55
	396,85		557,05	Wolfram	400,88
	422,67		603,07		430,21
Kobalt	238,89	Natrium	568,26	Zink	334,50
Kupfer	324,75		568,82		481,05
	327,40		589,00		
Lithium	610,36		589,59		
	670,78				

Elektrochemische Äquivalente

Stoff	Wertigkeit	elektrochem. Äquivalent in mg · As^{-1}	Stoff	Wertigkeit	elektrochem. Äquivalent in mg · As^{-1}
Kationen			Nickel	III	0,203
Aluminium	III	0,093	Platin	IV	0,505
Barium	II	0,712	Quecksilber	I	2,079
Blei	II	1,074	Silber	I	1,118
Chrom	III	0,180	Wasserstoff	I	0,010
Eisen	II	0,289	Wismut	III	0,722
Eisen	III	0,193	Zink	II	0,339
Gold	III	0,681	Zinn	II	0,615
Kalium	I	0,405	Zinn	IV	0,308
Kalzium	II	0,208	Anionen		
Kupfer	II	0,329	Brom	I	0,828
Magnesium	II	0,126	Chlor	I	0,367
Natrium	I	0,233	Fluor	I	0,197
Nickel	II	0,304	Sauerstoff	II	0,083

Spezifische elektrische Widerstände, Metalle (20 °C) — ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$

Metall (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$	Metall (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$	Metall (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$
Aluminium	0,024	Kupfer	0,0155	Wismut	1,2
Blei	0,188	Platin	0,098	Wolfram	0,049
Eisen	0,10	Quecksilber	0,94	Zink	0,048
Gold	0,020	Silber	0,015	Zinn	0,10

Spezifische elektrische Widerstände, Widerstandslegierungen (20 °C) — ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$

Widerstandslegierungen (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$	Widerstandslegierungen (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$	Widerstandslegierungen (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$
Chromnickel	1,20	Konstantan	0,50	Nickelin	0,33
Eisen leg. (4 Si)	0,50	Manganin	0,43	Stahlguß	0,18

Isolatoren (20 °C) — ϱ in $\Omega \cdot cm^2 \cdot cm^{-1} = \Omega \cdot cm$

Isolatoren (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot cm^2 \cdot cm^{-1} = \Omega \cdot cm$	Isolatoren (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot cm^2 \cdot cm^{-1} = \Omega \cdot cm$	Isolatoren (20 °C)	ϱ in $\Omega \cdot cm^2 \cdot cm^{-1} = \Omega \cdot cm$
Bernstein	$>10^{18}$	Hartgummi	$2 \cdot 10^{15} \ldots 1 \cdot 10^{18}$	Kolophonium	$5 \cdot 10^{16}$
Glas, gewöhn.	$10^{11} \ldots 10^{15}$	Holz	$10^{10} \ldots 10^{16}$	Porzellan	$3 \cdot 10^{14}$
Glimmer	$4 \cdot 10^{13} \ldots 2 \cdot 10^{17}$	Igelit	$>10^{14}$	Quarz	$\approx 2 \cdot 10^{16}$

Elementarteilchen

Gruppe	Name	Symbol	Relative Masse bezogen auf Elektronenmasse	Ladung in e	mittlere Lebensdauer in s	Zerfallsschema
Leptonen	Neutrino	ν	0	0	stabil	—
	Antineutrino	$\bar{\nu}$	0	0	stabil	—
	Elektron	e, e^-	1	-1	stabil	—
	Positron	e^+	1	$+1$	stabil	—
L-Mesonen	μ-Mesonen	μ^+	206,7	$+1$	$2{,}2 \cdot 10^{-6}$	$\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \nu$
		μ^-	206,7	-1	$2{,}2 \cdot 10^{-6}$	$\mu^- \rightarrow e^- + \nu + \nu$
	π-Mesonen	π^0	263,9	0	10^{-16}	$\pi^0 \rightarrow \nu + \nu$
		π^+	273,3	$+1$	$2{,}5 \cdot 10^{-8}$	$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$
		π^-	273,3	-1	$2{,}5 \cdot 10^{-8}$	$\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$
K-Mesonen	τ-Mesonen	τ^+	≈ 965	$+$	$1{,}2 \cdot 10^{-8}$	$\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm + \pi^+ + \pi^-$
		τ^-	≈ 965	$-$	$1{,}2 \cdot 10^{-8}$	oder $\pi^\pm + \pi^0 + \pi^0$
	Θ-Mesonen	Θ^+	≈ 971	$+1$	$\approx 10^{-10}$	$\Theta^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$
		Θ^-	≈ 971	-1	$\approx 10^{-10}$	$\Theta^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$
		Θ^0	≈ 971	0	$\approx 10^{-10}$	$\Theta^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$
Nukleonen	Proton	p	1836,12	$+1$	stabil	—
	Antiproton	$\bar{p}$	1836,12	-1	stabil	—
	Neutron	n	1838,65	0	10^3	$n \rightarrow p + e^- + \nu$
	Antineutron	$\bar{n}$	1838,65	0	?	?
Hyperonen	Λ-Hyperonen	Λ^0	2181	0	$2{,}77 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$
	Σ-Hyperonen	Σ^+	2327	$+1$	$0{,}78 \cdot 10^{-10}$	$\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^0; n + \pi^+$
		Σ^-	2340	-1	$1{,}58 \cdot 10^{-10}$	$\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$
	Ξ-Hyperonen	Ξ^-	2586	-1	$1{,}4 \cdot 10^{-10}$	$\Xi \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Schulbuch bestätigt
Lizenz-Nr. 203 · 1000/66 · ES 11 H · Redaktion: Werner Golm · Ing. Günter Meyer
Satz und Druck: VEB Druckerei „Thomas Müntzer", 582 Bad Langensalza
Bestell-Nr. 02 09 62-2 · Preis 0,20