

Physik

Tabellen

Gravitationskonstante	G	$6.672\ 59 \cdot 10^{-11}$	$\text{m}^3/(\text{kg s}^2)$
Masse eines Protons	m_p	$1.672\ 623\ 1 \cdot 10^{-27}$	kg
Elementarladung	e	$1.602\ 177\ 33 \cdot 10^{-19}$	C
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	c	$2.997\ 924\ 58 \cdot 10^8$	m/s

Frühling 2003

Inhalt

Unerlässlichste Mathematik	2
Griechisches Alphabet	3
Vorsilben für Zehnerpotenzen	3
Physikalische Grösse	4
SI-Basisgrössen und Basiseinheiten	4
Abgeleitete Grössen, SI-Einheiten und andere Einheiten	5
Wichtige Konstanten	6
Eigenschaften von Festkörpern	7
Eigenschaften von Flüssigkeiten	8
Eigenschaften von Gasen	8
Siedetemperatur des Wassers	9
Wärmeleitfähigkeit, Wärmedurchgangszahl, spezifischer Heizwert	9
Spezifische elektrische Widerstände	9
Brechzahlen	10
Schallgeschwindigkeiten	10
Tonhöhen in internationaler Stimmung / Intervalle	10
Normalatmosphäre	10
Fallbeschleunigungen	10
Curie-Temperaturen	11
Reibungszahlen	11
Widerstandszahlen	11
Chemische Elemente	12
Nuklide	13
Grössenordnungen	15

Unerlässlichste Mathematik

Bruchrechnen

$$a \cdot \frac{b}{c} = \frac{ab}{c} \quad \frac{a}{b} : c = \frac{a}{bc} \quad \frac{ac}{bc} = \frac{a}{b} \quad \frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad+bc}{bd} \quad \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd} \quad \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

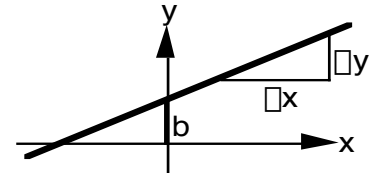
Potenzrechnen

$$z^0 = 1 \quad z^a \cdot z^b = z^{a+b} \quad z^{-a} = \frac{1}{z^a} \quad \frac{z^a}{z^b} = z^{a-b} \quad (z^a)^b = z^{a \cdot b} \quad \sqrt[a]{z} = z^{1/a}$$

Lineare Funktion

$$y = f(x) = m \cdot x + b$$

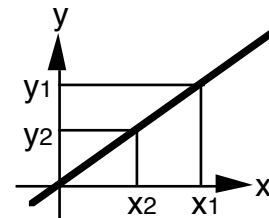
Die Gerade hat die Steigung $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ und schneidet die y-Achse bei $y = b$.



Proportionalität $y = f(x) = m \cdot x$

$$m = \frac{y_1}{x_1} = \frac{y_2}{x_2}$$

Proportionen $y_1 : x_1 = y_2 : x_2$ oder $y_1 : y_2 = x_1 : x_2$

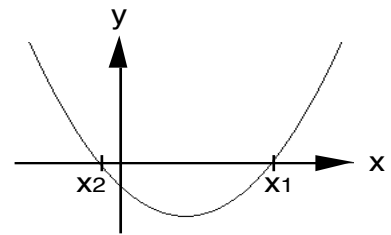


Quadratische Funktion

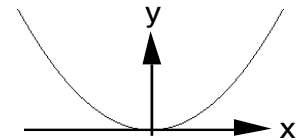
$$y = f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

$y = 0$ hat zwei Lösungen (Nullstellen), falls $b^2 - 4ac > 0$:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



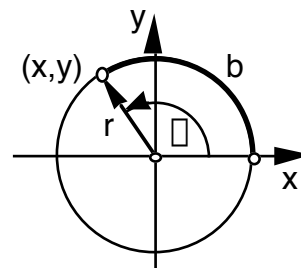
$$y = f(x) = a \cdot x^2$$



Bogenmass

$$\varphi = \frac{b}{r}$$

volle Umdrehung: $\varphi = 2\pi$



Winkel-funktionen

$$\sin \varphi = \frac{y}{r}$$

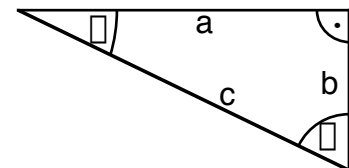
$$\cos \varphi = \frac{x}{r}$$

$$\tan \varphi = \frac{y}{x}$$

$$\cot \varphi = \frac{x}{y}$$

rechtwinkliges Dreieck

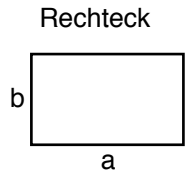
$$\sin \varphi = \frac{a}{c} = \cos \psi \quad \tan \varphi = \frac{a}{b} = \cot \psi$$



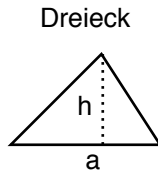
Satz von Pythagoras

$$a^2 + b^2 = c^2$$

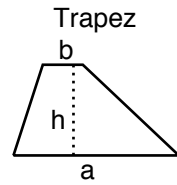
ebene Flächen



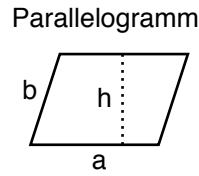
$A = a \cdot b$



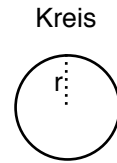
$A = \frac{a \cdot h}{2}$



$A = \frac{a+b}{2} \cdot h$

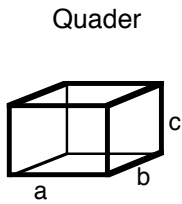


$A = a \cdot h$



$u = 2r \pi$ $A = r^2 \cdot \pi$

Körper

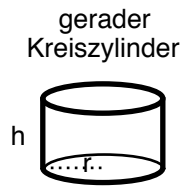


$V = a \cdot b \cdot c$

Zylinder

G =
Grundfläche
h = Höhe
V = Volumen

$V = G \cdot h$

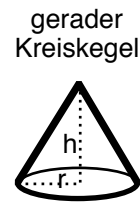


$V = r^2 \cdot \pi \cdot h$

Kegel

G = Grundfläche
h = Höhe
V = Volumen

$V = G \cdot \frac{h}{3}$



$V = r^2 \pi \cdot \frac{h}{3}$

Kugel

S = Oberfläche

$S = 4\pi r^2$
 $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

Griechisches Alphabet

Name	einige Verwendungen	Name	einige Verwendungen
Alpha	$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$: ebene Winkel	Xi	
Beta	β, γ, δ : Strahlungsarten	Omikron	
Gamma	α, β : Ausdehnungskoeff.	Pi	$\pi = 3.141592654...$
Delta	Δ : Differenz	Rho	ρ : Dichte; spez. Widerstand
Epsilon	ϵ : el. Feldkonstante	Sigma	Σ : Summe
Zeta			σ : el. Leitfähigkeit
Eta	η : Wirkungsgrad		σ : Stefan-Boltzmann-Konst.
Theta	θ : Temperatur (in °C)	Tau	
Iota		Ypsilon	
Kappa	κ : Kompressibilität	Phi	ϕ : Winkel; elektr. Potential
Lambda	λ : Wellenlänge		Φ : magnetischer Fluss
	λ : Wärmeleitfähigkeit	Chi	
My (Mü)	μ : mikro = 10^{-6}	Psi	
Ny (Nü)	ν : Frequenz; Stoffmenge	Omega	Ω, ω : Raumwinkel

Vorsilben für Zehnerpotenzen

10 ¹⁸	Exa	E	10 ³	Kilo	k	10 ⁻⁶	Mikro	μ
10 ¹⁵	Peta	P	10 ²	Hekto	h	10 ⁻⁹	Nano	n
10 ¹²	Tera	T	10 ⁻¹	Dezi	d	10 ⁻¹²	Piko	p
10 ⁹	Giga	G	10 ⁻²	Centi	c	10 ⁻¹⁵	Femto	f
10 ⁶	Mega	M	10 ⁻³	Milli	m	10 ⁻¹⁸	Atto	a

Physikalische Grösse

Definition: Physikalische Grösse = Zahlenwert · Einheit
 Beispiel: Periodendauer eines Pendels = 2.654 Sekunden
 mit *Formelzeichen* (*kursiv*) und Einheitenzeichen (*normal*): $T = 2.654 \text{ s}$

Messergebnis: Messgrösse = Messwert \pm Unsicherheit des Messwertes
 Beispiel: $T = 2.654 \text{ s} \pm 0.035 \text{ s}$

SI-Basisgrössen und Basiseinheiten*

Für die Basiseinheiten, resp. Grundeinheiten sind Messverfahren definiert, die (im Prinzip) jederzeit und an jedem Ort eine Neukonstruktion der Einheit ermöglichen. Die zugehörigen Messgrössen heissen Basisgrössen, resp. Grundgrössen.

Zeit	t	1 s	1 Sekunde ... ist das 9'192'631'770fache der Periodendauer der dem Uebergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids Cs 133 entsprechenden Strahlung. (1967)
Länge	l, s, x	1 m	1 Meter ... ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während des Intervalls von (1/299'792'458) s durchläuft. (1983)
Masse	m	1 kg	1 Kilogramm ... ist die Masse des Internationalen Kilogrammprototyps. (1889)
Stromstärke	I	1 A	1 Ampère ... ist die Stärke eines zeitlich unveränderten elektrischen Stromes, der, durch zwei im Vakuum parallel im Abstand 1 m voneinander angeordnete, unendlich lange Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fliessend, zwischen diesen Leitern je 1 m Leiterlänge elektrodynamisch die Kraft $0.2 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ hervorrufen würde. (1948)
Temperatur	T, \square	1 K	1 Kelvin ... ist der 273.16te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes des Wassers. (1967)
Lichtstärke	I_v	1 cd	1 Candela ... ist die Lichtstärke, mit der (1/600'000) m^2 der Oberfläche eines schwarzen Strahlers bei der Temperatur des beim Druck 101325 N/m^2 erstarrenden Platins senkrecht zu seiner Oberfläche leuchtet. (1967)
Stoffmenge	n, \square	1 mol	1 Mol ... ist die Stoffmenge eines Systems bestimmter Zusammensetzung, das aus ebenso vielen Teilchen besteht, wie Atome in (12/1000) kg des Nuklids C 12 enthalten sind. Bei Benutzung des Mol müssen die Teilchen (Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen, ...) spezifiziert werden. (1971)

*SI: Système International d'Unités

Es gibt ein Buch über diejenigen Forscher, die den SI-Masseinheiten die Namen gaben:

Ernst Schwenk: *Mein Name ist Becquerel*, dtv sachbuch, 1993

Abkürzungen von Einheiten, die nach Forschern bezeichnet sind, sind am Grossbuchstaben zu erkennen.

Abgeleitete Grössen, SI-Einheiten und andere Einheiten

andere Längeneinheiten:	1 mile = 1609.344 m	1 int. Seemeile \approx 1852 m
1 inch (Zoll) = 1 in. = $2.540 \cdot 10^{-2}$ m	1 foot = 1 ft. = 12 in. = 0.3048 m	1 yard = 1 yd = 3 ft = 0.9144 m
1 Angström = $1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ m	1 Lichtjahr = 1 Lj $\approx 9.4605 \cdot 10^{15}$ m	1 AE = $149.6 \cdot 10^9$ m

Abgeleitete Grössen sind aus Grundgrössen und abgeleitete Einheiten aus Grundeinheiten zusammengesetzt.

Fläche	A			1 m^2	
Volumen	V			1 m^3	1 Liter = 1 l = 1 dm^3 1 barrel = 1 bbl = 0.158984 m^3
ebener Winkel	\square	1 Radiant	1 rad	1	$1^\circ = 0.01745 \text{ rad}$; $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$
Raumwinkel	\square	1 Steradian	1 sr	1	
Geschwindigkeit	v			1 m/s	$3.6 \text{ km/h} = 1 \text{ m/s}$ 1 Knoten $\approx 1.852 \text{ km/h}$
Beschleunigung	a			1 m/s^2	
Frequenz	f	1 Hertz	1 Hz	1 s^{-1}	
Dichte	\square			1 kg/m^3	$1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$
Kraft	F	1 Newton	1 N	1 kgm/s^2	
Druck	p	1 Pascal	1 Pa	1 N/m^2	1 bar = 10^5 Pa 1 Torr = 1 mm Hg $\approx 133.3 \text{ Pa}$
Arbeit, Energie	W, E	1 Joule	1 J	1 Nm	1 Ws = 1 J; 1 kWh = $3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$ 1 eV = $1.6021892 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Wärmemenge	Q	1 Joule	1 J	1 Nm	1 kcal = 4186.8 J
Leistung	P	1 Watt	1 W	1 J/s	1 PS $\approx 0.735 \text{ kW}$
elektr. Ladung	Q	1 Coulomb	1 C	1 As	
elektr. Spannung	U	1 Volt	1 V	1 J/C	
elektr. Widerstand	R	1 Ohm	$1 \square$	1 V/A	
Leitwert	G	1 Siemens	1 S	$1 \square^{-1}$	
Kapazität	C	1 Farad	1 F	1 As/V	
elektr. Feldstärke	E			1 V/m	
magn. Feldstärke	H			1 A/m	1 Oe (Oersted) = $10^3/4\pi \text{ A/m}$
magn. Flussdichte	B	1 Tesla	1 T	1 Vs/m^2	1 G (Gauss) = 10^{-4} T
magn. Fluss	\square	1 Weber	1 Wb	1 Vs	
Induktivität	L	1 Henry	1 H	1 Vs/A	
Lichtstrom	\square	1 Lumen	1 lm	1 cd	
Beleuchtungsstärke	E	1 Lux	1 lx	1 lm/m^2	
Brechkraft	D	1 Dioptrie	1 dpt	1 m^{-1}	
Aktivität	A	1 Becquerel	1 Bq	1 s^{-1}	1 Ci (Curie) = $3.70 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$
Ionendosis				1 C/kg	1 R (Röntgen) = $2.58 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}$
Energiedosis		1 Gray	1 Gy	1 J/kg	1 rd (Rad) = 0.01 Gy
Aequivalentdosis		1 Sievert	1 Sv	1 J/kg	1 rem = 0.01 Sv

Abkürzungen: $1 \text{ m}^{-1} = 1 / \text{m}$; mm Hg = mm Quecksilbersäule; Ws = Wattsekunde; kWh = Kilowattstunde;

PS = Pferdestärke; kcal = Kilokalorie; rem = radiation equivalent man; eV = Elektronenvolt

Wichtige Konstanten*

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c =$	$2.997\,924\,58 \cdot 10^8$	m/s
Magnetische Feldkonstante	$\mu_o =$	$4\pi \cdot 10^{-7} = 1.256 \dots \cdot 10^{-6}$	Vs/(Am)
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_b =$	$1/(\mu_o c^2) = 8.854 \dots \cdot 10^{-12}$	As/(Vm)
Gravitationskonstante	G	$6.672\,59 \cdot 10^{-11}$	m ³ /(kg s ²)
Plancksches Wirkungsquantum	h	$6.626\,075\,5 \cdot 10^{-34}$	Js
Elementarladung	e	$1.602\,177\,33 \cdot 10^{-19}$	C
Rydbergkonstante	R_∞	$1.097\,373\,153\,4 \cdot 10^7$	m ⁻¹
Masse eines Elektrons (Ruhemasse)	m_e	$9.109\,389\,7 \cdot 10^{-31}$	kg
Masse eines Protons	m_p	$1.672\,623\,1 \cdot 10^{-27}$	kg
Masse eines Neutrons	m_n	$1.674\,928\,6 \cdot 10^{-27}$	kg
Atommassen-Einheit	u	$1.660\,540\,2 \cdot 10^{-27}$	kg
Avogadro-Konstante	N_A	$6.022\,136\,7 \cdot 10^{23}$	1/mol
Molares Volumen eines idealen Gases (bei Normdruck und Normtemperatur)	V_{mn}	$22.414\,10 \cdot 10^{-3}$	m ³ /mol
universelle Gaskonstante	R	$8.314\,510$	J/(mol K)
Boltzmann-Konstante	k	$1.380\,658 \cdot 10^{-23}$	J/K
Stefan–Boltzmann-Konstante	σ	$5.670\,51 \cdot 10^{-8}$	W/(m ² K ⁴)
Normtemperatur	T_o	$273.15\,K =$	0°C
Normdruck	$p_o =$	$1.013\,25 \cdot 10^5$	Pa
Normwert der Fallbeschleunigung	$g_o =$	$9.806\,65$	m/s ²
Masse der Erde		$5.976 \cdot 10^{24}$	kg
Mittlerer Radius der Erde (Volumengleiche Kugel)		$6.3710 \cdot 10^6$	m
Solarkonstante (ausserhalb der Atmosphäre)	S	$1.36 \cdot 10^3$	W/m ²
Siderischer Tag, Sterntag	d_{sid}	$8.616409 \cdot 10^4$	s
Siderisches Jahr	a_{sid}	$3.1558150 \cdot 10^7$	s
mittlere Entfernung Erde – Sonne		$1.496 \cdot 10^{11}$	m
mittlere Entfernung Erde – Mond		$3.844 \cdot 10^8$	m
Masse des Mondes		$7.354 \cdot 10^{22}$	kg
Mittlerer Radius des Mondes		$1.738\,2 \cdot 10^6$	m
Fallbeschleunigung auf dem Mond		1.622	m/s ²
Masse der Sonne		$1.989 \cdot 10^{30}$	kg
Mittlerer Radius der Sonne		$6.959\,9 \cdot 10^8$	m
Fallbeschleunigung auf der Sonne		274.98	m/s ²

* Ist einer Konstanten ein "=" Zeichen vorangestellt, so handelt es sich um eine definierte Konstante.

Die Werte der Fundamentalkonstanten (c, \dots, ϵ_b) sind zitiert nach *Physics Today* von 1987. Es sind genau die experimentell "gesicherten" Ziffern angegeben.

Eigenschaften von Festkörpern

Stoff		Dichte (bei 20°C) ρ kg / m ³	Längenaus- dehnungs- koeffizient α 1 / °C	Spez. Wär- mekapazität (bei 20°C) c J / (kg °C)	Schmelz- punkt T_f °C	Spez. Schmelz- wärme L_f J / kg	Wärmeleit- fähigkeit (bei 20°C) λ W / (m °C)
Aluminium	Al	2702	$23.8 \cdot 10^{-6}$	896	660	$3.97 \cdot 10^5$	239
Blei	Pb	11340	$31.3 \cdot 10^{-6}$	129	327	$0.23 \cdot 10^5$	34.8
Eisen (rein)	Fe	7860	$12 \cdot 10^{-6}$	450	1535	$2.77 \cdot 10^5$	80
Germanium	Ge	5350	$6 \cdot 10^{-6}$	322	959	$4.1 \cdot 10^5$	62
Gold	Au	19290	$14.3 \cdot 10^{-6}$	129	1063	$0.64 \cdot 10^5$	312
Kohlenstoff: Graphit	C	2240	$7.9 \cdot 10^{-6}$	710	3650	–	150
Kohlenstoff: Diamant	C	3510	$1.3 \cdot 10^{-6}$	525	3500	–	–
Kupfer	Cu	8920	$16.8 \cdot 10^{-6}$	383	1083	$2.05 \cdot 10^5$	384
Natrium	Na	970	$7.0 \cdot 10^{-6}$	1220	98	$1.13 \cdot 10^5$	–
Nickel	Ni	8900	$12.8 \cdot 10^{-6}$	448	1453	$3.03 \cdot 10^5$	81
Platin	Pt	21450	$9.0 \cdot 10^{-6}$	133	1769	$1.11 \cdot 10^5$	70
Silber	Ag	10500	$19.7 \cdot 10^{-6}$	235	961	$1.045 \cdot 10^5$	428
Silizium	Si	2420	$7.6 \cdot 10^{-6}$	703	1420	$1.64 \cdot 10^5$	150
Uran	U	18700	$15.3 \cdot 10^{-6}$	115	1132	$0.828 \cdot 10^5$	24
Wolfram	W	19300	$4.3 \cdot 10^{-6}$	134	3380	$1.92 \cdot 10^5$	177
Zink	Zn	7140	$26.3 \cdot 10^{-6}$	385	420	$1.11 \cdot 10^5$	112
Zinn	Sn	7290	$27 \cdot 10^{-6}$	227	232	$0.596 \cdot 10^5$	64
Beton		2000	$12 \cdot 10^{-6}$	840	–	–	1.0
Glas (Jenaer)		2580	$8.2 \cdot 10^{-6}$	800	–	–	1.0
Plexiglas		1180	$7.5 \cdot 10^{-6}$	1300	–	–	0.18
Messing		8400	$18 \cdot 10^{-6}$	380	–	–	100
Stahl		7900	$16 \cdot 10^{-6}$	500	–	–	15
Holz		500 – 700	$6 \cdot 10^{-6}$	1500	–	–	0.3
Kork		300	–	1900	–	–	0.05
Eis bei 0°C	H ₂ O	917	$37 \cdot 10^{-6}$	2050	0	$3.338 \cdot 10^5$	2.2

Eigenschaften von Flüssigkeiten

Stoff	Dichte bei 20 °C ρ kg / m ³	Volumenausdehnungskoeffizient β 1 / °C	Spez. Wärmekapazität bei 20 °C c J / (kg °C)	Erstarrungspunkt bei Normdr. ϱ_f °C	Spez. Erstarrungswärme bei Normdruck L_f J / kg	Siedepunkt bei Normdruck ϱ_s °C	Spez. Verdampfungswärme bei Normdruck L_v J / kg
Aceton C ₃ H ₆ O	791	1.49 · 10 ⁻³	2160	-94.86	0.98 · 10 ⁵	56.25	5.25 · 10 ⁵
Aethylalkohol C ₂ H ₆ O	789	1.10 · 10 ⁻³	2430	-114.5	1.08 · 10 ⁵	78.33	8.40 · 10 ⁵
Aethyläther C ₄ H ₁₀ O	714	1.62 · 10 ⁻³	2310	-116.3	0.93 · 10 ⁵	34.5	3.84 · 10 ⁵
Benzol C ₆ H ₆	879	1.23 · 10 ⁻³	1725	5.53	1.28 · 10 ⁵	80.10	3.94 · 10 ⁵
Glycerin C ₃ H ₈ O ₃	1261	0.50 · 10 ⁻³	2390	18.4	2.01 · 10 ⁵	290.5	
Methylalkohol CH ₄ O	791	1.20 · 10 ⁻³	2495	-97.7	0.92 · 10 ⁵	64.6	11.0 · 10 ⁵
Olivenöl	914	0.72 · 10 ⁻³	1972	-6.0			
Petroleum	850	0.96 · 10 ⁻³	2140	-70			
Quecksilber Hg	13546	0.182 · 10 ⁻³	139	-38.87	0.118 · 10 ⁵	356.58	2.85 · 10 ⁵
Wasser H ₂ O	998.20	0.207 · 10 ⁻³	4182	0.00	3.337 · 10 ⁵	100.00	22.56 · 10 ⁵
Wasser 0°C	999.84						
Wasser 4°C	999.97						
Wasser 100°C	958.35						

Eigenschaften von Gasen

Stoff	Dichte bei 0°C Normdruck ρ kg / m ³	Volumenausdehnungskoeffizient β 1 / °C	Spez. Wärmekapazität bei 20 °C c_p J / (kg °C)	Molare Wärmekapazität bei 20 °C C_p J / (mol °C)	c_p / c_v bei 20 °C γ	Erstarrungspunkt bei Normdr. ϱ_f °C	Kondensationspunkt bei Normdr. ϱ_s °C
Ammoniak NH ₃	0.771	3.770 · 10 ⁻³	2160	36.8	1.305	-78	-33.4
Argon Ar	1.784	3.676 · 10 ⁻³	523	20.9	1.638	-	-185.88
Azetylen C ₂ H ₂	1.175	3.726 · 10 ⁻³	1638	43.8	1.23	-	-83.6
Chlor Cl ₂	3.214	-	477	33.8	1.35	-101	-34.1
Freon "115" C ₂ F ₅ Cl	6.89	-	687	106	-	-	-38
Helium He	0.1785	3.660 · 10 ⁻³	5230	20.9	1.63	-272	-269
Kohlendioxid CO ₂	1.9769	3.726 · 10 ⁻³	837	36.8	1.293	-	-78.45
Luft	1.2929	3.665 · 10 ⁻³	1005	29.1	1.402	-213	-191
Methan CH ₄	0.7168	3.678 · 10 ⁻³	2219	35.6	1.308	-	-161.5
Neon Ne	0.9002	3.661 · 10 ⁻³	1031	20.8	1.64	-	-246.06
Sauerstoff O ₂	1.4290	3.672 · 10 ⁻³	917	29.3	1.398	-219	-182.97
Stickstoff N ₂	1.2505	3.672 · 10 ⁻³	1038	29.1	1.401	-210	-195.82
Wasserstoff H ₂	0.0899	3.664 · 10 ⁻³	14320	28.9	1.41	-259	-253
Wasserdampf 100°C	0.6	-	1863	33.6	-	0	100.00

Siedetemperatur des Wassers

Druck in mbar	9.81	98.1	196	490	1013	1961	3923	7845	19610
Siedetemperatur in °C	6.7	45.5	59.7	80.9	100	119.6	142.9	168.6	211.4

Wärmeleitfähigkeit, Wärmedurchgangszahl, spezifischer Heizwert

Stoff	Wärmeleitfähigkeit (bei 20°C) λ W / (m °C)	Baustoffe		Wärmedurchgangszahl k W / (m ² °C)	Brennstoffe	Spezifischer Heizwert H J / kg
			Dicke in cm			
Asbest	0.6	Backstein	30	1.2	Butangas	$4.57 \cdot 10^7$
Erdreich	0.9	Beton	30	1.7	Erdgas	$3.8 \cdot 10^7$
Ziegelstein	0.7	Holz	20	0.66	Ethanol	$2.67 \cdot 10^7$
Papier	1.4	Schaumstoff	10	0.37	Heizöl	$4.2 \cdot 10^7$
PVC-Stoff	0.16	Glaswolle	10	0.37	Koks	$2.9 \cdot 10^7$
Schaumstoff	0.04	Kork	3	1.2	Methanol	$2.27 \cdot 10^7$
Wolle	0.04	Fensterglas	0.2	5.6	Motorenbenzin	$4.3 \cdot 10^7$
Baumwolle	0.06	Doppelverglasung		2.5	Propangas	$4.64 \cdot 10^7$
Quecksilber	8.2	Backsteinmauer,			Tannenholz	$1.5 \cdot 10^7$
Luft	0.025	zweifach verputzt	30	1.15	Wasserstoff	$12.00 \cdot 10^7$
Wasserstoff	0.18	Zweischalenmauer	15+15			
Wasser	0.6	mit Wärmedämmschicht	10	0.30		

Spezifische elektrische Widerstände

Leiter und Halbleiter	Spez. elektr. Widerstand bei 20°C ρ $\Omega \cdot m$	Temperatur-Koeffizient bei 20°C α K^{-1}	Isolatoren	Richtwerte ρ $\Omega \cdot m$
Silber	$1.61 \cdot 10^{-8}$	$4.1 \cdot 10^{-3}$	Wasser, dest	10^4
Kupfer	$1.68 \cdot 10^{-8}$	$4.3 \cdot 10^{-3}$	Wasser, reinst	10^5
Gold	$2.2 \cdot 10^{-8}$	$4.0 \cdot 10^{-3}$	Marmor	10^8
Aluminium	$2.73 \cdot 10^{-8}$	$4.7 \cdot 10^{-3}$	Zelluloid	10^8
Zink	$6.18 \cdot 10^{-8}$	$4.2 \cdot 10^{-3}$	Hartpapier	10^{11}
Messing	$6.4 \cdot 10^{-8}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$	Porzellan	10^{12}
Nickel	$7.26 \cdot 10^{-8}$	$6.7 \cdot 10^{-3}$	Plexiglas	10^{13}
Eisen	$9.94 \cdot 10^{-8}$	$6.6 \cdot 10^{-3}$	PVC	10^{13}
Platin	$10.6 \cdot 10^{-8}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$	Quarz Achse	10^{12}
Blei	$20.9 \cdot 10^{-8}$	$4.2 \cdot 10^{-3}$	Quarz \perp Achse	10^{14}
Konstantan	$50 \cdot 10^{-8}$	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$	Schwefel	10^{15}
Quecksilber	$95.9 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$	Hartgummi	10^{16}
Germanium	$1.4 \cdot 10^{-1}$		Paraffin	10^{16}
Silizium	$1.7 \cdot 10^{+4}$		Bernstein	10^{18}

Brechzahlen

	Brechzahl gegen Luft bei 20°C und Normdruck n		Brechzahl gegen Luft bei 20°C und Normdruck n
Diamant	2.4173	Wasser	1.33
Jenaer Glas BK7	1.5163	Alkohol	1.36
Jenaer Glas SFS1	1.9225	Benzol	1.50
Plexiglas M222	1.491		
Steinsalz	1.5443	Luft gegen Vakuum	1.000272

Schallgeschwindigkeiten bei 20°C

Gase	c m/s	Flüssigkeiten	c m/s	Festkörper	c m/s
Wasserstoff	1310	Aceton	1190	Aluminium	5240
Helium	1005	Benzol	1326	Blei	1250
Sauerstoff	326	Glycerin	1923	Messing	3420
Stickstoff	337	Wasser (dest.)	1483	Stahl	5050
Methan	445			Glas	5000
Luft	344				

Tonhöhen in internationaler Stimmung / Intervalle

	c'	d'	e'	f'	g'	a'	h'
Frequenz in Hz	261.63	293.97	329.63	349.23	392.00	440.00	493.88

	Halbton Ganzton	kleiner Ganzton	grosser Ganzton	kleine Terz	grosse Terz	Quarte	Quinte	grosse Sexte	Septime	Oktave
$f_1 : f_2$	16 : 15	10 : 9	9 : 8	6 : 5	5 : 4	4 : 3	3 : 2	5 : 3	15 : 8	2 : 1

Normalatmosphäre

Höhe über Meer in m	0	500	1000	2000	4000	8000	16'000
Luftdruck in mbar	1013	955	899	795	616	356	103

Fallbeschleunigungen

Ort	Bern	Zürich (ETH)	Jungfrau- joch	Aequator	Nordpol	45° nördl. Breite	45° nördl. Breite
Meereshöhe in m	537	515	3456	0	0	0	1000
Fallbeschl. in m/s ²	9.80597	9.8064790	9.7990073	9.7803	9.8322	9.8061	9.8031



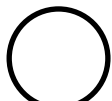
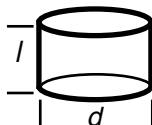
Curie-Temperaturen

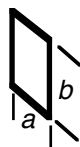


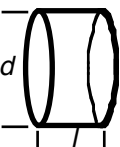
Stoff	Eisen	Nickel	Kobalt	Gadolinium	V2A-Stahl
Curie-Punkt T_C in °C	1043 K	631 K	1404 K	289 K	< 290 K

Reibungszahlen

	Gleitreibung f_g	Haftreibung f_h	Rollreibung f_r
Holz auf Holz (trocken)	0.4	0.6	-
Stahl auf Stahl (trocken)	0.1	0.15	Eisenbahn 0.002
Stahl auf Stahl (geschmiert)	0.01	-	-
Pneu auf Pflaster (trocken)	0.5	0.6	0.04
Pneu auf Asphaltstrasse (trocken)	0.3	0.6	0.02
Pneu auf Asphaltstrasse (nass)	0.15	0.2	-
Stahl auf Eis	0.014	0.027	-

Widerstandszahlen (bei turbulenter Strömung)

Strömungsrichtung	Kreisplatte	Halbkugel	Kugel	Kreiszyylinder
→				
→	$c_W = 1.11$	ohne Boden: $c_W = 0.34$ mit Boden: $c_W = 0.40$	$c_W = 0.47$	$l : d = 1 : c_W = 0.63$ $l : d = 2 : c_W = 0.68$ $l : d = 5 : c_W = 0.74$ $l : d = \infty : c_W = 1.2$

Strömungsrichtung	Rechteckplatte	Halbkugel	Stromlinienkörper	Kreiszyylinder
→				
→	$a : b = 1 : c_W = 1.10$ $a : b = 2 : c_W = 1.15$ $a : b = 4 : c_W = 1.19$ $a : b = \infty : c_W = 2.01$	ohne Boden: $c_W = 1.33$ mit Boden: $c_W = 1.17$	$l : d = 2 : c_W = 0.2$ $l : d = 3 : c_W = 0.1$ $l : d = 5 : c_W = 0.06$ $l : d = 10 : c_W = 0.083$	$l : d = 1 : c_W = 0.91$ $l : d = 2 : c_W = 0.85$ $l : d = 4 : c_W = 0.87$ $l : d = 7 : c_W = 0.99$

Fahrzeuge:	Personenwagen: $c_W = 0.3 \dots 0.6$	Lastwagen: $c_W = 0.8 \dots 1.5$
------------	--------------------------------------	----------------------------------

Chemische Elemente

Z = Ordnungszahl; M = molare Masse des natürlichen Isotopengemisches.

Name	Symb	Z	M g/mol	Name	Symb	Z	M g/mol	Name	Symb	Z	M g/mol
Actinium	Ac	89		Hafnium	Hf	72	178.49	Quecksilber	Hg	80	200.59
Aluminium	Al	13	26.982	Helium	He	2	4.003	Radium	Ra	88	226.025
Americum	Am	95		Holmium	Ho	67	164.930	Radon	Rn	86	
Antimon	Sb	51	121.75	Indium	In	49	114.82	Rhenium	Re	75	186.2
Argon	Ar	18	39.948	Iod	I	53	126.905	Rhodium	Rh	45	102.906
Arsen	As	33	74.922	Iridium	Ir	77	192.22	Rubidium	Rb	37	85.468
Astat	At	85		Kalium	K	19	39.098	Ruthenium	Ru	44	101.07
Barium	Ba	56	137.34	Kobalt	Co	27	58.933	Samarium	Sm	62	150.4
Berkelium	Bk	97		Kohlenstoff	C	6	12.011	Sauerstoff	O	8	15.999
Beryllium	Be	4	9.012	Krypton	Kr	36	83.80	Scandium	Sc	21	44.956
Bismut	Bi	83	208.981	Kupfer	Cu	29	63.546	Schwefel	S	16	32.06
Blei	Pb	82	207.2	Lanthan	La	57	138.906	Selen	Se	34	78.96
Bor	B	5	10.81	Lawrencium	Lr	103		Silber	Ag	47	107.868
Brom	Br	35	79.904	Lithium	Li	3	6.941	Silicium	Si	14	28.086
Cadmium	Cd	48	112.40	Lutetium	Lu	71	174.97	Stickstoff	N	7	14.007
Cäsium	Cs	55	132.905	Magnesium	Mg	12	24.305	Strontium	Sr	38	87.62
Calcium	Ca	20	40.08	Mangan	Mn	25	54.938	Tantal	Ta	73	180.948
Californium	Cf	98		Mendelevium	Md	101		Technetium	Tc	43	98.906
Cer	Ce	58	140.12	Molybdän	Mo	42	95.94	Tellur	Te	52	127.60
Chlor	Cl	17	35.453	Natrium	Na	11	22.990	Terbium	Tb	65	158.925
Chrom	Cr	24	51.996	Neodym	Nd	60	144.24	Thallium	Tl	81	204.37
Curium	Cm	96		Neon	Ne	10	20.179	Thorium	Th	90	232.038
Dysprosium	Dy	66	162.50	Neptunium	Np	93	237.048	Thulium	Tm	69	168.934
Einsteinium	Es	99		Nickel	Ni	28	58.71	Titan	Ti	22	47.90
Eisen	Fe	26	55.847	Niob	Nb	41	92.906	Uran	U	92	238.029
Erbium	Er	68	167.26	Neobelium	No	102		Vanadium	V	23	50.941
Europium	Eu	63	151.96	Osmium	Os	76	190.2	Wasserstoff	H	1	1.0079
Fermium	Fm	100		Palladium	Pd	46	106.4	Wolfram	W	74	183.85
Fluor	F	9	18.998	Phosphor	P	15	30.974	Xenon	Xe	54	131.30
Francium	Fr	87		Platin	Pt	78	195.09	Ytterbium	Yb	70	173.04
Gadolinium	Gd	64	157.25	Plutonium	Pu	94		Yttrium	Y	39	88.906
Gallium	Ga	31	69.72	Polonium	Po	84		Zink	Zn	30	65.38
Germanium	Ge	32	72.59	Praseodym	Pr	59	140.908	Zinn	Sn	50	118.69
Gold	Au	79	196.967	Promethium	Pm	61		Zirkon	Zr	40	91.22
				Protactinium	Pa	91					

Nuklide

Die Tabelle enthält für jedes Element eine Auswahl der häufigsten stabilen und **radioaktiven** Nuklide. Es bedeuten: *Z*: Ordnungszahl = Protonenzahl; *A*: Massenzahl = Nukleonenzahl; *M*: Molare Masse; rel.H. = relative Häufigkeit im natürlichen Gemisch; ***T*_{1/2}** = **Halbwertszeit** (bei den radioaktiven Nukliden).

<i>Z</i>	Symbol und Name	<i>A</i>	<i>M</i> g/mol	rel. H. in % <i>T</i>_{1/2}	<i>Z</i>	Symbol und Name	<i>A</i>	<i>M</i> g/mol	rel. H. in % <i>T</i>_{1/2}
	n Neutron		1.00867	10.3 min	24	Cr Chrom	52	51.94051	83.79
1	H Wasserstoff	221	1.007825	99.985			53	52.94065	9.5
	Deuterium	2	2.014102	0.015			...		
	Tritium	3	3.01605	12.32 a	25	Mn Mangan	55	54.93805	100
2	He Helium	4	4.002603	100	26	Fe Eisen	56	55.93493	91.7
		3	3.016030	0.0001			54	53.93961	5.8
3	Li Lithium	7	7.016005	92.5			...		
		6	6.015123	7.5			55	54.93830	2.7 a
4	Be Beryllium	9	9.012183	100	27	Co Kobalt	59	58.93319	100
		10	10.01353	1.6·10⁶a			60	59.93381	5.272 a
5	B Bor	11	11.009305	80	28	Ni Nickel	58	57.93534	67.76
		10	10.012938	20			60	59.93078	26.42
6	C Kohlenstoff	12	12.000000	98.89			...		
		13	13.003355	1.11	29	Cu Kupfer	63	62.92959	69.1
		14	14.00324	5730 a			65	64.92779	30.9
7	N Stickstoff	14	14.003074	99.64	30	Zn Zink	64	63.92914	48.9
		15	15.000109	0.36			66	65.92604	27.8
8	O Sauerstoff	16	15.994915	99.76			...		
		18	17.999160	0.205	31	Ga Gallium	69	68.92558	60
		17	16.999133	0.039			71	70.92470	40
9	F Fluor	19	18.998405	100	32	Ge Germanium	74	73.92118	36.4
10	Ne Neon	20	19.992441	90.5			72	71.92208	27.5
		22	21.991385	9.2			...		
		21	20.993847	0.27	33	As Arsen	75	74.92160	100
11	Na Natrium	23	22.98977	100	34	Se Selen	80	79.91653	50
		22	21.99444	2.602 a			78	77.91731	23.5
		24	23.99096	14.96 h			...		
12	Mg Magnesium	24	23.985044	78.99	35	Br Brom	79	78.91833	50.69
		26	25.982594	11.01			81	80.91629	49.31
		25	24.98584	10.00	36	Kr Krypton	84	83.91151	57.0
13	Al Aluminium	27	26.981541	100			86	85.91062	17.3
14	Si Silicium	28	27.976929	92.2			...		
		...					85	84.91252	10.72 a
15	P Phosphor	31	30.973763	100	37	Rb Rubidium	85	84.91180	72.17
		32	31.97391	14.3 d			87	86.90919	27.83
16	S Schwefel	32	31.972073	95.0			...		4.8·10¹⁰a
		...			38	Sr Strontium	88	87.90563	82.6
17	Cl Chlor	35	34.968854	75.77			86	85.90928	9.9
		37	36.965903	24.23			...		
18	Ar Argon	40	39.962384	99.59			89	88.90744	50.5 d
		...					90	89.90775	28.5 a
		41	40.96450	1.83 h	39	Y Yttrium	89	88.90587	100
19	K Kalium	39	38.963709	93.3	40	Zr Zirkon	90	89.90471	51.4
		...					94	93.90632	17.4
		40	39.96400	1.3·10⁹a			...		
20	Ca Calcium	40	39.962592	96.94	41	Nb Niob	93	92.90638	100
		...			42	Mo Molybdän	98	97.90541	24.4
21	Sc Scandium	45	44.95592	100			...		
22	Ti Titan	48	47.94795	73.7	43	Tc Technetium	99	98.90625	6.0 h
		46	45.95263	8.0	44	Ru Ruthenium	102	101.90435	31.6
			
23	V Vanadium	51	50.94396	99.75	45	Rh Rhodium	103	102.90551	100
			

Z	Symbol und Name	A	M g/mol	rel. H. in % $T_{1/2}$
46	Pd Palladium	106	105.90349	27.3
		...		
47	Ag Silber	107	106.90509	51.83
		109	108.90475	48.17
		108	107.90595	2.41 min
		110	109.90610	24.6 s
48	Cd Cadmium	114	113.90337	28.8
		112	111.90276	24.0
		...		
49	In Indium	115	114.90388	95.7
		113	112.90409	4.3
50	Sn Zinn	120	119.90221	32.8
		118	117.90161	24.1
		...		
51	Sb Antimon	121	120.90382	57.3
		123	122.90422	42.7
52	Te Tellur	130	129.90623	34.5
		128	127.90447	31.8
		...		
53	I Iod	127	126.90448	100
		128	127.90584	25.0 min
		131	130.90613	8.02 d
54	Xe Xenon	132	131.90416	27.0
		129	128.90478	26.4
		...		
55	Cs Cäsium	133	132.90544	100
		137	136.90677	30.17 a
56	Ba Barium	138	137.90524	71.9
		137	136.90582	11.2
		...		
57	La Lanthan	139	138.90640	99.91
		...		
58	Ce Cer	140	139.90548	88.5
		142	141.90930	11.1
		...		
59	Pr Praseodym	141	140.9077	100
60	Nd Neodym	142	141.90777	27.1
		144	143.91013	23.9
		...		
61	Pm Promethium			
62	Sm Samarium	152	151.91976	26.7
		154	153.92222	22.8
		...		
63	Eu Europium	153	152.92126	52.2
		151	150.91988	47.8
64	Gd Gadolinium	158	157.92412	24.7
		160	159.92707	21.7
		...		
65	Tb Terbium	159	158.92539	100
66	Dy Dysprosium	164	163.92922	28.2
		162	161.92684	25.5
		...		
67	Ho Holmium	165	164.93036	100
68	Er Erbium	166	165.93032	33.4
		168	167.93240	27.0
		...		
69	Tm Thulium	169	168.93425	100
70	Yb Ytterbium	174	173.93888	31.8
		172	171.93640	21.9
		...		
71	Lu Lutetium	175	174.94080	97.4
		...		

Z	Symbol und Name	A	M g/mol	rel. H. in % $T_{1/2}$
72	Hf Hafnium	180	179.94650	35.1
		178	177.94325	27.2
		...		
73	Ta Tantal	181	180.94803	99.99
		...		
74	W Wolfram	184	183.95098	30.7
		186	185.95440	28.6
		...		
75	Re Rhenium	187	186.95579	62.60
		185	184.95301	37.40
76	Os Osmium	192	191.96151	41.0
		190	189.95848	26.4
		...		
77	Ir Iridium	193	192.9630	62.6
		191	190.96063	37.4
78	Pt Platin	195	194.96480	33.8
		194	193.9627	32.9
		...		
79	Au Gold	197	196.96655	100
		198	197.96823	2.693 d
80	Hg Quecksilber	202	201.97064	29.7
		200	199.96832	23.1
		...		
81	Tl Thallium	205	204.97444	70.5
		203	202.97235	29.5
82	Pb Blei	208	207.97666	52.4
		206	205.97448	24.1
		207	206.97590	22.1
		204	203.97305	1.4
		210	209.98419	22.3 a
83	Bi Bismut	209	208.98040	100
		208	207.97973	3.7·10⁵a
		210	209.98412	5.013 d
84	Po Polonium	210	209.98288	138.4 d
85	At Astat	210		
86	Rn Radon	220	220.01139	55.6 s
		222	222.01761	3.825 d
		223		
87	Fr Francium	223		
88	Ra Radium	226	226.02544	1600 a
89	Ac Actinium	227	227.02777	21.77 a
90	Th Thorium	232	232.03807	100
				1.4·10¹⁰a
		230	230.03316	7.5·10⁴a
91	Pa Protactinium	231	231.03590	3.3·10⁴a
92	U Uran	238	238.05082	99.28
				4.5·10⁹a
		235	235.04394	0.72
				7.0·10⁸a
		233	233.03965	1.6·10⁵a
		234	234.04098	2.5·10⁵a
		239	239.05433	23.5 min
93	Np Neptunium	239	239.05295	2.355 d
94	Pu Plutonium	239	239.05216	2.4·10⁴a
95	Am Americium	243	241.05685	432.6 a
96	Cm Curium	247		
97	Bk Berkelium	247		
98	Cf Californium	251		
99	Es Einsteinium	252		
100	Fm Fermium	257		

Größenordnungen

