



INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY
Physical and Biophysical Chemistry Division

Eine handliche Zusammenstellung einiger

Größen, Einheiten und Symbole in der Physikalischen Chemie

Zusammengestellt und übersetzt von Jürgen Stohner und Martin Quack

Dieses Dokument gibt ein handliches, kurzes Verzeichnis von Symbolen, wie sie in der Lehre und im Studium von Chemie, Physik und verwandten Gebieten verwendet werden. Ihm liegt der Nachdruck der dritten Auflage des IUPAC Grünen Buches 'Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry' (siehe Literaturverzeichnis) zu Grunde. Die Übersetzung beruht auf der von J. Stohner und M. Quack vorbereiteten englischen Version (Beilage zu *Chemistry International* **33(4)**, July/August 2011). Die Werte der Naturkonstanten sind neu auf aktuellem Stand.

1 SI Grundeinheiten und physikalische Größen

Eine *physikalische Größe* Q ist ein Produkt aus einem *Zahlenwert* $\{Q\}$ und einer *Einheit* $[Q]$, $Q = \{Q\} \cdot [Q]$. Physikalische Größen lassen sich im internationalen Einheitensystem (SI) darstellen, das aus sieben Grundeinheiten besteht; diese sind unten aufgeführt und haben dieselbe Dimension wie die zugehörigen physikalischen Größen. Das Symbol einer Größe besteht aus einem Buchstaben des lateinischen oder griechischen Alphabets und wird *kursiv* (engl. italics) gesetzt. Es kann durch einen oder mehrere obere und untere Indices oder durch zusätzliche Angaben in Klammern ergänzt werden. Symbole von Einheiten sollten gerade (engl. Roman) gesetzt werden. Keines der Symbole soll durch einen Punkt als Abkürzung ergänzt werden. Die Größe *Stoffmenge* n ist proportional zur Anzahl elementarer Bestandteile N einer Substanz; diese können durch Konvention festgelegt werden und müssen nicht wirklich existierenden, physikalischen Objekten (z.B. Atome, Moleküle, Ionen, andere Teilchen oder Gruppen von Teilchen) entsprechen. Der Proportionalitätsfaktor ist der Kehrwert der Avogadrokonstanten N_A , $n = N/N_A$. Die *Stoffmenge* sollte

nicht 'Molzahl' genannt werden. Beispiele für den Zusammenhang zwischen *Stoffmenge* und anderen physikalischen Größen (Zahlenwerte gerundet) sind: 2 Mol N_2 enthalten 12.044×10^{23} Moleküle N_2 , die Stoffmenge $n(N_2)$ ist gleich der Anzahl N_2 Moleküle geteilt durch N_A ; die Masse von 1.5 Mol Hg_2Cl_2 beträgt 708.13 g; 1 Mol Photonen mit einer Frequenz von 10^{14} Hz hat eine Energie von 39.90 kJ; 1 Mol Elektronen enthält 6.022×10^{23} Elektronen, hat eine Masse von 5.485×10^{-7} kg und eine Ladung von -96.48 kC.

Grundgröße		SI Grundeinheit		
Name	Symbol	Name	Symbol	Dimension
Länge	l	Meter	m	L
Masse	m	Kilogramm	kg	M
Zeit	t	Sekunde	s	T
elektrische Stromstärke	I	Ampere	A	I
absolute Temperatur	T	Kelvin	K	Θ
Stoffmenge	n	Mol	mol	N
Lichtstärke	I_v	Candela	cd	J

2 Wichtige Größen, vom SI abgeleitete Einheiten, ihre speziellen Namen und Symbole

abgeleitete Größe	Name	Symbol	von SI abgeleitet	
			in SI	Grundeinheiten
(ebener) Winkel	Radian	rad	$m m^{-1}$	= 1
Raumwinkel	Steradian	sr	$m^2 m^{-2}$	= 1
Frequenz	Hertz	Hz	s^{-1}	
Kraft	Newton	N	$m kg s^{-2}$	
Druck, Spannung	Pascal	Pa	$N m^{-2}$	= $m^{-1} kg s^{-2}$
Energie, Arbeit, Wärme	Joule	J	$N m$	= $m^2 kg s^{-2}$
Leistung, Strahlungsfluss	Watt	W	$J s^{-1}$	= $m^2 kg s^{-3}$
elektrische Ladung	Coulomb	C	A s	
elektrische Spannung	Volt	V	$J C^{-1}$	= $m^2 kg s^{-3} A^{-1}$
elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	$V A^{-1}$	= $m^2 kg s^{-3} A^{-2}$
elektrischer Leitwert	Siemens	S	Ω^{-1}	= $m^{-2} kg^{-1} s^3 A^2$
elektrische Kapazität	Farad	F	$C V^{-1}$	= $m^{-2} kg^{-1} s^4 A^2$
magnetischer Fluss	Weber	Wb	V s	= $m^2 kg s^{-2} A^{-1}$
magnetische Flussdichte	Tesla	T	$Wb m^{-2}$	= $kg s^{-2} A^{-1}$
Induktivität	Henry	H	$V A^{-1} s$	= $m^2 kg s^{-2} A^{-2}$
Celsiustemperatur	Grad Celsius	$^{\circ}C$	K	
Lichtstrom	Lumen	lm	cd sr	= cd
Beleuchtungsstärke	Lux	lx	$lm m^{-2}$	= $cd m^{-2}$
Aktivität (radioaktive)	Becquerel	Bq	s^{-1}	
absorbierte Dosis	Gray	Gy	$J kg^{-1}$	= $m^2 s^{-2}$
Äquivalentdosis	Sievert	Sv	$J kg^{-1}$	= $m^2 s^{-2}$
katalytische Aktivität	Katal	kat	$mol s^{-1}$	

Rad und sr sind vom SI Einheitensystem abgeleitete, dimensionslose Einheiten. In der Praxis können rad und sr angegeben oder weggelassen werden, falls die Klarheit darunter nicht leidet. rad s^{-1} oder einfach s^{-1} ist die Einheit für Kreisfrequenz oder Winkelgeschwindigkeit und darf *nicht* durch Hz ersetzt werden.

Die Celsiustemperatur t mit der Einheit $^{\circ}C$ ist definiert als $t/^{\circ}C = T/K - 273.15$.

Katal soll die '(Enzym) Einheit U^2 , mit $1 U = 1 \mu mol \min^{-1} \approx 16.67$ nkat ersetzen.

3 SI Präfixe

Die Präfixe werden für die Bildung von Namen und Symbolen in Vielfachen von Zehnerpotenzen der SI Einheiten verwendet. Ihre Symbole sollen gerade gesetzt werden, und zwar ohne Abstand zwischen Präfix und Einheitensymbol. Präfixe sollen nie miteinander kombiniert oder isoliert verwendet werden.

Präfix			Präfix			Präfix			Präfix		
Vielfaches	Name	Symbol	Vielfaches	Name	Symbol	Vielfaches	Name	Symbol	Vielfaches	Name	Symbol
10^{24}	Yotta	Y	10^9	Giga	G	10^{-1}	Dezi	d	10^{-12}	Piko	p
10^{21}	Zetta	Z	10^6	Mega	M	10^{-2}	Zenti	c	10^{-15}	Femto	f
10^{18}	Exa	E	10^3	Kilo	k	10^{-3}	Milli	m	10^{-18}	Atto	a
10^{15}	Peta	P	10^2	Hekto	h	10^{-6}	Mikro	μ	10^{-21}	Zepto	z
10^{12}	Tera	T	10^1	Deka	da	10^{-9}	Nano	n	10^{-24}	Yokto	y

4 Empfohlene Symbole für verbreitete physikalische Größen

Einige physikalische Größen haben mehr als einen Eintrag in der Spalte 'Symbol', weil: (1) Die aufgeführten Symbole alle in Gebrauch sind (z.B. p , P für Druck und Q , q für Wärme); Symbole zweiter Wahl stehen in Klammern. (2) Einige Symbole werden für die gleiche physikalische Grösse in unterschiedlichen Gebieten verwendet (z.B. Elektronenspinquantenzahl s für ein einzelnes Elektron oder S für eine Gesamtheit von Elektronen). (3) Alternative Symbole werden dann empfohlen, wenn Zweideutigkeit in der Notation bei Größen entsteht, die sonst dasselbe Symbol hätten (z.B. E_a um die Aktivierungsenergie von anderen Energien im selben Kontext zu unterscheiden). Die Einheit 1 in der Spalte 'SI Einheit' kennzeichnet eine dimensionslose Grösse. Eine Grösse, die additiv für unabhängige, nicht-wechselwirkende Untersysteme ist, heisst *extensiv*; Beispiele sind Masse m , Volumen V , Gibbsenergie G . Falls das Symbol für die extensive Grösse in Grossbuchstaben for-

muliert wird, wird die *spezifische* (das heisst *dividiert durch die Masse*) Grösse oft in Kleinbuchstaben geschrieben (z.B. spezifisches Volumen $v = V/m$). Ein unterer Index in des Symbols für eine extensive Grösse bezeichnet die entsprechende *molare* (das heisst *dividiert durch Stoffmenge*) Grösse (z.B. Molvolumen $V_m = V/n$). Der Index m kann dann weggelassen werden, wenn keine Zweideutigkeit entsteht.

Obere und untere Indices werden immer gerade gesetzt, ausser wenn es sich um Symbole physikalischer Größen handelt. Symbole für Einheiten, Zahlen, Namen, chemische Elemente, Elementarteilchen, mathematische Operatoren und irreduzible Darstellungen von Punktgruppen werden immer gerade gesetzt. Vektoren werden fett gedruckt und kursiv gesetzt; sie können alternativ auch mit einem Pfeil über dem Symbol bezeichnet werden.

4.1 Raum und Zeit

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
kartesische Raumkoordinaten	$x; y; z$	m
Ortsvektor	\mathbf{r}	m
Länge	l	m
spezielle Symbole:		
Höhe	h	
Breite	b	
Dicke	d, δ	
Durchmesser, Abstand	d	
Radius	r	
Weglänge	s	
Bogenlänge	s	
Fläche	A, A_s, S	m ²
Volumen	$V, (v)$	m ³
ebener Winkel	$\alpha, \beta, \gamma, \vartheta, \varphi$	rad, 1
Raumwinkel	$\Omega, (\omega)$	sr, 1
Zeit, Dauer	t	s
Periodendauer	T	s
Frequenz	ν, f	Hz, s ⁻¹
Kreisfrequenz	ω	rad s ⁻¹ , s ⁻¹
charakteristisches Zeitintervall, Relaxationszeit, Zeitkonstante	τ, T	s
Winkelgeschwindigkeit	ω	rad s ⁻¹ , s ⁻¹
Geschwindigkeit (Vektor)	$\mathbf{v}, \mathbf{u}, \mathbf{w}, \mathbf{c}, \dot{\mathbf{r}}$	m s ⁻¹
Geschwindigkeit (Skalar)	$v, u, w, c,$	m s ⁻¹
Beschleunigung	\mathbf{a}	m s ⁻²

4.2 Klassische Mechanik

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Masse	m	kg
reduzierte Masse	μ	kg
Dichte, Massendichte	ρ	kg m ⁻³
spezifisches Volumen	v	m ³ kg ⁻¹
Impuls	\mathbf{p}	kg m s ⁻¹
Drehimpuls	\mathbf{L}	J s
Trägheitsmoment	I, J	kg m ²
Kraft	\mathbf{F}	N
Drehmoment, Torsionsmoment	$\mathbf{M}, (\mathbf{T})$	N m
Energie	E	J
potentielle Energie	E_p, V, Φ	J
kinetische Energie	E_k, T, K	J
Arbeit	W, A, w	J
Leistung	P	W
verallgemeinerte Koordinaten	q	(variabel)
verallgemeinerter Impuls	p	(variabel)
Lagrangefunktion	L	J
Hamiltonfunktion	H	J
Wirkung	S	J s
Druck	$p, (P)$	Pa, N m ⁻²
Oberflächenspannung	γ, σ	N m ⁻¹ , J m ⁻²
Gewichtskraft	$G, (W, P)$	N
Gravitationskonstante	G	N m ² kg ⁻²

4.3 Allgemeine Chemie

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Teilchenzahl	N	1
Stoffmenge	n	mol
Avogadrokonstante	N_A, L	mol ⁻¹
Atommasse, Masse eines Atoms	m_a, m	kg
atomare Massenkonzstante	m_u	kg
molare Masse	M	kg mol ⁻¹
molare Massenkonzstante	M_u	g mol ⁻¹
relative Molekülmasse, (relative molare Masse, Molekulargewicht)	M_r	1
relative Atommasse, (Atomgewicht)	A_r	1
Molvolumen	V_m	m ³ mol ⁻¹
Massenbruch	w	1
Volumenbruch	ϕ	1
Molenbruch	x, y	1
(Gesamt) Druck	$p, (P)$	Pa
Partialdruck von B	p_B	Pa
Massenkonzentration	γ, ρ	kg m ⁻³
Teilchenzahldichte	C, n	m ⁻³
Konzentration	$c, [B]$	mol m ⁻³
Molalität	m, b	mol kg ⁻¹
Oberflächenkonzentration	Γ	mol m ⁻²
stöchiometrischer Koeffizient	ν	1
Umsatzvariable	ξ	mol

4.4 Chemische Reaktionskinetik

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
zeitliche Änderung der Grösse X	$\dot{X}, dX/dt$	[X] s ⁻¹
Konzentration von B (chemische Reaktion)	r_B, v_B	mol m ⁻³ s ⁻¹
Umsatzgeschwindigkeit	$\dot{\xi}, d\xi/dt$	mol s ⁻¹
Reaktionsgeschwindigkeit für Konzentration	v, v_c	mol m ⁻³ s ⁻¹
Teilchenzahldichte	v, v_C	m ⁻³ s ⁻¹
Gesamtreaktionsordnung	m, n	1
Geschwindigkeitskonstante, (-koeffizient)	$k, k(T)$	(m ³ mol ⁻¹) ^{m-1} s ⁻¹
Halbwertszeit (Arrhenius) Aktivierungsenergie	$t_{1/2}$	s
präexponentieller Faktor, (Arrhenius) Frequenzfaktor	E_A, E_a	J mol ⁻¹
Standardaktivierungsenthalpie	A	(m ³ mol ⁻¹) ^{m-1} s ⁻¹
Stossquerschnitt	$\Delta^\ddagger H^\ominus$	J mol ⁻¹
Stossfrequenz	σ	m ²
Stossfrequenzfaktor	$z_A(A)$	s ⁻¹
Quantenausbeute	z_{AB}	m ³ mol ⁻¹ s ⁻¹
	Φ, ϕ	1

4.5 Atome, Moleküle und Spektroskopie

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Nukleonen-, Massenzahl	A	1
Protonen-, Ordnungszahl	Z	1
Neutronenzahl	N	1
elektroschwache Ladung	Q_W	1
Zerfallskonstante	λ, k	s^{-1}
Ionisationsenergie	E_i, I	J
Elektronenaffinität	E_{ea}, A	J
Dissoziationsenergie	E_d, D	J
Quantenzahl:		
Haupt-	n	1
Bahndrehimpuls-	l, L	1
-komponente	m_l, M_L	1
Elektronenspin-	s, S	1
-komponente	m_s, M_S	1
Gesamtdrehimpuls-	J, F, N	1
-komponente	M_J, M_F, M_N	1
Kernspin-	I	1
-komponente	M_I	1
Schwingungs-	v	1
interne Schwingungs-	l, j, π	1
magnetisches Dipolmoment	$\mathbf{m}, \boldsymbol{\mu}$	$A\ m^2, J\ T^{-1}$
gyromagnetisches Verhältnis	γ	$s^{-1}\ T^{-1}$
g -Faktor	g_N	1
Larmor Kreisfrequenz	ω_L	s^{-1}
Quadrupolmoment	Q, Θ	$C\ m^2$
Wellenlänge	λ	m
Übergangswellenzahl	$\tilde{\nu}$	m^{-1}
Gesamttermwert	T	m^{-1}
elektronischer Termwert	T_e	m^{-1}
Schwingungstermwert	G	m^{-1}
Rotationstermwert	F	m^{-1}
Rotationskonstanten		
in Wellenzahlen	$\tilde{A}; \tilde{B}; \tilde{C}$	m^{-1}
in Frequenzen	$A; B; C$	Hz

4.6 Elektrizität und Magnetismus

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
elektrische Stromstärke	I, i	A
elektrische Stromdichte	\mathbf{j}, \mathbf{J}	$A\ m^{-2}$
elektrische Ladung	Q	C
Ladungsdichte	ρ	$C\ m^{-3}$
elektrisches Potential	V, ϕ	$V, J\ C^{-1}$
elektrische Potentialdifferenz,	$U, \Delta V, \Delta \phi$	V
elektrische Spannung		
elektrische Feldstärke	\mathbf{E}	$V\ m^{-1}$
elektrische Flussdichte	\mathbf{D}	$C\ m^{-2}$
Kapazität	C	$F, C\ V^{-1}$
Permittivität	ϵ	$F\ m^{-1}$
relative Permittivität	ϵ_r	1
dielektrische Polarisierung	\mathbf{P}	$C\ m^{-2}$
elektrische Suszeptibilität	χ_e	1
elektrisches Dipolmoment	$\mathbf{p}, \boldsymbol{\mu}$	C m
magnetische Flussdichte	\mathbf{B}	T
magnetischer Fluss	Φ	Wb
magnetische Feldstärke	\mathbf{H}	$A\ m^{-1}$
Permeabilität	μ	$N\ A^{-2}, H\ m^{-1}$
relative Permeabilität	μ_r	1
Magnetisierung	\mathbf{M}	$A\ m^{-1}$
magnetische Suszeptibilität	$\chi, \kappa, (\chi_m)$	1
molare	χ_m	$m^3\ mol^{-1}$
elektrischer Widerstand	R	Ω
elektrischer Leitwert	G	S
spezifischer elektrischer	ρ	$\Omega\ m$
Widerstand, Resistivität		
Leitfähigkeit	κ, γ, σ	$S\ m^{-1}$
Induktivität	L	$H, V\ s\ A^{-1}$
magnetisches Vektorpotential	\mathbf{A}	$Wb\ m^{-1}$
Poyntingvektor	\mathbf{S}	$W\ m^{-2}$

4.7 (Statistische) Thermodynamik

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Wärme	Q, q	J
Arbeit	W, w	J
innere Energie	U	J
Enthalpie	H	J
Temperatur		
thermodynamische	$T, (\Theta)$	K
internationale	T_{90}	K
Celsius	θ, t	$^{\circ}C$
Entropie	S	$J\ K^{-1}$
Helmholtzenergie	A, F	J
Gibbsenergie	G	J
Wärmekapazität	C_p, C_V	$J\ K^{-1}$
Verhältnis C_p/C_V	$\gamma, (\kappa)$	1
Joule-Thomson Koeffizient	μ, μ_{JT}	$K\ Pa^{-1}$
Kompressibilität	κ	Pa^{-1}
kubischer Ausdehnungs-	α, α_V, γ	K^{-1}
koeffizient		
chemisches Potential von B	μ_B	$J\ mol^{-1}$
Standard Gibbsreaktions-	$\Delta_r G^{\ominus}$	$J\ mol^{-1}$
energie, Reaktionsenergie		
Affinität einer Reaktion	A, \mathcal{A}	$J\ mol^{-1}$
Fugazität	f, \tilde{p}	Pa
Fugazitätskoeffizient	ϕ	1
Henrykonstante	k_H	Pa
(relative) Aktivität	a	1
Aktivitätskoeffizient		
bezogen auf Raoult	f	1
bezogen auf Henry		
in Molalitäten	γ_m	1
in Konzentrationen	γ_c	1
in Molenbrüchen	γ_x	1
osmotischer Koeffizient		
in Molalitäten	ϕ_m	1
in Molenbrüchen	ϕ_x	1
osmotischer Druck	Π	Pa
Reaktionsquotient	Q	1
Gleichgewichtskonstante,		
Standard	K^{\ominus}, K	1
in Druck	K_p	$Pa^{\sum \nu_B}$
in Konzentrationen	K_c	$(mol\ m^{-3})^{\sum \nu_B}$
in Molalitäten	K_m	$(mol\ kg^{-1})^{\sum \nu_B}$
Zustandsdichte	$\rho(E, J, \dots)$	J^{-1}
statistisches Gewicht,	g, d, W, ω, β	1
Entartung, Polytropie		
Zustandssumme:		
Einzelmolekül	q, z	1
kanonische Gesamtheit,	Q, Z	1
(System)		
mikrokanonische Gesamtheit	Ω, z, Z	1
groskanonische Gesamtheit	Ξ	1
Symmetriezahl	σ, s	1
charakteristische Temperatur	Θ, θ	K

4.8 Elektrochemie

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Ladungszahl eines Ions	z	1
Elektrodenpotential	E, U	V
Standard-	E^{\ominus}	V
Zellspannung	E_{cell}	V
elektrochemisches Potential	$\tilde{\mu}_B^{\alpha}$	$J\ mol^{-1}$
von B in Phase α		
Überspannung	η, E_{η}	V
mittlere(r) ionische(r)		
Aktivität	a_{\pm}	1
Aktivitätskoeffizient	γ_{\pm}	1
Molalität	m_{\pm}	$mol\ kg^{-1}$
Konzentration	c_{\pm}	$mol\ m^{-3}$
Ionenstärke		
in Molalitäten	I_m, I	$mol\ kg^{-1}$
in Konzentrationen	I_c, I	$mol\ m^{-3}$
pH	pH	1
Elektronenzahl einer	z, n	1
elektrochemischen Reaktion		
elektrokinetisches Potential	ζ	V
molare Ionenleitfähigkeit	λ	$S\ m^2\ mol^{-1}$
molare Leitfähigkeit	Λ	$S\ m^2\ mol^{-1}$
Überführungszahl	t	1
(elektrochemische) Beweglichkeit	$u, (m)$	$m^2\ V^{-1}\ s^{-1}$

4.9 Elektromagnetische Strahlung

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Strahlungsenergie	Q, W	J
Strahlungsintensität	I_e	$W\ sr^{-1}$
Intensität	I	$W\ m^{-2}$
Emissionsgrad, -vermögen	ϵ	1
Absorptionsgrad	α	1
Reflexionsgrad	ρ, R	1
Transmissionsgrad	τ, T	1
Absorptionskoeffizient, (linear) dekadisch	a, K	m^{-1}
(linear) Napier	α	m^{-1}
molar (dekadisch)	ϵ	$m^2\ mol^{-1}$
molar Napier	κ	$m^2\ mol^{-1}$
Brechungsindex	n	1
Molrefraktion	R	$m^3\ mol^{-1}$
(optischer) Drehwinkel	α	1, rad
Absorbanz (dekadisch)	A_{10}	1
Absorbanz (Napier)	A_e	1
Nettoabsorptionsquerschnitt	σ_{net}	m^2
Absorptionsquerschnitt (integraler)	G_{net}	m^2

4.10 Transporteigenschaften

Physikalische Grösse	Symbol	SI Einheit
Massenstrom	q_m	$kg\ s^{-1}$
Wärmestrom	Φ, P	W
Wärmestromdichte	J_q	$W\ m^{-2}$
Massenstromdichte	J_m	$kg\ m^{-2}\ s^{-1}$
Wärmeleitfähigkeit	λ, k	$W\ m^{-1}\ K^{-1}$
Wärmeübergangskoeffizient	$h, (k, K, \alpha)$	$W\ m^{-2}\ K^{-1}$
thermische Leitfähigkeit	a	$m^2\ s^{-1}$
Diffusionskoeffizient	D	$m^2\ s^{-1}$
thermischer	D^T	$m^2\ K^{-1}\ s^{-1}$
(dynamische) Viskosität	η	Pa s
kinematische Viskosität	ν	$m^2\ s^{-1}$

5 Nicht-SI Einheiten

5.1 Einheiten in Gebrauch mit SI

Die folgenden Einheiten sind nicht Bestandteil des SI Einheitensystems; sie sind von der 'General Conference on Weights and Measures' (CGPM) anerkannt und werden in diversen Bereichen verwendet.

Grösse	Einheit	Symbol	Wert in SI Einheiten
Zeit	Minute	min	60 s
Zeit	Stunde	h	3600 s
Zeit	Tag	d	86 400 s
ebener Winkel	Grad	$^\circ, \text{deg}$	$(\pi/180)$ rad
Volumen	Liter	l, L	$10^{-3}\ m^3$
Masse	Tonne	t	$10^3\ kg$
Energie	Elektronenvolt	eV	$1.602\ 18 \times 10^{-19}\ J$
Masse	Dalton, (vereinheitlichte) atomare Masseneinheit	Da, u	$1.660\ 54 \times 10^{-27}\ kg$
Länge	nautische Meile	M	1852 m
	astronomische Einheit	ua	$1.495\ 98 \times 10^{11}\ m$

5.2 Andere Einheiten

Diese Einheiten werden in der älteren Literatur benutzt. Sie sind veraltet und sollen nicht mehr benutzt werden. Sie werden nur aufgeführt, um ihre Umwandlung in SI Einheiten zu erleichtern.

Grösse	Einheit	Symbol	Wert in SI Einheiten
Länge	Ångström	Å	$10^{-10}\ m$
Kraft	Dyn	dyn	$10^{-5}\ N$
Druck	Atmosphäre (Standard-)	atm	101 325 Pa
	Torr (mmHg)	Torr	133.322 Pa
Energie	Erg	erg	$10^{-7}\ J$
	Kalorie, thermochemische	cal _{th}	4.184 J
Flussdichte, magnetische	Gauss	G	$10^{-4}\ T$
Dipolmoment, elektrisches	Debye	D	$3.335\ 64 \times 10^{-30}\ C\ m$
Viskosität	Poise	P	$10^{-1}\ N\ s\ m^{-2}$
kinematische Viskosität	Stokes	St	$10^{-4}\ m^2\ s^{-1}$

6 Zahlenwerte einiger Naturkonstanten

Sie sind Mohr et al. (2012) und Nakamura et al. (2010) entnommen.

Physikalische Grösse	Symbol	Wert in SI Einheiten
Lichtgeschwindigkeit*	c_0, c	$299\ 792\ 458\ m\ s^{-1}$
Konstanten:		
atomare Massen-	m_u	$1.660\ 538\ 921(73) \times 10^{-27}\ kg$
elektrische Feld*	ϵ_0	$8.854\ 187\ 817... \times 10^{-12}\ F\ m^{-1}$
Feinstruktur-, α	α^{-1}	137.035 999 074(44)
erste Strahlungs-	c_1	$3.741\ 771\ 53(17) \times 10^{-16}\ W\ m^2$
Erdbeschleunigung*	g_n	$9.806\ 65\ m\ s^{-2}$
magnetische Feld*	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}\ H\ m^{-1}$
molare Gas-	R	$8.314\ 462\ 1(75)\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
zweite Strahlungs-	c_2	$1.438\ 777\ 0(13) \times 10^{-2}\ m\ K$
Avogadro-	N_A, L	$6.022\ 141\ 29(27) \times 10^{23}\ mol^{-1}$
Boltzmann-	k, k_B	$1.380\ 648\ 8(13) \times 10^{-23}\ J\ K^{-1}$
Faraday-	F	$9.648\ 533\ 65(21) \times 10^4\ C\ mol^{-1}$
Fermi Kopplungs-	$G_F / (\hbar c_0)^3$	$1.166\ 364(5) \times 10^{-5}\ GeV^{-2}$
Planck-	h	$6.626\ 069\ 57(29) \times 10^{-34}\ J\ s$
Rydberg-	R_∞	$1.097\ 373\ 156\ 853\ 9(55) \times 10^7\ m^{-1}$
Stefan-Boltzmann	σ	$5.670\ 373(21) \times 10^{-8}\ W\ m^{-2}\ K^{-4}$
schwacher Mischungswinkel θ_W	$\sin^2 \theta_W$	0.222 3(21)
Elementarladung	e	$1.602\ 176\ 565(35) \times 10^{-19}\ C$
Elektronenmasse	m_e	$9.109\ 382\ 91(40) \times 10^{-31}\ kg$
Protonenmasse	m_p	$1.672\ 621\ 777(74) \times 10^{-27}\ kg$
Neutronenmasse	m_n	$1.674\ 927\ 351(74) \times 10^{-27}\ kg$
Celsiuskala (Nullpunkt)*		273.15 K
Tripelpunkt (H ₂ O)*		273.16 K
Molvolumen (ideales Gas, $t = 0\ ^\circ C$)	V_m	
$p = 100\ kPa$		$22.710\ 953(21)\ dm^3\ mol^{-1}$
$p = 101.325\ kPa$		$22.413\ 968(20)\ dm^3\ mol^{-1}$
Bohrradius	a_0	$5.291\ 772\ 109\ 2(17) \times 10^{-11}\ m$
Hartreeenergie	E_h	$4.359\ 744\ 34(19) \times 10^{-18}\ J$
Bohrmagneton	μ_B	$9.274\ 009\ 68(20) \times 10^{-24}\ J\ T^{-1}$
Kernmagneton	μ_N	$5.050\ 783\ 53(11) \times 10^{-27}\ J\ T^{-1}$

* Diese Grössen sind definiert und haben deshalb keine Unsicherheiten.

7 Literaturverzeichnis

E.R. Cohen, T. Cvitaš, J.G. Frey, B. Holmström, K. Kuchitsu, R. Marquardt, I. Mills, F. Pavese, M. Quack, J. Stohner, H.L. Strauss, M. Takami, A.J. Thor, *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, 3rd Edition, 3rd Printing, IUPAC & Royal Society of Chemistry, Cambridge (2011); ISBN 978-0-85404-433-7.

P.J. Mohr, N.B. Taylor, D.B. Newell, *Rev. Mod. Phys.* **84**, 000 (2012); Naturkonstanten online unter <http://physics.nist.gov/constants>.

CGPM, *Le Système International d'Unités (SI)*, Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, 8th French and English Edition (2006).

ISO Standards Handbook 2. Quantities and units, ISO, Geneva (1993).

K. Nakamura et al., *J. Phys. G* **37**, 075021 (2010); Eigenschaften von Elementarteilchen online unter <http://pdg.lbl.gov>.

K.H. Homann, M. Hausmann, *Grössen, Einheiten und Symbole in der physikalischen Chemie*, VCH, Weinheim (1996); ISBN 3-527-29326-4.

Kommentare sind als email willkommen: juergen.stohner@zhaw.ch (www.zhaw.ch/~sthj)
 Prof. Dr. Jürgen Stohner FRSC
 ZHAW Zürich University for Applied Sciences
quack@ir.phys.chem.ethz.ch (www.ir.ethz.ch)
 Prof. Dr. Dr. hc Martin Quack
 ETH Zürich