

Formelsammlung Chemie

Inhaltsverzeichnis

NATURKONSTANTEN	2
SÄURE-BASE-REAKTIONEN	3
Säure-Base-Begriffe	3
Ionenprodukt des Wassers	3
pH-Wert von schwachen und mittelstarken Säuren	3
pOH-Wert von schwachen Basen	3
Zusammenhang für konjugiertes Säure-Base-Paar	3
pH-Wert für Pufferlösungen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)	3
ELEKTROCHEMIE	4
Faraday-Gesetz	4
Elektrische Maßeinheiten	4
Formen der Nernst-Gleichung	4
THERMODYNAMIK	5
Reaktionsenthalpie	5
Freie Reaktionsenthalpie	5
Zusammenhang zum Massenwirkungsgesetz	5
Aktivität	5
GASE	6
Ideales Gasgesetz	6
Dalton-Gesetz der Partialdrücke	6
Stoffmengenanteil	6

REAKTIONSKINETIK	6
Arrheniusgleichung	6
THERMODYNAMISCHE DATEN	7
STANDARDPOTENZIALE	16
LÖSLICHKEITSPRODUKTE	18
SÄURE- UND BASEKONSTANTEN	19
PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE	20

Naturkonstanten

(Aus Charles E. Mortimer, Chemie, Thieme Verlag, 6. Auflage)

Naturkonstanten

Konstante	Symbol	Zahlenwert
Avogadro-Zahl	N_A	$6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Bohr-Radius	a_0	$5,29177 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
Elektron, Ruhemasse		$9,10939 \cdot 10^{-28} \text{ g}$
		$5,485799 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
Elementarladung	e	$1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Faraday-Konstante	$F = N_A \cdot e$	$9,64853 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
Ideale Gaskonstante	R	$8,31451 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
		$8,31451 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Lichtgeschwindigkeit	c	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Molares Volumen eines idealen Gases	V_m	$22,4141 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
Neutron, Ruhemasse		$1,67493 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
		$1,00866501 \text{ u}$
Planck-Konstante	h	$6,626076 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Proton, Ruhemasse		$1,67262 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
		$1,00727647 \text{ u}$

Säure-Base-Reaktionen

Säure-Base-Begriffe

Arrhenius-Säure: bildet in Wasser H^+ -Ionen
Arrhenius-Base: bildet in Wasser OH^- -Ionen

Brönsted-Säure: Protonen-Donator
Brönsted-Base: Protonen-Akzeptor

Lewis-Säure: Elektronenpaar-Akzeptor
Lewis-Base: Elektronenpaar-Donator

Ionenprodukt des Wassers

$$K_w = c(H^+) \cdot c(OH^-) = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 / \text{l}^2$$

pH-Wert von schwachen und mittelstarken Säuren

Näherungsformel für schwache Säuren ($pK_s \geq 3.5$):

$$pH \approx \frac{1}{2}(pK_s - \log(c_0))$$

Näherungsformel für mittelstarke Säuren ($-0.35 < pK_s < 3.5$):

$$pH \approx -\log\left(-\frac{K_s}{2} + \sqrt{\frac{K_s^2}{4} + K_s \cdot c_0}\right)$$

Starke Säuren ($pK_s \leq -0.35$)

$$pH = -\log(c_0)$$

pOH-Wert von schwachen Basen

$$pOH \approx \frac{1}{2}(pK_B - \log c_0)$$

Zusammenhang für konjugiertes Säure-Base-Paar

$$pK_s + pK_B = pK_w = 14$$

pH-Wert für Pufferlösungen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)

$$pH \approx pK_s - \log \frac{c(HA)}{c(A^-)}$$

Elektrochemie

Faraday-Gesetz

$$m = \frac{M}{z} \cdot \frac{L}{F}$$

mit

- m = abgeschiedene Masse
- M = molare Äquivalentmasse
- z = Anzahl der übertragenen Elektronen
- L = Elektrizitätsmenge (elektrische Ladung)

Elektrische Maßeinheiten

$$\begin{aligned} 1 \text{ A} &= 1 \text{ C/s} \\ 1 \Omega &= 1 \text{ V/A} \\ 1 \text{ S} &= 1 \Omega^{-1} \\ 1 \text{ J} &= 1 \text{ VC} \end{aligned}$$

Formen der Nernst-Gleichung

Allgemeine Form: $\Delta E = \Delta E^0 - \frac{2,303 RT}{nF} \log Q$ in Volt

Bei 25°C: $\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0,05916}{n} \log Q$ in Volt

Für Halbreaktionen bei 25°C: $E = E^0 + \frac{0,05916}{n} \log \frac{[\text{OxidiereteForm}]}{[\text{ReduzierteForm}]}$ in Volt

Für Metallelektroden bei 25°C: $E \approx E^0 + \frac{0,05916}{n} \log c(M^{n+})$ in Volt

Elektromotorische Kraft $EMK = \Delta E^0 = E^0(\text{Kathode}) - E^0(\text{Anode})$

Thermodynamik

Reaktionsenthalpie

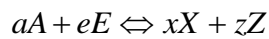
$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V$$

Freie Reaktionsenthalpie

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

$$\Delta G = -n \cdot F \cdot \Delta E$$

Zusammenhang zum Massenwirkungsgesetz



$$K_C = \frac{c^x(X) \cdot c^z(Z)}{c^a(A) \cdot c^e(E)}$$

$$K_p = K_C \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \quad [\Delta n = x + z - a - e]$$

$$\Delta G = \Delta G^0 + R \cdot T \cdot \ln(K_C)$$

Aktivität

$$a = f \cdot c \quad [f \leq 1, \text{Aktivitätskoeffizient}]$$

Gase

Ideales Gasgesetz

$$p \cdot \Delta V = \Delta n \cdot R \cdot T$$

Dalton-Gesetz der Partialdrücke

$$p = p(A) + p(B) + p(C) + \dots$$

Stoffmengenanteil

$$p(A) = \frac{n(A)}{n(A) + n(B)} \cdot p = x(A) \cdot p$$

Reaktionskinetik

Arrheniusgleichung

$$k = A \cdot e^{-E_a / RT}$$

Thermodynamische Daten

(aus Peter W. Atkins, Kurzlehrbuch Physikalische Chemie, Wiley 3. Auflage)

819

Anhang 1

Tabelle A1.1 Thermodynamische Daten organischer Verbindungen bei 298,15 K

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_f H_f^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_f G_f^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_m^\ominus/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{verb}} H_f^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)
C(s) (Graphit)	12,011	0	0	5,740	8,527	-393,51
C(s) (Diamant)	12,011	+1,895	+2,900	2,377	6,113	-395,40
CO ₂ (g)	44,010	-393,51	-394,36	213,74	37,11	
Kohlenwasserstoffe						
CH ₄ (g), Methan	16,04	-74,81	-50,72	186,26	35,31	-890
CH ₃ (g), Methyl	15,04	+145,69	+147,92	194,2	38,70	
C ₂ H ₂ (g), Ethin	26,04	+226,73	+209,20	200,94	43,93	-1300
C ₂ H ₄ (g), Ethen	28,05	+52,26	+68,15	219,56	43,56	-1411
C ₂ H ₆ (g), Ethan	30,07	-84,68	-32,82	229,60	52,63	-1560
C ₃ H ₆ (g), Propen	42,08	+20,42	+62,78	267,05	63,89	-2058
C ₃ H ₆ (g), Cyclopropan	42,08	+53,30	+104,45	237,55	55,94	-2091
C ₃ H ₈ (g), Propan	44,10	-103,85	-23,49	269,91	73,5	-2220
C ₄ H ₈ (g), 1-Buten	56,11	-0,13	+71,39	305,71	85,65	-2717
C ₄ H ₈ (g), <i>cis</i> -2-Buten	56,11	-6,99	+65,95	300,94	78,91	-2710
C ₄ H ₈ (g), <i>trans</i> -2-Buten	56,11	-11,17	+63,06	296,59	87,82	-2707
C ₄ H ₁₀ (g), Butan	58,13	-126,15	-17,03	310,23	97,45	-2878
C ₅ H ₁₂ (g), Pentan	72,15	-146,44	-8,20	348,40	120,2	-3537
C ₅ H ₁₂ (l)	72,15	-173,1				
C ₆ H ₆ (l), Benzol	78,12	+49,0	+124,3	173,3	136,1	-3268
C ₆ H ₆ (g)	78,12	+82,93	+129,72	269,31	81,67	-3320
C ₆ H ₁₂ (l), Cyclohexan	84,16	-156	+26,8		156,5	-3902
C ₆ H ₁₄ (l), Hexan	86,18	-198,7		204,3		-4163
C ₆ H ₅ CH ₃ (g), Methyl- benzol (Toluol)	92,14	+50,0	+122,0	320,7	103,6	-3953
C ₇ H ₁₆ (l), Heptan	100,21	-224,4	+1,0	328,6	224,3	
C ₈ H ₁₈ (l), Octan	114,23	-249,9	+6,4	361,1		-5471
C ₈ H ₁₈ (l), Isooctan	114,23	-255,1				-5461
C ₁₀ H ₈ (s), Naphthalin	128,18	+78,53				-5157
Alkohole und Phenole						
CH ₃ OH(l), Methanol	32,04	-238,66	-166,27	126,8	81,6	-726
CH ₃ OH(g)	32,04	-200,66	-161,96	239,81	43,89	-764
C ₂ H ₅ OH(l), Ethanol	46,07	-277,69	-174,78	160,7	111,46	-1368
C ₂ H ₅ OH(g)	46,07	-235,10	-168,49	282,70	65,44	-1409
C ₆ H ₅ OH(s), Phenol	94,12	-165,0	-50,9	146,0		-3054
Carbonsäuren, Hydroxysäuren und Ester						
HCOOH(l), Ameisen- säure	46,03	-424,72	-361,35	128,95	99,04	-255
CH ₃ COOH(l), Essig- säure	60,05	-484,5	-389,9	159,8	124,3	-875
CH ₃ COOH(aq)	60,05	-485,76	-396,46	178,7		
CH ₃ CO ₂ ⁻ (aq)	59,05	-486,01	-369,31	+86,6	-6,3	

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}H^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}G^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_{\text{m}}^{\ominus}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{Verb}}H^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)
(COOH) ₂ (s), Oxalsäure	90,04	-827,2			117	-254
C ₆ H ₅ COOH(s), Benzoesäure	122,13	-385,1	-245,3	167,6	146,8	-3227
CH ₃ CH(OH)COOH(s), Milchsäure	90,08	-694,0				-1344
CH ₃ COOC ₂ H ₅ (l), Ethylacetat	88,11	-479,0	-332,7	259,4	170,1	-2231
Alkanale und Alkanone						
HCHO(g), Methanal	30,03	-108,57	-102,53	218,77	35,40	-571
CH ₃ CHO(l), Ethanal	44,05	-192,30	-128,12	160,2		-1166
CH ₃ CHO(g)	44,05	-166,19	-128,86	250,3	57,3	-1192
CH ₃ COCH ₃ (l), Propanon	58,08	-248,1	-155,4	200,4	124,7	-1790
Zucker						
C ₆ H ₁₂ O ₆ (s), α-D-Glucose	180,16	-1274				-2808
C ₆ H ₁₂ O ₆ (s), β-D-Glucose	180,16	-1268	-910	212		
C ₆ H ₁₂ O ₆ (s), β-D-Fructose	180,16	-1266				-2810
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (s), Saccharose	342,30	-2222	-1543	360,2		-5645
Stickstoffverbindungen						
CO(NH ₂) ₂ (s), Harnstoff	60,06	-333,51	-197,33	104,60	93,14	-632
CH ₃ NH ₂ (g), Methylamin	31,06	-22,97	+32,16	243,41	53,1	-1085
C ₆ H ₅ NH ₂ (l), Anilin	93,13	+31,1				-3393
CH ₂ (NH ₂)COOH(s), Glycin	75,07	-532,9	-373,4	103,5	99,2	-969

Tabelle A1.2 Thermodynamische Daten anorganischer Verbindungen bei 298,15 K

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}H^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}G^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_{\text{m}}^{\ominus}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Aluminium					
Al(s)	26,98	0	0	28,33	24,35
Al(l)	26,98	+10,56	+7,20	39,55	24,21
Al(g)	26,98	+326,4	+285,7	164,54	21,38
Al ³⁺ (g)	26,98	+5483,17			
Al ³⁺ (aq)	26,98	-531	-485	-321,7	
Al ₂ O ₃ (s, α)	101,96	-1675,7	-1582,3	50,92	79,04
AlCl ₃ (s)	133,24	-704,2	-628,8	110,67	91,84
Argon					
Ar(g)	39,95	0	0	154,84	20,786
Antimon					
Sb(s)	121,75	0	0	45,69	25,23
SbH ₃ (g)	153,24	+145,11	+147,75	232,78	41,05

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_B H^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_B G^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_m^\ominus/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Arsen					
As(s, α)	74,92	0	0	35,1	24,64
As(g)	74,92	+302,5	+261,0	174,21	20,79
As ₄ (g)	299,69	+143,9	+92,4	314	
AsH ₃ (g)	77,95	+66,44	+68,93	222,78	38,07
Barium					
Ba(s)	137,34	0	0	62,8	28,07
Ba(g)	137,34	+180	+146	170,24	20,79
Ba ²⁺ (aq)	137,34	-537,64	-560,77	+9,6	
BaO(s)	153,34	-553,5	-525,1	70,43	47,78
BaCl ₂ (s)	208,25	-858,6	-810,4	123,68	75,14
Beryllium					
Be(s)	9,01	0	0	9,50	16,44
Be(g)	9,01	+324,3	+286,6	136,27	20,79
Bismut					
Bi(s)	208,98	0	0	56,74	25,52
Bi(g)	208,98	+207,1	+168,2	187,00	20,79
Brom					
Br ₂ (l)	159,82	0	0	152,23	75,689
Br ₂ (g)	159,82	+30,907	+3,110	245,46	36,02
Br(g)	79,91	+111,88	+82,396	175,02	20,786
Br ⁻ (g)	79,91	-219,07			
Br ⁻ (aq)	79,91	-121,55	-103,96	+82,4	-141,8
HBr(g)	90,92	-36,40	-53,45	198,70	29,142
Cadmium					
Cd(s, γ)	112,40	0	0	51,76	25,98
Cd(g)	112,40	+112,01	+77,41	167,75	20,79
Cd ²⁺ (aq)	112,40	-75,90	-77,612	-73,2	
CdO(s)	128,40	-258,2	-228,4	54,8	43,43
CdCO ₃ (s)	172,41	-750,6	-669,4	92,5	
Cäsium					
Cs(s)	132,91	0	0	85,23	32,17
Cs(g)	132,91	+76,06	+49,12	175,60	20,79
Cs ⁺ (aq)	132,91	-258,28	-292,02	+133,05	-10,5
Calcium					
Ca(s)	40,08	0	0	41,42	25,31
Ca(g)	40,08	+178,2	+144,3	154,88	20,786
Ca ²⁺ (aq)	40,08	-542,83	-553,58	-53,1	
CaO(s)	56,08	-635,09	-604,03	39,75	42,80
CaCO ₃ (s) Calcit	100,09	-1206,9	-1128,8	92,9	81,88
CaCO ₃ (s) Aragonit	100,09	-1207,1	-1127,8	88,7	81,25

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_B H^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_B G^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_m^\ominus/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
CaF ₂ (s)	78,08	-1219,6	-1167,3	68,87	67,03
CaCl ₂ (s)	110,99	-795,8	-748,1	104,6	72,59
CaBr ₂ (s)	199,90	-682,8	-663,6	130	
Kohlenstoff (organische Verbindungen siehe Tabelle A1.1)					
C(s) (Graphit)	12,011	0	0	5,740	8,527
C(s) (Diamant)	12,011	+1,895	+2,900	2,377	6,133
C(g)	12,011	+716,68	+671,26	158,10	20,838
C ₂ (g)	24,022	+831,90	+775,89	199,42	43,21
CO(g)	28,011	-110,53	-137,17	197,67	29,14
CO ₂ (g)	44,010	-393,51	-394,36	213,74	37,11
CO ₂ (aq)	44,010	-413,80	-385,98	117,6	
H ₂ CO ₃ (aq)	62,03	-699,65	-623,08	187,4	
HCO ₃ ⁻ (aq)	61,02	-691,99	-586,77	+91,2	
CO ₃ ²⁻ (aq)	60,01	-677,14	-527,81	-56,9	
CCl ₄ (l)	153,82	-135,44	-65,21	216,40	131,75
CS ₂ (l)	76,14	+89,70	+65,27	151,34	75,7
HCN(g)	27,03	+135,1	+124,7	201,78	35,86
HCN(l)	27,03	+108,87	+124,97	112,84	70,63
CN ⁻ (aq)	26,02	+150,6	+172,4	+94,1	
Chlor					
Cl ₂ (g)	70,91	0	0	223,07	33,91
Cl(g)	35,45	+121,68	+105,68	165,20	21,840
Cl ⁻ (g)	35,45	-233,13			
Cl ⁻ (aq)	35,45	-167,16	-131,23	+56,5	-136,4
HCl(g)	36,46	-92,31	-95,30	186,91	29,12
HCl(aq)	36,46	-167,16	-131,23	56,5	-136,4
Chrom					
Cr(s)	52,00	0	0	23,77	23,35
Cr(g)	52,00	+396,6	+351,8	174,50	20,79
CrO ₄ ²⁻ (aq)	115,99	-881,15	-727,75	+50,21	
Cr ₂ O ₇ ²⁻ (aq)	215,99	-1490,3	-1301,1	+261,9	
Kupfer					
Cu(s)	63,54	0	0	33,150	24,44
Cu(g)	63,54	+338,32	+298,58	166,38	20,79
Cu ⁺ (aq)	63,54	+71,67	+49,98	+40,6	
Cu ²⁺ (aq)	63,54	+64,77	+65,49	-99,6	
Cu ₂ O(s)	143,08	-168,6	-146,0	93,14	63,64
CuO(s)	79,54	-157,3	-129,7	42,63	42,30
CuSO ₄ (s)	159,60	-771,36	-661,8	109	100,0
CuSO ₄ · H ₂ O(s)	177,62	-1085,8	-918,11	146,0	134
CuSO ₄ · 5H ₂ O(s)	249,68	-2279,7	-1879,7	300,4	280
Deuterium					
D ₂ (g)	4,028	0	0	144,96	29,20
HD(g)	3,022	+0,318	-1,464	143,80	29,196

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}H^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}G^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_{\text{m}}^{\ominus}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
D ₂ O(g)	20,028	-249,20	-234,54	198,34	34,27
D ₂ O(l)	20,028	-294,60	-243,44	75,94	84,35
HDO(g)	19,022	-245,30	-233,11	199,51	33,81
HDO(l)	19,022	-289,89	-241,86	79,29	
Fluor					
F ₂ (g)	38,00	0	0	202,78	31,30
F(g)	19,00	+78,99	+61,91	158,75	22,74
F ⁻ (aq)	19,00	-332,63	-278,79	-13,8	-106,7
HF(g)	20,01	-271,1	-273,2	173,78	29,13
Gold					
Au(s)	196,97	0	0	47,40	25,42
Au(g)	196,97	+366,1	+326,3	180,50	20,79
Helium					
He(g)	4,003	0	0	126,15	20,786
Wasserstoff (siehe auch Deuterium)					
H ₂ (g)	2,016	0	0	130,684	28,824
H(g)	1,008	+217,97	+203,25	114,71	20,784
H ⁺ (aq)	1,008	0	0	0	0
H ₂ O(l)	18,015	-285,83	-237,13	69,91	75,291
H ₂ O(g)	18,015	-241,82	-228,57	188,83	33,58
H ₂ O ₂ (l)	34,015	-187,78	-120,35	109,6	89,1
Jod					
I ₂ (s)	253,81	0	0	116,135	54,44
I ₂ (g)	253,81	+62,44	+19,33	260,69	36,90
I(g)	126,90	+106,84	+70,25	180,79	20,786
I ⁻ (aq)	126,90	-55,19	-51,57	+111,3	-142,3
HI(g)	127,91	+26,48	+1,70	206,59	29,158
Eisen					
Fe(s)	55,85	0	0	27,28	25,10
Fe(g)	55,85	+416,3	+370,7	180,49	25,68
Fe ²⁺ (aq)	55,85	-89,1	-78,90	-137,7	
Fe ³⁺ (aq)	55,85	-48,5	-4,7	-315,9	
Fe ₃ O ₄ (s) (Magnetit)	231,54	-1184,4	-1015,4	146,4	143,43
Fe ₂ O ₃ (s) (Hämatit)	159,69	-824,2	-742,2	87,40	103,85
FeS(s, α)	87,91	-100,0	-100,4	60,29	50,54
FeS ₂ (s)	119,98	-178,2	-166,9	52,93	62,17
Krypton					
Kr(g)	83,80	0	0	164,08	20,786
Blei					
Pb(s)	207,19	0	0	64,81	26,44
Pb(g)	207,19	+195,0	+161,9	175,37	20,79

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}H^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{B}}G^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_{\text{m}}^{\ominus}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Pb ²⁺ (aq)	207,19	-1,7	-24,43	+10,5	
PbO(s, gelb)	223,19	-217,32	-187,89	68,70	45,77
PbO(s, rot)	223,19	-218,99	-188,93	66,5	45,81
PbO ₂ (s)	239,19	-277,4	-217,33	68,6	64,64
Lithium					
Li(s)	6,94	0	0	29,12	24,77
Li(g)	6,94	+159,37	+126,66	138,77	20,79
Li ⁺ (aq)	6,94	-278,49	-293,31	+13,4	+68,6
Magnesium					
Mg(s)	24,31	0	0	32,68	24,89
Mg(g)	24,31	+147,70	+113,10	148,65	20,786
Mg ²⁺ (aq)	24,31	-466,85	-454,8	-138,1	
MgO(s)	40,31	-601,70	-569,43	26,94	37,15
MgCO ₃ (s)	84,32	-1095,8	-1012,1	65,7	75,52
MgCl ₂ (s)	95,22	-641,32	-591,79	89,62	71,38
MgBr ₂ (s)	184,13	-524,3	-503,8	117,2	
Quecksilber					
Hg(l)	200,59	0	0	76,02	27,983
Hg(g)	200,59	+61,32	+31,82	174,96	20,786
Hg ²⁺ (aq)	200,59	+171,1	+164,40	-32,2	
Hg ₂ ²⁺ (aq)	401,18	+172,4	+153,52	+84,5	
HgO(s)	216,59	-90,83	-58,54	70,29	44,06
Hg ₂ Cl ₂ (s)	472,09	-265,22	-210,75	192,5	102
HgCl ₂ (s)	271,50	-224,3	-178,6	146,0	
HgS(s, schwarz)	232,65	-53,6	-47,7	88,3	
Neon					
Ne(g)	20,18	0	0	146,33	20,786
Stickstoff					
N ₂ (g)	28,013	0	0	191,61	29,125
N(g)	14,007	+472,70	+455,56	153,30	20,786
NO(g)	30,01	+90,25	+86,55	210,76	29,844
N ₂ O(g)	44,01	+82,05	+104,20	219,85	38,45
NO ₂ (g)	46,01	+33,18	+51,31	240,06	37,20
N ₂ O ₄ (g)	92,01	+9,16	+97,89	304,29	77,28
N ₂ O ₅ (s)	108,01	-43,1	+113,9	178,2	143,1
N ₂ O ₅ (g)	108,01	+11,3	+115,1	355,7	84,5
HNO ₃ (l)	63,01	-174,10	-80,71	155,60	109,87
HNO ₃ (aq)	63,01	-207,36	-111,25	146,4	-86,6
NO ₃ ⁻ (aq)	62,01	-205,0	-108,74	+146,4	-86,6
NH ₃ (g)	17,03	-46,11	-16,45	192,45	35,06
NH ₃ (aq)	17,03	-80,29	-26,50	113,3	
NH ₄ ⁺ (aq)	18,04	-132,51	-79,31	+113,4	+79,9

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_B H_f^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_B G_f^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_m^\ominus/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
NH ₂ OH(s)	33,03	-114,2			
HN ₃ (l)	43,03	+264,0	+327,3	140,6	43,68
HN ₃ (g)	43,03	+294,1	+328,1	238,97	98,87
N ₂ H ₄ (l)	32,05	+50,63	+149,43	121,21	139,3
NH ₄ NO ₃ (s)	80,04	-365,56	-183,87	151,08	84,1
NH ₄ Cl(s)	53,49	-314,43	-202,87	94,6	
Sauerstoff					
O ₂ (g)	31,999	0	0	205,138	29,355
O(g)	15,999	+249,17	+231,73	161,06	21,912
O ₃ (g)	47,998	+142,7	+163,2	238,93	39,20
OH ⁻ (aq)	17,007	-229,99	-157,24	-10,75	-148,5
Phosphor					
P(s, weiß)	30,97	0	0	41,09	23,840
P(g)	30,97	+314,64	+278,25	163,19	20,786
P ₂ (g)	61,95	+144,3	+103,7	218,13	32,05
P ₄ (g)	123,90	+58,91	+24,44	279,98	67,15
PH ₃ (g)	34,00	+5,4	+13,4	210,23	37,11
PCl ₃ (g)	137,33	-287,0	-267,8	311,78	71,84
PCl ₃ (l)	137,33	-319,7	-272,3	217,1	
PCl ₅ (g)	208,24	-374,9	-305,0	364,6	112,8
PCl ₅ (s)	208,24	-443,5			
H ₃ PO ₃ (s)	82,00	-964,4			
H ₃ PO ₃ (aq)	82,00	-964,8			
H ₃ PO ₄ (s)	94,97	-1279,0	-1119,1	110,50	106,06
H ₃ PO ₄ (l)	94,97	-1266,9			
H ₃ PO ₄ (aq)	94,97	-1277,4	-1018,7	-222	
PO ₄ ³⁻ (aq)	94,97	-1277,4	-1018,7	-222	
P ₄ O ₁₀ (s)	283,89	-2984,0	-2697,0	228,86	211,71
P ₄ O ₆ (s)	219,89	-1640,1			
Kalium					
K(s)	39,10	0	0	64,18	29,58
K(g)	39,10	+89,24	+60,59	160,336	20,786
K ⁺ (g)	39,10	+514,26			
K ⁺ (aq)	39,10	-252,38	-283,27	+102,5	+21,8
KOH(s)	56,11	-424,76	-379,08	78,9	64,9
KF(s)	58,10	-576,27	-537,75	66,57	49,04
KCl(s)	74,56	-436,75	-409,14	82,59	51,30
KBr(s)	119,01	-393,80	-380,66	95,90	52,30
KI(s)	166,01	-327,90	-324,89	106,32	52,93
Silicium					
Si(s)	28,09	0	0	18,83	20,00
Si(g)	28,09	+455,6	+411,3	167,97	22,25
SiO ₂ (s, α)	60,09	-910,93	-856,64	41,84	44,43

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_B H^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_B G^\ominus/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_m^\ominus/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Silber					
Ag(s)	107,87	0	0	42,55	25,351
Ag(g)	107,87	+284,55	+245,65	173,00	20,79
Ag ⁺ (aq)	107,87	+105,58	+77,11	+72,68	+21,8
AgBr(s)	187,78	-100,37	-96,90	107,1	52,38
AgCl(s)	143,32	-127,07	-109,79	96,2	50,79
Ag ₂ O(s)	231,74	-31,05	-11,20	121,3	65,86
AgNO ₃ (s)	169,88	-124,39	-33,41	140,92	93,05
Natrium					
Na(s)	22,99	0	0	51,21	28,24
Na(g)	22,99	+107,32	+76,76	153,71	20,79
Na ⁺ (aq)	22,99	-240,12	-261,91	+59,0	+46,4
NaOH(s)	40,00	-425,61	-379,49	64,46	59,54
NaCl(s)	58,44	-411,15	-384,14	72,13	50,50
NaBr(s)	102,90	-361,06	-348,98	86,82	51,38
NaI(s)	149,89	-287,78	-286,06	98,53	52,09
Schwefel					
S(s, α) (rhombisch)	32,06	0	0	31,80	22,64
S(s, β) (monoklin)	32,06	+0,33	+0,1	32,6	23,6
S(g)	32,06	+278,81	+238,25	167,82	23,673
S ₂ (g)	64,13	+128,37	+79,30	228,18	32,47
S ²⁻ (aq)	32,06	+33,1	+85,8	-14,6	
SO ₂ (g)	64,06	-296,83	-300,19	248,22	39,87
SO ₃ (g)	80,06	-395,72	-371,06	256,76	50,67
H ₂ SO ₄ (l)	98,08	-813,99	-690,00	156,90	138,9
H ₂ SO ₄ (aq)	98,08	-909,27	-744,53	20,1	-293
SO ₄ ²⁻ (aq)	96,06	-909,27	-744,53	+20,1	-293
HSO ₄ ⁻ (aq)	97,07	-887,34	-755,91	+131,8	-84
H ₂ S(g)	34,08	-20,63	-33,56	205,79	34,23
H ₂ S(aq)	34,08	-39,7	-27,83	121	
HS ⁻ (aq)	33,072	-17,6	+12,08	+62,08	
SF ₆ (g)	146,05	-1209	-1105,3	291,82	97,28
Zinn					
Sn(s, β)	118,69	0	0	51,55	26,99
Sn(g)	118,69	+302,1	+267,3	168,49	20,26
Sn ²⁺ (aq)	118,69	-8,8	-27,2	-17	
SnO(s)	134,69	-285,8	-256,8	56,5	44,31
SnO ₂ (s)	150,69	-580,7	+519,6	52,3	52,59
Xenon					
Xe(g)	131,30	0	0	169,68	20,786

	$M/$ (g mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{f}}H^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_{\text{f}}G^{\ominus}/$ (kJ mol ⁻¹)	$S_{\text{m}}^{\ominus}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{\text{p,m}}/$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Zink					
Zn(s)	65,37	0	0	41,63	25,40
Zn(g)	65,37	+130,73	+95,14	160,98	20,79
Zn ²⁺ (aq)	65,37	-153,89	-147,06	-112,1	+46
ZnO(s)	81,37	-348,28	-318,30	43,64	40,25

* Entropien und Wärmekapazitäten von Ionen beziehen sich auf H⁺(aq) und sind mit Vorzeichen angegeben.

Standardpotenziale

(Aus P. Atkins, J. DE Paula, Physikalische Chemie, Oxford University Press, 5. Auflage, 2013)

996

Anhang B Tabellen

Tabelle 6-2 Standardpotenziale 298 K. (a) In elektrochemischer Reihenfolge.

Reduktions-Halbreaktion	E^\ominus / V	Reduktions-Halbreaktion	E^\ominus / V
stark oxidierend		$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Cu}^+$	+0.16
$\text{H}_4\text{XeO}_6 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{XeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	+3.0	$\text{Sn}^{4+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	+0.15
$\text{F}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2.87	$\text{AgBr} + e^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Br}^-$	+0.07
$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2.07	$\text{Ti}^{4+} + e^- \rightarrow \text{Ti}^{3+}$	0.00
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	+2.05	$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$	0, per Definition
$\text{Ag}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Ag}^+$	+1.98	$\text{Fe}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.04
$\text{Co}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1.81	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$	-0.08
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.78	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Au}^+ + e^- \rightarrow \text{Au}$	+1.69	$\text{In}^+ + e^- \rightarrow \text{In}$	-0.14
$\text{Pb}^{4+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$	+1.67	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14
$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.63	$\text{AgI} + e^- \rightarrow \text{Ag} + \text{I}^-$	-0.15
$\text{Ce}^{4+} + e^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1.61	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.23
$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.60	$\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Co}$	-0.28
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51	$\text{In}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{In}$	-0.34
$\text{Mn}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$	+1.51	$\text{Tl}^+ + e^- \rightarrow \text{Tl}$	-0.34
$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+1.40	$\text{PbSO}_4 + 2e^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0.36
$\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1.36	$\text{Ti}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Ti}^{2+}$	-0.37
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33	$\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.40
$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1.24	$\text{In}^{2+} + e^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.40
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{Cr}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0.41
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{In}^{3+} + 2e^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.44
$\text{Br}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1.09	$\text{S} + 2e^- \rightarrow \text{S}^{2-}$	-0.48
$\text{Pu}^{4+} + e^- \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0.97	$\text{In}^{3+} + e^- \rightarrow \text{In}^{2+}$	-0.49
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96	$\text{U}^{4+} + e^- \rightarrow \text{U}^{3+}$	-0.61
$2\text{Hg}_2^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	+0.92	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.74
$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0.89	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76
$\text{Hg}_2^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Hg}$	+0.86	$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2e^- \rightarrow \text{Cd} + 2\text{OH}^-$	-0.81
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.80	$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83
$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80	$\text{Cr}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.91
$\text{Hg}_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2\text{Hg}$	+0.79	$\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.18
$\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0.77	$\text{V}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{V}$	-1.19
$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	+0.76	$\text{Ti}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ti}$	-1.63
$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2e^- \rightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	+0.62	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66
$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.60	$\text{U}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{U}$	-1.79
$\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$	+0.56	$\text{Sc}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Sc}$	-2.09
$\text{I}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0.54	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.36
$\text{Cu}^+ + e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.52	$\text{Ce}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Ce}$	-2.48
$\text{I}_3^- + 2e^- \rightarrow 3\text{I}^-$	+0.53	$\text{La}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{La}$	-2.52
$\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + e^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0.49	$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	-2.71
$\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2e^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{CrO}_4^{2-}$	+0.45	$\text{Ca}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ca}$	-2.87
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0.40	$\text{Sr}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sr}$	-2.89
$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0.36	$\text{Ba}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ba}$	-2.91
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + e^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	+0.36	$\text{Ra}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ra}$	-2.92
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34	$\text{Cs}^+ + e^- \rightarrow \text{Cs}$	-2.92
$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	+0.27	$\text{Rb}^+ + e^- \rightarrow \text{Rb}$	-2.93
$\text{AgCl} + e^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0.22	$\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}$	-2.93
$\text{Bi}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Bi}$	+0.20	$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05

Tabelle 6-2 Standardpotenziale 298 K. (b) In alphabetischer Reihenfolge.

Reduktions-Halbreaktion	E^\ominus / V	Reduktions-Halbreaktion	E^\ominus / V
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0.54
$\text{Ag}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}^+$	+1.98	$\text{I}_3^- + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{I}^-$	+0.53
$\text{AgBr} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Br}^-$	+0.0713	$\text{In}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{In}$	-0.14
$\text{AgCl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0.22	$\text{In}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.40
$\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{CrO}_4^{2-}$	+0.45	$\text{In}^{3+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.44
$\text{AgF} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{F}^-$	+0.78	$\text{In}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{In}$	-0.34
$\text{AgI} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{I}^-$	-0.15	$\text{In}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{In}^{2+}$	-0.49
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2.93
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.69	$\text{La}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{La}$	-2.52
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.40	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ba}$	+2.91	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.36
$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Be}$	-1.85	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.18
$\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Bi}$	+0.20	$\text{Mn}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$	+1.51
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1.09	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	+0.76	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	-2.87	$\text{MnO}_4^- + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$	+0.56
$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd} + 2\text{OH}^-$	-0.81	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.60
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.40	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2.71
$\text{Ce}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Ce}$	-2.48	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.23
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1.61	$\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0.49
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1.36	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-0.80
$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0.89	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.10
$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0.36	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0.40
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Co}$	-0.28	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1.81	$\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^-$	-0.56
$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.91	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$	-0.08
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2.07
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.74	$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1.24
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0.41	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cs}$	-2.92	$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$	+1.67
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.52	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0.36
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34	$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	+1.20
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$	+0.16	$\text{Pu}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0.97
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2.87	$\text{Ra}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ra}$	-2.92
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44	$\text{Rb}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Rb}$	-2.93
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.04	$\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$	-0.48
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0.77	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	+2.05
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{e}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	+0.36	$\text{Sc}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Sc}$	-2.09
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0, per Definition	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83	$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	+0.15
$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.60	$\text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sr}$	-2.89
$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.63	$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ti}$	-1.63
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.78	$\text{Ti}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{2+}$	-0.37
$\text{H}_4\text{XeO}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{XeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	+3.0	$\text{Ti}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{3+}$	0.00
$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}$	+0.79	$\text{Tl}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Tl}$	-0.34
$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	+0.27	$\text{U}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{U}$	-1.79
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$	+0.86	$\text{U}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{U}^{3+}$	-0.61
$2\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	+0.92	$\text{V}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{V}$	-1.19
$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	+0.62	$\text{V}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{V}^{2+}$	-0.26
		$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76

Löslichkeitsprodukte

(Aus Charles E. Mortimer, Chemie, Thieme Verlag, 6te Auflage)

B.2 Löslichkeitsprodukte

Bromide

PbBr ₂	$4,6 \times 10^{-6}$
Hg ₂ Br ₂	$1,3 \times 10^{-22}$
AgBr	$5,0 \times 10^{-13}$

Carbonate

BaCO ₃	$1,6 \times 10^{-9}$
CdCO ₃	$5,2 \times 10^{-12}$
CaCO ₃	$4,7 \times 10^{-9}$
CuCO ₃	$2,5 \times 10^{-10}$
FeCO ₃	$2,1 \times 10^{-11}$
PbCO ₃	$1,5 \times 10^{-15}$
MgCO ₃	1×10^{-5}
MnCO ₃	$8,8 \times 10^{-11}$
Hg ₂ CO ₃	$9,0 \times 10^{-17}$
NiCO ₃	$1,4 \times 10^{-7}$
Ag ₂ CO ₃	$8,2 \times 10^{-12}$
SrCO ₃	7×10^{-10}
ZnCO ₃	2×10^{-10}

Chloride

PbCl ₂	$1,6 \times 10^{-5}$
Hg ₂ Cl ₂	$1,1 \times 10^{-18}$
AgCl	$1,7 \times 10^{-10}$

Chromate

BaCrO ₄	$8,5 \times 10^{-11}$
PbCrO ₄	2×10^{-16}
Hg ₂ CrO ₄	2×10^{-9}
Ag ₂ CrO ₄	$1,9 \times 10^{-12}$
SrCrO ₄	$3,6 \times 10^{-5}$

Fluoride

BaF ₂	$2,4 \times 10^{-5}$
CaF ₂	$3,9 \times 10^{-11}$
PbF ₂	4×10^{-8}
MgF ₂	8×10^{-8}
SrF ₂	$7,9 \times 10^{-10}$

Hydroxide

Al(OH) ₃	5×10^{-33}
Ba(OH) ₂	$5,0 \times 10^{-3}$
Cd(OH) ₂	$2,0 \times 10^{-14}$
Ca(OH) ₂	$1,3 \times 10^{-6}$
Cr(OH) ₃	$6,7 \times 10^{-31}$
Co(OH) ₂	$2,5 \times 10^{-16}$
Co(OH) ₃	$2,5 \times 10^{-43}$
Cu(OH) ₂	$1,6 \times 10^{-19}$
Fe(OH) ₂	$1,8 \times 10^{-15}$
Fe(OH) ₃	6×10^{-38}
Pb(OH) ₂	$4,2 \times 10^{-15}$

Hydroxide (Fortsetzung)

Mg(OH) ₂	$8,9 \times 10^{-12}$
Mn(OH) ₂	2×10^{-13}
Hg(OH) ₂ (HgO)	3×10^{-26}
Ni(OH) ₂	$1,6 \times 10^{-16}$
AgOH (Ag ₂ O)	$2,0 \times 10^{-8}$
Sr(OH) ₂	$3,2 \times 10^{-4}$
Sn(OH) ₂	3×10^{-27}
Zn(OH) ₂	$4,5 \times 10^{-17}$

Iodide

PbI ₂	$8,3 \times 10^{-9}$
Hg ₂ I ₂	$4,5 \times 10^{-29}$
AgI	$8,5 \times 10^{-17}$

Oxalate

BaC ₂ O ₄	$1,5 \times 10^{-8}$
CaC ₂ O ₄	$1,3 \times 10^{-9}$
PbC ₂ O ₄	$8,3 \times 10^{-12}$
MgC ₂ O ₄	$8,6 \times 10^{-5}$
Ag ₂ C ₂ O ₄	$1,1 \times 10^{-11}$
SrC ₂ O ₄	$5,6 \times 10^{-8}$

Phosphate

Ba ₃ (PO ₄) ₂	6×10^{-39}
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$1,3 \times 10^{-32}$
Pb ₃ (PO ₄) ₂	1×10^{-54}
Ag ₃ PO ₄	$1,8 \times 10^{-18}$
Sr ₃ (PO ₄) ₂	1×10^{-31}

Sulfate

BaSO ₄	$1,5 \times 10^{-9}$
CaSO ₄	$2,4 \times 10^{-5}$
PbSO ₄	$1,3 \times 10^{-8}$
Ag ₂ SO ₄	$1,2 \times 10^{-5}$
SrSO ₄	$7,6 \times 10^{-7}$

Sulfide

Bi ₂ S ₃	$1,6 \times 10^{-72}$
CdS	$1,0 \times 10^{-28}$
CoS	5×10^{-22}
CuS	8×10^{-37}
FeS	4×10^{-19}
PbS	7×10^{-29}
MnS	7×10^{-16}
HgS	$1,6 \times 10^{-54}$
NiS	3×10^{-21}
Ag ₂ S	$5,5 \times 10^{-51}$
SnS	1×10^{-26}
ZnS	$2,5 \times 10^{-22}$

Verschiedene

NaHCO ₃	$1,2 \times 10^{-3}$
KClO ₄	$8,9 \times 10^{-3}$
K ₂ [PtCl ₆]	$1,4 \times 10^{-6}$
Ag[CH ₃ CO ₂]	$2,3 \times 10^{-3}$
AgCN	$1,6 \times 10^{-14}$
AgSCN	$1,0 \times 10^{-12}$

B.3 Komplexerfallskonstanten

[AlF ₆] ³⁻	$1,4 \times 10^{-20}$
[Al(OH) ₄] ⁻	$1,3 \times 10^{-34}$
[Al(OH)] ²⁺	$7,1 \times 10^{-10}$
[Cd(NH ₃) ₄] ²⁺	$7,5 \times 10^{-8}$
[Cd(CN) ₄] ²⁻	$1,4 \times 10^{-19}$
[Cr(OH)] ²⁺	5×10^{-11}
[Co(NH ₃) ₆] ²⁺	$1,3 \times 10^{-5}$
[Co(NH ₃) ₆] ³⁺	$2,2 \times 10^{-34}$
[Cu(NH ₃) ₂] ⁺	$1,4 \times 10^{-11}$
[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺	$4,7 \times 10^{-15}$
[Cu(CN) ₂] ⁻	1×10^{-16}
[Cu(OH)] ⁺	1×10^{-8}
[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	1×10^{-35}
[Fe(CN) ₆] ³⁻	1×10^{-42}
[Pb(OH)] ⁺	$1,5 \times 10^{-8}$
[HgBr ₄] ²⁻	$2,3 \times 10^{-22}$
[HgCl ₄] ²⁻	$1,1 \times 10^{-16}$
[Hg(CN) ₄] ²⁻	4×10^{-42}
[HgI ₄] ²⁻	$5,3 \times 10^{-31}$
[Ni(NH ₃) ₄] ²⁺	1×10^{-8}
[Ni(NH ₃) ₆] ²⁺	$1,8 \times 10^{-9}$
[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	$6,0 \times 10^{-8}$
[Ag(CN) ₂] ⁻	$1,8 \times 10^{-19}$
[Ag(S ₂ O ₃) ₂] ³⁻	5×10^{-14}
[Ag(S ₂ O ₃) ₃] ⁵⁻	$9,9 \times 10^{-15}$
[Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	$3,4 \times 10^{-10}$
[Zn(CN) ₄] ²⁻	$1,2 \times 10^{-18}$
[Zn(OH) ₄] ²⁻	$3,6 \times 10^{-16}$
[Zn(OH)] ⁺	$4,1 \times 10^{-5}$

Säure- und Basekonstanten

Anhang B: Gleichgewichtskonstanten bei 25 °C

B.1 Dissoziationskonstanten

Einprotonige Säuren		K_S
Ameisensäure	$\text{HCO}_2\text{H} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CHO}_2^-$	$1,8 \times 10^{-4}$
Benzoesäure	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$	$6,0 \times 10^{-5}$
Blausäure	$\text{HCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CN}^-$	$4,0 \times 10^{-10}$
Chlorige Säure	$\text{HClO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}_2^-$	$1,1 \times 10^{-2}$
Cyansäure	$\text{HOCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCN}^-$	$1,2 \times 10^{-4}$
Essigsäure	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{CO}_2^-$	$1,8 \times 10^{-5}$
Flußsäure	$\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$	$6,7 \times 10^{-4}$
Hypobromige Säure	$\text{HOBr} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OBr}^-$	$2,1 \times 10^{-9}$
Hypochlorige Säure	$\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCl}^-$	$3,2 \times 10^{-8}$
Salpetrige Säure	$\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$	$4,5 \times 10^{-4}$
Stickstoffwasserstoffsäure	$\text{HN}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{N}_3^-$	$1,9 \times 10^{-5}$
Mehrprotonige Säuren		
Arsensäure	$\text{H}_3\text{AsO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{AsO}_4^-$	$K_{S1} = 2,5 \times 10^{-4}$
	$\text{H}_2\text{AsO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HAsO}_4^{2-}$	$K_{S2} = 5,6 \times 10^{-8}$
	$\text{HAsO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{AsO}_4^{3-}$	$K_{S3} = 3 \times 10^{-13}$
Kohlensäure	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	$K_{S1} = 4,2 \times 10^{-7}$
	$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	$K_{S2} = 4,8 \times 10^{-11}$
Oxalsäure	$\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4\text{H}^-$	$K_{S1} = 5,9 \times 10^{-2}$
	$\text{C}_2\text{O}_4\text{H}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$K_{S2} = 6,4 \times 10^{-5}$
Phosphorsäure	$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$K_{S1} = 7,5 \times 10^{-3}$
	$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$	$K_{S2} = 6,2 \times 10^{-8}$
	$\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$	$K_{S3} = 1 \times 10^{-12}$
Phosphorige Säure	$\text{H}_3\text{PO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_3^-$	$K_{S1} = 1,6 \times 10^{-2}$
	$\text{H}_2\text{PO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_3^{2-}$	$K_{S2} = 7 \times 10^{-7}$
Schwefelsäure	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$	stark
	$\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	$K_{S2} = 1,3 \times 10^{-2}$
Schweflige Säure	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$	$K_{S1} = 1,3 \times 10^{-2}$
	$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$	$K_{S2} = 5,6 \times 10^{-8}$
Schwefelwasserstoffsäure	$\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$	$K_{S1} = 1,1 \times 10^{-7}$
	$\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$	$K_{S2} = 1,0 \times 10^{-14}$
Basen		K_B
Ammoniak	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$1,8 \times 10^{-5}$
Anilin	$\text{H}_5\text{C}_6\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_5\text{C}_6\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,3 \times 10^{-10}$
Dimethylamin	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{H}_3\text{C})_2\text{NH}_2^+ + \text{OH}^-$	$5,4 \times 10^{-4}$
Hydrazin	$\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$	$9,8 \times 10^{-7}$
Methylamin	$\text{H}_3\text{CNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{CNH}_3^+ + \text{OH}^-$	$5,0 \times 10^{-4}$
Pyridin	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	$1,5 \times 10^{-9}$
Trimethylamin	$(\text{H}_3\text{C})_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{H}_3\text{C})_3\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	$6,5 \times 10^{-5}$



Periodensystem der Elemente Periodic Table of the Elements Tabla Periodica de los Elementos

1
45
Rh
1,2,3,4 7
Kr4d85s1 8

- 1 Ordnungszahl
- 2 Elementsymbol
- 3 Relative Atommasse
- 4 Siedepunkt
- 5 Schmelzpunkt
- 6 Elektronegativität (Allred, Rowley)
- 7 Oxidationsstufen
- 8 Elektronenkonfiguration
- 1 Atomic number
- 2 Element symbol
- 3 Relative atomic mass
- 4 Melting point
- 5 Boiling point
- 6 Electronegativity (Allred, Rowley)
- 7 Oxidation states
- 8 Electron configuration

- 1 Numero atomico
 - 2 Simbolo del elemento
 - 3 Peso atomico relativo
 - 4 Punto de fusión
 - 5 Punto de ebullición
 - 6 Electronegatividad (Allred, Rowley)
 - 7 Niveles de oxidación
 - 8 Configuración electrónica
- * stabilisiertes Isotop, most stable isotope, isotopo más estable
 ■ Metalle, metalloids, metaloids
 ■ Nichtmetalle, nonmetals, metaloids
 ■ Übergangsmetalle, transition metalloids, elementos de transición
 ■ Elemente der f-Reihe, elements of the f-series, elementos de la serie f
 ■ Gruppennummerierung, column labelling, número de grupo
 ■ IUPAC Nomenclature of Inorganic Chemistry, 1989
 ■ IUPAC Rules for Inorganic Nomenclature, 1970

1	2
1 La 1,0079 -2591,14 -252,87 2,2 -1,1 1,1	2 He 4 9,0122 1,278 2970 1,5 He 2s ²
3 Li 6,941 180,54 1347 1,0	4 Be 9,0122 24,305 648,8 1,090 He 2s ²
11 Na 22,990 97,81 882,9 1,0	12 Mg 24,305 1,2
19 K 39,098 63,65 774 0,9	20 Ca 40,078 839 1484 1,0
37 Rb 85,468 38,89 688 0,9	38 Sr 87,62 769 1384 1,0
55 Cs 132,91 28,40 678,4 0,9	56 Ba 137,33 725 1640 1,0
87 Fr 223,02 27 677 0,9	88 Ra 226,03 700 1140 1,0
Rn 7s ¹	Rn 7s ²

21 Sc 44,956 1541 2831 1,2	22 Ti 47,88 3687 3387 1,3	23 V 50,942 1890 3880 1,5	24 Cr 51,996 1857 2672 1,6	25 Mn 54,938 1244 1962 1,6	26 Fe 55,845 1535 2750 1,6	27 Co 58,933 1495 2870 1,7	28 Ni 58,693 1653 2732 1,8	29 Cu 63,546 1083 2567 1,8	30 Zn 65,39 419,6 907 1,7
39 Y 88,906 1522 3338 1,1	40 Zr 91,224 4377 4937 1,2	41 Nb 92,906 2668 4621 1,2	42 Mo 95,94 2617 4612 1,3	43 Tc 98,906 2172 4877 1,4	44 Ru 101,07 2310 3900 1,4	45 Rh 102,91 1966 3727 1,5	46 Pd 106,42 1552 3140 1,4	47 Ag 107,87 961,9 2212 1,4	48 Cd 112,41 320,9 765 1,5
73 Ta 180,95 2996 5425 1,3	74 W 183,84 3401 5660 1,4	75 Re 186,21 3180 5627 1,5	76 Os 190,23 3045 5027 1,5	77 Ir 192,22 2410 4130 1,6	78 Pt 195,08 1772 3827 1,4	79 Au 196,97 1064 2807 1,4	80 Hg 200,59 383,4 356,6 1,5	81 Tl 204,38 303,5 1457 1,4	82 Pb 207,2 327,5 1740 1,6
105 Db 262,11	106 Sg 263,12	107 Bh 262,12	108 Hs 262,12	109 Mt 262,12	110 Ds 262,12	111 Rg 262,12	112 Cn 262,12	113 Nh 262,12	114 Fl 262,12
Rn 6d ¹ 7s ²	Rn 6d ² 7s ²	Rn 6d ³ 7s ²	Rn 6d ⁴ 7s ²	Rn 6d ⁵ 7s ²	Rn 6d ⁶ 7s ²	Rn 6d ⁷ 7s ²	Rn 6d ⁸ 7s ²	Rn 6d ⁹ 7s ²	Rn 6d ¹⁰ 7s ²

58 Ce 140,12 799 3426 1,1	59 Pr 140,91 931 3512 1,1	60 Nd 144,24 1021 3068 1,2	61 Pm 146,92 1168 2460 1,1	62 Sm 150,36 1077 1791 1,1	63 Eu 151,96 822 1597 1,0	64 Gd 157,25 1313 3366 1,1	65 Tb 158,93 1356 3123 1,1	66 Dy 162,50 1412 2562 1,1	67 Ho 164,93 1474 2695 1,1
90 Th 232,04 1750 4790 1,1	91 Pa 231,04 1600 4970 1,1	92 U 238,03 1132 3818 1,2	93 Np 237,05 964 3902 1,2	94 Pu 244,06 641 3332 1,2	95 Am 243,06 994 2607 1,2	96 Cm 247,07 1340 3607 1,2	97 Bk 247,07 1083 3123 1,2	98 Cf 251,08 162,50 2562 1,2	99 Es 252,08 164,93 2695 1,2
Rn 6d ² 7s ²	Rn 5f ¹ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ² 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ³ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁵ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁸ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁹ 6d ¹ 7s ²

90 Th 232,04 1750 4790 1,1	91 Pa 231,04 1600 4970 1,1	92 U 238,03 1132 3818 1,2	93 Np 237,05 964 3902 1,2	94 Pu 244,06 641 3332 1,2	95 Am 243,06 994 2607 1,2	96 Cm 247,07 1340 3607 1,2	97 Bk 247,07 1083 3123 1,2	98 Cf 251,08 162,50 2562 1,2	99 Es 252,08 164,93 2695 1,2	100 Fm 257,18 167,26 2900 1,1	101 Md 258,10 168,93 1947 1,1	102 No 259,10 173,04 1194 1,1	103 Lr 262,11 174,97 1663 1,1
Rn 6d ² 7s ²	Rn 5f ¹ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ² 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ³ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁵ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁸ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ⁹ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ¹¹ 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ¹² 6d ¹ 7s ²	Rn 5f ¹³ 6d ¹ 7s ²

13 Al 10,811 2079 2550 2,0	14 Si 12,011 3587 4827 2,5	15 P 14,007 -269,86 -193,8 3,1	16 S 15,999 -218,4 -182,96 3,5	17 Cl 17,007 -219,62 -188,14 4,1	18 Ar 18,998 -248,67 -246,05 4,0
31 Ga 69,723 29,78 2403 1,8	32 Ge 72,61 937,4 2830 2,0	33 As 74,922 817 613 2,2	34 Se 78,96 217 684,9 2,5	35 Br 79,904 -72 58,78 2,7	36 Kr 83,80 -156,4 -152,3 2,4
49 In 114,82 156,6 2080 1,5	50 Sn 118,71 232,0 2270 1,7	51 Sb 121,76 630,7 1750 1,8	52 Te 127,60 449,5 990 2,0	53 I 126,90 113,5 184,4 2,2	54 Xe 131,29 -107,1 -107,1 2,4
81 Tl 204,38 303,5 1457 1,4	82 Pb 207,2 327,5 1740 1,6	83 Bi 208,98 271,3 1560 1,7	84 Po 209,98 254 992 1,8	85 At 209,99 302 337 2,0	86 Rn 222,02 -71 -61,8 2,2
Kr 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	Kr 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	Kr 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹	Kr 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁰	Kr 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁰	Kr 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁰

Rf Ruthenfordium
Db Dubnium
Sg Seaborgium
Bh Bohrium
Hs Hassium
Mt Meitnerium

** IUPAC Empfehlungen 1997
 IUPAC Recommendations 1997
 IUPAC Recommendations 1997