

Anhang

pK_A -Werte

pK_A - und pK_B -Werte

pK_A -Wert	Säure	Base	pK_B -Wert
-9,00	Perchlorsäure	$\text{HClO}_4 \rightleftharpoons \text{ClO}_4^-$	Perchlorat 23,00
-6,00	Bromwasserstoffsäure	$\text{HBr} \rightleftharpoons \text{Br}^-$	Bromid 20,00
-6,00	Salzsäure	$\text{HCl} \rightleftharpoons \text{Cl}^-$	Chlorid 20,00
-3,00	Schwefelsäure	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{HSO}_4^-$	Hydrosulfat 17,00
-1,32	Salpetersäure	$\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NO}_3^-$	Nitrat 15,32
0,00	Hydronium-Ion	$\text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$	Wasser 14,00
0,44	Trichloressigsäure	$\text{CCl}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CCl}_3\text{COO}^-$	Trichloracetat 13,56
1,25	Oxalsäure	$\text{HOOC-COOH} \rightleftharpoons \text{HOOC-COO}^-$	Hydrogenoxalat 12,75
1,81	Schweflige Säure	$\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-$	Hydrosulfit 12,19
1,92	Hydrosulfat	$\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}$	Sulfat 12,08
1,96	Phosphorsäure	$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-$	Dihydrogenphosphat 12,04
2,20	Hexaquo-Eisen(III)-Ion	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$	11,80
2,82	Chloressigsäure	$\text{CClH}_2\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CClH}_2\text{COO}^-$	Chloracetat 11,18
3,14	Flusssäure	$\text{HF} \rightleftharpoons \text{F}^-$	Fluorid 10,86
3,34	Salpetrige Säure	$\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{NO}_2^-$	Nitrit 10,66
3,75	Ameisensäure	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^-$	Formiat 10,25
4,29	Hydrogenoxalat	$\text{HOOC-COO}^- \rightleftharpoons \text{OOC-COO}^-$	Oxalat 9,71
4,75	Essigsäure (HAc)	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-$	Acetat 9,25
4,88	Propionsäure	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$	Propionat 9,12
4,90	Hexaquo-Aluminium-Ion	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$	9,10
6,46	Kohlensäure	$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$	Hydrogencarbonat 7,54
6,99	Hydrosulfit	$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-}$	Sulfit 7,01
7,04	Schwefelwasserstoff	$\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{HS}^-$	Hydrosulfid 6,96
7,21	Dihydrogenphosphat	$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}$	Hydrogenphosphat 6,79
9,21	Ammonium-Ion	$\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3$	Ammoniak 4,79
9,40	Blausäure	$\text{HCN} \rightleftharpoons \text{CN}^-$	Cyanid 4,60
10,40	Hydrogencarbonat	$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-}$	Carbonat 3,60
11,96	Hydrosulfid	$\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	Sulfid 2,04
12,32	Hydrogenphosphat	$\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PO}_4^{3-}$	Phosphat 1,68
14,00	Wasser	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^-$	Hydroxid 0,00
23,00	Ammoniak	$\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_2^-$	Amid -9,00
24,00	Hydroxid-Ion	$\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{O}^{2-}$	Oxid -10,00
34,00	Methan	$\text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{CH}_3^-$	-20,00

Das Gleichgewicht liegt in wässriger Lösung vollständig auf der rechten Seite; nur Basenteilchen existieren.

Echtes Gleichgewicht in wässriger Lösung. Sowohl Basen- wie Säureteilchen existieren.

Das Gleichgewicht liegt in wässriger Lösung vollständig auf der linken Seite; nur Säureteilchen existieren.



Thermodynamische Daten einiger Stoffe

ΔH_B° in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ und S° in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

	ΔH_B°	S°
$\text{H}_2 (\text{g})$	0,0	0,131
$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	-241,8	0,189
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-285,8	0,070
$\text{Cl}_2 (\text{g})$	0,0	0,223
$\text{HCl} (\text{g})$	-92,3	0,187
$\text{O}_2 (\text{g})$	0,0	0,205
$\text{S} (\text{s})$	0,0	0,032
$\text{SO}_2 (\text{g})$	-296,9	0,248
$\text{SO}_3 (\text{g})$	-395,2	0,267
$\text{H}_2\text{S} (\text{g})$	-20,1	0,206
$\text{N}_2 (\text{g})$	0,0	0,192
$\text{NH}_3 (\text{g})$	-46,1	0,192
$\text{NO} (\text{g})$	90,4	0,211
$\text{NO}_2 (\text{g})$	33,8	0,240
$\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g})$	9,7	0,304
$\text{N}_2\text{O}_5 (\text{s})$	-41,8	0,178
$\text{C} (\text{Grafit})$	0,0	0,006
$\text{C} (\text{Diamant})$	1,9	0,002
$\text{CO} (\text{g})$	-110,5	0,198
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-393,5	0,214
$\text{CH}_4 (\text{g})$	-74,9	0,186
$\text{C}_2\text{H}_2 (\text{g})$	226,8	0,201
$\text{C}_2\text{H}_4 (\text{g})$	52,3	0,220
$\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g})$	-84,7	0,229
$\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g})$	-104,0	0,270
$\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})$	-125,0	0,310
$\text{C}_6\text{H}_6 (\text{l})$	83,0	0,173
$\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{g})$	-250,0	0,361
$\text{CH}_3\text{OH} (\text{l})$	-201,3	0,274
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l})$	-277,6	0,161

Elektrochemische Spannungsreihe

OM	RM	E°	Hinweise	E
F_2	$+ 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{F}^-$	+ 2,87 V		
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$+ 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{SO}_4^{2-}$	+ 2,05 V		
O_2	$+ 4 \text{H}^+ + 4 e^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$		Elektrolyse (C-Elektrode) ca. +1,9 V	
Pb^{4+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}$	+ 1,80 V		
H_2O_2	$+ 2 \text{H}^+ + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$	+ 1,77 V		
$\text{PbO}_2 + 4 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$		Blei-Akku +1,69 V	
MnO_4^-	$+ 8 \text{H}^+ + 5 e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$	+ 1,51 V		
Au^{3+}	$+ 3 e^- \rightleftharpoons \text{Au}$	+ 1,50 V		
Cl_2	$+ 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-$	+ 1,36 V		
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$+ 14 \text{H}^+ + 6 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$	+ 1,33 V		
O_2	$+ 4 \text{H}^+ + 4 e^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$	+ 1,23 V	-----> pH = 0	
Br_2	$+ 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{Br}^-$	+ 1,06 V		
NO_3^-	$+ 4 \text{H}^+ + 3 e^- \rightleftharpoons \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+ 0,96 V	-----> verd. HNO_3	
Hg^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Hg}$	+ 0,85 V		
O_2	$+ 4 \text{H}^+ + 4 e^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$		pH = 7 + 0,82 V	
Ag^+	$+ 1 e^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+ 0,80 V		
Fe^{3+}	$+ 1 e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+ 0,75 V		
O_2	$+ 2 \text{H}^+ + 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	+ 0,63 V		
I_2	$+ 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{I}^-$	+ 0,58 V		
Cu^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+ 0,35 V		
SO_4^{2-}	$+ 4 \text{H}^+ + 2 e^- \rightleftharpoons \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+ 0,20 V	-----> verd. H_2SO_4	
$(\text{H}_3\text{O}^+) 2 \text{H}^+$	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,00 V	-----> pH = 0	
Pb^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	- 0,13 V		
Sn^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	- 0,14 V		
Ni^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	- 0,23 V		
PbSO_4	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$		Blei-Akku -0,36 V	
Fe^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	- 0,41 V		
$2 \text{H}_2\text{O}$	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$		pH = 7 -0,41 V	
Zn^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	- 0,76 V		
2H^+	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2$		Elektrolyse (C-Elektrode) ca. -1,4 V	
Al^{3+}	$+ 3 e^- \rightleftharpoons \text{Al}$	- 1,66 V		
Mg^{2+}	$+ 2 e^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	- 2,27 V		
Na^+	$+ 1 e^- \rightleftharpoons \text{Na}$	- 2,71 V		
K^+	$+ 1 e^- \rightleftharpoons \text{K}$	- 2,92 V		
Li^+	$+ 1 e^- \rightleftharpoons \text{Li}$	- 3,05 V		

Wichtige Konstante

F (Faraday-Konstante)
= $96487 \text{ As} \cdot \text{mol}^{-1}$

R (Gaskonstante)
= $0,08314 \text{ bar} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Elementarladung e
= $+1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

R (Gaskonstante)
= $8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1 u (Masseneinheit)
= $1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

N_A (Avogadrokonstante)
= $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

c (Lichtgeschw.)
= $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Tabelle 4: Löslichkeitsprodukte einiger Salze

	K_L bei 25°C		K_L bei 25°C		K_L bei 25°C
AgBr	$5 \cdot 10^{-13}$	BaSO_4	$1 \cdot 10^{-10}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$4 \cdot 10^{-40}$
AgCl	$2 \cdot 10^{-10}$	CaF_2	$3 \cdot 10^{-11}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$
AgI	$8 \cdot 10^{-17}$	CaCO_3	$5 \cdot 10^{-9}$	NiS	$1 \cdot 10^{-24}$
Ag_2S	$6 \cdot 10^{-50}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$4 \cdot 10^{-6}$	PbCl_2	$2 \cdot 10^{-5}$
BaCO_3	$5 \cdot 10^{-9}$	CaSO_4	$2 \cdot 10^{-5}$	PbS	$1 \cdot 10^{-28}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$5 \cdot 10^{-3}$	CuS	$6 \cdot 10^{-36}$	PbSO_4	$2 \cdot 10^{-8}$

