

# 11. fejezet

## Függelék

11.1. ábra. Veszélyes anyagok jele és veszélyszimbólumai (narancsvörös alapon fekete piktogram)



**T+**  
erősen mérgező  
(very toxic)



**T**  
mérgező  
(toxic)



**Xn**  
ártalmatlan  
(noxious)



**F+**  
rendkívül  
gyúlékony  
(extremely  
flammable)



**F**  
könnyen  
gyúladó  
(highly  
flammable)



**Xi**  
ingerlő  
(irritant)



**E**  
robbanás-  
veszélyes  
(explosive)



**C**  
korrozív, maró  
(corrosive)



**O**  
oxidálószer  
égest tápláló  
(oxidizing)



11.2. táblázat. Néhány sav és bázis disszociációs állandója 25 °C-on, vizes oldatban

Sav neve,	képlete	$K_a$	$pK_a$	Bázis	$K_b$	$pK_b$
Oxónium	$H_3O^+$	1	0	$H_2O$	$10^{-14}$	14
Oxálsav	$H_2C_2O_4$	$5,89 \cdot 10^{-2}$	1,23	$HC_2O_4^-$	$1,70 \cdot 10^{-13}$	12,77
Kénessav	$H_2SO_3$	$1,55 \cdot 10^{-2}$	1,81	$HSO_3^-$	$6,46 \cdot 10^{-13}$	12,19
Foszforsav	$H_3PO_4$	$7,59 \cdot 10^{-3}$	2,12	$H_2PO_4^-$	$1,32 \cdot 10^{-12}$	11,88
Salétromossav	$HNO_2$	$5,13 \cdot 10^{-4}$	3,29	$NO_2^-$	$1,95 \cdot 10^{-11}$	10,71
Hangyasav	$HCOOH$	$1,78 \cdot 10^{-4}$	3,75	$HCOO^-$	$5,62 \cdot 10^{-11}$	10,25
Benzoésav	$C_6H_5COOH$	$6,61 \cdot 10^{-5}$	4,18	$C_6H_5COO^-$	$1,51 \cdot 10^{-10}$	9,82
Hidrogén-oxalát	$HC_2O_4^-$	$6,46 \cdot 10^{-5}$	4,19	$C_2O_4^{2-}$	$1,55 \cdot 10^{-10}$	9,81
Anilinium	$C_6H_5NH_3^+$	$2,34 \cdot 10^{-5}$	4,63	$C_6H_5NH_2$	$4,27 \cdot 10^{-10}$	9,37
Ecetsav	$CH_3COOH$	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,75	$CH_3COO^-$	$5,62 \cdot 10^{-10}$	9,25
Propionsav	$C_2H_5COOH$	$1,35 \cdot 10^{-5}$	4,87	$C_2H_5COO^-$	$7,41 \cdot 10^{-10}$	9,13
Piridínium	$C_5H_5NH^+$	$5,62 \cdot 10^{-6}$	5,25	$C_5H_5N$	$1,78 \cdot 10^{-9}$	8,75
Szénsav	$H_2CO_3$	$4,27 \cdot 10^{-7}$	6,37	$HCO_3^-$	$2,34 \cdot 10^{-8}$	7,63
Kénhidrogén	$H_2S$	$9,12 \cdot 10^{-8}$	7,04	$HS^-$	$1,10 \cdot 10^{-7}$	6,96
Dihidrogén-foszfát	$H_2PO_4^-$	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21	$HPO_4^{2-}$	$1,62 \cdot 10^{-7}$	6,79
Hidrogén-szulfid	$HSO_3^-$	$5,60 \cdot 10^{-8}$	7,25	$SO_3^{2-}$	$1,79 \cdot 10^{-7}$	6,75
Arzénessav	$H_3AsO_3$	$6,03 \cdot 10^{-9}$	8,22	$H_2AsO_3^-$	$1,66 \cdot 10^{-6}$	5,78
Bórsav	$H_3BO_3$	$7,24 \cdot 10^{-10}$	9,14	$[B(OH)_4]^-$	$1,38 \cdot 10^{-5}$	4,86
Ammónium	$NH_4^+$	$5,62 \cdot 10^{-10}$	9,25	$NH_3$	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,75
Hidrogén-cianid	$HCN$	$4,90 \cdot 10^{-10}$	9,31	$CN^-$	$2,04 \cdot 10^{-5}$	4,69
Fenol	$C_6H_5OH$	$1,29 \cdot 10^{-10}$	9,89	$C_6H_5O^-$	$7,76 \cdot 10^{-5}$	4,11
Hidrogén-karbonát	$HCO_3^-$	$5,62 \cdot 10^{-11}$	10,25	$CO_3^{2-}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$	3,75
Hidrogén-arzenát	$HAsO_4^{2-}$	$2,95 \cdot 10^{-12}$	11,53	$AsO_4^{3-}$	$3,39 \cdot 10^{-3}$	2,47
Hidrogén-szulfid	$HS^-$	$1,10 \cdot 10^{-12}$	11,96	$S^{2-}$	$9,12 \cdot 10^{-3}$	2,04
Hidrogén-foszfát	$HPO_4^{2-}$	$2,14 \cdot 10^{-13}$	12,67	$PO_4^{3-}$	$4,86 \cdot 10^{-2}$	1,33
Víz	$H_2O$	$10^{-14}$	14	$OH^-$	1	0

11.3. táblázat. Standardpotenciál- és standard redoxipotenciál-értékek vizes oldatban

oxidálószer + $n e^-$	$\rightleftharpoons$	redukálószer	$E^\circ$ [V]
$F_2 + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 F^-$	+2,87
$S_2O_8^{2-} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$SO_4^{2-}$	+1,96
$Co^{3+} + e^-$	$\rightleftharpoons$	$Co^{2+}$	+1,92
$H_2O_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 H_2O$	+1,76
$MnO_4^- + 4 H^+ + 3 e^-$	$\rightleftharpoons$	$MnO_2 + 2 H_2O$	+1,70
$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4 H^+ + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$PbSO_4 + 2 H_2O$	+1,70
$Ce^{4+} + e^-$	$\rightleftharpoons$	$Ce^{3+}$	+1,72
$Au^{3+} + 3 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Au</u>	+1,52
$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^-$	$\rightleftharpoons$	$Mn^{2+} + 4 H_2O$	+1,51
$ClO_3^- + 6 H^+ + 5 e^-$	$\rightleftharpoons$	$1/2 Cl_2 + 3 H_2O$	+1,51
$BrO_3^- + 6 H^+ + 5 e^-$	$\rightleftharpoons$	$1/2 Br_2 + 3 H_2O$	+1,48
$BrO_3^- + 6 H^+ + 6 e^-$	$\rightleftharpoons$	$Br^- + 3 H_2O$	+1,41
$Cl_2 + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 Cl^-$	+1,36
$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+(aq) + 6 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O$	+1,36
$MnO_2 + 4 H^+ + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$Mn^{2+} + 2 H_2O$	+1,23
$O_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 H_2O$	+1,23
$IO_3^- + 6 H^+ + 5 e^-$	$\rightleftharpoons$	$1/2 I_2 + 3 H_2O$	+1,20
$Br_2 + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 Br^-$	+1,07
$Hg^{2+} + e^-$	$\rightleftharpoons$	$1/2 Hg_2^{2+}$	+1,02
$NO_3^- + 4 H^+ + 3 e^-$	$\rightleftharpoons$	$NO + 2 H_2O$	+0,96
$Hg^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Hg</u>	+0,91
$OCl^- + H_2O + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$Cl^- + 2 OH^-$	+0,89
$NO_3^- + 2 H^+ + e^-$	$\rightleftharpoons$	$NO_2 + H_2O$	+0,80
$Hg_2^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 Hg$	+0,80
$Ag^+ + e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Ag</u>	+0,80
$Fe^{3+} + e^-$	$\rightleftharpoons$	$Fe^{2+}$	+0,77
$MnO_4^- + e^-$	$\rightleftharpoons$	$MnO_4^{2-}$	+0,56
$I_2 + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$2 I^-$	+0,54
$SO_4^{2-} + H_2O + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$SO_3^{2-} + 2 OH^-$	+0,56
$Cu^{2+} + e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Cu</u>	+0,34
$SO_4^{2-} + 2 H^+ + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$SO_3^{2-} + H_2O$	+0,16
$Sn^{4+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$Sn^{2+}$	+0,15
$S + 2 H^+ + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$H_2S$	+0,14
$2 H^+ + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$H_2$	0 (definíció szerint)
$Pb^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Pb</u>	-0,13
$Sn^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Sn</u>	-0,14
$Ni^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Ni</u>	-0,26
$Co^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Co</u>	-0,28
$Fe^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	<u>Fe</u>	-0,44

## 11.2. táblázat, folytatás

oxidálószer + $n e^-$	$\rightleftharpoons$	redukálószer	$E^\circ$ [V]
$\underline{\text{S}} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{S}^{2-}$	-0,48
$\text{Cr}^{3+} + 3 e^-$	$\rightleftharpoons$	Cr	-0,74
$\text{Zn}^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	Zn	-0,76
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{Mn}^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	Mn	-1,18
$\text{Al}^{3+} + 3 e^-$	$\rightleftharpoons$	Al	-1,66
$\text{Mg}^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	Mg	-2,36
$\text{Na}^+ + e^-$	$\rightleftharpoons$	Na	-2,71
$\text{Ca}^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	Ca	-2,87
$\text{Sr}^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	Sr	-2,89
$\text{Ba}^{2+} + 2 e^-$	$\rightleftharpoons$	Ba	-2,91
$\text{K}^+ + e^-$	$\rightleftharpoons$	K	-2,93
$\text{Li}^+ + e^-$	$\rightleftharpoons$	Li	-3,05

Megjegyzések:

1. A fémek standardpotenciál szerinti sorrendjét egyes könyvek elektrokémiai sorozatnak vagy a fémek jellemerősségi sorának is nevezik.
2. Egyes elektródreakciók, például a hidrogénfejlődés vagy a permanganát redukciója a közeg kémhatásától függően más standardpotenciállal mennek végbe.

## 12. fejezet

# Irodalom

- [1] Lásztity Alexandra, Barcza Lajos: *Általános és szervetlen kémiai gyakorlatok I. éves gyógyszerészhallgatók számára*, Semmelweis Egyetem, Képzéskutató, Oktatástechnológiai és Dokumentációs Központ, Budapest, 1995.
- [2] Lásztity Alexandra, Noszál Béla: *Practical Inorganic and General Chemistry*, Semmelweis Egyetem, Képzéskutató, Oktatástechnológiai és Dokumentációs Központ, Budapest, 1991.
- [3] Lengyel Béla: *Általános és szervetlen kémiai praktikum*, 6. kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
- [4] Sinkó Katalin, Igaz Sarolta: *Általános, szervetlen és kvalitatív analitikai kémiai feladatok*, Semmelweis Kiadó, Budapest, 1995.
- [5] Szakács László, Mörtl Mária, Knausz Dezső: *Általános kémiai példatár*, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2002.
- [6] Kőrös Endre: *Általános kémia I. éves gyógyszerészhallgatók számára*, Semmelweis Egyetem, Képzéskutató, Oktatástechnológiai és Dokumentációs Központ, Budapest, 1995.
- [7] Barcza Lajos: *A mennyiségi kémiai analízis gyakorlati kézikönyve*, Medicina, Budapest, 2005.
- [8] C. R. Dillard, D. E. Goldberg: *Kémia*, Gondolat, Budapest, 1982.
- [9] Rózsahegyi Márta, Wajand Judit: *Látványos kémiai kísérletek*, Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999.
- [10] P. W. Atkins: *Fizikai kémia I-III.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- [11] L. Jones, P. Atkins: *Chemistry: Molecules, Matter and Change*, W. H. Freeman and Company, New York, 2000.
- [12] R. Chang: *Chemistry*, 4. kiadás, McGraw-Hill, New York, 1991.
- [13] *Négyjegyű függvénytáblázatok*, Konsept-H Könyvkiadó Kft., 2001.