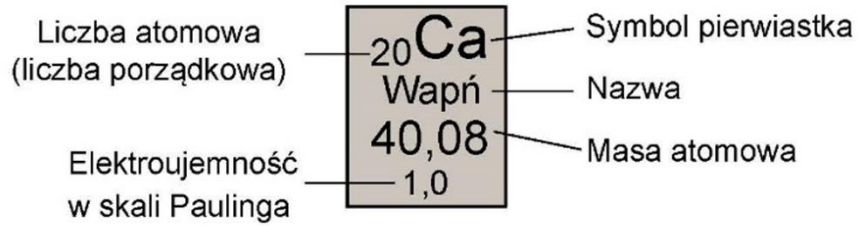
Układ okresowy pierwiastków



1																	18
1H Wodór 1,01 2,2	2											13	14	15	16	17	2He Hel 4,00
3Li Lit 6,94 1,0	4Be Beryl 9,01 1,6											5B Bor 10,81 2,0	6C Węgiel 12,01 2,6	7N Azot 14,01 3,0	8O Tlen 16,00 3,4	9F Fluor 19,00 4,0	10Ne Neon 20,18
11Na Sód 23,00 0,9	12Mg Magnez 24,31 1,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13Al Glin 26,98 1,6	14Si Krzem 28,09 1,9	15P Fosfor 30,97 2,2	16S Siarka 32,06 2,6	17Cl Chlor 35,45 3,2	18Ar Argon 39,95
19K Potas 39,10 0,8	20Ca Wapń 40,08 1,0	21Sc Skand 44,96 1,4	22Ti Tytan 47,87 1,5	23V Wanad 50,94 1,6	24Cr Chrom 52,00 1,7	25Mn Mangan 54,94 1,6	26Fe Żelazo 55,85 1,8	27Co Kobalt 58,93 1,9	28Ni Nikiel 58,69 1,9	29Cu Miedź 63,55 1,9	30Zn Cynk 65,38 1,7	31Ga Gal 69,72 1,8	32Ge German 72,63 2,0	33As Arsen 74,92 2,0	34Se Selen 78,96 2,6	35Br Brom 79,90 3,0	36Kr Krypton 83,80
37Rb Rubid 85,47 0,8	38Sr Stront 87,62 1,0	39Y Itr 88,91 1,2	40Zr Cyrkon 91,22 1,3	41Nb Niob 92,91 1,6	42Mo Molibden 95,95 2,2	43Tc Technet 97,91 2,1	44Ru Ruten 101,07 2,2	45Rh Rod 102,91 2,3	46Pd Pallad 106,42 2,2	47Ag Srebro 107,87 1,9	48Cd Kadm 112,41 1,7	49In Ind 114,82 1,8	50Sn Cyna 118,71 2,0	51Sb Antymon 121,76 2,1	52Te Tellur 127,60 2,1	53I Jod 126,90 2,7	54Xe Ksenon 131,29
55Cs Cez 132,91 0,8	56Ba Bar 137,33 0,9	57La* Lantan 138,91 1,1	72Hf Hafn 178,49 1,3	73Ta Tantal 180,95 1,5	74W Wolfram 183,84 1,7	75Re Ren 186,21 1,9	76Os Osm 190,23 2,2	77Ir Iryd 192,22 2,2	78Pt Platyna 195,08 2,2	79Au Złoto 196,97 2,4	80Hg Rtęć 200,59 1,9	81Tl Tal 204,38 1,8	82Pb Ołów 207,20 1,8	83Bi Bizmut 208,98 1,9	84Po Polon 208,98 2,0	85At Astat 209,99 2,2	86Rn Radon 222,02
87Fr Frans 223,02 0,7	88Ra Rad 226,03 0,9	89Ac** Aktyn 227,03	104Rf Rutherford 267,12	105Db Dubn 268,13	106Sg Seaborg 271,13	107Bh Bohr 272,14	108Hs Has 270,13	109Mt Meitner 276,15	110Ds Darmsztadt 281,17	111Rg Roentgen 281,17	112Cn Kopernik 285,18	113Nh Nihon 285,18	114Fl Flerow 289,19	115Mc Moskow 289,19	116Lv Liwermor 293,20	117Ts Tenes 294,10	118Og Oganeson 294,14

*	58Ce Cer 140,12	59Pr Prazeodym 140,91	60Nd Neodym 144,24	61Pm Promet 144,91	62Sm Samar 150,36	63Eu Europ 151,96	64Gd Gadolin 157,25	65Tb Terb 158,93	66Dy Dysproz 162,50	67Ho Holm 164,93	68Er Erb 167,26	69Tm Tul 168,93	70Yb Iterb 173,04	71Lu Lutet 174,97
**	90Th Tor 232,04	91Pa Protaktyn 231,04	92U Uran 238,05	93Np Neptun 237,05	94Pu Pluton 244,06	95Am Ameryk 243,06	96Cm Kiur 247,07	97Bk Berkel 247,07	98Cf Kaliforn 251,08	99Es Einstein 252,08	100Fm Ferm 257,10	101Md Mendelew 258,10	102No Nobel 259,10	103Lr Lorens 262,11

METALE

PÓŁMETALE

NIEMETALE

GAZY SZLACHETNE

Dla pierwiastków promieniotwórczych, które nie mają stabilnych izotopów, podano masę atomową najtrwalszego nuklidu.

CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Rozpuszczalność soli i wodorotlenków w wodzie w temperaturze 25 °C (g/100g H_2O)												
Jon	**Cl^-**	**Br^-**	**I^-**	**NO_3^-**	**CH_3COO^-**	**S^{2-}**	**SO_3^{2-}**	**SO_4^{2-}**	**CO_3^{2-}**	**CrO_4^{2-}**	**PO_4^{3-}**	**OH^-**
Ag^+	T	T	T	R (235)	S (1,0)$^{20\ °C}$	T	T	S (0,8)	T	T	T	T → d
Al^{3+}	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (38,5)	—	T	T	T
Ba^{2+}	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	T	T	T	T	R (4,9)
Ca^{2+}	R (81,3)	R (156)	R (216)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S (0,2)	T	S (2,0)	T	S (0,2)
Cr^{3+}	R	R	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (64)	—	T	T	T
Cu^{2+}	R (75,8)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (22)	T → d	T	T	T
Fe^{2+}	R (65,0)	R (120)	R	R (87,2)	R	T	T	R (29,5)	T	—	T	T
Fe^{3+}	R (91,2)	R (455)	d	R (87,5)	—	d	—	R (440)	—	T	T	T
K^+	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)	R (106)	R (121)
Mg^{2+}	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d	S (0,5)	R (35,7)	T	R (54,8)	T	T
Mn^{2+}	R (77,3)	R (151)	R → d	R (161)	R (49)	T	T	R (63,7)	T	T	T	T
NH_4^+	R (39,6)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148)	d	R (64,2)	R (76,4)	R → d	R (37,4)	R (18,3)	R (44,9)
Na^+	R (35,9)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,5)	R (20,6)	R (30,7)	R (28,1)	R (30,7)	R (87,6)	R (14,4)	R (100)
Pb^{2+}	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3)	T	T	T	T	T	T	T
Sn^{2+}	R (178)$^{10\ °C}$	R (85)$^{0\ °C}$	S (0,98)	R → d	—	T	—	R (18,8)	—	—	T	T
Zn^{2+}	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0)	T	S (0,2)	R (57,7)	T	R (3,1)	T	T

R – substancja dobrze rozpuszczalna (>2 g/100 g H_2O); S – substancja średnio rozpuszczalna (0,1 g–2 g/100 g H_2O); T – substancja trudno rozpuszczalna (<0,1 g/100 g H_2O); d – związek ulega rozkładowi w wodzie, (—) związek jest nietrwały, nie został otrzymany lub brak jest danych

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition*, CRC Press 2017.

Wartości standardowej molowej entalpii tworzenia	
Wzór związku	**ΔH_t^0, kJ · mol^{-1}**
$Al_2O_3(s)$	–1675,7
$CO(g)$	–110,5
$CO_2(g)$	–393,5
$CaC_2(s)$	–62,8
$CaO(s)$	–634,9
$Ca(OH)_2(s)$	–985,9
$FeO(s)$	–266,5
$Fe_2O_3(s)$	–822,1
$FeS(s)$	–95,1
$HBr(g)$	–36,3
$HCl(g)$	–92,3
$HF(g)$	–273,3
$HI(g)$	26,5
$H_2O(c)$	–285,8
$H_2O(g)$	–241,8
$H_2S(g)$	–20,6
$MgO(s)$	–601,6
$NH_3(g)$	–45,9
$NO(g)$	91,3
$NO_2(g)$	34,2
$NaCl(s)$	– 411,3
$SiO_2(s)$	– 910,7
butan(g)	–2877,6
etan(g)	–1560,5
etanol(c)	–1357,2
eten(g)	–1411,1
etyn(g)	–1300,3
glicerol(c)	–1655,4
glukoza(s)	–2802,7
metan(g)	–890,6
metanol(c)	–726,3

Wartości stałych dysocjacji wybranych kwasów i zasad w temperaturze 25 °C				
Kwasy nieorganiczne				
Wzór kwasu	nazwa	Etap	Stała dysocjacji K_a	pK_a
HF	kwas fluorowodorowy		$6{,}31 \cdot 10^{-4}$	3,20
HCl	kwas chlorowodorowy		10^{7}	–7,00
HBr	kwas bromowodorowy		10^{9}	–9,00
HI	kwas jodowodorowy		10^{10}	–10,00
H_2S	kwas siarkowodorowy	1 2	$8{,}91 \cdot 10^{-8}$ 10^{-19}	7,05 19,00
H_2Se	kwas selenowodorowy	1 2	$1{,}29 \cdot 10^{-4}$ 10^{-11}	3,89 11,00
$HClO$	kwas chlorowy(I)		$3{,}98 \cdot 10^{-8}$	7,40
$HClO_2$	kwas chlorowy(III)		$1{,}15 \cdot 10^{-2}$	1,94
HNO_2	kwas azotowy(III)		$5{,}62 \cdot 10^{-4}$	3,25
H_2SO_3	kwas siarkowy(IV)	1 2	$1{,}41 \cdot 10^{-2}$ $6{,}31 \cdot 10^{-8}$	1,85 7,20
H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	2	$1{,}02 \cdot 10^{-2}$	1,99
H_3BO_3	kwas borowy	1 2	$5{,}37 \cdot 10^{-10}$ 10^{-14}	9,27 14,00
H_3PO_4	kwas ortofosforowy(V)	1 2 3	$6{,}92 \cdot 10^{-3}$ $6{,}17 \cdot 10^{-8}$ $4{,}79 \cdot 10^{-13}$	2,16 7,21 12,32
H_2CO_3	kwas węglowy	1 2	$4{,}47 \cdot 10^{-7}$ $4{,}68 \cdot 10^{-11}$	6,35 10,33
Kwasy organiczne				
Wzór kwasu	nazwa	Stała dysocjacji K_a		pK_a
$HCOOH$	kwas metanowy	$1{,}78 \cdot 10^{-4}$		3,750
CH_3COOH	kwas etanowy	$1{,}75 \cdot 10^{-5}$		4,756
C_6H_5COOH	kwas benzoesowy	$6{,}25 \cdot 10^{-5}$		4,200
Zasady				
Wzór zasady	nazwa	Stała dysocjacji K_b		pK_b
NH_3	amoniak	$1{,}78 \cdot 10^{-5}$		4,75
CH_3NH_2	metyloamina	$4{,}57 \cdot 10^{-4}$		3,34

Potencjał standardowy redukcji	
Równanie reakcji	**E^0, V**
$Ag^+ + e \rightleftharpoons Ag$	0,800
$AgBr + e \rightleftharpoons Ag + Br^-$	0,071
$AgCl + e \rightleftharpoons Ag + Cl^-$	0,222
$Au^{3+} + 3e \rightleftharpoons Au$	1,498
$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	–1,676
$Al(OH)_4^- + 3e \rightleftharpoons Al + 4OH^-$	–2,300
$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$	–2,912
$Be^{2+} + 2e \rightleftharpoons Be$	–1,847
$Bi^{3+} + 3e \rightleftharpoons Bi$	0,308
$Br_2(c) + 2e \rightleftharpoons 2\,Br^-$	1,066
$BrO_3^- + 6H^+ + 6e \rightleftharpoons Br^- + 3H_2O$	1,423
$BrO_3^- + 3H_2O + 6e \rightleftharpoons Br^- + 6OH^-$	0,610
$CO_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons HCOOH$	–0,199
$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$	–3,800
$Cd^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cd$	–0,403
$Cl_2(g) + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$	1,358
$ClO_3^- + 6H^+ + 6e \rightleftharpoons Cl^- + 3H_2O$	1,451
$ClO_3^- + 3H_2O + 6e \rightleftharpoons Cl^- + 6OH^-$	0,620
$Co^{2+} + 2e \rightleftharpoons Co$	–0,280
$Co^{3+} + e \rightleftharpoons Co^{2+}$	1,920
$Cr^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cr$	–0,913
$Cr^{3+} + e \rightleftharpoons Cr^{2+}$	–0,407
$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$	–0,744
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,360
$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \rightleftharpoons Cr(OH)_3 + 5OH^-$	–0,130
$Cs^+ + e \rightleftharpoons Cs$	–3,026
$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	0,342
$Cu_2O + H_2O + 2e \rightleftharpoons 2Cu + 2OH^-$	–0,360
$2Cu(OH)_2 + 2e \rightleftharpoons Cu_2O + 2OH^- + H_2O$	–0,080
$F_2 + 2e \rightleftharpoons 2F^-$	2,866
$Fe^{2+} + 2e \rightleftharpoons Fe$	–0,447
$Fe^{3+} + 3e \rightleftharpoons Fe$	–0,037
$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$	0,771

Potencjał standardowy redukcji – cd.	
Równanie reakcji	**E^0, V**
$2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2$	0,000
$2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	–0,828
$Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg$	0,851
$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^-$	0,536
$IO_3^- + 6H^+ + 6e \rightleftharpoons I^- + 3H_2O$	1,085
$K^+ + e \rightleftharpoons K$	–2,931
$Li^+ + e \rightleftharpoons Li$	–3,040
$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$	–2,372
$Mn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mn$	–1,185
$MnO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	1,224
$MnO_4^- + e \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$	0,558
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	1,507
$MnO_4^- + 2H_2O + 3e \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$	0,595
$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$	0,600
$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightleftharpoons NO + 2H_2O$	0,957
$2NO_3^- + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons N_2O_4 + 2H_2O$	0,803
$Na^+ + e \rightleftharpoons Na$	–2,710
$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$	–0,257
$O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2O_2$	0,695
$O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$	1,229
$O_2 + 2H_2O + 4e \rightleftharpoons 4OH^-$	0,401
$Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$	–0,126
$PbO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2\,H_2O$	1,455
$PbSO_4 + 2e \rightleftharpoons Pb + SO_4^{2-}$	–0,359
$Pt^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pt$	1,180
$Rb^+ + e \rightleftharpoons Rb$	–2,980
$S + 2e \rightleftharpoons S^{2-}$	–0,476
$SO_4^{2-} + H_2O + 2e \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$	–0,930
$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	–0,138
$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$	0,151
$Sr^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sr$	–2,899
$Zn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Zn$	–0,762
$Zn(OH)_4^{2-} + 2e \rightleftharpoons Zn + 4OH^-$	–1,199

Wartości iloczynu rozpuszczalności wybranych substancji w temperaturze 25 °C			
Wzór	**Nazwa**	K_s	pK_s
AgBr	bromek srebra(I)	$5{,}35 \cdot 10^{-13}$	12,27
AgCl	chlorek srebra(I)	$1{,}77 \cdot 10^{-10}$	9,75
AgI	jodek srebra(I)	$8{,}52 \cdot 10^{-17}$	16,07
Ag_3PO_4	fosforan(V) srebra(I)	$8{,}89 \cdot 10^{-17}$	16,05
Ag_2SO_4	siarczan(VI) srebra(I)	$1{,}20 \cdot 10^{-5}$	4,92
$AlPO_4$	fosforan(V) glinu	$9{,}84 \cdot 10^{-21}$	20,00
$BaCO_3$	węglan baru	$2{,}58 \cdot 10^{-9}$	8,59
$BaCrO_4$	chromian(VI) baru	$1{,}17 \cdot 10^{-10}$	9,93
BaF_2	fluorek baru	$1{,}84 \cdot 10^{-7}$	6,74
$Ba(OH)_2$	wodorotlenek baru	$2{,}55 \cdot 10^{-4}$	3,59
$BaSO_4$	siarczan(VI) baru	$1{,}08 \cdot 10^{-10}$	9,97
$CaCO_3$	węglan wapnia	$3{,}36 \cdot 10^{-9}$	8,47
CaF_2	fluorek wapnia	$3{,}45 \cdot 10^{-11}$	10,46
$Ca(OH)_2$	wodorotlenek wapnia	$5{,}02 \cdot 10^{-6}$	5,30
$Ca_3(PO_4)_2$	fosforan(V) wapnia	$2{,}07 \cdot 10^{-33}$	32,68
$CaSO_4$	siarczan(VI) wapnia	$4{,}93 \cdot 10^{-5}$	4,31
CuBr	bromek miedzi(I)	$6{,}27 \cdot 10^{-9}$	8,20
$Cu_3(PO_4)_2$	fosforan(V) miedzi(II)	$1{,}40 \cdot 10^{-37}$	36,85
$FeCO_3$	węglan żelaza(II)	$3{,}13 \cdot 10^{-11}$	10,50
$Fe(OH)_2$	wodorotlenek żelaza(II)	$4{,}87 \cdot 10^{-17}$	16,31
$Fe(OH)_3$	wodorotlenek żelaza(III)	$2{,}79 \cdot 10^{-39}$	38,55
$FePO_4$	fosforan(V) żelaza(III)	$9{,}91 \cdot 10^{-16}$	15,00
$KClO_4$	chloran(VII) potasu	$1{,}05 \cdot 10^{-2}$	1,98
$MgCO_3$	węglan magnezu	$6{,}82 \cdot 10^{-6}$	5,17
MgF_2	fluorek magnezu	$5{,}16 \cdot 10^{-11}$	10,29
$Mg(OH)_2$	wodorotlenek magnezu	$5{,}61 \cdot 10^{-12}$	11,25
$Mg_3(PO_4)_2$	fosforan(V) magnezu	$1{,}04 \cdot 10^{-24}$	23,98
$PbCl_2$	chlorek ołowiu(II)	$1{,}70 \cdot 10^{-5}$	4,77
PbI_2	jodek ołowiu(II)	$9{,}8 \cdot 10^{-9}$	8,01
$PbSO_4$	siarczan(VI) ołowiu(II)	$2{,}53 \cdot 10^{-8}$	7,60
$Zn(OH)_2$	wodorotlenek cynku	$3{,}00 \cdot 10^{-17}$	16,52
$ZnCO_3$	węglan cynku	$1{,}46 \cdot 10^{-10}$	9,84