

# **Приложения**

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА											VII		VIII				
I	II	III	IV	V	VI	(H)	2	He		 Периодический закон открыт Д.И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1 H 1,00794 ВОДОРОД	2 Li 6,941 ЛИТИЙ	3 Be 9,012182 БЕРИЛЛИЙ	4 B 10,811 БОР	5 C 12,011 УГЛЕРОД	6 N 14,00674 АЗОТ	7 O 15,9994 КИСЛОРОД	8 F 18,9984032 ФТОР	9 Ne 20,1797 НЕОН									
11 Na 22,989768 НАТРИЙ	12 Mg 24,3050 МАГНИЙ	13 Al 26,981539 АЛЮМИНИЙ	14 Si 28,0855 КРЕМНИЙ	15 P 30,973762 ФОСФОР	16 S 32,066 СЕРА	17 Cl 35,4527 ХЛОР	18 Ar 39,948 АРГОН										
19 K 39,0983 КАЛИЙ	20 Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,955910 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,9415 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,9961 ХРОМ	25 Mn 54,93805 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,93320 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,69 НИКЕЛЬ								
29 Cu 63,546 МЕДЬ	30 Zn 65,39 ЦИНК	31 Ga 69,723 ГАЛЛИЙ	32 Ge 72,61 ГЕРМАНИЙ	33 As 74,92156 МЫШЬЯК	34 Se 78,96 СЕЛЕН	35 Br 79,904 БРОМ	36 Kr 83,80 КРИПТОН										
37 Rb 85,4678 РУБИДИЙ	38 Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	39 Y 88,90585 ИТРИЙ	40 Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	41 Nb 92,90638 НИОБИЙ	42 Mo 95,94 МОЛИБДЕН	43 Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru 101,07 РУТЕНИЙ	45 Rh 102,90550 РОДИЙ	46 Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ								
47 Ag 107,8662 СЕРЕБРО	48 Cd 112,411 КАДМИЙ	49 In 114,82 ИНДИЙ	50 Sn 118,710 ОЛОВО	51 Sb 121,75 СУРЬМА	52 Te 127,60 ТЕЛЛУР	53 I 126,90447 ЙОД	54 Xe 131,29 КСЕНОН										
55 Cs 132,90543 ЦЕЗИЙ	56 Ba 137,327 БАРИЙ	57 La* 138,91 ЛАНТАН	58 Hf 178,49 ГАФНИЙ	59 Ta 180,9479 ТАНТАЛ	60 W 183,85 ВОЛЬФРАМ	61 Re 186,207 РЕНИЙ	62 Os 190,2 ОСМИЙ	63 Ir 187,22 ИРИДИЙ	64 Pt 195,08 ПЛАТИНА								
79 Au 196,96654 ЗОЛОТО	80 Hg 200,59 РУТУТЬ	81 Tl 204,3833 ТАЛЛИЙ	82 Pb 207,2 СВИНЕЦ	83 Bi 208,98037 ВИСМУТ	84 Po 209 ПОЛОНИЙ	85 At 210 АСТАТ	86 Rn 222,0176 РАДОН	 Открыт отечественными учеными: профессор Д.И. Менделеев и академик А.Н. Бекетов в 1869 году									
87 Fr 223,0197 ФРАНЦИЙ	88 Ra 226,0254 РАДИЙ	89 Ac** 227,0278 АКТИНИЙ	90 Th 232,0381 ТОРИЙ	91 Pa 231,036 ПРОТАКТИНИЙ	92 U 238,0289 УРАН	93 Np 237,0482 НЕПУНИЙ	94 Pu 244,0642 ПЛУТОНИЙ					95 Am 243,0614 АМЕРИЦИЙ	96 Cm 247,0703 КУРИЙ	97 Bk 247,0709 БЕРКЛИЙ	98 Cf 251,083 КАЛИФОРНИЙ	99 Es 252,083 ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm 257,081 ФЕРМИЙ
* ЛАНТАНОИДЫ																	
58 Ce 140,115 ЦЕРИЙ	59 Pr 140,90766 ПРАЗЕОДИЙ	60 Nd 144,24 НЕОДИМ	61 Pm 144,9127 ПРОМЕТИЙ	62 Sm 150,36 САМАРИЙ	63 Eu 151,965 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158,92534 ТЕРБИЙ	66 Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164,93032 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167,26 ЭРБИЙ	69 Tm 168,93421 ТУЛИЙ	70 Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174,967 ЛУТЕЦИЙ				
** АКТИНОИДЫ																	
90 Th 232,0381 ТОРИЙ	91 Pa 231,036 ПРОТАКТИНИЙ	92 U 238,0289 УРАН	93 Np 237,0482 НЕПУНИЙ	94 Pu 244,0642 ПЛУТОНИЙ	95 Am 243,0614 АМЕРИЦИЙ	96 Cm 247,0703 КУРИЙ	97 Bk 247,0709 БЕРКЛИЙ	98 Cf 251,083 КАЛИФОРНИЙ	99 Es 252,083 ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm 257,081 ФЕРМИЙ	101 Md 258,10 МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No 259,1089 НОБЕЛИЙ	103 Lr 260,105 ЛОУРЕНСИЙ				

Относительная электроотрицательность элементов  $\chi$  (по Полингу)

H 2,1																
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
Cs 0.7	Ba 0.9	La-Lu 1.1-1.2	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.5	U 1.7	Nb-No 1.3										

Растворимость солей, оснований и кислот в воде

КАТИОНЫ																					
H <sup>+</sup>	NH <sup>+</sup> <sub>4</sub>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Bi <sup>3+</sup>	
анионы																					
OH <sup>-</sup>	P	P	P	P	—	H	M	M	P	H	H	H	H	H	—	H	H	H	H	H	
F <sup>-</sup>	P	P	M	P	P	M	H	M	M	M	M	M	M	M	—	M	H	M	M	H	
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	—	
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H	—	P	P	—	
NO <sup>-</sup> <sub>3</sub>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	P	P	P	—	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P	—	
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	—	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—	H	
SO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	—	H	H	H	H	—	—	—	H	
SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	P	P	P	P	M	P	M	H	H	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	—	
CO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	—	H	H	—	H	—	—	—	H	
SiO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>	H	—	P	P	P	—	H	H	H	H	H	—	H	H	—	H	H	H	—	—	
CrO <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	P	P	P	P	P	H	P	M	H	H	H	—	H	H	H	—	—	—	P	H	
PO <sup>3-</sup> <sub>4</sub>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	

P — растворимое в воде вещество; M — малорастворимое в воде вещество;  
H — нерастворимое в воде вещество; (—) — вещество разлагается водой или не существует.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Константы диссоциации некоторых электролитов в водных растворах при 25°C  
(для электролитов, диссоциирующих ступенчато, приведены величины, соответствующие первой ступени диссоциации)

Соединение	K	Соединение	K
(COOH) <sub>2</sub>	5,4·10 <sup>-2</sup>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4,5·10 <sup>-7</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1,7·10 <sup>-2</sup>	H <sub>2</sub> S	1,1·10 <sup>-7</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	7,1·10 <sup>-3</sup>	HClO	4·10 <sup>-8</sup>
HClO <sub>2</sub>	5·10 <sup>-3</sup>	HCN	7·10 <sup>-10</sup>
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	5,9·10 <sup>-3</sup>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6·10 <sup>-10</sup>
HF	6,6·10 <sup>-4</sup>	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	2·10 <sup>-10</sup>
HNO <sub>2</sub>	4·10 <sup>-4</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	1,0·10 <sup>-10</sup>
HCOOH	1,8·10 <sup>-4</sup>	H <sub>2</sub> O	1,8·10 <sup>-16</sup>
CH <sub>3</sub> COOH	1,8·10 <sup>-5</sup>	NH <sub>4</sub> OH	1,8·10 <sup>-5</sup>

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Электрохимический ряд напряжений металлов  
(стандартные электродные потенциалы)

Металл	Электродная реакция	φ°, В	Металл	Электродная реакция	φ°, В
Li	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Li	—3,04	Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Cr	—0,74
Rb	Rb <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Rb	—2,99	Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Fe	—0,44
Cs	Cs <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Cs	—2,93	Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cd	—0,40
K	K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → K	—2,92	Co	Co <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Co	—0,28
Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ba	—2,90	Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ni	—0,25
Sr	Sr <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Sr	—2,89	Sn	Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Sn	—0,14
Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ca	—2,87	Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pb	—0,13
Na	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Na	—2,71	H	2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub>	<b>0,00</b>
Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mg	—2,36	Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cu	+0,34
Be	Be <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Be	—1,85	Ag	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Ag	+0,80
Al	Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Al	—1,66	Hg	Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Hg	+0,85
Mn	Mn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mn	—1,18	Pt	Pt <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pt	+1,20
Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Zn	—0,76	Au	Au <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Au	+1,68

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### ОСНОВНАЯ

1. Курс лекций по общей и экологической химии. Под. ред. Байдакова Л.А. СПб.: СПбГТУ. 1993.
2. Блинов Л.Н., Оркина Т.Н., Таницура Н.П. Основы экологической химии. Часть 1. СПб.: СПбГТУ. 1999.
3. Химия. Учебное пособие для иностранных студентов. Под. ред. Перфиловой И.Л., Семенова И.Н. СПб.: СПбГТУ. 1996.
4. Блинов Л.Н., Перфилова И.Л., Юмашева Л.В. Основные понятия, термины и законы химии. СПб.: СПбГТУ. 1999.
5. Семенов И.Н., Перфилова И.Л. Химия. СПб.: Химия. 2000.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Коровин Н.В. Общая химия. М.: ВШ. 1998.
2. Угай А.Я. Общая и неорганическая химия. М.: ВШ. 1997.