

54

C-74

Министерство образования и науки Российской Федерации

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Общая и неорганическая химия»

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО КУРСУ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

для студентов всех специальностей дневной и вечерней форм обучения

(Выпуск 2)

Нижегород 2004

Составители: Л.Н.Четырбок, Г.А.Паничева, А.Д.Самсонова, В.И. Наумов,
Л.А.Смирнова, Г.Ф.Володин

УДК 54 (07)

Справочные материалы по курсу общей химии для студентов всех
специальностей дневной и вечерней форм обучения/ НГТУ; Сост.:
Л.Н.Четырбок, Г.А.Паничева и др. - Н.Новгород, 2004.- 36с.
Приведены справочные материалы для практических и лабораторных
занятий по курсу общей и неорганической химии.

Безымян АВ 1906-06
09.04 Зайцев МН
№ 157009

Подл. к
2,25. Уч

Нижегородский
Типограф

офсетная. Печ.л.

Нижегородский
государственный
университет, 2004

1. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.М.МЕНД. ТЕЕВА

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII									
I	1	1 H водород 1.0079								(H)			2 He гелий 4.003					
II	2	3 Li литий 6.941	4 Be бериллий 9.0122	5 B бор 10.811	6 C углерод 12.011	7 N азот 14.0067	8 O кислород 15.9994	9 F фтор 18.9984					10 Ne неон 20.179					
III	3	11 Na натрий 22.9898	12 Mg магний 24.305	13 Al алюминий 26.9815	14 Si кремний 28.086	15 P фосфор 30.9737	16 S сера 32.06	17 Cl хлор 35.453					18 Ar аргон 39.948					
IV	4	19 K калий 39.098	20 Ca кальций 40.08	21 Sc скандий 44.956	22 Ti титан 47.90	23 V ванадий 50.942	24 Cr хром 51.996	25 Mn марганец 54.9380	26 Fe железо 55.847	27 Co кобальт 58.9332	28 Ni никель 58.70							
	5	29 Cu медь 63.546	30 Zn цинк 65.38	31 Ga галлий 69.72	32 Ge германий 72.59	33 As мышьяк 74.9216	34 Se селен 78.96	35 Br бром 79.904					36 Kr криптон 83.80					
V	6	37 Rb рубидий 85.47	38 Sr стронций 87.62	39 Y иттрий 88.906	40 Zr цирконий 91.22	41 Nb ниобий 92.906	42 Mo молибден 95.94	43 Tc технеций (97)	44 Ru рутений 101.07	45 Rh родий 102.905	46 Pd палладий 106.4							
	7	47 Ag серебро 107.868	48 Cd кадмий 112.40	49 In индий 114.82	50 Sn олово 118.69	51 Sb сурьма 121.75	52 Te теллур 127.60	53 I йод 126.9044					54 Xe ксенон 131.30					
VI	8	55 Cs цезий 132.905	56 Ba барий 137.34	57 La* лантан 138.906	58 Ce церий 140.12	59 Pr протактиний 140.907	60 Nd неодим 144.24	61 Pm прометий (145)	62 Sm самарий 150.35	63 Eu европий 151.96	64 Gd гадолиний 157.25	65 Tb тербий 158.924	66 Dy диurioзий 162.50	67 Ho гольмий 164.93	68 Er эрбий 167.26	69 Tm тулий 168.934	70 Yb ytterбий 173.04	71 Lu лютеций 174.97
	9	79 Au золото 196.966	80 Hg ртуть 200.59	81 Tl таллий 204.37	82 Pb свинец 207.19	83 Bi висмут 208.980	84 Po полоний (209)	85 At астат (210)										
VII	10	87 Fr франций (223)	88 Ra радий (226)	89 Ac** актиний (227)	90 Th торий (232)	91 Pa протактиний (231)	92 U уран 238.03	93 Np нептуний (237)	94 Pu плутоний (244)	95 Am амерций (243)	96 Cm курий (247)	97 Bk берклий (247)	98 Cf калфорний (252)	99 Es эйнштейний (254)	100 Fm фермий (257)	101 Md менделеев (258)	102 (No) нобеллий (259)	103 (Lr) лоуренсий (260)
Высшие окислы		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₃	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄									
Лучшие водородные соединения					RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH										
* Лантаноиды		Ce 58 цезий 140.12	Pr 59 протактиний 140.907	Nd 60 неодим 144.24	Pm 61 прометий (145)	Sm 62 самарий 150.35	Eu 63 европий 151.96	Gd 64 гадолиний 157.25	Tb 65 тербий 158.924	Dy 66 диurioзий 162.50	Ho 67 гольмий 164.93	Er 68 эрбий 167.26	Tm 69 тулий 168.934	Yb 70 ytterбий 173.04	Lu 71 лютеций 174.97			
** Actinoidy		Th 90 торий 232.038	Pa 91 протактиний (231)	U 92 уран 238.03	Np 93 нептуний (237)	Pu 94 плутоний (244)	Am 95 амерций (243)	Cm 96 курий (247)	Bk 97 берклий (247)	Cf 98 калфорний (252)	Es 99 эйнштейний (254)	Fm 100 фермий (257)	Md 101 менделеев (258)	(No) 102 нобеллий (259)	(Lr) 103 лоуренсий (260)			

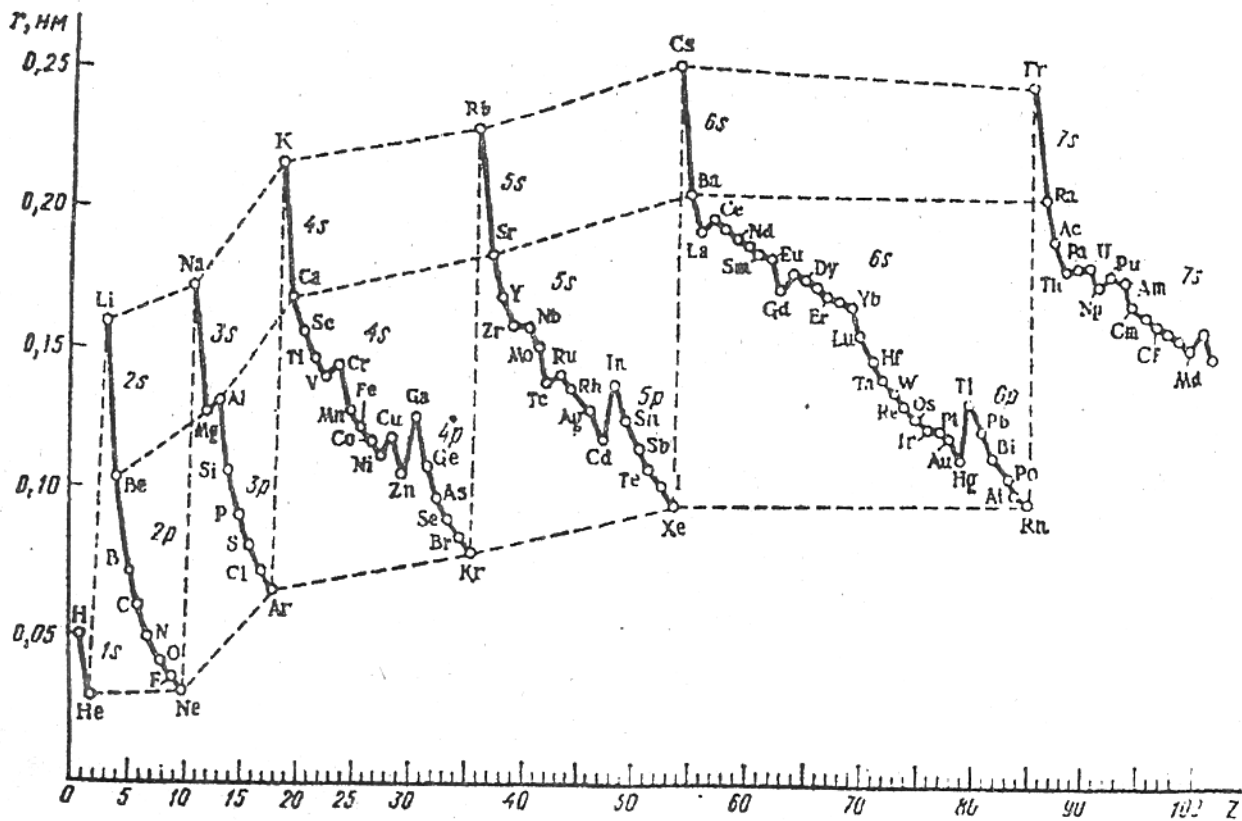
2. ЭНЕРГИЯ ИОНИЗАЦИИ И СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ НЕКОТОРЫХ АТОМОВ (эВ)

Период	Группы элементов																		
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	II B	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1																		H 13,60 0,75	He 24,59 -0,22
2	Li 5,39 0,59	Be 9,32 -0,19	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> S 10,36 - энергия ионизации (I), $\Xi + I = \Xi' + e$ 2,08 - сродство к электрону (F), $\Xi + e = \Xi \pm F$ +F - атом присоединяет e с выигрышем энергии -F - атом не присоединяет электрон (e) </div>										B 8,30 0,30	C 11,26 1,27	N 14,53 -0,21	O 13,62 1,47	F 17,42 3,45	Ne 21,56 -0,22	
3	Na 5,14 0,34	Mg 7,65 -0,22											Al 5,99 0,5	Si 8,15 1,36	P 10,49 0,8	S 10,36 2,08	Cl 12,97 3,61	Ar 15,76 -0,37	
4	K 4,34 0,47	Ca 6,11 -1,93	Sc 6,56 -0,73	Ti 6,82 0,39	V 6,74 0,63	Cr 6,76 0,98	Mn 7,44 -0,97	Fe 7,89 0,58	Co 7,87 0,94	Ni 7,63 1,28	Cu 7,73 1,8	Zn 9,39 0,09	Ga 6,00 0,39	Ge 7,90 1,74	As 9,82 1,07	Se 9,75 2,02	Br 11,84 3,37	Kr 14,0 -0,42	
5	Rb 4,18 0,42	Sr 5,69 -1,51	Y 6,22 -0,4	Zr 6,84 0,45	Nb 6,88 1,13	Mo 7,10 1,18	Tc 7,28 0,99	Ru 7,37 1,51	Rh 7,46 1,68	Pd 8,34 1,02	Ag 7,58 1,30	Cd 8,99 -0,27	In 5,79 0,2	Sn 7,34 1,03	Sb 8,64 0,94	Te 9,01 1,96	I 10,45 3,08	Xe 12,13 -0,45	
6	Cs 3,89 0,39	Ba 5,21 -0,48	La 5,58 0,55	Hf 7,5 -0,63	Ta 7,89 0,15	W 7,98 1,23	Re 7,88 0,38	Os 8,50 1,44	Ir 9,1 1,97	Pt 8,9 2,13	Au 9,23 2,31	Hg 10,44 -0,19	Tl 6,11 0,32	Pb 7,42 1,03	Bi 12,25 0,95	Po 8,43 1,32	At 9,20 2,80	Rn 10,75 -	

3. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ

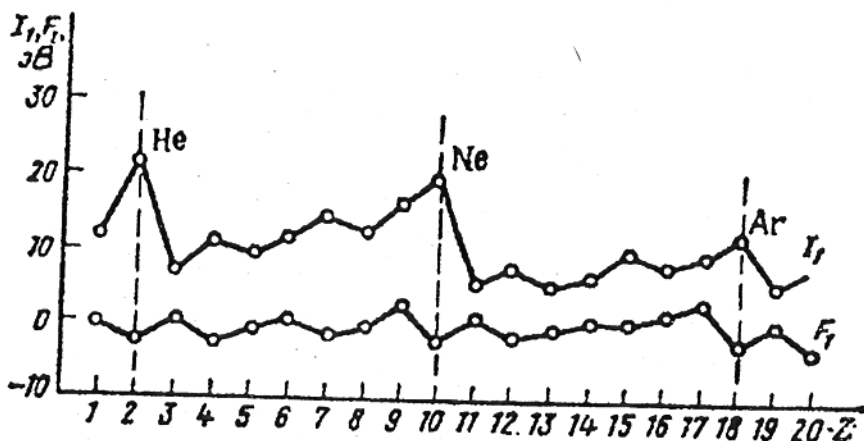
Период	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VI B	VII B	VIII B			IB	II B	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1	H 2,1																
2	Li 1,0	Be 1,5											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
3	Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
4	K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,6	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,8	Ni 1,8	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,7	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
5	Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,3	Zr 1,6	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 1,7	Sb 1,8	Te 2,1	I 2,6
6	Cs 0,7	Ba 0,9	La 1,1	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 1,7	Bi 1,8	Po 2,0	At 2,2
7	Fr 0,7	Ra 0,9	Ac 1,1														

4. Зависимость орбитальных радиусов атомов от атомного номера элемента



5. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СРОДСТВА К ЭЛЕКТРОНУ (F_1) И ПЕРВОЙ ЭНЕРГИИ ИОНИЗАЦИИ (I_1) АТОМОВ ОТ АТОМНОГО НОМЕРА ЭЛЕМЕНТА


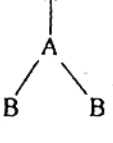
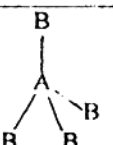
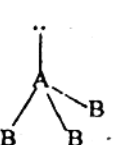
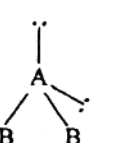
Сродство к электрону взято с обратным знаком, т.е. приведены первые энергии ионизации отрицательно заряженных ионов Э

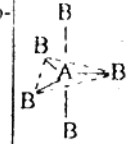
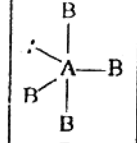
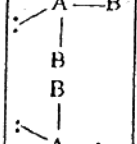
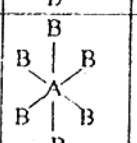
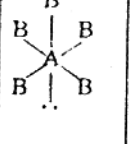
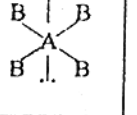



6. СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦАХ

Частица	Символ	Масса покоя		Заряд, Кл	Заряд
		Кг	относительная масса		
Протон	p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	1,007276	$1,602 \cdot 10^{-19}$	+1
Нейтрон	n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,008665	0	0
Электрон	e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	0,000549	$1,602 \cdot 10^{-19}$	-1

7. РАСПОЛОЖЕНИЕ ВАЛЕННЫХ σ -ЭЛЕКТРОННЫХ ПАР
ЦЕНТРАЛЬНОГО АТОМА "А" И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
КОНФИГУРАЦИЯ МОЛЕКУЛ (КОМПЛЕКСОВ) AB_n

Число σ -электронных пар атома А			Тип' молекулы	Пространственная конфигурация молекулы (комплекса)	Тип гибридиза- ции орбиталей атома А, опи- сывающий данную кон- фигура- цию	Приме- ры	
Общес- тих	Связываю- щих	Несвязываю- щих					
1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	0	AB_2	линейная	В-А-В	sp	BeH_2 , $BeCl_2$
3	3	0	AB_3	плоско- треугольная		sp^2	BF_3
	2	1	AB_2E	угловая			$SnCl_2$
4	4	0	AB_4	тетраэдри- ческая		sp^3	CCl_4 , CH_4
	3	1	AB_3E	тригонально- пирамидаль- ная			NH_3 , NF_3
	2	2	AB_2E_2	угловая			H_2O , OF_2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	0	AB_5	тригонально- бипирами- дальная		sp^3d	PCl_5
	4	1	AB_4E	искаженная тетраэдри- ческая			SF_4
	3	2	AB_3E_2	T-образная			ClF_3
	2	3	AB_2E_3	линейная			XeF_2 , IF_2
6	6	0	AB_6	октаэдричес- кая		sp^3d^2	SF_6 , SiF_6^{2-}
	5	1	AB_5E	квадратно- пирамидаль- ная			IF_5 , SbF_5^{2-}
	4	2	AB_4E_2	квадратная			XeF_4 , ICl_4^-

8. СТРОЕНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МОМЕНТЫ ДИПОЛЕЙ (μ) НЕКОТОРЫХ МОЛЕКУЛ

Тип	Пространственная конфигурация	Молекула	$\mu \cdot 10^{29}$, Клжм
A ₂	Гантелевидная	H ₂	0
		Cl ₂	0
		N ₂	0
AB	Гантелевидная	CO	0,033
		NO	0,023
		HF	0,640
		HCl	0,347
		HBr	0,263
		CO ₂	0
AB ₂	Линейная	CS ₂	0
		BeCl ₂	0
		H ₂ O	0,610
AB ₂	Угловая	H ₂ S	0,340
		NO ₂	0,097
		SO ₂	0,531
		COS	0,22
		HCN	0,97
AB ₃	Плоскотреугольная	BF ₃	0
		SO ₃	0
		NH ₃	0,494
AB ₃	Тригонально-пирамидальная	PCl ₃	0,370
		PH ₃	0,183
		NF ₃	0,07
		CH ₄	0
AB ₄	Тетраэдрическая	CCl ₄	0
AB ₅	Тригонально - бипирамидальная	PCl ₅	0
AB ₆		Октаэдрическая	SF ₆

9. ДЛИНА (d) И ЭНЕРГИИ (E) ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

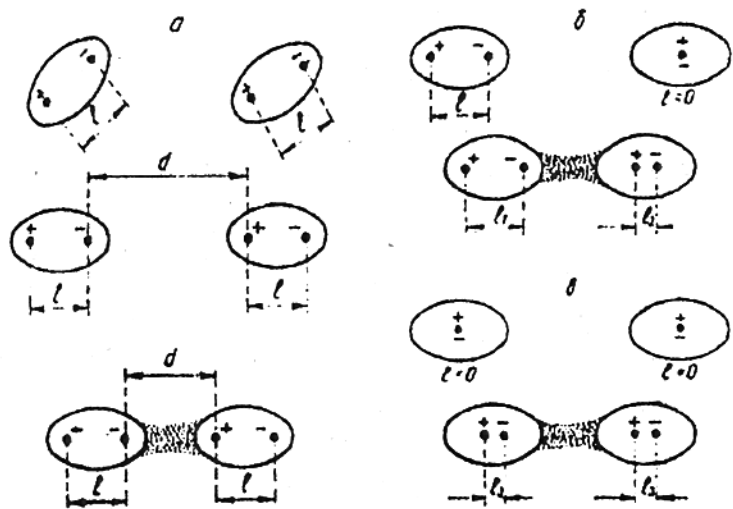
Связь	d, нм	E, кДж/моль	Связь	d, нм	E, кДж/моль
C-C	0,154	348	Pb-Pb	0,350	-
c=c	0,135	598	Si-H	0,148	320
c≡c	0,120	811	Si-F	0,155	567
C-H	0,109	414	Si-Cl	0,201	382
C-F	0,136	487	Si-Br	0,215	310
C-Cl	0,176	340	Si-I	0,243	235
C-I	0,215	214	Ge-H	0,153	291
C-Br	0,194	285	Ge-Cl		338
C-O	-	359	Ge-Br		279
C=O	0,116	695	Sn -I1	0,170	258
Si-Si	0,234	222	Sn-Cl		318
Ge-Ge	0,244	118	Sn - Br		272
Sn - Sn (P)	0,316	163	Pb-H		205

10. ПАРАМЕТРЫ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДВУХАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ

Молекула	Энергия связи, кДж/моль	Длина связи, нм	Энергия ионизации, эВ	Сродство к электрону, эВ	
I	H,	435,8	0,074	15,46	
	N,	946,9	0,110	15,63	
	CO	1076,8	0,113	14,02	
II	He ₂	0,042	0,292	22,45	
	O ₂	498,6	0,121	12,11	0,497
	F ₂	159,2	0,142	16,50	3,08
	Cl ₂	243,0	0,199	11,51	2,40
	Br ₂	192,7	0,228	10,64	2,59
	J ₂	150,8	0,267	9,29	2,49
III	NO	632,7	0,115	9,29	
	HCl	431,6	0,127	12,76	
	HBr	368,7	0,141	11,68	
	W	297,5	0,161	10,42	

Молекулы группы I при ионизации теряют связывающие электроны, молекулы группы II – теряют разрыхляющие электроны, а молекулы группы III теряют не связывающие электроны

11. ТИПЫ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ



a – ориентационное; *b* – индукционное; *в* – дисперсионное; *l* – длина диполя; *d* – межмолекулярное расстояние

12. ВКЛАД ОТДЕЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ В ПОЛНУЮ ЭНЕРГИЮ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Вещество	Электрический момент диполя молекул $\times 10^{29}$, Кл·м	Полярность	Эффект, кДж/моль			Суммарная энергия, кДж/моль	Температура кипения, К
			ориентационный	индукционный	дисперсионный		
H ₂	0	0,20	0	0	0,17	0,17	20,21
Ar	0	1,63	0	0	8,48	8,48	76
Xe	0	4,00	0	0	18,4	18,4	167
Co	0,39	1,99	0	0	8,79	8,79	81
HCl	3,4	2,63	3,34	1,003	16,72	21,05	188
HBr	2,57	3,58	1,09	0,71	28,42	30,22	206
Ni	1,25	5,4	0,58	0,295	60,47	61,36	238
NH ₃	4,95	2,21	13,28	1,55	14,72	29,55	239,6
H ₂ O	6,07	1,48	36,32	1,92	8,98	47,22	373

3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ

Вещество	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)
Ag (к)	0	0	42,6
Ag ⁺ (р)	105,6	77,2	72,7
Ag Br (к)	-100,3	-97,3	107,2
Ag ₂ CrO ₄ (к)	-721,3	-635,0	217,6
AgCl (к)	-127,2	-109,9	96,2
Ag I (к)	-66,9	-66,4	115,5
AgNO ₃ (к)	-124,6	-33,6	141,0
Ag ₂ O(к)	-31,2	-11,3	122,0
Ag ₂ S (к)	-32,8	-40,8	144,0
Ag ₂ SO ₄ (к)	-717,7	-620,0	199,9
Al(к)	0	0	28,4
Al ³⁺ (р)	-530,0	-490,5	-301,0
AlBr ₃ (к)	-513,4	-490,6	180,2
Al ₄ C ₃ (к)	-209	-196	88,95
AlCl ₃ (к)	-704,6	-629,0	109,4
AlF ₃ (к)	-1511,4	-1432,1	66,5
AlN (к)	-318	-287,4	20,2
Al(OH) ₃ (к)	-1315	-1157	70,1
Al(OH) ₄ ⁻ (р)	-1507,5	-1307,5	89,7
Al ₂ O ₃ (к)	-1676,8	-1583,3	50,95
Al ₂ S ₃ (к)	-723,4	-492,5	96
Al ₂ (SO ₄) ₃ (к)	-3444,1	-3102,9	239,4
As (серый)	0	0	35,6
AsCl ₃ (ж)	-305,0	-268,4	212,5
As ₂ O ₃ (к)	-1334,7	-1176,4	233,5
As ₂ O ₅ (к)	-927,0	-784,3	105,5
Au (к)	0	0	47,44
AuCl (к)	-36,4	-14,6	85,98
Au Cl ₃ (к)	-118,4	-53,6	164,4
Au ₂ O ₃ (к)	-13,0	-48,77	134
B(к)	0	0	5,8
BBr ₃ (к)	-	-237,5	228,5
BCl ₃ (ж)	-427,2	-387,2	206
B ₂ H ₆ (г)	38,5	89,6	232
BN(к)	-252,8	-226,8	14,8
B ₂ O ₃ (к)	-1273,8	-1193,7	54,0
HBO ₂ (к)	-795	-736,1	240,2
H ₃ BO ₃ (к)	-1094,9	-951,8	88,8
Ba(к)	0	0	67

Вещество	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)
Ba ²⁺ (р)	-538,0	-561,1	9,6
BaCO ₃ (к)	-1217,1	-1137,2	113,0
BaCl ₂ (к)	-859,1	-811,4	123,8
BaCrO ₄ (к)	-1368	-1325,2	155,6
BaO (к)	-553,9	-525,4	70,5
Ba(OH) ₂ (к)	-945,4	-855,4	100,5
BaS (к)	-460,5	-456	78,3
BaSO ₄ (к)	-1474,2	-1363,2	132,3
Bc (к)	0	0	9,5
BcCO ₃	-982	-944,7	67,29
BcCl ₂ (к)	-494	-468	63
BcF ₂ (к)	-1010	-941	45
BcO (к)	-598	-582	14,1
Bc(OH) ₂ (к)	-907	-818	55,6
BcSO ₄ (к)	-1197	-1088	90
Bi (к)	0	0	56,9
Bi(OH) ₃ (к)	-711,8	-580,3	118
Bi ₂ O ₃ (к)	-578,2	-497,7	151
Br ⁻ (р)	-131,2	-107,1	83,3
Br ₂ (ж)	0	0	152,2
HBr (г)	-36,1	-53,4	198,7
C (Алмаз, К)	1,828	2,834	2,37
C (Графит, К)	0	0	5,740
CBr ₄ (г)	79,50	66,94	230,12
CCl ₄ (ж)	-135,44	-64,7	214,6
CCl ₄ (г)	-102,93	-60,63	309,74
CH ₄ (г)	-74,86	-50,85	186,44
C ₂ H ₄ (г)	52,28	68,12	219,4
C ₂ H ₆ (г)	-84,67	-32,89	229,5
CO (г)	-110,6	-137,2	197,7
COCl ₂ (г)	-220,3	-266,9	283,9
CO ₂ (г)	-393,8	-394,6	213,8
CO ₃ ²⁻ (р)	-676,3	-528,1	-54,9
CS ₂ (ж)	88,8	64,5	151,1
HCN (ж)	-109,6	-125,6	113,2
CH ₃ OH (г)	-200,95	-162,24	240,44
CH ₃ OH (ж)	-238,7	-166,31	126,7
C ₂ H ₅ OH (ж)	-276,9	-174,3	161,1
H ₂ CO ₃ (р)	-699,5	-619,2	187,4
CH ₃ COO ⁻ (р)	-488,87	-372,99	-
Ca (к)	0	0	45,45

Вещество	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)
CaC ₂ (к)	-59,9	-64,9	70,0
CaCO ₃ (к)	-1207,7	-1129,6	91,6
CaCl ₂ (к)	-796,3	-748,9	104,7
CaF ₂ (к)	-1220,5	-1168,1	68,9
CaO (к)	-635	-603,6	39,7
CaH ₂ (к)	-188,7	-149,8	42,0
Ca(OH) ₂	-986,8	-899,2	83,4
CaSO ⁺ (к)	-1424,0	-1320,3	106,7
CaSO ₄ ·2H ₂ O(гипс,к)	-2023,98	-1798,7	194,3
Cd (к)	0	0	51,77
CdCO ₃ (к)	-754,6	-674,5	96,7
CdCl ₂ (к)	-390,8	-343,2	115,27
CdO (к)	-260,0	-229,3	54,8
Cd(OH) ₂ (к)	-561,5	-473,8	93,04
CdS (к)	-156,9	-153,2	71,1
CdSO ₄ (к)	-934,4	-823,9	123,05
Cl (г)	121,3	-105,3	165,1
Cl ⁻ (р)	-167,2	-131,4	56,6
Cl ₂ (г)	0	0	222,9
Cl ₂ O (г)	75,7	93	266,2
HCl (г)	-92,4	-94,5	186,9
HCl (р)	-166,9	-131,2	56,5
HClO ₄ (ж)	-34,5	84,0	188,4
Co (к)	0	0	30,1
CoCO ₃ (к)	-722,6	-651,0	-
CoCl ₂ (к)	-310,2	-267,5	109,7
CO(NO ₃) ₂ (к)	-421,8	-243,3	192
CoO (к)	-239,7	-215,2	52,8
Co(OH) ₂ (к)	-541,0	-456,1	82,0
Co(OH) ₃ (к)	-726,0	-596,8	100
CoS (к)	-84,5	-96,1	-
CoSO ₄ (к)	-889,5	-783,7	117,5
Cr(к)	0	0	23,6
Cr ²⁺ (р)	-139	-183,4	41,9
Cr ³⁺ (р)	-236,1	-223,2	-215,9
CrCl ₂ (к)	-395,7	-356,6	115,7
CrCl ₃ (к)	-570,3	-501,0	124,8
CrO ₃ (к)	-590,8	-513,8	72,3
Cr(OH) ₂ (к)	-669,0	-576,1	81,2
Cr(OH) ₃ (к)	-995	-846,8	95,4
Cr ₂ O ₃ (к)	-1141,3	-1059,7	81,2

Вещество	$\Delta H_{298, K}^0$, Дж/моль	$\Delta G_{298, K}^0$, Дж/моль	$S_{298, K}^0$, Дж/(моль·К)
CrO ₂ (K)	-590	-540	48,1
Cr ₂ (SO ₄) ₃ (K)	-3308	-2986	287,9
(NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇	-1801,7	-	-
Cs(K)	0	0	84,35
CsOH(K)	-406,7	-362,3	93,3
Cs ₂ O	-317,6	-274,5	123,8
Cu(K)	0	0	33,2
Cu ²⁺ (p)	66,0	65	-92,8
CuCO ₃ (K)	-595,4	-518,3	88
CuCl(K)	-137,5	-120,1	87,0
CuCl ₂ (K)	-215,7	-171,5	108,2
Cu(NO ₃) ₂ (K)	-305,3	-117	192
CuO(K)	-162,1	-129,5	42,73
Cu(OH) ₂ (K)	-444,6	-359,6	84
(CuOH) ₂ CO ₃ (K)	-1051	-900,9	211,6
CuS(K)	-53,2	-53,6	66,5
Cu ₂ S(K)	-79,5	-86,3	121
CuSO ₄ (K)	-771,4	-662,2	109,3
Cu ₂ O(K)	-173,3	-150,6	92,99
F ₂ (r)	0	0	202,9
HF(r)	-270,9	-272,99	173,8
Fe(K)	0	0	27,2
Fe ²⁺ (p)	-87,2	-78,96	-110,9
Fe ³⁺ (p)	-46,4	-4,5	-309,2
FeCO ₃ (K)	-738,6	-665,5	95,5
Fe(CO) ₅ (r)	-764,0	-695,2	338
FeCl ₂ (K)	-341,98	-302,6	118,1
FeCl ₃ (K)	-399,7	-334,2	142,4
FeO(K)	-265,0	-244,5	60,8
Fe(OH) ₂ (K)	-562,1	-480,1	88
Fe(OH) ₃ (K)	-827,2	-700,1	105
FeS(K)	100,5	-100,8	60,3
FeS ₂ (K)	-163,3	-151,9	52,96
FeSO ₄ (K)	-929,5	-825,5	121,0
Fe ₂ O ₃ (K)	-822,7	-740,8	87,5
Fe ₂ (SO ₄) ₃ (K)	-2582,0	-2254,6	283,0
Fe ₃ C(K)	25	18,8	108
Fe ₃ O ₄ (K)	-1117,9	-1014,8	146,3
Ga(K)	0	0	41,1
Ga(OH) ₃ (K)	-1014,6	-831,78	84,9
Ga ₂ O ₃ (K)	-1089	-998,2	-

Вещество	$\Delta H_{298, K}^0$, Дж/моль	$\Delta G_{298, K}^0$, Дж/моль	$S_{298, K}^0$, Дж/(моль·К)
Ge(K)	0	0	31,1
GeO(K)	-255	-226,8	50,2
GeO ₂ (K)	-554,7	-500,8	55,27
H(r)	217,98	203,3	114,6
H ⁺ (p)	0	0	0
H ₂ (r)	0	0	130,7
Hg(ж)	0	0	75,90
HgCl ₂ (K)	-228,2	-180,9	140,02
HgO(K)	-90,9	-58,6	70,29
HgS(K)	-59,0	-56,9	105,4
HgSO ₄ (K)	-707,9	-589,0	136,4
Hg ₂ Cl ₂ (K)	-265,1	-210,8	192,8
Hg ₂ O(K)	-	-63,3	130,6
Hg ₂ SO ₄ (K)	-744,7	-627,5	200,7
I ₂ (r)	62,3	19,2	260,6
I ⁻ (p)	-55,9	-51,7	109,4
I ₂ (ж)	0	0	116,5
HI(r)	26,57	1,78	206,48
HI(p)	-55,2	-51,5	111,3
K(K)	0	0	71,45
K ⁺ (p)	-251,2	-282,3	102,5
KBr(K)	-392,5	-378,8	95,85
KCN(K)	-112,5	-103,9	137,03
K ₂ CO ₃ (K)	-1146,1	-1059,8	156,32
KCl(K)	-439,5	-408,0	82,56
KF(K)	-567,4	-537,7	66,60
KI(K)	-327,6	-324,1	110,79
KMnO ₄ (K)	-813,4	-713,8	171,71
KNO ₂ (K)	-354	-280	117
KNO ₃ (K)	493,2	-393,1	132,93
KOH(K)	-425,8	-380,2	79,32
KOH(p)	-477,3	-440,5	91,6
K ₂ CrO ₄ (K)	-1382,8	-1286,0	193,3
K ₂ Cr ₂ O ₇ (K)	-2033,0	-1866	291,2
K ₂ O(K)	-363,2	-323,1	94,1
K ₂ O ₂ (K)	-495,8	-429,8	113,0
K ₂ S(K)	-428,4	-404,2	111,3
K ₂ SO ₄ (K)	-1433,7	-1316,4	175,7
Li(K)	0	0	28,6
LiCl(K)	-408,3	-384,0	59,3
LiOH(K)	-487,2	-442,2	42,8
Li ₂ O(K)	-595,8	-562,1	37,87

Вещество	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)
Mg(k)	0	0	32,7
Mg ²⁺ (p)	-467	-455,1	138
MgBr ₂ (k)	-517,6	-472	125,6
MgCO ₃ (k)	-1013	-1029,3	65,7
MgCl ₂ (k)	-641,1	-591,6	89,8
MgF ₂ (k)	-1113	-1071	57,2
MgO(k)	-601,8	-569,6	26,9
Mg(OH) ₂ (k)	-924,7	-833,7	63,14
Mg ₂ C ₃ (k)	-79,5	-83	92,1
MgSO ₄ (k)	-1301,4	-1158,7	91,6
MgS(k)	-347,0	-362,0	50,3
Mn(k)	0	0	32,0
MnCO ₃ (k)	-881,7	-811,4	109,5
MnCl ₂ (k)	-181,2	-440,4	118,2
MnO(k)	-385,1	-363,3	61,5
Mn ₃ O ₄ (k)	-1387,5	-1282	148,6
MnO ₂ (k)	-521,5	-466,7	53,1
Mn(OH) ₂ (k)	-700	-618,7	94,9
MnSO ₄ (k)	-1066,7	-959,0	112,5
Mn ₂ O ₇ (k)	-726,3	-543,9	-
Mo(k)	0	0	28,6
MoO ₂ (k)	-586,1	-533,2	46,28
MoO ₃ (k)	-745,2	-668,1	77,74
N ₂ (r)	0	0	199,9
NH ₂ OH(p)	-98,3	-23,4	167,4
NH ₃ (r)	-46,19	-16,7	192,6
NH ₄ ⁺ (p)	-132,4	-79,5	114,4
NH ₄ Cl(k)	-314,4	-204,3	95,9
NH ₄ NO ₃ (k)	-365,4	-183,9	151,1
(NH ₄) ₂ SO ₄ (k)	-1181,1	-901,9	220
NO(r)	90,31	80,6	210,7
NO ₂ (r)	33	51,5	240,2
NO ₃ (p)	-207,5	-111,7	147,3
N ₂ O(r)	82,1	104,2	220,0
N ₂ O ₃ (r)	83,3	140,6	307,3
N ₂ O ₅ (ж)	19,05	98,0	209,3
N ₂ O ₄ (r)	9,37	98,29	304,3
N ₂ O ₃ (r)	1,31	115,22	356,15
N ₂ O ₃ (к)	-43,16	113,97	178,49
HNO ₂ (p)	-119,2	-55,6	152,7
HNO ₃ (ж)	-174,3	-80,9	155,7

Вещество	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)
HNO ₃ (r)	-135,1	-74,8	266,9
Na(k)	0	0	51,45
Na ⁺ (p)	-239,9	-262,13	58,91
NaCN(k)	-89,8	-80,4	118,5
NaCl(k)	-411,1	-384,0	72,12
NaNO ₂ (k)	-359	-295	106
NaNO ₃ (k)	-466,7	-365,9	116
NaOH(k)	-425,6	-380,7	64,4
NaOH(p)	-470	-419,2	48,1
Na ₂ CO ₃ (k)	-1137,5	-1047,5	136,4
Na ₂ O(k)	-510,8	-376,1	72,4
Na ₂ S(k)	370,3	-354,8	77,4
Na ₂ SO ₃ (k)	-1090	-1002	146,0
Na ₂ SO ₄ (k)	-1384,6	-1266,8	149,5
Na ₃ PO ₄ (k)	-1935,5	-1819	224,7
Na ₂ PbO ₂ (k)	-704,3	-742	125
Ni(k)	0	0	29,9
NiCl ₂ (k)	-304,2	-258,0	98,07
Ni(OH) ₂ (k)	-600,7	-540,3	96
NiO(k)	-239,7	-211,6	37,9
Ni(OH) ₂ (k)	-543,5	-458,4	79,9
NiS(k)	-79	-76,9	52,97
NiSO ₄ (k)	-873,5	-763,8	103,9
O(r)	246,8	231,8	160,9
O ₂ (r)	0	0	205,0
O ₃ (r)	142,3	162,7	238,8
OH ⁻ (p)	-230,2	-157,4	-10,8
H ₂ O(r)	-241,98	-228,8	188,9
H ₂ O(ж)	-286,0	-237,4	70,0
H ₂ O ₂ (r)	-187,9	-120,5	109,6
P(белый, к)	0	0	41,1
P(красн..., к)	-17,6	-12,13	22,8
PCl ₃ (r)	-287,02	-260,5	311,7
PCl ₅ (r)	-374,89	-305,4	364,5
PH ₃ (r)	5,44	13,39	210,1
P ₂ O ₅ (r)	-2093	-1943	157
P ₂ O ₅ (k)	-1506,24	-1363,98	135,98
H ₃ PO ₄ (ж)	-1271,94	(-1138,0)	201,87
H ₃ PO ₄ (k)	-1283,65	-1139,7	176,2
HPO ₃ (p)	-983,81	-904,20	150,84
Pb(k)	0	0	64,8

Вещество	$\Delta H_{298, K}^0$, кДж/моль	$\Delta G_{298, K}^0$, кДж/моль	$S_{298, K}^0$, Дж/(моль·К)
PbCO ₃ (к)	-700,0	-626,29	131,0
PbCl ₂ (к)	-360,9	-315,62	136,0
PbO (к)	-219,4	-186,2	66,2
PbO ₂ (к)	-276,75	-218,45	71,97
PbS (к)	-100,4	-98,8	91,2
PbSO ₄ (к)	-912	-814,3	148,67
Pb ₃ O ₄ (к)	-723,9	-606,58	211,4
S (монокл. К)	0,38	0,188	32,6
S (ромб., К)	0	0	31,9
SO ₂ (г)	-297,2	-300,41	248,2
SO ₃ (г)	-376,2	-370	256,4
H ₂ S (ж)	-20,1	-33,0	205,6
H ₂ SO ₄ (ж)	-814	-690,7	157,0
Se(К)	0	0	42,2
H ₂ Se (г)	-126,9	-132,13	265,0
Si (К)	0	0	18,8
SiC (к)	-73,3	-70,9	16,62
SiCl ₄ (к)	-664,8	-598,3	252,6
SiH ₄ (г)	30,6	53,2	204,7
SiO (к)	-454,62	-	-
SiO ₂ (к)	-911,6	-857,2	41,9
SiO ₂ (ж)	-904,82	-852,0	47,01
Sn (белое, К)	0	0	51,6
Sn (серое, К)	-2,1	-0,13	44,2
Sn ²⁺ (р)	-10,5	-27,3	-22,7
Sn ⁴⁺ (р)	-2,43	-2,4	-226,1
SnCl ₄ (ж)	-529,2	-458,1	259
SnH ₄ (г)	16,3	187,8	228,7
SnO (к)	-286,2	-258,1	56
Sn(OH) ₂ (к)	-506,3	-491,6	87,7
SnO ₂ (к)	-581,2	-520,2	52
SnS (к)	-110,2	-108,3	77,0
SnS ₂ (к)	-82,5	-74,1	87,5
H ₂ Tc (г)	154,39	138,49	234,30
Ti (к)	0	0	30,6
TiC (к)	-186,2	-182,6	24,3
TiCl ₂ (к)	-516,7	-472,7	105,9
TiCl ₃ (к)	-721,0	-654,1	139,7
TiCl ₄ (г)	-763,2	-726,1	352,2
TiCl ₄ (ж)	-804,6	-737,7	252,3
TiI ₄ (г)	-284,5	-381,9	433

Вещество	$\Delta H_{298, K}^0$, кДж/моль	$\Delta G_{298, K}^0$, кДж/моль	$S_{298, K}^0$, Дж/(моль·К)
TiO (к)	-518,4	-489,1	34,9
TiO ₂ (к)	-943,5	-888,2	50,2
Ti ₂ O ₃ (к)	-1520,5	-1434,1	78,8
TiOH (к)	-233,5	-190,6	255,2
Ti(OH) ₃ (к)	-516,6	-	102,1
Ti ₂ O (к)	-167,4	-153,1	161,1
Ti ₂ O ₃ (к)	-390,4	-321,4	148,1
Zn(К)	0	0	41,66
Zn ²⁺ р)	-153,74	-147,26	-110,67
ZnCO ₃ (к)	-818,59	-737,3	82,5
ZnCl ₂ (к)	-415,33	-369,6	111,54
ZnO (к)	-350,8	-320,88	43,67
Zn(OH) ₂ (к)	-644	-554,79	76,15
ZnS (к)	-205,6	-200,85	57,78

14. КОНСТАНТЫ ДИССОЦИАЦИИ КИСЛОТ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Кислота	Формула	$K_{дис}$
Азотистая	HNO ₂	4·10 ⁻⁴
Азотистоводородная	HN ₃	2,6·10 ⁻⁵
Азотная	HNO ₃	4,36·10
Алюминиевая (мета)	HAIO ₂	6·10 ⁻¹³
Борная (мета)	HBO ₂	7,5·10 ⁻¹⁰
Борная (орто)	H ₃ BO ₃	(I) 5,8·10 ⁻¹⁰ (II) 1,8·10 ⁻¹³ (III) 1,6·10 ⁻¹⁴
Бромоводородная	HBr	1·10 ⁹
Бромоватая	HBrO ₃	2·10 ⁻¹
Бромоватистая	HBrO	2,06·10 ⁻⁹
Водорода пероксид	H ₂ O ₂	(I) 2,63·10 ⁻¹² (II) 1,0·10 ⁻²⁵
Галлия пероксид	H ₃ GaO ₃	(II) 5·10 ⁻¹¹ (III) 2·10 ⁻¹²
Германиевая	H ₂ GeO ₃	(I) 1,7·10 ⁻⁹ (II) 1,9·10 ⁻¹³
Гидросернистая	H ₂ S ₂ O ₄	(II) 4·10 ⁻³
Железистосинеродистая	H ₄ [Fe(CN) ₆]	(III) 1,0·10 ⁻³ (IV) 5,6·10 ⁻²
Иодоводородная	HI	1·10 ¹¹
Иодная (орто)	H ₅ IO ₆	(I) 3,09·10 ¹² (II) 7,08·10 ⁻⁹ (III) 2,5·10 ⁻¹³

Йодная (мета)	HIO_3	$1,7 \cdot 10^{-1}$
Кремниевая (мета)	H_2SiO_3	(I) $2,2 \cdot 10^{-10}$ (II) $1,6 \cdot 10^{-12}$
Марганцовая	HMnO_4	$2 \cdot 10^2$
Молибденовая	H_2MoO_4	(II) $1 \cdot 10^{-6}$
Мышьяковая (орто)	H_3AsO_4	(I) $5,98 \cdot 10^{-3}$ (II) $1,05 \cdot 10^{-7}$ (III) $3,89 \cdot 10^{-12}$
Мышьяковистая (орто)	H_3AsO_3	(I) $6 \cdot 10^{-10}$ (II) $1,7 \cdot 10^{-14}$
Мышьяковистая (мета)	HAsO_2	$6 \cdot 10^{-10}$
Оловянистая	H_2SnO_2	$6 \cdot 10^{-18}$
Оловянная	H_2SnO_3	$4 \cdot 10^{-10}$
Родановодородная	HSCN	$1,4 \cdot 10^{-1}$
Пирофосфорная	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	(I) $1,4 \cdot 10^{-1}$ (II) $1,1 \cdot 10^{-2}$ (III) $2,1 \cdot 10^{-7}$ (IV) $4,1 \cdot 10^{-10}$
Свинцовистая	H_2PbO_2	$2 \cdot 10^{-16}$
Селенистая	H_2SeO_3	(I) $3,5 \cdot 10^{-3}$ (II) $5,0 \cdot 10^{-8}$
Селеноводородная	H_2Se	(I) $1,7 \cdot 10^{-4}$ (II) $1,0 \cdot 10^{-11}$
Селеновая	H_2SeO_4	(I) $1,0 \cdot 10^3$ (II) $1,2 \cdot 10^{-2}$
Серная	H_2SO_4	(I) $1 \cdot 10^3$ (II) $1,2 \cdot 10^{-2}$
Сернистая	H_2SO_3	(I) $1,58 \cdot 10^{-2}$ (II) $6,31 \cdot 10^{-8}$
Сероводородная	H_2S	(I) $6 \cdot 10^{-8}$ (II) $1 \cdot 10^{-14}$
Сурьмяная (орто)	H_3SbO_4	$4 \cdot 10^{-5}$
Сурьмянистая (мега)	HSbO_2	$1 \cdot 10^{-11}$
Теллуристая	H_2TeO_3	(I) $3 \cdot 10^{-3}$ (II) $2 \cdot 10^{-8}$
Теллуроводородная	H_2Te	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Теллуровая	H_2TeO_4	(I) $2,29 \cdot 10^{-8}$ (II) $6,46 \cdot 10^{-12}$
Тетраборная	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	(I) $1,8 \cdot 10^{-4}$ (II) $1,5 \cdot 10^{-5}$

Кислота	Формула	$K_{дис}$
Тиосерная	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	(I) $2,2 \cdot 10^{-1}$ (II) $2,8 \cdot 10^{-2}$
Угольная	H_2CO_3	(I) $4,45 \cdot 10^{-7}$ (II) $4,69 \cdot 10^{-11}$
Фосфористая(орто)	H_3PO_3	(I) $1,6 \cdot 10^{-3}$ (II) $6,3 \cdot 10^{-7}$
Фосфорная (орто)	H_3PO_4	(I) $7,52 \cdot 10^{-3}$ (II) $6,31 \cdot 10^{-8}$ (III) $1,26 \cdot 10^{-12}$
Фосфорноватистая	H_3PO_2	$7,9 \cdot 10^{-2}$
Фтороводородная	HF	$6,61 \cdot 10^{-4}$
Хлористая	HClO_2	$5 \cdot 10^{-3}$
Хлороводородная(соляная)	HCl	$1 \cdot 10^7$
Хлорноватистая	HClO	$5,01 \cdot 10^{-8}$
Хромовая	H_2CrO_4	(I) $1,8 \cdot 10^{-1}$ (II) $3,16 \cdot 10^{-7}$
Циановодородная	HCN	$7,9 \cdot 10^{-10}$
Муравьиная	HCOOH	$1,77 \cdot 10^{-4}$
Уксусная	CH_3COOH	$1,75 \cdot 10^{-5}$

15. КОНСТАНТЫ ДИССОЦИАЦИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Основание	Формула	$K_{дис}$
Гидроксид алюминия	$\text{Al}(\text{OH})_3$	(III) $1,38 \cdot 10^{-9}$
аммония	NH_4OH	$1,79 \cdot 10^{-5}$
бария	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$2,3 \cdot 10^{-1}$
галлия	$\text{Ga}(\text{OH})_3$	(II) $1,6 \cdot 10^{-11}$ (III) $4 \cdot 10^{-12}$
железа (II)	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	(II) $1,3 \cdot 10^{-4}$
железа (III)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	(II) $1,82 \cdot 10^{-11}$ (III) $1,35 \cdot 10^{-12}$
кадмия	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	(II) $5,0 \cdot 10^{-3}$
кальция	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	(II) $4,3 \cdot 10^{-2}$
кобальта	$\text{Co}(\text{OH})_2$	(II) $4 \cdot 10^{-5}$
лития	$\text{Li}(\text{OH})$	$6,75 \cdot 10^{-1}$
магния	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	(II) $2,5 \cdot 10^{-3}$
марганца	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	(II) $5,0 \cdot 10^{-4}$
меди	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	(II) $3,4 \cdot 10^{-7}$
натрия	NaOH	5,9

Основание	Формула	$K_{дис}$
никеля	$Ni(OH)_2$	(II) $2,5 \cdot 10^{-5}$
ртути	$Hg(OH)_2$	(I) $3,0 \cdot 10^{-11}$ (II) $5,0 \cdot 10^{-12}$
свинца	$Pb(OH)_2$	(I) $9,6 \cdot 10^{-4}$
серебра	$AgOH$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
стронция	$Sr(OH)_2$	(II) $1,5 \cdot 10^{-1}$
хрома	$Cr(OH)_3$	(III) $1,02 \cdot 10^{-10}$
цинка	$Zn(OH)_2$	(II) $4 \cdot 10^{-5}$
таллия	$TlOH$	$> 10^{-1}$

16. КОНСТАНТЫ НЕСТОЙКОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ИОНОВ

Комплексный ион	$K_{нест}$	Комплексный ион	$K_{нест}$
$Ag(NH_3)_2^+$	$9,31 \cdot 10^{-8}$	$Cu(NH_3)_4^{2+}$	$2,14 \cdot 10^{-13}$
$Ag(CN)_2^-$	$8,0 \cdot 10^{-22}$	$Cu(CN)_2^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$Ag(CN)_4^{3-}$	$2,1 \cdot 10^{-21}$	$Cu(CN)_4^{3-}$	$5,0 \cdot 10^{-31}$
$Ag(SCN)_2^-$	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$Cu(CN)_4^{2-}$	$5,0 \cdot 10^{-28}$
$Ag(SCN)_4^{3-}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$ClCl_4^{2-}$	$6,3 \cdot 10^{-6}$
$Ag(SO_4)_2^{3-}$	0,59	$CuBr_2^-$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
$AgCl_2^-$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	CuI_2^-	$1,75 \cdot 10^{-9}$
$AgCl_3^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$Cu(OH)_4^{2-}$	$7,6 \cdot 10^{-17}$
$AgCl_4^{3-}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$Cu(SO_3)_2^{3-}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$
$AgBr_2^-$	$7,8 \cdot 10^{-8}$	$Fe(CN)_6^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
AgI_3^{2-}	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$Fe(CN)_6^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-31}$
AgI_4^{3-}	$1,8 \cdot 10^{-14}$	$Fe(SO_4)_2^-$	$1,05 \cdot 10^{-3}$
$AgBr_4^{3-}$	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$Hg(CN)_4^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-42}$
$Ag(S_2O_3)_3^{3-}$	$2,5 \cdot 10^{-14}$	$HgCl_4^{2-}$	$8,5 \cdot 10^{-16}$
$Ag(SO_3)_2^{3-}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$HgBr_4^{2-}$	$2,0 \cdot 10^{-22}$
AlF_6^{3-}	$1,44 \cdot 10^{-20}$	HgI_4^{2-}	$1,48 \cdot 10^{-30}$
AlF_4^-	$1,8 \cdot 10^{-18}$	$Hg(SCN)_4^{2-}$	$5,9 \cdot 10^{-22}$
$Au(CN)_2^-$	$5,0 \cdot 10^{-39}$	$Hg(S_2O_3)_2^{2-}$	$3,6 \cdot 10^{-30}$
$Au(SCN)_2^-$	$1,0 \cdot 10^{-23}$	$Hg(NH_3)_4^{2+}$	$5,3 \cdot 10^{-20}$
$Au(SCN)_4^-$	$1,0 \cdot 10^{-42}$	$Mg(NH_3)_4^{2+}$	10,9
$AuCl_4^-$	$5,0 \cdot 10^{-22}$	$Ni(NH_3)_4^{2+}$	$1,12 \cdot 10^{-8}$
$AuBr_2^-$	$4,0 \cdot 10^{-13}$	$Ni(NH_3)_6^{2+}$	$1,86 \cdot 10^{-9}$
$Cd(NH_3)_4^{2+}$	$7,56 \cdot 10^{-8}$	$Ni(CN)_4^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-14}$
$Cd(NH_3)_6^{2+}$	$7,3 \cdot 10^{-6}$	$PbCl_4^{2-}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
$Cd(CN)_4^{2-}$	$1,41 \cdot 10^{-19}$	$PbBr_4^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
$Cd(SCN)_6^{4-}$	1,03	PbI_4^{2-}	$1,4 \cdot 10^{-4}$
$CdCl_4^{2-}$	$9,3 \cdot 10^{-3}$	$PtCl_4^{2-}$	$2,5 \cdot 10^{-17}$
$CdCl_6^{4-}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$PtBr_4^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-21}$

Комплексный ион	$K_{нест}$	Комплексный ион	$K_{нест}$
$CdBi^{2-}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	PtI_4^{2-}	$2,5 \cdot 10^{-30}$
CdI_4^{2-}	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$PdCl_4^{2-}$	$6,3 \cdot 10^{-13}$
CdI_6^{4-}	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$PdBr_4^{2-}$	$8,0 \cdot 10^{-17}$
$Co(NH_3)_6^{2+}$	$7,75 \cdot 10^{-6}$	$Zn(NH_3)_4^{2+}$	$3,46 \cdot 10^{-10}$
$Co(NH_3)_6^{3+}$	$3,1 \cdot 10^{-33}$	$Zn(CN)_4^{2-}$	$1,3 \cdot 10^{-17}$
$Co(CN)_6^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-19}$	$Zn(SCN)_4^{2-}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
$Co(CN)_6^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-64}$	$Zn(OH)_4^{2-}$	$3,6 \cdot 10^{-16}$
$Co(SCN)_4^{2-}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$ZnCl_4^{2-}$	1,0
$Cu(NH_3)_2^+$	$1,35 \cdot 10^{-11}$	ZnI_4^{2-}	220

17. РАСТВОРИМОСТЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Ионы	Br ⁻	CH ₃ COO ⁻	CN ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	OH ⁻	PO ₄ ³⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻
Ag ⁺	H	M	H	H	II	P	H	P	-	H	H	M	H
Al ³⁺	P	-	?	-	P	M	P	P	H	H	-	P	-
Ba ²⁺	P	P	P	H	P	M	P	P	P	H	P	H	H
Be ²⁺	P	-	?	-	P	P	P	P	M	H	-	P	H
Bi ³⁺	-	-	-	-	-	H	H	-	H	H	H	-	H
Ca ²⁺	P	P	P	H	P	H	P	P	M	H	M	M	H
Cd ²⁺	P	P	M	-	P	P	P	P	H	H	H	P	H
Co ²⁺	P	P	H	-	P	P	P	P	H	H	-	P	-
Cr ³⁺	P	-	H	-	P	M	H	P	H	H	-	P	-
Cs ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cu ²⁺	P	P	P	-	P	P	-	P	H	H	H	P	H
Fe ²⁺	P	P	H	H	P	M	P	P	H	H	H	P	H
Fe ³⁺	P	-	H	-	P	H	-	P	H	H	-	P	-
H ⁺	P	∞	∞	M	P	P	P	∞	∞	P	M	∞	P
Hg ²⁺	M	P	P	-	P	-	H	-	-	H	H	-	H
Hg ₂ ²⁺	H	M	-	H	H	M	H	-	-	H	-	H	-
K ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Li ⁺	P	P	P	P	P	M	P	P	P	H	P	P	P
Mg ²⁺	P	P	P	M	P	H	P	P	H	H	H	P	M
Mn ²⁺	P	P	H	-	P	P	P	P	H	H	H	P	H
NH ₄ ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P
Na ⁺	P	P	F	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H
Ni ²⁺	P	P	H	-	P	P	P	P	H	H	H	H	H
Pb ²⁺	M	P	H	-	M	H	H	P	H	H	P	H	P
Rb ⁺	P	P	P	P	P	P	P	-	H	H	H	-	-
Sn ²⁺	-	-	-	-	-	P	M	-	H	H	H	-	-

Ионы	Br	CH ₃ COO	CN	CO ₃ ²⁻	Cl	F	I	NO ₃	OH	PO ₄ ³⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻
Sr ²⁺	P	P	P	H	P	H	p	P	M	H	p	H	H
Tl ⁺	M	P	P	P	M	P	H	P	P	M	H	M	P
Zn ²⁺	P	P	H		P	M	P	P	H	H	H	P	H

P - хорошо растворимый (> 1 г на 100 г H₂O); м - малорастворимый; н - практически нерастворимый (< 0,1 г на 100 г H₂O); (-) - вещество не существует или разлагается водой; ∞ - неограниченная растворимость; ? - нет данных

18. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ В ВОДЕ СОЕДИНЕНИЙ

Вещество	ПР	Вещество	ПР
AgBr	5,3·10 ⁻¹³	Hg ₂ CO ₃	9·10 ⁻¹⁷
AgCH ₃ COO	4,0·10 ⁻³	Hg ₂ Cl ₂	1,3·10 ⁻¹⁸
AgCN	1,4·10 ⁻¹⁶	Hg ₂ I ₂	4,5·10 ⁻²⁹
Ag ₂ CO ₃	1,2·10 ⁻¹²	HgS (красная)	4,0·10 ⁻⁵³
AgCl	1,78·10 ⁻¹⁰	Hg ₂ S	1·10 ⁻⁴⁷
Ag ₂ CrO ₄	1,1·10 ⁻¹²	Hg ₂ SO ₄	6,8·10 ⁻⁷
Ag ₂ Cr ₂ O ₇	1,0·10 ⁻¹⁰	KClO ₄	1,1·10 ⁻²
AgI	8,3·10 ⁻¹⁷	KIO ₄	8,3·10 ⁻⁴
Ag ₃ PO ₄	1,3·10 ⁻²⁰	La(OH) ₃	6,5·10 ⁻²⁰
Ag ₂ S	2,0·10 ⁻⁵⁰	Li ₂ CO ₃	4,0·10 ⁻³
AgSCN	1,1·10 ⁻¹²	LiF	1,7·10 ⁻³
Ag ₂ SO ₄	1,6·10 ⁻⁵	Li ₃ PO ₄	3,2·10 ⁻⁹
AgOH	1,6·10 ⁻⁸	MgCO ₃	2,1·10 ⁻⁵
Al(OH) ₃	1·10 ⁻³²	MgF ₂	6,5·10 ⁻⁹
AuBr	5,0·10 ⁻¹⁷	Mg(OH) ₂	6,0·10 ⁻¹⁰
AuCl	2,0·10 ⁻¹³	MnCO ₃	1,8·10 ⁻¹¹
AuCl ₃	3,2·10 ⁻²⁵	Mn(OH) ₂	1,9·10 ⁻¹³
AuI	1,6·10 ⁻²³	MnS	2,5·10 ⁻¹⁰
BaCO ₃	4,0·10 ⁻¹⁰	Na ₃ AlF ₆	4·10 ⁻¹⁰
BaCrO ₄	1,2·10 ⁻¹⁰	NaIO ₄	3·10 ⁻³
BaF ₂	1,1·10 ⁻⁶	Ni(CN) ₂	3·10 ⁻²³
BaSO ₄	1,1·10 ⁻¹⁰	NiCO ₃	1,3·10 ⁻⁷
Be(OH) ₂	6,3·10 ⁻²²	Ni(OH) ₂	2·10 ⁻¹⁵
Bi(OH) ₃	4,3·10 ⁻³¹	α-NiS	3,2·10 ⁻¹⁹
Bi ₂ S ₃	1·10 ⁻⁹⁷	β-NiS	1,0·10 ⁻²⁴
CaCO ₃	3,8·10 ⁻⁹	γ-NiS	2,0·10 ⁻²⁶
CaCrO ₄	7,1·10 ⁻⁴	PbBr ₂	9,1·10 ⁻⁶
CaF ₂	4,0·10 ⁻¹¹	PbCO ₃	7,5·10 ⁻¹⁴
Ca(OH) ₂	5,5·10 ⁻⁶	PbCl ₂	1,6·10 ⁻⁵

Вещество	ПР	Вещество	ПР
Ca ₃ (PO ₄) ₂	2·10 ⁻²⁹	PbCrO ₄	1,8·10 ⁻¹⁴
CaSO ₄	2,5·10 ⁻⁵	PbF ₂	2,7·10 ⁻⁸
CdCO ₃	1,0·10 ⁻¹²	PbI ₂	1,1·10 ⁻⁹
Cd(OH) ₂	2,2·10 ⁻¹⁴	PbS	2,5·10 ⁻²⁷
CoCO ₃	1,05·10 ⁻¹⁰	PbSO ₄	1,6·10 ⁻⁸
Co(OH) ₂	1,6·10 ⁻¹⁵	Sb(OH) ₃	4·10 ⁻⁴²
Cr(OH) ₂	1,0·10 ⁻¹⁷	SnI ₂	8,3·10 ⁻⁶
Cr(OH) ₃	6,3·10 ⁻³¹	Sn(OH) ₂	6,3·10 ⁻²⁷
CuBr	5,25·10 ⁻⁹	Sn(OH) ₄	110 ⁻⁵⁷
CuCN	3,2·10 ⁻²⁰	SnS	2,5·10 ⁻²⁷
CuCO ₃	2,5·10 ⁻¹⁰	SrCO ₃	1,1·10 ⁻¹⁰
Cu ₂ O ₄	3·10 ⁻⁸	SrCrO ₄	3,6·10 ⁻⁵
CuCl	1,2·10 ⁻⁶	SrF ₂	2,5·10 ⁻⁹
CuI	1,1·10 ⁻¹²	Sr(OH) ₂	3,2·10 ⁻⁴
Cu(OH) ₂	2,2·10 ⁻²⁰	SrSO ₄	3,2·10 ⁻⁷
(CuOH) ₂ CO ₃	1,7·10 ⁻³⁴	Tl ₂ CO ₄	4·10 ⁻³
CuS	6,3·10 ⁻³⁶	TlCl	1,7·10 ⁻⁴
Cu ₂ S	2,5·10 ⁻⁴⁸	Tl ₂ CrO ₄	9,8·10 ⁻¹³
FeCO ₃	3,5·10 ⁻¹¹	Tl(OH) ₃	6,3·10 ⁻⁴⁶
Fe(OH) ₂	8,0·10 ⁻¹⁶	ZnCO ₃	1,45·10 ⁻¹¹
Fe(OH) ₃	6,3·10 ⁻³⁸	Zn(OH) ₂	1,2·10 ⁻¹⁷
FePO ₄	1,3·10 ⁻²²	α-ZnS	1,6·10 ⁻²⁴
FeS	5·10 ⁻¹⁸	β-ZnS	2,5·10 ⁻²²

19. СТАНДАРТНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОДОВ (T=298K)

Электрод	Электронная реакция	E ⁰ , В
Li ⁺ /Li	Li ⁺ + e = Li	-3,045
Rb ⁺ /Rb	Rb ⁺ + e = Rb	-2,925
K ⁺ /K	K ⁺ + e = K	-2,924
Cs ⁺ /Cs	Cs ⁺ + e = Cs	-2,923
Ba ²⁺ /Ba	Ba ²⁺ + 2e = Ba	-2,905
Sr ²⁺ /Sr	Sr ²⁺ + 2e = Sr	-2,888
Ca ²⁺ /Ca	Ca ²⁺ + 2e = Ca	-2,866
Na ⁺ /Na	Na ⁺ + e = Na	-2,714
Mg ²⁺ /Mg	Mg ²⁺ + 2e = Mg	-2,363
Be ²⁺ /Be	Be ²⁺ + 2e = Be	-1,847
Al ³⁺ /Al	Al ³⁺ + 3e = Al	-1,663
Ti ²⁺ /Ti	Ti ²⁺ + 2e = Ti	-1,630
Mn ²⁺ /Mn	Mn ²⁺ + 2e = Mn	-1,179

Электрод	Электронная реакция	E ⁰ , В
Cr ³⁺ /Cr	Cr ²⁺ +2e = Cr	-0,913
Zn ²⁺ /Zn	Zn ²⁺ +2e = Zn	-0,763
Cr ³⁺ /Cr	Cr ³⁺ +3e = Cr	-0,744
Fe ²⁺ /Fe	Fe ²⁺ +2e = Fe	-0,440
Cd ²⁺ /Cd	Cd ²⁺ +2e = Cd	-0,403
Co ²⁺ /Co	Co ²⁺ +2e = Co	-0,277
Ni ²⁺ /Ni	Ni ²⁺ +2e = Ni	-0,250
Sn ²⁺ /Sn	Sn ²⁺ +2e = Sn	-0,136
Pb ²⁺ /Pb	Pb ²⁺ +2e = Pb	-0,126
Fe ³⁺ /Fe	Fe ³⁺ +3e = Fe	-0,037
H ⁺ /H ₂	H ⁺ +e = 1/2 H ₂	0,000
Cu ²⁺ /Cu	Cu ²⁺ +2e = Cu	+0,337
Cu ⁺ /Cu	Cu ⁺ +e = Cu	+0,520
Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ +e = Ag	+0,799
Hg ²⁺ /Hg	Hg ²⁺ +2e = Hg	+0,854
Pt ²⁺ /Pt	Pt ²⁺ +2e = Pt	+1,188
Au ³⁺ /Au	Au ³⁺ +3e = Au	+1,498
Au ⁺ /Au	Au ⁺ +e = Au	+1,692

**20. СТАНДАРТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ
В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ**

Электродный процесс	E ⁰ , В
Азот	
NO ₂ ⁻ + H ₂ O + e = NO + 2OH ⁻	-0,46
NO ₂ ⁻ + 6H ₂ O + 6e = NH ₄ OH + 7OH ⁻	-0,15
NO ₃ ⁻ + 2H ₂ O + 3e = NO + 4OH ⁻	-0,14
NO ₃ ⁻ + 7H ₂ O + 8e = NH ₄ OH + 9OH ⁻	-0,12
NO ₃ ⁻ + H ₂ O + 2e = NO ₂ ⁻ + 2OH ⁻	+0,01
2NO ₂ ⁻ + 4H ₂ O + 6e = N ₂ + 8OH ⁻	+0,41
2NO ₂ + 4H ₂ O + 8e = N ₂ + 8OH ⁻	+0,53
NO ₃ ⁻ + 2H ⁺ + e = NO ₂ + H ₂ O	+0,78
NO ₃ ⁻ + 10H ⁺ + 8e = NH ₄ + 3H ₂ O	+0,87
NO ₃ ⁻ + 4H ⁺ + 3e = NO + 2H ₂ O	+0,957
HNO ₂ + H ⁺ + e = NO + H ₂ O	+1,00
2NO ₃ ⁻ + 10H ⁺ + 8e = N ₂ O + 5H ₂ O	+1,116
2NO ₃ ⁻ + 12H ⁺ + 10e = N ₂ + 6H ₂ O	+1,246
2NO ₂ + 4H ⁺ + 4e = N ₂ O + 3H ₂ O	+1,297
2HNO ₂ + 6H ⁺ + 6e = N ₂ + 4H ₂ O	+1,45

Электродный процесс	E ⁰ , В
Алюминий	
AlO ₂ ⁻ + 2H ₂ O + 3e = Al + 4OH ⁻	-2,35
AlF ₆ ³⁻ + 3e = Al + 6F ⁻	-2,07
Al ³⁺ + 3e = Al	-1,663
Al(OH) ₃ + 3H ⁺ + 3e = Al + 3H ₂ O	-1,471
AlO ₂ ⁻ + 4H ⁺ + 3e = Al + 2H ₂ O	-1,262
Барий	
Ba ²⁺ + 2e = Ba	-2,905
Бериллий	
Be ²⁺ + 2e = Be	-1,847
BeO ₂ ²⁻ + 4H ⁺ + 2e = Be + 2H ₂ O	-0,909
Бор	
BF ₄ ⁻ + 3e = B + 4F ⁻	-1,04
H ₃ BO ₃ + 3H ⁺ + 3e = B + 3H ₂ O	-0,869
BO ₃ ³⁻ + 6H ⁺ + 3e = B + 3H ₂ O	-0,165
Бром	
2BrO ⁻ + 2H ₂ O + 2e = Br ₂ + 4OH ⁻	+0,45
2BrO ₃ ⁻ + 6H ₂ O + 10e = Br ₂ + 12OH ⁻	+0,50
BrO ₃ ⁻ + 2H ₂ O + 4e = BrO ⁻ + 4OH ⁻	+0,54
BrO ₃ ⁻ + 3H ₂ O + 6e = Br ⁻ + 6OH ⁻	+0,61
BrO ⁻ + H ₂ O + 2e = Br ⁻ + 2OH ⁻	+0,76
Br ₂ (ж) + 2e = 2Br ⁻	+1,065
BrO ₃ ⁻ + 6H ⁺ + 6e = Br ⁻ + 3H ₂ O	+1,44
HBrO + H ⁺ + 2e = Br ⁻ + H ₂ O	+1,34
2BrO ₃ ⁻ + 12H ⁺ + 10e = Br ₂ + 6H ₂ O	+1,52
2HBrO + 2H ⁺ + 2e = Br ₂ + 2H ₂ O	+1,59
Ванадий	
V ²⁺ + 2e = V	-1,175
V ³⁺ + e = V ²⁺	-0,255
VO ₂ ⁺ + 4H ⁺ + 5e = V + 2H ₂ O	-0,25
VO ₄ ³⁻ + 6H ⁺ + 2e = VO ⁺ + 2H ₂ O	+1,256
Висмут	
Bi ₂ O ₃ + 3H ₂ O + 6e = 2Bi + 6OH ⁻	-0,46
Bi ³⁺ + 3e = Bi	+0,215
Водород	
H ₂ + 2e = 2H ⁻	-2,251
2H ₂ O + 2e = H ₂ + 2OH ⁻	-0,828
2H ⁺ + 2e = H ₂	0,000
H ₂ O ₂ + 2H ⁺ + 2e = 2H ₂ O	+1,776

Электродный процесс	$E^0, \text{В}$
Вольфрам	
$\text{WO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{W} + 8\text{OH}^-$	-1,05
$\text{WO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{W} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,049
$2\text{WO}_4^{2-} + 6\text{H}^+ + 2e = \text{W}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,801
Германий	
$\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Ge} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,13
$\text{Ge}^{2+} + 2e = \text{Ge}$	$\approx 0,000$
Железо	
$\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$	-0,440
$\text{Fe}^{3+} + 3e = \text{Fe}$	-0,037
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + e = \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	+0,356
$\text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	+0,720
$\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$	+0,771
$\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3e = \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,700
Золото	
$\text{Au}(\text{CN})_2^- + e = \text{Au} + 2\text{CN}^-$	-0,61
$\text{Au}^{3+} + 2e = \text{Au}^+$	+1,401
$\text{Au}^{3+} + 3e = \text{Au}$	+1,498
$\text{Au}^+ + e = \text{Au}$	+1,692
Иод	
$2\text{IO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10e = \text{I}_2 + 12\text{OH}^-$	+0,21
$\text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{I}^- + 6\text{OH}^-$	+0,25
$2\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{I}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,45
$\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{I}^- + 2\text{OH}^-$	+0,49
$\text{I}_2 + 2e = 2\text{I}^-$	+0,536
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e = \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,085
$2\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10e = \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,19
Кадмий	
$\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-} + 2e = \text{Cd} + 4\text{CN}^-$	-1,19
$\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2e = \text{Cd} + 4\text{NH}_3$	-0,61
$\text{Cd}^{2+} + 2e = \text{Cd}$	-0,403
Кадий	
$\text{K}^+ + e = \text{K}$	-2,924
Кальций	
$\text{Ca}^{2+} + 2e = \text{Ca}$	-2,866
Кислород	
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = 4\text{OH}^-$	+0,401
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{O}_2$	+0,682
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = 2\text{H}_2\text{O}$	+1,228
$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1,240

Электродный процесс	$E^0, \text{В}$
$\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6e = 3\text{H}_2\text{O}$	+1,511
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = 2\text{H}_2\text{O}$	+1,776
Кобальт	
$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Co} + 2\text{OH}^-$	-0,73
$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2e = \text{Co} + 6\text{NH}_3$	-0,42
$\text{Co}^{2+} + 2e = \text{Co}$	-0,277
$\text{Co}^{3+} + 3e = \text{Co}$	+0,33
$\text{Co}^{3+} + e = \text{Co}^{2+}$	+1,808
Кремний	
$\text{SiO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Si} + 6\text{OH}^-$	-1,7
$\text{SiF}_6^{2-} + 4e = \text{Si} + 6\text{F}^-$	-1,2
$\text{SiO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = \text{Si} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,455
Лантан	
$\text{La}^{3+} + 3e = \text{La}$	-2,522
Литий	
$\text{Li}^+ + e = \text{Li}$	-3,045
Магний	
$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2,69
$\text{Mg}^{2+} + 2e = \text{Mg}$	-2,363
Марганец	
$\text{Mn}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Mn} + 2\text{OH}^-$	-1,560
$\text{Mn}^{2+} + 2e = \text{Mn}$	-1,179
$\text{Mn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Mn} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,727
$\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Mn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$	-0,050
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 5e = \text{Mn}(\text{OH})_2 + 6\text{OH}^-$	+0,340
$\text{MnO}_4^- + e = \text{MnO}_4^{2-}$	+0,564
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,600
$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,620
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + e = \text{Mn}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,950
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,228
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,507
$\text{Mn}^{3+} + e = \text{Mn}^{2+}$	+1,509
$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,692
$\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+2,257
Медь	
$\text{Cu}(\text{CN})_2^- + e = \text{Cu} + 2\text{CN}^-$	-0,43
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + e = \text{Cu} + 2\text{NH}_3$	-0,12
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2e = \text{Cu} + 4\text{NH}_3$	-0,07
$\text{Cu}^{2+} + e = \text{Cu}^+$	+0,153
$\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}$	+0,337

Электродный процесс	E^0 , В
$\text{Cu}^+ + e = \text{Cu}$	+0,520
Молибден	
$\text{MoO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{Mo} + 8\text{OH}^-$	-1,05
$\text{Mo}^{3+} + 3e = \text{Mo}$	-0,200
$\text{MoO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Mo} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,072
$\text{MoO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{Mo} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,154
$\text{MoO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{MoO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,606
Мышььяк	
$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$	-0,658
Натрий	
$\text{Na}^+ + e = \text{Na}$	-2,714
Никель	
$\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Ni} + 2\text{OH}^-$	-0,72
$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2e = \text{Ni} + 6\text{NH}_3$	-0,49
$\text{Ni}^{2+} + 2e = \text{Ni}$	-0,250
Олово	
$\text{Sn}^{2+} + 2e = \text{Sn}$	-0,136
$\text{Sn}^{4+} + 4e = \text{Sn}$	+0,10
$\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$	+0,151
Платина	
$\text{PtBr}_4^{2-} + 2e = \text{Pt} + 4\text{Br}^-$	+0,58
$\text{PtCl}_6^{2-} + 2e = \text{PtCl}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$	+0,720
$\text{PtCl}_4^{2-} + 2e = \text{Pt} + 4\text{Cl}^-$	+0,73
$\text{Pt}^{2+} + 2e = \text{Pt}$	+1,188
Рений	
$\text{ReO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 7e = \text{Re} + 8\text{OH}^-$	-0,584
$\text{Re}^{3+} + 3e = \text{Re}$	+0,3
$\text{ReO}_4^- + 8\text{H}^+ + 4e = \text{Re}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,422
Ртуть	
$\text{Hg}(\text{CN})_4^{2-} + 2e = \text{Hg} + 4\text{CN}^-$	-0,37
$\text{HgI}_4^{2-} + 2e = \text{Hg} + 4\text{I}^-$	-0,04
$\text{HgBr}_4^{2-} + 2e = \text{Hg} + 4\text{Br}^-$	+0,21
$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e = 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	+0,268
$\text{HgCl}_4^{2-} + 2e = \text{Hg} + 4\text{Cl}^-$	+0,48
$\text{Hg}_2^{2+} + 2e = 2\text{Hg}$	+0,788
$\text{Hg}_2^{2+} + 2e = 2\text{Hg}$	+0,854
$2\text{Hg}^{2+} + 2e = \text{Hg}_2^{2+}$	+0,920
Рубидий	
$\text{Rb}^+ + e = \text{Rb}$	-2,925
Свинец	
$\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}$	-0,126
$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0,248
$\text{PbO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$	+0,248

Электродный процесс	E^0 , В
$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0,28
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,449
$\text{Pb}^{4+} + 2e = \text{Pb}^{2+}$	+1,694
Селен	
$\text{Se} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{Se} (\text{ж})$	-0,399
$\text{Se} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{Se} (\text{г})$	-0,369
$\text{SeO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Se} + 6\text{OH}^-$	-0,366
$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 6\text{H}^+ + 6e = \text{H}_2\text{Se} (\text{ж}) + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,360
$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,740
Сера	
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,93
$2\text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 8e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 10\text{OH}^-$	-0,76
$\text{S} + 2e = \text{S}^{2-}$	-0,48
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 8e = 2\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,006
$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 8e = \text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,149
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,159
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{S}$	+0,17
$\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6e = \text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,231
$\text{HSO}_4^- + 9\text{H}^+ + 8e = \text{H}_2\text{S}(\text{п}) + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,289
$\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8e = \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,311
$\text{HSO}_4^- + 7\text{H}^+ + 6e = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,339
$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,357
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = 2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,50
$2\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,705
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e = 2\text{SO}_4^{2-}$	+2,010
Серебро	
$\text{Ag}(\text{CN})_2^- + e = \text{Ag} + 2\text{CN}^-$	-0,29
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-} + e = \text{Ag} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	+0,01
$\text{AgCl} + e = \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0,222
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + e = \text{Ag} + 2\text{NH}_3$	+0,373
$\text{Ag}^+ + e = \text{Ag}$	+0,799
Стронций	
$\text{Sr}^{2+} + 2e = \text{Sr}$	-2,888
Таллий	
$\text{Tl}^+ + e = \text{Tl}$	-0,344
$\text{Tl}^{3+} + 2e = \text{Tl}^+$	+1,252
Теллур	
$\text{Te} + 2e = \text{Te}^{2-}$	-1,143
Титан	
$\text{Ti}^{2+} + 2e = \text{Ti}$	-1,630
$\text{TiF}_6^{2-} + 4e = \text{Ti} + 6\text{F}^-$	-1,191

Электродный процесс	E^0 , В
$Ti^{4+} + 4e = Ti$	-0,880
$TiO_2 + 4H^+ + 4e = Ti + 2H_2O$	-0,860
$Ti^{3+} + e = Ti^{2+}$	-0,368
$Ti^{4+} + e = Ti^{3+}$	-0,092
Углерод	
$2CO_2 + 2H^+ + 2e = H_2C_2O_4$	-0,49
$CO_2 + 2H^+ + 2e = HCOOH$	-0,20
$CO_2 + 2H^+ + 2e = CO + H_2O$	-0,12
$CO_3^{2-} + 8H^+ + 6e = CH_3OH + 2H_2O$	+0,209
$CO_3^{2-} + 3H^+ + 2e = HCOO^- + H_2O$	+0,227
$2CO_3^{2-} + 4H^+ + 2e = C_2O_4^{2-} + 2H_2O$	+0,441
Фосфор	
$PO_4^{3-} + 2H_2O + 2e = HPO_3^{2-} + 3OH^-$	-1,12
$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P \text{ (белый)} + 3H_2O$	-0,502
$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P \text{ (красный)} + 3H_2O$	-0,454
$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P \text{ (белый)} + 4H_2O$	-0,411
$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P \text{ (красный)} + 4H_2O$	-0,383
$H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_3PO_3 + H_2O$	-0,276
$P \text{ (красный)} + 3H^+ + 3e = PH_3$	-0,111
$P \text{ (белый)} + 3H^+ + 3e = PH_3$	-0,063
Фтор	
$F_2O + 2H^+ + 4e = 2F^- + H_2O$	+2,1
$F_2 + 2e = 2F^-$	+2,87
Хлор	
$ClO_4^- + H_2O + 2e = ClO_3^- + 2OH^-$	+0,36
$2ClO^- + 2H_2O + 2e = Cl_2 + 4OH^-$	+0,40
$ClO_4^- + 4H_2O + 8e = Cl^- + 8OH^-$	+0,56
$ClO_3^- + 3H_2O + 6e = Cl^- + 6OH^-$	+0,63
$ClO^- + H_2O + 2e = Cl^- + 2OH^-$	+0,88
$ClO_4^- + 2H^+ + 2e = ClO_3^- + H_2O$	+1,189
$Cl_2 + 2e = 2Cl^-$	+1,359
$ClO_4^- + 8H^+ + 8e = Cl^- + 4H_2O$	+1,38
$2ClO_4^- + 16H^+ + 14e = Cl_2 + 8H_2O$	+1,39
$ClO_3^- + 6H^+ + 6e = Cl^- + 3H_2O$	+1,451
$2ClO_3^- + 12H^+ + 10e = Cl_2 + 6H_2O$	+1,470
$2HClO + 2H^+ + 2e = Cl_2 + 2H_2O$	+1,630
Хром	
$CrO_2 + 2H_2O + 3e = Cr + 4OH^-$	-1,2
$Cr^{2+} + 2e = Cr$	-0,913
$Cr^{3+} + 3e = Cr$	-0,744
$Cr^{3+} + e = Cr^{2+}$	-0,407

34

Электродный процесс	E^0 , В
$CrO_2 + 4H^+ + 3e = Cr + 2H_2O$	-0,213
$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e = Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e = 2Cr + 7H_2O$	+0,294
$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Cr + 4H_2O$	+0,366
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,333
$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 3e = Cr^{3+} + 4H_2O$	+1,477
Цезий	
$Cs^+ + e = Cs$	-2,923
Цинк	
$Zn(CN)_4^{2-} + 2e = Zn + 4CN^-$	-1,26
$ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,216
$Zn(NH_3)_4^{2+} + 2e = Zn + 4NH_3$	-1,04
$Zn^{2+} + 2e = Zn$	-0,763
$ZnO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Zn + 2H_2O$	+0,441

**21. ПЕРЕНАПРЕЖЕНИЕ ВОДОРОДА (η_{H_2}) И КИСЛОРОДА (η_{O_2})
НА РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ (ПРИ ПЛОТНОСТИ ТОКА
1 А/см², $t = 25^\circ C$, В ПОДКИСЛЕННЫХ РАСТВОРАХ)**

Материал электрода	η_{H_2}	η_{O_2}
Pb	-1,56	1,44
Hg	-1,41	1,62
Cd	-1,40	0,45
Zn	-1,24	1,75
Sn	-1,20	1,21
Al	-1,00	-
С (графит)	-0,78	1,17
Ag	-0,95	0,97
Cu	-0,87	1,05
Fe	-0,70	1,07
Ni	-0,63	1,09
Co	-0,62	-
Au	-0,40	0,85
Pd	-0,24	0,43
Pt	-0,1	0,7

22. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ

Постоянная	Значение
Число Авогадро	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Число Фарадея	$9,65 \cdot 10^4$ Кл
Газовая постоянная	8,31 Дж/моль·град
Постоянная Планка	$6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Постоянная Ридберга	$1,09 \cdot 10^7$ м ⁻¹
Масса покоя электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
Скорость света в вакууме	$2,9979 \cdot 10^8$ м/с
Элементарный заряд	$1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл