

**ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАССЫ ОКСИДОВ, КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ**

Ионы	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Радикалы	-CH <sub>3</sub>	-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	-CH <sub>2</sub>	-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	
O <sup>2-</sup>	18	—	94	62	232	153	56	40	81	71	80	223	217	72	160	102	Функц. группы	15	29	43	57	=CH- 27	77	
ОН <sup>-</sup>	18	35	56	40	125	171	74	58	99	89	98	241	235	90	107	78	Метил	Этил	Пропил	Бутил	Винил	Фенил		
Cl <sup>-</sup>	36,5	53,5	74,5	58,5	143,5	208	111	95	136	126	135	278	272	127	162,5	133,5	-Н	1	16	30	44	58	28	78
Br <sup>-</sup>	81	98	119	103	188	297	200	184	225	215	224	367	361	216	296	267	-Cl	35,5	50,5	64,5	78,5	92,5	62,5	112,5
I <sup>-</sup>	128	145	166	150	235	391	294	278	319	309	318	461	455	310	437	408	-Br	80	95	109	123	137	107	157
S <sup>2-</sup>	34	68	110	78	248	169	72	56	97	87	96	239	233	88	208	150	-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	77	92	106	120	134	104	154
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	63	80	101	85	170	261	164	148	189	179	188	331	325	180	242	213	-ОН	17	32	46	60	74	—	94
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	82	116	158	126	296	217	120	104	145	135	144	287	281	136	352	294	-CHO	29	44	58	72	86	56	106
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	98	132	174	142	312	233	136	120	161	151	160	303	297	152	400	342	-COOH	45	60	74	88	102	72	122
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	62	96	138	106	276	197	100	84	125	115	124	267	261	116	292	234	-NO <sub>2</sub>	46	61	75	89	103	73	123
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	78	112	154	122	292	213	116	100	141	131	140	283	277	132	340	282	-NH <sub>2</sub>	16	31	45	59	73	43	93
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	98	149	212	164	419	601	310	262	385	385	382	811	793	358	151	122								
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	60	77	98	82	167	255	158	142	183	173	182	325	319	174	233	204								

**РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ, СОЛЕЙ В ВОДЕ И ЦВЕТ ОСАДКА**

Ионы		ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ПО КАТИОНУ																					
		КАТИОНЫ ГИДРОКСИДОВ (ОСНОВАНИЙ)																					
		СИЛЬНЫХ						СЛАБЫХ						АМФОТЕРНЫХ				СЛАБО Амфо-терных					
Ионы		H <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Be <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
ОН <sup>-</sup>	гидроксид		Р	Р	Р	Р	М	Р↑	Бл	Бл	З	Бл	—	—	Бл	Сз	Бл	Бл	Бл	Бл	Бр	С	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	нитрат	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Гд	Р	Р
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	сульфат	Р	Р	Р	Р	Бл	М	Р	Р	Р	Р	Р	М	НГ	Р	Р	Р	Р	Бл	Р	Р	Р	
I <sup>-</sup>	иодид	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Ж	К	Р	М	Р	Р	Ж	Ок	—	—	
Br <sup>-</sup>	бромид	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Бж	М	Р	Р	Р	Р	Бж	Гд	Р	Р	
Cl <sup>-</sup>	хлорид	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Бл	Р	Р	Р	Р	Р	Бл	Р	Р	Р	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	сульфит	Р↑	Р	Р	Р	Бл	Бл	Р	М	Сз	З	Бл	Бл	—	Гд	Гд	Гд	Бл	Бл	—	—	НГ	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ортофосфат	Р	Р	Р	Бл	Бл	Бл	Р	Бл	Бл	З	Бл	Ж	Бл	Бл	З	Бл	Бл	Бл	Бл	Бж	Гл	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	ацетат	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Гд	Р	НГ	Р	Р	Гд	—	Р	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	карбонат	Р↑	Р	Р	М	Бл	Бл	Р	Бл	Бл	НГ	Бл	Бж	НГ	Гд	Гд	НГ	НГ	НГ	Гд	Гд	НГ	
S <sup>2-</sup>	сульфид	Р↑	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Ч	Ч	Т	Ч	Ч	Гд	Гд	Гд	Бл	Ч	Бр	—	Ч	
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	метасиликат	Бл	Р	Р	Бл	Бл	Бл	—	Бл	Ср	Гд	Т	—	—	Гд	Гд	Гд	Рз	Бл	Гд	Гд	НГ	

**ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ**

индикатор	среда		
	кислотная	нейтральная	щелочная
лакмус	красный	фиолетовый	синий
фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
метиленовый	красный	оранжевый	желтый

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

Р — растворимые; Р↑ — летучие или распадаются с выделением газа;  
 М — малорастворимые; НГ — осадок основной соли вследствие гидролиза;  
 Гд — соль разлагается водой; черточка (—) — вещество не существует.  
**Цвета осадков:** Бл — белый, Бж — бледно-желтый, Бр — бурый, Гл — голубой,  
 Ж — желтый, З — зеленый, К — красный, Ок — оранжево-красный, Рз — розовый,  
 С — синий, Сз — серовато-зеленый, Ср — серый, Т — телесный, Ч — черный.

**ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИСЛОТ С МЕТАЛЛАМИ**

Кислоты	Металлы	Активные металлы (щелочные и щелочноземельные)	Металлы средней активности	Малоактивные металлы	Благородные металлы
		K, Ba, Ca, Na, Mg	Al, Fe, Cr	Zn, Sn	Pb, Cu, Hg, Ag
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц.		Соль + H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> S ↑ 8K + 5H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 4K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 4H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> S 4Ca + 5H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 4CaSO <sub>4</sub> + 4H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> S	Пассивирует металл (При нагревании Соль + H <sub>2</sub> O + SO <sub>2</sub> ↑ (или NO <sub>2</sub> ) 2Al + 3H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + 4H <sub>2</sub> O + SO <sub>2</sub>	Соль + H <sub>2</sub> O + S или SO <sub>2</sub> ↑ Zn + 2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = ZnSO <sub>4</sub> + 2H <sub>2</sub> O + SO <sub>2</sub>	Соль + H <sub>2</sub> O + SO <sub>2</sub> ↑ 2Ag + 2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (к) = Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O Cu + 2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = CuSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O
HNO <sub>3</sub> конц.		Соль + H <sub>2</sub> O + N <sub>2</sub> O или NO ↑ 4Ca + 10HNO <sub>3</sub> = 4Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 5H <sub>2</sub> O + N <sub>2</sub> O 8K + 10HNO <sub>3</sub> = 8KNO <sub>3</sub> + 5H <sub>2</sub> O + N <sub>2</sub> O	Соль + H <sub>2</sub> O + SO <sub>2</sub> ↑ (или NO <sub>2</sub> ) 2Al + 3H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + 4H <sub>2</sub> O + SO <sub>2</sub>	Соль + H <sub>2</sub> O + NO <sub>2</sub> ↑ Cu + 4HNO <sub>3</sub> = Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2NO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	Ag + 2HNO <sub>3</sub> = AgNO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O
HNO <sub>3</sub> разб.		Соль + H <sub>2</sub> O + N <sub>2</sub> O или N <sub>2</sub> ↑	Соль + H <sub>2</sub> O + NO ↑ 8Al + 30HNO <sub>3</sub> = 8Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 3N <sub>2</sub> O + 15H <sub>2</sub> O	3Zn + 8HNO <sub>3</sub> = 3Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub> O + 2NO	3Ag + 4HNO <sub>3</sub> = 3AgNO <sub>3</sub> + NO + 2H <sub>2</sub> O
HNO <sub>3</sub> очень разб.		Соль + H <sub>2</sub> O + NH <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) 8K + 10HNO <sub>3</sub> = 8KNO <sub>3</sub> + 5H <sub>2</sub> O + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 8Na + 9HNO <sub>3</sub> = 8NaNO <sub>3</sub> + 3H <sub>2</sub> O + NH <sub>3</sub>	Соль + H <sub>2</sub> O + N <sub>2</sub> O (или NH <sub>3</sub> ) 8Al + 30HNO <sub>3</sub> = 8Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 3NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + 9H <sub>2</sub> O 4Zn + 10HNO <sub>3</sub> = 4Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 5H <sub>2</sub> O + N <sub>2</sub> O	Соль + H <sub>2</sub> O + NO ↑ 3Cu + 8HNO <sub>3</sub> = 3Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2NO + 4H <sub>2</sub> O	3Ag + 4HNO <sub>3</sub> = 3AgNO <sub>3</sub> + NO + 2H <sub>2</sub> O

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ**

ЭЛЕКТРОД	Окисленная форма	усиление окислительных свойств ионов																					
	Восстановленная форма	Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Be	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Ni	Sn	Pb	Fe	H <sub>2</sub>	Cu	Ag	Hg	Au
	E°, В	-3,04	-2,92	-2,91	-2,87	-2,71	-2,37	-1,85	-1,66	-1,18	-0,76	-0,74	-0,45	-0,40	-0,26	-0,14	-0,13	-0,04	0,00	0,34	0,80	0,85	1,50

**В ПЕРИОДЕ:**

**ОКРАСКА ПЛАМЕНИ СОЕДИНЕНИЯМИ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Радиус атома уменьшается Неметаллические свойства усиливаются Электроотрицательность увеличивается Окислительные свойства усиливаются Кислотные свойства усиливаются	↑	Радиус атома увеличивается Металлические свойства усиливаются Электроотрицательность уменьшается Восстановительные свойства усиливаются Основные свойства усиливаются	↓	
	Металл IА группы	Окраска пламени	Металл IIА группы	Окраска пламени
	Li	Карминово-красная	Be	Нет
	Na	Желтая	Mg	Нет
	K	Фиолетовая	Ca	Оранжево-красная
	Rb	Синевато-красная	Sr	Карминово-красная
Cs	Синяя	Ba	Желтовато-зеленая	

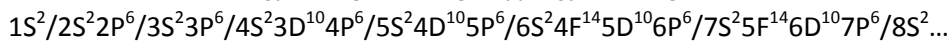
## ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

	Металл	Вода	Оксид металла	Основание	Соль
Неметалл	Соль $Fe+S=FeS$	-	-	-	-
Вода	Щелочь + $H_2$ (1) $2Na + H_2O=2NaOH+H_2$	-	Щелочь (4) $BaO+H_2O=Ba(OH)_2$	-	-
Оксид неметалла	-	Кислота $H_2O+SO_3=H_2SO_4$	Соль $CaO+CO_2=CaCO_3$	Соль + вода $2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$	-
Кислота	Соль + $H_2$ (2) $Fe+HCl=FeCl_2+H_2$	-	Соль + вода $CaO+2HCl=CaCl_2+H_2O$	Соль + вода $NaOH+HCl=NaCl+H_2O$	Новая соль и новая кислота (6) $BaCl_2 + H_2SO_4=BaSO_4+2HCl$
Соль	Новая соль и новый металл (8) $CuSO_4+Fe=FeSO_4+Cu$	Гидролиз некоторых солей (3)	-	Новая соль и новое основание (5) $FeSO_4+2NaOH=Fe(OH)_2+Na_2SO_4$	Две новые соли (7) $BaCl_2 + FeSO_4=BaSO_4+FeCl_2$

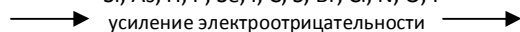
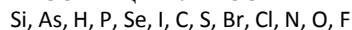
- 1 - С водой реагируют только активные металлы. Те, которые в ряду напряжения металлов стоят до Mg.
- 2 - Надо помнить, что с разбавленными серной и соляной кислотой, фосфорной кислотой и некоторыми другими кислотами реагируют только металлы, стоящие в ряду напряжения металлов до  $H_2$ . Азотная кислота реагирует с металлами по-другому.
- 3 - Гидролизу не подвергаются соли, образованные сильной кислотой и сильным основанием.
- 4 - С водой реагируют только оксиды тех металлов, которые образуют растворимые основания (щелочи).
- 5 - Реакция протекает, если в результате образуется нерастворимое соединение
- 6 - Более сильная кислота вытесняет менее сильную из ее соли, менее летучая - более летучую. Условие протекания реакции - образование осадка или газообразного соединения.
- 7 - Условие протекания реакции - образование осадка или газообразного соединения.
- 8 - Более активный металл вытесняет менее активный из его соли (смотреть ряд напряжения металлов).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ С МЕТАЛЛАМИ	ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ НИТРАТОВ

### ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМУЛА ЭЛЕМЕНТОВ



### РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ НЕМЕТАЛЛОВ



$H_2SO_3$	$H_3PO_4$	HF	$HNO_2$	$CH_3COOH$	$H_2CO_3$	$H_2S$	$H_3BO_3$	HCN	$H_2SiO_3$	
→ сила кислот ослабевает, гидролиз солей по аниону усиливается →										
$Ni^{2+}$	$Mn^{2+}$	$NH_4^+$	$Co^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Cu^{2+}$	$Fe^{2+}$	$Pb^{2+}$	$Al^{3+}$	$Cr^{3+}$	$Fe^{3+}$
→ гидролиз солей по катиону усиливается →										

### СИЛЬНЫЕ И СЛАБЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ

Сильные	Слабые
1. Все растворимые соли.	1. Все труднорастворимые соли.
2. Неорганические кислоты: $HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, HClO_3, HClO_4, H_2Cr_2O_7, HMnO_4, HBrO_3, HBrO_4, H_2SeO_4, H_2CrO_4$ .	2. Неорганические кислоты: $H_2S, H_2SO_3, HNO_2, HCN, HF, H_3PO_4, H_2ZnO_2, H_2CO_3, HClO, HClO_2, HCrO_2, H_2SiO_3, H_3BO_3, H_3PO_3, H_3AsO_3, H_3AsO_4, H_2Se, H_2Te, H_2SeO_3, H_2TeO_3, HBrO, HIO$ .
3. Щелочи: $KOH, NaOH, Ba(OH)_2, LiOH, CsOH, RbOH, Sr(OH)_2$ .	3. Амфотерные основания: $Zn(OH)_2, Al(OH)_3, Cr(OH)_3$ . 4. Неамфотерные гидроксиды: $Ca(OH)_2, Mg(OH)_2, Cu(OH)_2, Ni(OH)_2$ . 5. Органические кислоты: $HCOOH, CH_3COOH, HOOC-COOH, C_6H_5OH$ . 6. $NH_4OH, H_2O$ .

### ЭЛЕКТРОЛИЗ

Расплавов солей, оснований	Растворов солей, гидроксидов и кислот
$K(-): Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0$ Бескислородный анион (пример): $A(+): S^{2-} - 2e^- \rightarrow S^0$ Кислородсодержащий анион (пример): $A(+): 2SO_3 - 4e^- \rightarrow 2SO_2 + O_2 \uparrow$	$Li\ K\ Ba\ Ca\ Na\ Mg\ Al$ $Mn\ Zn\ Cr\ Fe\ Te\ Ni\ Sn\ Pb$ $H$ $Cu\ Hg\ Pt\ Au$ I группа      II группа      III группа I группа: $K(-): 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + HO^-$ II группа: $K(-): \begin{cases} Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0 \\ 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2HO^- \end{cases}$ III группа: $K(-): Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0$ Анион бескислородной кислоты (пример): $A(+): S^{2-} - 2e^- \rightarrow S^0$ Кислородсодержащий анион (пример): $A(+): 2H_2O + 4e^- \rightarrow O_2 \uparrow + 4H^+$