

**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>
O <sup>2-</sup>	18	—	94	62	232	153	56	40	81	71	80	223	217	72	160	102
OH <sup>-</sup>	18	35	56	40	125	171	74	58	99	89	98	241	235	90	107	78
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
Br <sup>-</sup>	81	98	119	103	188	297	200	184	225	215	224	367	361	216	296	267
I <sup>-</sup>	128	145	166	150	235	391	294	278	319	309	318	461	455	310	437	408
S <sup>2-</sup>	34	68	110	78	248	169	72	56	97	87	96	239	233	88	208	150
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	63	80	101	85	170	261	164	148	189	179	188	331	325	180	242	213
SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	82	116	158	126	296	217	120	104	145	135	144	287	281	136	352	294
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	98	132	174	142	312	233	136	120	161	151	160	303	297	152	400	342
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	62	96	138	106	276	197	100	84	125	115	124	267	261	116	292	234
SiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	78	112	154	122	292	213	116	100	141	131	140	283	277	132	340	282
PO <sub>4</sub> <sup>-</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

Функц. группы	Радикалы						
	-CH <sub>3</sub> 15	-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> 29	-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> 43	-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> 57	-CH <sub>2</sub> =CH- 27	-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> 77	
	Метил	Этил	Пропил	Бутил	Винил	Фенил	
-H	1	16	30	44	58	78	
-Cl	35,5	50,5	64,5	78,5	92,5	112,5	
-Br	80	95	109	123	137	157	
-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	77	92	106	120	134	154	
-OH	17	32	46	60	74	94	
-CHO	29	44	58	72	86	106	
-COOH	45	60	74	88	102	122	
-NO <sub>2</sub>	46	61	75	89	103	123	
-NH <sub>2</sub>	16	31	45	59	73	93	

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

		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>				
ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ПО АНИОНУ	АНИОНЫ КИСЛОТ	СИЛЬНЫХ	OH <sup>-</sup> гидроксид		Р	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	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	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	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	Р	Р	
		СЛАБЫХ	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	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	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	Гд	НГ				

**ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ**

индикатор	среда		
	кислотная	нейтральная	щелочная
лакмус	красный	фиолетовый	синий
фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
метилоранж	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	Au, Pt, Os, Ir
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	усиление окислительных свойств ионов →																						
	Окисленная форма	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Be <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	2H <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Au <sup>3+</sup>
Восстановленная форма	← усиление восстановительных свойств атомов ←	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 <sup>0</sup> , 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 IA группы	Окраска пламени	Металл IIA 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

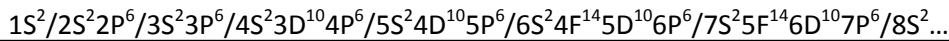
**ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

	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) $BaCl_2 + FeSO_4=BaSO_4+FeCl_2$

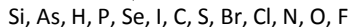
- 1 - С водой реагируют только активные металлы. Те, которые в ряду напряжения металлов стоят до Mg.
- 2 - Надо помнить, что с разбавленными серной и соляной кислотой, фосфорной кислотой и некоторыми другими кислотами реагируют только металлы, стоящие в ряду напряжения металлов до  $H_2$ . Азотная кислота 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**



усиление электроотрицательности

$H_2SO_3$	$H_3PO_4$	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
<p><math>K(-): Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0</math></p> <p>Бескислородный анион (пример): <math>A(+): S^{2-} - 2e^- \rightarrow S^0</math></p> <p>Кислородсодержащий анион (пример): <math>A(+): 2SO_3 - 4e^- \rightarrow 2SO_2 + O_2 \uparrow</math></p>	<p><u>Li K Ba Ca Na Mg Al</u>      <u>Mn Zn Cr Fe Te Ni Sn Pb</u>      <u>H</u>      <u>Cu Hg Pt Au</u></p> <p>I группа      II группа      III группа</p> <p>I группа: <math>K(-): 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + HO^-</math></p> <p>II группа: <math>K(-): \begin{cases} Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0 \\ 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2HO^- \end{cases}</math></p> <p>III группа: <math>K(-): Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0</math></p> <p>Анион бескислородной кислоты (пример): <math>A(+): S^{2-} - 2e^- \rightarrow S^0</math></p> <p>Кислородсодержащий анион (пример): <math>A(+): 2H_2O + 4e^- \rightarrow O_2 \uparrow + 4H^+</math></p>