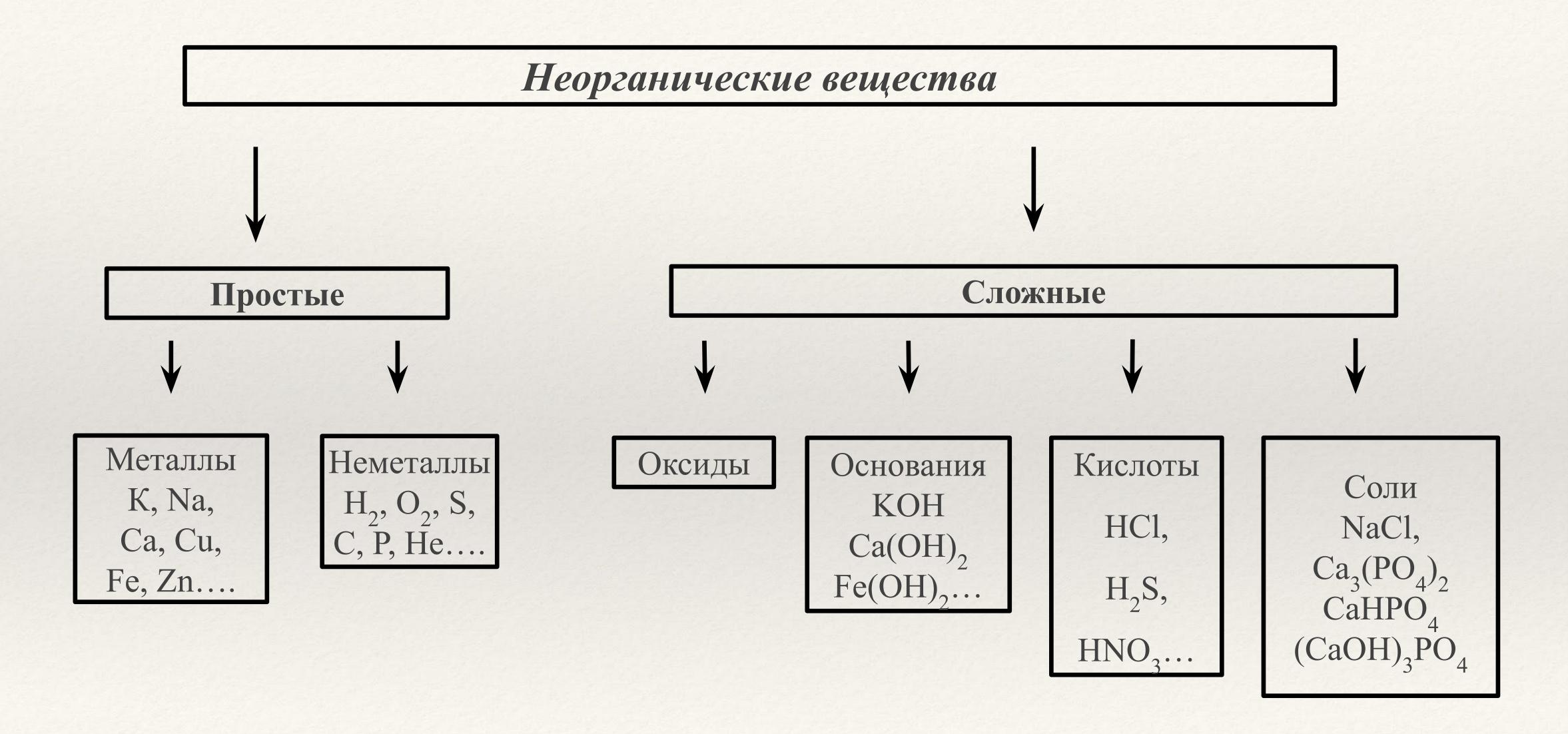
КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Подготовили: доц. Солодова Е.В., доц. Зайцева Ю.Н.



Общая классификация неорганических веществ



Оксиды — это сложные вещества, состоящие из атомов двух элементов, один из которых кислород в степени окисления «-2»

Э,О,-2 - общая формула оксида

Оксиды

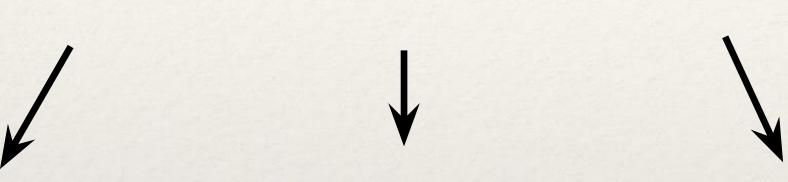
Солеобразующие: СаО, ZnO, СО,

Несолеобразующие: СО, NO, N₂OНе реагируют с водой, оксидами, кислотами и растворами щелочей

Солеобразующие оксиды



Оксиды металлов



Оксиды неметаллов (кислотные оксиды) СО₂, SО₃

Основные степень окисления металла: +1; +2 K₂O, CaO

Амфотерные степень окисления металла: от +2 до +4 ZnO, Al₂O₃

Кислотные степень окисления металла: от +4 CrO₃, Mn₂O₇

Способы получения оксидов

1. Взаимодействие простых веществ с кислородом

$$S + O_2 = SO_2$$
 (нагревание)
Mg + $O_2 = 2MgO$ (нагревание)

2. Горение сложных веществ в кислороде

$$CH_4 + O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

 $2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$

3. Разложение сложных веществ при нагревании

$$CaCO3 = CaO + CO2$$

$$Cu(OH)2 = CuO + H2O$$

Химические свойства основных оксидов

Взаимодействие с водой с образованием оснований (щелочей)

с водой взаимодействуют только оксиды щелочных и щелочно-земельных металлы (IA и IIA групп, кроме Ве и Mg)

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

 $CuO + H_2O \neq = (peakyus he udem)$

Взаимодействие с кислотными оксидами и кислотами с образованием солей

$$Na_2O + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3$$

 $CuO + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$

Взаимодействие с амфотерными оксидами и гидроксидами при сплавлении

$$\circ K_2O + Al_2O_3 \rightarrow 2KAlO_2$$

Химические свойства кислотных оксидов

Взаимодействие с водой с образованием кислот

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Исключение — SiO_2
 $SiO_2 + H_2O \neq =$

Взаимодействие с основными оксидами и основаниями с образованием солей

$$SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$

 $SO_3 + Na_2O = Na_2SO_4$

Взаимодействие с амфотерными оксидами и гидроксидами с образованием солей

$$3SO_3 + Al_2O_3 = Al_2(SO_4)_3$$
$$3SO_3 + 2Al(OH)_3 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Взаимодействие с солями летучих кислот

$$CaCO3 + SiO2 = CaSiO3 + CO2$$

Химические свойства амфотерных оксидов

Взаимодействие с кислотами и кислотными оксидами с образованием солей

$$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$$

 $Al_2O_3 + 3SO_3 = Al_2(SO_4)_3$

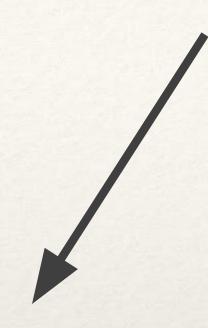
Взаимодействие с основными оксидами и щелочами с образованием солей

Взаимодействие возможно только с оксидами щелочных и щелочно-земельных металлов и щелочами

в расплаве

$$Al_2O_3 + Na_2O = 2NaAlO_2$$
B pactbope
$$ZnO + 2KOH + H_2O = K_2[Zn(OH)_4]$$

Гидроксиды

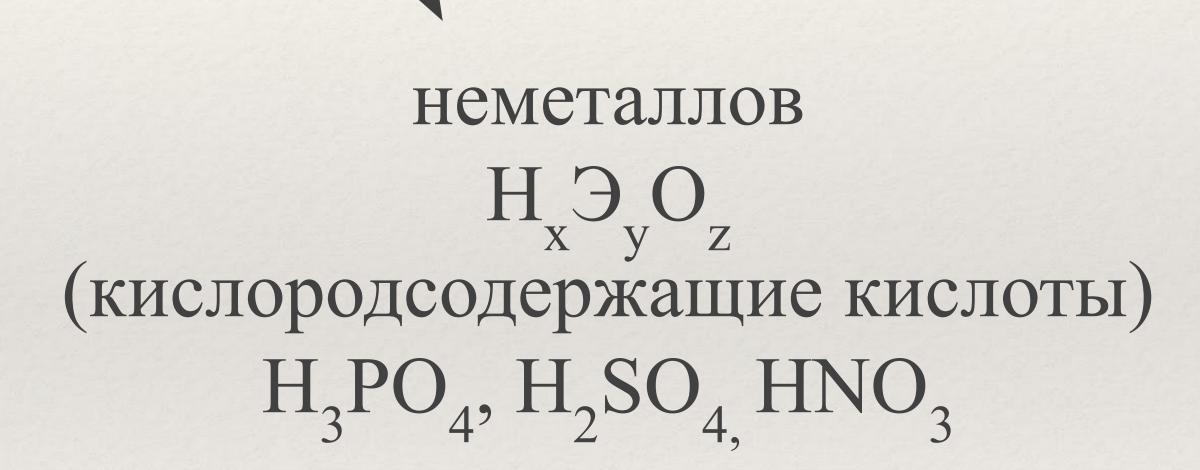


металлов

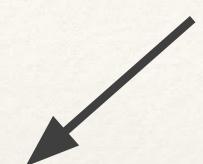
 $M(OH)_{x}$

Гидроксиды металлов - это

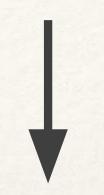
сложные вещества, состоящие из катиона металла и одной или нескольких гидроксогрупп



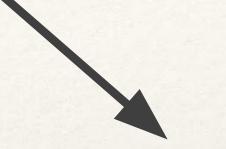
Гидроксиды металлов



основные (основания) NaOH, Mg(OH)₂



амфотерные $Be(OH)_2$, $Cr(OH)_3$



кислотные (кислоты) (кислоты) $HMnO_4, H_2CrO_4$

Щелочи – гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов

Способы получения гидроксидов металлов

Взаимодействие активного металла с водой

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$$

Mg + $2H_2O Mg(OH)_2 + H_2$

Взаимодействие оксидов щелочных и щелочноземельных металлов с водой

Na₂O + H₂O
$$\rightarrow$$
 2NaOH,
CaO + H₂O \rightarrow Ca(OH)₂.

Электролиз растворов солей (промышленный способ получения щелочей)

$$2NaCI + 4H_2O \rightarrow 2NaOH + 2H_2 + CI_2$$

Взаимодействие растворимых солей со щелочами (способ получения нерастворимых оснований)

$$Na_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + BaSO_4$$

 $MgSO_4 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$

Химические свойства оснований

Взаимодействие с кислотами с образованием соли и воды (реакция нейтрализации)

$$2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$Mg(OH)_2 + 2HCI \rightarrow MgCI_2 + 2H_2O$$

$$Mg(OH)_2 + HCI \rightarrow Mg(OH)CI + H_2O$$

Взаимодействие с кислотными оксидами:

$$2KOH + SO_3 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$$

 $KOH + SO_{3(\bowtie 36)} \rightarrow KHSO_4$

Взаимодействие с растворимыми солями с образованием осадков:

$$2KOH + CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 + K_2SO_4$$

$$Ba(OH)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaOH$$

Малорастворимые и нерастворимые основания разлагаются при нагревании:

$$Ca(OH)_2 \rightarrow CaO + H_2O$$

$$Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$$

Взаимодействие с некоторыми простыми веществами:

$$2NaOH + Zn + 2H2O \rightarrow Na2[Zn(OH)4] + H2$$
$$2NaOH + Si + H2O \rightarrow Na2SiO3 + 2H2$$

Взаимодействие с амфотерными оксидами

при сплавлении

$$2NaOH + Al_2O_3 \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

в растворе

$$6\text{NaOH} + \text{AI}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_3[\text{AI(OH)}_6]$$

Химические свойства амфотерных гидроксидов

Амфотерные гидроксиды – гидроксиды, которые реагируют как с кислотами, так и с основаниями

Взаимодействие с кислотами

$$AI(OH)_3 + 3HC1 \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$$

Взаимодействие с основными оксидами и гидроксидами

при сплавлении

$$AI(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAIO_2 + 2H_2O$$

в растворе

$$3\text{NaOH} + \text{AI(OH)}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{AI(OH)}_6]$$

${\it Kucnomы}$ - это сложные вещества, в состав которых входят ионы водорода ${\it H}^+$, способные замещаться на металл, и кислотный остаток

Н_n + X-n - общая формула кислот X - кислотный остаток n – заряд кислотного остатка

Классификация кислот

по наличию кислорода в молекуле

бескислородные HCl, HBr, H,S

кислородсодержащие HNO₃, H₂CO₃, H₃PO₄

по числу атомов водорода в молекуле

одноосновные HCl, HI, HNO₃

многоосновные H_2S , H_2SO_4 , H_3PO_4

Получение кислот

Взаимодействие кислотных оксидов с водой

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

Исключение: H_2SiO_3 (т.к. SiO_2 не растворим в воде)

Взаимодействие неметаллов с водородом

$$H_2 + S \rightarrow 2H_2S$$

Электролиз растворов солей

$$2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$$

Взаимодействие кислот с солями, образованными более слабыми кислотами

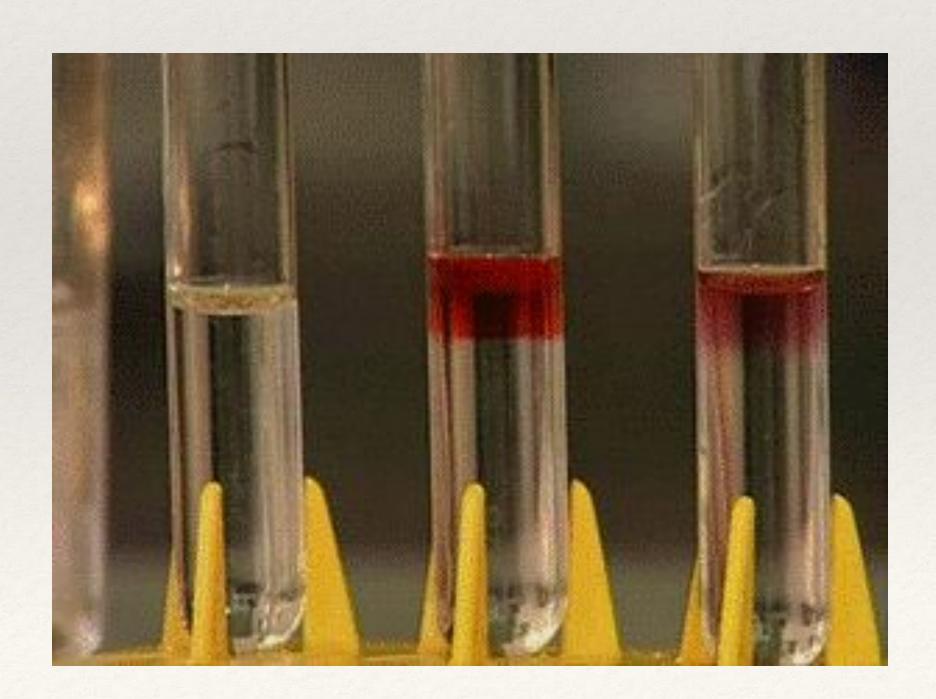
$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

Окисление оксидов, других кислот и неметаллов в водном растворе кислородом или другими окислителями

$$P + 5HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$$

Окраска индикаторов в растворах кислот:

Лакмус - красный Метиловый оранжевый - красный Метиловый красный - красный Фенолфталеин - бесцветный



Химические свойства кислот

Взаимодействие с основаниями и амфотерными гидроксидами (реакция нейтрализации)

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

3HCl + Al(OH)₃ \rightarrow AlCl₃ + 3H₂O

Взаимодействие с основными и амфотерными оксидами

$$2HNO_3 + MgO \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$$
$$2HBr + ZnO \rightarrow ZnBr_2 + H_2O$$

Взаимодействие с металлами

кислоты – слабые окислители взаимодействуют с металлами, стоящими в ряду активности металлов левее водорода

$$2HC1 + Fe \rightarrow FeC1_2 + H_2$$

кислоты – сильные окислители взаимодействуют со всеми металлами, кроме Au, Pt

$$2HNO_{3 \text{ (pa36)}} + Fe \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_2 + H_2O$$

Разложение

$$H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 + H_2O$$

$$2HC1 \rightarrow H_2 + Cl_2$$

$$4HNO_3 \rightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

Соли — это сложные вещества, состоящие из катионов металла (или катионов аммония) и анионов кислотного остатка

ОБЩАЯ ФОРМУЛА - $M_M^{+N}X_N^{+M}$

М - МЕТАЛЛ; Х КИСЛОТНОГО ОСТАТКА;

N - СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛА;

М – ЗАРЯД КИСЛОТНОГО ОСТАТКА

Классификация солей



Средние соли

Средние соли – продукт полной нейтрализации кислоты основанием (продукт полного замещения ионов водорода Н⁺ ионами металла в кислоте)

Примеры: NaCl, K₂S, Ca(NO₃)₂, FeSO₄, Fe₂(SO₄)₃

Получение средних солей 1. Металл + неметалл

$$2Fe + 3Cl2 = 2FeCl3$$

2. Металл + кислота

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$$

3. Металл + соль

$$Zn + CuSO_4 = Cu + ZnSO_4$$

4. Основный оксид + кислотный оксид:

$$CaO+CO_2 = CaCO_3$$

5. Основный оксид + кислота

$$CuO + H2SO4 = CuSO4 + H2O$$

6. Основание + кислотный оксид

$$Ba(OH)_2 + N_2O_5 = Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$$

7. Основание + кислота

$$Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$$

8. Соль 1 + соль 2

$$Na_2SO_4 + AgNO_3 = 2NaNO_3 + Ag_2SO_4$$

2. Кислые соли

 $Kucлые \, coлu$ — продукт неполной нейтрализации кислоты основанием (продукт неполного замещения ионов водорода H^+ ионами металла в кислоте)

Примеры: NaHSO₄; Ca(HCO₃)₂; KH₂PO₄; K₂HPO₄; Fe(HS)₂; Al(HSO₃)₃

Приставка «гидро» + название аниона + название металла

= названия кислых солей.

Получение кислых солей

Неполная нейтрализация кислоты основанием (в реакции участвует избыток кислоты и недостаток основания)

$$H_3PO_4 + KOH = KH_2PO_4 + H_2O$$

$$H_3PO_4 + 2KOH = K_2HPO_4 + 2H_2O$$

Средняя соль + кислота = кислая соль

$$CaCO3+CO2+H2O = Ca(HCO3)2$$

$$Na_2SO_4 + H_2SO_4 = 2NaHSO_4$$

3. Основные соли

• *Основные соли* – продукт неполной нейтрализации основания кислотой (продукт неполного замещения гидроксид-ионов (ОН⁻) ионами кислотного остатка)

• *Примеры*: (CuOH)₂CO₃; Al(OH)₂CL; AlOHCL₂; CrOHNO₃; (FeOH)₂SO₄; (Fe(OH)₂)₂SO₄

Название аниона + приставка «гидроксо» + название металла

= названия основных солей.

Получение основных солей

Неполная нейтрализация основания кислотой (избыток основания + недостаток кислоты = основная соль).

$$Fe(OH)_3 + HCl = Fe(OH)_2Cl$$

$$Fe(OH)_3 + 2HCl = FeOHCl + 2H_2O$$

Средняя соль1 + щелочь = основная соль + средняя соль2

Средняя соль + одноименное основание = основная соль

$$CaSO_4 + Ca(OH)_2 = (CaOH)_2SO_4$$

Химические свойства средних солей

Соль 1 + кислота 1 = соль 2 + кислота 2

Ряд кислот: HNO₃, H₂SO₄, HCl, H₃PO₄, H₂SO₃, H₂CO₃, H₂S, H₂SiO₃

Каждая предыдущая кислота вытесняет из соли следующую

Соль 1 + щелочь = соль 2 + нерастворимое основание

$$Mg(NO_3)_2 + KOH = Mg(OH)_2 + 2KNO_3$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Fe(OH)_3 + 3Na_2(SO_4)$$

Соль 1 + соль 2 = соль 3 + соль 4
$$AgNO_{3} + NaCl = AgCl + NaNO_{3}$$

$$CuSO_{4} + BaCl_{2} = BaSO_{4} + CuCl_{2}$$
Соль 1 + металл 1 = соль 2 + металл 2
$$CuSO_{4} + Zn = ZnSO_{4} + Cu$$

$$Hg(NO_{3})_{2} + Cu = Cu(NO_{3})_{2} + Hg$$

Более активный металл вытесняет менее активный из раствора соли

При написании уравнений реакций следует помнить:

реакция возможна, если в результате нее образуется:

а) осадок;

б) газ;

в) слабый электролит.

Взаимосвязь средних, кислых, основных солей

Кислая соль + основание = средняя соль + вода

$$NaHSO_3 + NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$

$$KH_{2}PO_{4} + 2KOH = K_{3}PO_{4} + 2H2O$$

Основная соль + кислота = средняя соль + вода

$$CaOHNO_3 + HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O$$

$$Cr(OH)_2Cl+2HCl = CrCl_3+2H_2O$$

Осуществить цепочки превращений:

1. Fe
$$\rightarrow$$
 FeO \rightarrow FeSO4 \rightarrow Fe(OH)2 \rightarrow Fe(OH)Cl \rightarrow FeCl2

$$2Fe + O2 = 2FeO$$

$$FeO + H2SO4 = FeSO4 + H2O$$

$$FeSO4 + 2KOH = Fe(OH)2 + K2SO4$$

$$Fe(OH)2 + HCl = FeOHCl + H2O$$

$$FeOHCl + HCl = FeCl2 + H2O$$

2.
$$P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4 \rightarrow K_2HPO_4 \rightarrow K_3PO_4$$

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$$

$$H_3PO_4 + KOH = KH_2PO_4 + H_2O$$

$$KH_2PO_4 + KOH = K_2HPO_4 + H_2O$$

$$K_2HPO_4 + KOH = K_3PO_4 + H_2O$$

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЯДЫ МЕТАЛЛОВ

1. Генетический ряд, в основу которого положен металл, образующий щёлочь:

металл
$$o$$
 основный оксид o щёлочь o соль
$$\mathrm{Na} \to \mathrm{Na}_2\mathrm{O} \to \mathrm{NaOH} \to \mathrm{Na}_2\mathrm{SO}_4$$

2. Генетический ряд, в основу которого положен металл, образующий нерастворимое основание:

металл
$$\to$$
 основный оксид \to соль \to основание \to основный оксид \to металл
$$Mg \to MgO \to MgBr_2 \to Mg(OH)_2 \to MgO \to Mg$$

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЯДЫ НЕМЕТАЛЛОВ

1. Генетический ряд неметаллов, в основу которого положена растворимая кислота:

неметалл — кислотный оксид — кислота — соль
$$S \to SO_3 \to H_2SO_4 \to ZnSO_4$$

2. Генетический ряд неметаллов, в основу которого положена нерастворимая кислота:

неметалл
$$\to$$
 кислотный оксид \to соль \to \to кислота \to кислотный оксид \to неметалл
$$\mathrm{Si} \to \mathrm{SiO}_2 \to \mathrm{K}_2\mathrm{SiO}_3 \to \mathrm{H}_2\mathrm{SiO}_3 \to \mathrm{SiO}_2 \to \mathrm{Si}$$

