КАТИОНЫ IV АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

Действие группового реагента (избыток 6M раствора NaOH в присутствии 3% раствора H_2O_2):

$$AlCl_{3} + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_{3} \downarrow + 3NaCl$$

$$Al(OH)_{3} \downarrow + 3NaOH \rightarrow Na_{3}[Al(OH)_{6}]$$

$$CrCl_{3} + 3NaOH \rightarrow Cr(OH)_{3} \downarrow + 3NaCl$$

$$Cr(OH)_{3} \downarrow + 3NaOH \rightarrow Na_{3}[Cr(OH)_{6}]$$

$$2Na_{3}[Cr(OH)_{6}] + 3H_{2}O_{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow 2Na_{2}CrO_{4} + 2NaOH + 8H_{2}O$$

Действие группового реагента:

$$ZnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$$

 $Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$
 $SnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Sn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
 $Sn(OH)_2 \downarrow + 2NaOH \rightarrow Na_2[Sn(OH)_4]$
 $Na_2[Sn(OH)_4] + H_2O_2 \rightarrow Na_2[Sn(OH)_6]$
 $Na_2[SnCl_6] + 4NaOH \rightarrow Sn(OH)_4 \downarrow + 6NaCl$
 $Sn(OH)_4 \downarrow + 2NaOH \rightarrow Na_2[Sn(OH)_6]$

Реакции ионов алюминия

1. Реакция с ализарином:

OH OH
$$+$$
 Al(OH)₃ \longrightarrow HO OH $+$ H₂O

Реакции ионов алюминия

2. Реакция с раствором натрия ацетата CH₃COONa:

$$AlCl_3 + 3CH_3COONa + 2H_2O \rightarrow$$

 $\rightarrow Al(OH)_2CH_3COO\downarrow + 2CH_3COOH + 3NaCl$

3. Реакция с солями кобальта:

$$2Al2(SO4)3 + 2Co(NO3)2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 2Co(AlO2)2 + 4NO2 + O2 + 6SO3$$

Реакции ионов хрома (III)

1. Реакция с пероксидом водорода в кислой среде:

$$2Na_{2}CrO_{4} + H_{2}SO_{4} \rightarrow$$

$$\rightarrow Na_{2}Cr_{2}O_{7} + Na_{2}SO_{4} + H_{2}O$$

$$Na_{2}Cr_{2}O_{7} + 4H_{2}O_{2} + H_{2}SO_{4} \rightarrow$$

$$\rightarrow 2H_{2}CrO_{6} + Na_{2}SO_{4} + 3H_{2}O$$

2. Образование перлов буры:

$$3\text{Na}_{2}\text{B}_{4}\text{O}_{7} + 2\text{Cr}(\text{OH})_{3} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{BO}_{2})_{3} + 6\text{NaBO}_{2} + 3\text{H}_{2}\text{O}$$

Реакции ионов цинка

1. Реакция с калия гексацианоферратом (II) K_4 [Fe(CN) $_6$] (фармакопейная реакция):

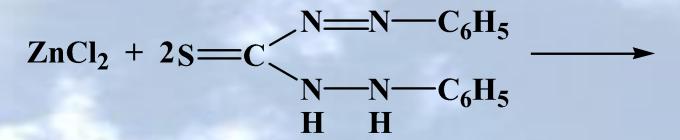
$$3ZnCl2 + 2K4[Fe(CN)6] \rightarrow \rightarrow K2Zn3[Fe(CN)6]2 + 6KCl$$

2. Реакция с натрия сульфидом Na₂S (фармакопейная реакция):

$$ZnCl_2 + Na_2S \rightarrow ZnS \downarrow + 2NaCl$$

Реакции ионов цинка

3. Реакция с дитизоном



$$C_{6}H_{5} \longrightarrow N \longrightarrow C_{6}H_{5}$$

$$C = N \longrightarrow N \longrightarrow C_{6}H_{5}$$

$$+ 2HCl$$

$$C_{6}H_{5} \longrightarrow N \longrightarrow C_{6}H_{5}$$

Реакции ионов олова (Sn²⁺)

1. Реакция с солями ртути (II):

$$\begin{aligned} & \operatorname{HgCl}_2 + \operatorname{SnCl}_2 \rightarrow \operatorname{Hg}_2\operatorname{Cl}_2 \downarrow + \operatorname{SnCl}_4 \\ & \operatorname{Hg}_2\operatorname{Cl}_2 \downarrow + \operatorname{SnCl}_2 \rightarrow \operatorname{2Hg} \downarrow + \operatorname{SnCl}_4 \end{aligned}$$

2. Реакция с сульфид-ионами:

$$SnCl_2 + H_2S \rightarrow SnS \downarrow + 2HCl$$

Катионы IV аналитической группы Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Sn (IV), As (III), As (V)

Реакции ионов мышьяка (III) и (V)

1. Реакция с сероводородом H_2S (фармакопейная реакция):

$$2Na_3AsO_3 + 3H_2S + 6HCl \rightarrow$$

$$\rightarrow As_2S_3 \downarrow + 6NaCl + 3H_2O$$

$$2\text{Na}_{3}\text{AsO}_{4} + 5\text{H}_{2}\text{S} + 6\text{HCl} \rightarrow \\ \rightarrow \text{As}_{2}\text{S}_{5} \downarrow + 6\text{NaCl} + 3\text{H}_{2}\text{O}$$

2. Восстановление As (III) и As (V) до арсина (AsH_3). Реакция Марша:

$$Na_3AsO_3 + 3Zn + 9HCl \rightarrow$$

 $\rightarrow AsH_3\uparrow + 3ZnCl_2 + 3NaCl + 3H_2O$

Катионы IV аналитической группы Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Sn (IV), As (III), As (V)

Реакции ионов мышьяка (III) и (V)

$$Na_3AsO_4 + 4Zn + 11HCl \rightarrow$$

 $\rightarrow AsH_3\uparrow + 4ZnCl_2 + 3NaCl + 4H_2O$

Реакции обнаружения арсина:

$$6AgNO3 + AsH3↑ + 3H2O →
→ H3AsO3 + 6Ag↓ + 6HNO3
AsH3 + 3HgCl2 → As(HgCl)3 + 3HCl
AsH3 + 3I2 → AsI3 + 3HI$$

Катионы IV аналитической группы Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Sn (IV), As (III), As (V)

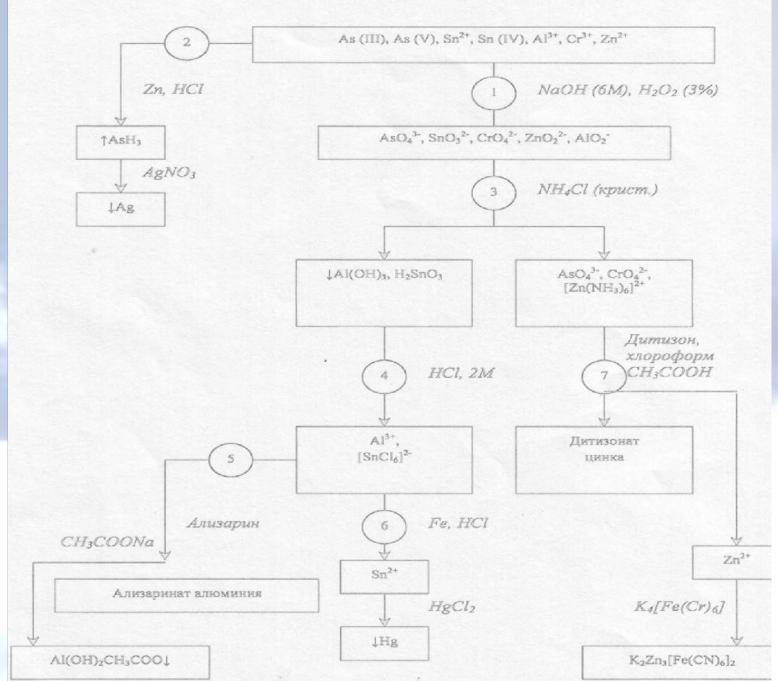
Реакции ионов мышьяка (III) и (V)

3. Реакция с гипофосфитом (фармакопейная реакция):

$$As_2O_3 + 3H_3PO_2 \rightarrow 2As\downarrow + 3H_3PO_3$$

 $As_2O_5 + 5H_3PO_2 \rightarrow 2As\downarrow + 5H_3PO_3$

CXEMA CINCTEMIATRIFIECKOFO XOJA AHAJIRISA KATRIOHOB IV AHAJIRITRIFIECKOЙ ГРУППЫ



КАТИОНЫ V АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

Катионы V аналитической группы Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Sb (III), Sb (V), Bi^{3+}

Групповой реагент концентрированный раствор аммиака $(NH_3:H_2O)$, который осаждает их в виде гидроксидов, нерастворимых в избытке реагента:

$$FeCl_{2} + 2NH_{3}\cdot H_{2}O \rightarrow Fe(OH)_{2}\downarrow + 2NH_{4}Cl$$

$$FeCl_{3} + 3NH_{3}\cdot H_{2}O \rightarrow Fe(OH)_{3}\downarrow + 3NH_{4}Cl$$

$$MgCl_{2} + 2NH_{3}\cdot H_{2}O \rightarrow Mg(OH)_{2}\downarrow + 2NH_{4}Cl$$

$$MnCl_{2} + 2NH_{3}\cdot H_{2}O \rightarrow Mn(OH)_{2}\downarrow + 2NH_{4}Cl$$

$$Na_{3}[SbCl_{6}] + 3NH_{3}\cdot H_{2}O \rightarrow$$

$$\rightarrow Sb(OH)_{3}\downarrow + 3NaCl + 3NH_{4}Cl$$

$$Na[SbCl6] + 5NH3·H2O \rightarrow \rightarrow HSbO3 + NaCl + 5NH4Cl + 2H2O$$

Катионы висмута при действии раствора аммиака образуют белый осадок основной соли:

$$BiCl_3 + 2NH_3 \cdot H_2O \rightarrow Bi(OH)_2Cl_1 + 2NH_4Cl_3$$

 $Bi(OH)_2Cl_1 \rightarrow BiOCl_1 + H_2O_3$

Реакция ионов магния

1. Действие раствора натрия гидрофосфата Na_2HPO_4 (фармакопейная реакция):

$$MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$$

 $\rightarrow MgNH_4PO_4 \downarrow + 2NaCl + H_2O$

Эту реакцию можно выполнять как микрокристаллоскопическую.

1. Действие раствора калия гексацианоферрата (III) K_3 [Fe(CN) $_6$] (фармакопейная реакция):

$$3\operatorname{FeCl}_{2}+2\operatorname{K}_{3}[\operatorname{Fe}(\operatorname{CN})_{6}] \rightarrow \\ \rightarrow \operatorname{Fe}_{3}[\operatorname{Fe}(\operatorname{CN}_{6})]_{2}\downarrow + 6\operatorname{KCl}$$

Катионы V аналитической группы Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Sb (III), Sb (V), Bi^{3+}

Реакции ионов железа (III)

1. Действие растворов калия гексацианоферрата (II) K_4 [Fe(CN) $_6$] (фармакопейная реакция):

$$4\text{FeCl}_{3} + 3\text{K}_{4}[\text{Fe(CN)}_{6}] \rightarrow \\ \rightarrow \text{Fe}_{4}[\text{Fe(CN}_{6})]_{3} \downarrow + 12\text{KCl}$$

2. Действие тиоционат-ионов (фармакопейная реакция):

$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightarrow [Fe(SCN)_3] + 3NH_4Cl$$

3. Действие раствора тиогликолевой кислоты HSCH₂COOH

FeCl₃ + 2HSCH₂COOH +
$$5NH_3 \cdot H_2O \rightarrow [FeOH(SCH_2COO)_2](NH_4)_2 + 3NH_4Cl + 4H_2O$$

Реакции ионов железа (III)

4. Действие раствора сульфосалициловой кислоты

COOH
OH
$$+ FeCl_3$$

$$SO_3H$$

$$+ 3HCl$$

$$OOC$$

$$OOC$$

$$OO = Fe$$

$$+ 3HCl$$

Реакции ионов марганца

Действие аммония персульфата $(NH_4)_2S_2O_8$:

$$2MnSO_{4} + 5(NH_{4})_{2}S_{2}O_{8} + 8H_{2}O \rightarrow - 2HMnO_{4} + 5(NH_{4})_{2}SO_{4} + 7H_{2}SO_{4}$$

Действие плюмбум диоксида:

$$2MnSO4 + 5PbO2 + 6HNO3 \rightarrow$$

$$\rightarrow 2HMnO4 + 5PbSO4 + 3Pb(NO3)2 + 2H2O$$

Реакции ионов висмута

1. Действие натрия терагидроксостанита (II) Na₂[Sn(OH)₄]

$$SnCl_2 + 4NaOH \rightarrow Na_2[Sn(OH)_4] + 2NaCl$$

 $Bi(NO_3)_3 + 3NaOH \rightarrow Bi(OH)_3 \downarrow + 3NaNO_3$
 $2Bi(OH)_3 \downarrow + 3Na_2[Sn(OH)_4] \rightarrow$

 \rightarrow 2Bi \downarrow + 3Na₂[Sn(OH)₆]

2. Действие раствора натрия сульфида Na₂S (фармакопейная реакция):

$$2Bi(NO_3)_3 + 3Na_2S \rightarrow Bi_2S_3\downarrow + 6NaNO_3$$

Реакции ионов висмута

3. Действие раствора тиомочевины (NH₂)₂CS (фармакопейная реакция):

$$Bi(NO_3)_3 + 3(NH_2)_2CS \rightarrow [Bi((NH_2)_2CS)_3](NO_3)_3$$

КАТИОНЫ VI АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

*Катионы VI аналитической группы Cu*²⁺, *Hg*²⁺, *Co*²⁺, *Ni*²⁺

 Γ рупповой реагент избыток концентрированного раствора аммиака (NH_3 : H_5O).

В небольшом количестве, образует осадки основных солей или амидосоединений, которые при добавлении избытка аммиака растворяются с образованием аммиачных комплексов:

$$2CuSO_{4} + 2NH_{3} \cdot H_{2}O \rightarrow (CuOH)_{2}SO_{4} \downarrow + (NH_{4})_{2}SO_{4}$$

$$(CuOH)_{2}SO_{4} \downarrow + 8NH_{3} \cdot H_{2}O \rightarrow (Cu(NH_{3})_{4})SO_{4} + [Cu(NH_{3})_{4}](OH)_{2} + 8H_{2}O$$

*Катионы VI аналитической группы Cu*²⁺, *Hg*²⁺, *Co*²⁺, *Ni*²⁺

$$\begin{array}{c} HgCl_2 + 2NH_3 \cdot H_2O \rightarrow \\ \rightarrow HgNH_2Cl\downarrow + NH_4Cl + 2H_2O \\ HgNH_2Cl\downarrow + NH_4Cl + 2NH_3 \cdot H_2O \rightarrow \\ \rightarrow [Hg(NH_3)_4]Cl_2 + 2H_2O \\ 2NiSO_4 + 2NH_3 \cdot H_2O \rightarrow \\ \rightarrow (NiOH)_2SO_4\downarrow + (NH_4)_2SO_4 \\ (NiOH)_2SO_4\downarrow + 12NH_3 \cdot H_2O \rightarrow \\ \rightarrow [Ni(NH_3)_6]SO_4 + [Ni(NH_3)_6](OH)_2 + 12H_2O \\ \end{array}$$

*Катионы VI аналитической группы Cu*²⁺, *Hg*²⁺, *Co*²⁺, *Ni*²⁺

$$CoCl_2 + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow CoOHCl_1 + NH_4Cl$$

 $CoOHCl_1 + NH_4Cl + 5NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$
 $\rightarrow [Co(NH_3)_6]Cl_2 + 6H_2O$

Реакции ионов ртути (II)

1. Действие раствора калия йодида КІ (фармакопейная реакция)

$$HgCl_2 + 2KI \rightarrow HgI_2 \downarrow + 2KCl$$

 $HgI_2 \downarrow + 2KI \rightarrow K_2[HgI_4]$

*Катионы VI аналитической группы Cu*²⁺, *Hg*²⁺, *Co*²⁺, *Ni*²⁺

Реакции ионов ртути (II)

2. Действие раствора олова (II) хлорида SnCl₂ (фармакопейная реакция)

$$2\operatorname{HgCl}_{2} + \operatorname{SnCl}_{2} \rightarrow \operatorname{Hg}_{2}\operatorname{Cl}_{2} \downarrow + \operatorname{SnCl}_{4}$$

$$\operatorname{Hg}_{2}\operatorname{Cl}_{2} \downarrow + \operatorname{SnCl}_{2} \rightarrow 2\operatorname{Hg} \downarrow + \operatorname{SnCl}_{4}$$

3. Действие раствора натрия или калия гидроксидов (фармакопейная реакция)

$$HgCl_2 + 2NaOH \rightarrow Hg(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$$

 $Hg(OH)_2 \downarrow \rightarrow HgO \downarrow + H_2O$

*Катионы VI аналитической группы Cu*²⁺, *Hg*²⁺, *Co*²⁺, *Ni*²⁺

Реакции ионов кобальта

1. Действие раствора аммония тиоцианата NH₄SCN

$$CoCl2 + 4NH4SCN \rightarrow (NH4)2[Co(SCN)4] + 2NH4Cl$$

2. Образование «зелени Ринмана»

$$Co(NO_3)_2 + Zn(NO_3)_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow CoZnO_2 + 4NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$

Катионы VI аналитической группы Cu^{2+} , Hg^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}

Реакции ионов меди

1.Действие раствора аммиака NH_3 : H_2O

$$CuSO4 + 4NH3·H2O(u30) \rightarrow [Cu(NH3)4]SO4 + 4H2O$$

2. Реакция восстановления катионов меди

$$CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu$$

3. Действие раствора гексацианоферрата (II) калия K_4 [Fe(CN) $_6$]

$$2\text{CuSO}_{4} + \text{K}_{4}[\text{Fe(CN)}_{6}] \rightarrow \text{Cu}_{2}[\text{Fe(CN)}_{6}] + 2\text{K}_{2}\text{SO}_{4}$$

*Катионы VI аналитической группы Cu*²⁺, *Hg*²⁺, *Co*²⁺, *Ni*²⁺

Реакции ионов никеля

Действие реактива Чугаева (диметилглиоксима)

