Гр 5 ОПИ-21 ХФМА

задание : сделать конспект, подготовиться к практической работе по комплексным соединениям.

Тема: Аналитические реакции катионов V группы.

Лекция.

. Общая характеристика группы.

К пятой группе катионов относятся ионы Fe3+, Fe2+, Mn2+, Mg2+, Bi3+, Sb3+, Sb5+. Хорошо растворимы в воде сульфаты, нитраты и хлориды катионов этой группы. Ионы Bi3+, Sb3+, Sb5+, Mn2+ и Mg2+ бесцветны, ионы Fe3+ - желтые, а ионы Fe2+ - бледно-зеленые.

Гидроксиды катионов этой группы – слабые труднорастворимые электролиты. Они не растворяются в избытке щелочей и в растворе аммиака, чем отличаются от гидроксидов четвертой и шестой групп. Групповым реактивом является NaOH.

Все соли катионов пятой группы подвергаются гидролизу, особенно Fe3+, Bi3+, Sb3+, Sb5+.

Ионы Fe3+ и Fe2+ обладают способностью к комплексообразованию. Это свойство широко используется не только для открытия, но и для маскировки ионов Fe3+.

Для элементов пятой аналитической группы (кроме магния) характерна склонность к окислительно-восстановительным реакциям, что используется при анализе, например, для открытия ионов Mn2+ окислением до фиолетового иона MnO4- .

Значение катионов пятой аналитической группы и их соединений в медицине.

*Магний.*Соединения магния содержатся во всех клетках организма человека и животных, а также входят в состав хлорофилла растений. Относится к макробиогенным элементам.

*Окись магния или жженая магнезия, MgO (Magnesia usta)*применяется в медицине для нейтрализации повышенной кислотности желудочного сока, входит в состав мазей для лечения кожных болезней. *Сульфат магния или горькая соль, MgSO4⋅7H2О (Magnesi sulfas),*применяется как слабительное при желудочных заболеваниях, желчегонное, противогипертоническое, успокаивающее, противосудорожное, спазмолитическое и наркотическое средство.

*Марганец*в незначительных количествах является постоянной составной частью организма человека и животных, он активизирует окислительно-восстановительные процессы в клетках и тканях, оказывает влияние на рост, кроветворение и т.д. Соединения марганца токсичны, вызывают хронические отравления, ведущие к расстройству нервной системы.

*Перманганат калия KMnO4 (Kalii hypermanganas)*в растворах небольшой концентрации применяется как антисептическое и дезинфицирующее средство - для промывания ран, полости рта и горла и т.д.; 2-5%-ные растворы используются для лечения ожогов.

*Железо.*В организме человека содержится 5г железа. *Ионы железа*входят в состав каждой клетки тела человека в незначительных количествах. *Ионы Fe2+*входят в состав гемоглобина крови и некоторых окислительных ферментов - цитохромов, каталазы, пероксидазы и др. Ионы железа возбуждают деятельность кроветворных органов, стимулируют рост тканей. Недостача железа в организме вызывает различные формы малокровия. *FeCl3* применяется как кровоостанавливающее средство. *Сульфат железа FeSO4 (Ferri sulfas)*и *хлорид железа FeCl2* (*Ferri chloridum*) *-*антианемические препараты.

*Сурьма.*По содержанию в организме человека (10-6 %) *сурьма*относится к микроэлементам: физиологическая и биохимическая роль сурьмы не выяснена. Из препаратов сурьмы в медицине используется *виннокислая соль антимонила калия K(SbO)C4H4O6⋅H2O (рвотный камень)*при лечении гельминтозов.

*Висмут.*Соединения висмута очень ядовиты. *Основная соль висмута (BiO)2(OH)NO3 (Bismuti subnitras)*назначается в порошках при некоторых желудочных заболеваниях как антисептическое и вяжущее средство, применяется наружно – в мазях, присыпках при воспалительных процессах кожи и слизистых оболочек (дерматиты, язвы, экзема и т.д.). Оксид висмута *Bi2O3* (50-55%) входит в состав препарата ксероформ. Применяют наружно как вяжущее средство, подсушивающее и антисептическое.

2.4.3. Аналитические реакции катиона железа(II) Fe2+.

*Гидроксиды щелочных металлов KOH и NaOH*количественно осаждают бледно-зеленый аморфный осадок гидроксида железа (II):

FeSO4 + 2KOH Fe(OH)2 ↓+ K2SO4

Fe2+ + 2OH- Fe(OH)2 ↓

Осадок на воздухе быстро буреет вследствие окисления до гидроксида железа (III):

4Fe(OH)2 + O2 + 2H2O 4Fe(OH)3↓

*Выполнение реакции.* К 2 каплям раствора сульфата железа (II) добавляют 2 капли раствора гидроксида натрия или калия. Наблюдают изменение окраски при стоянии.

*Фармакопейная. Гексацианоферрат (III) калия K3[Fe(CN)6]*выделяет темно-синий осадок «турнбулевой сини», образование которой проходит по реакции:

3FeSO4 + 2K3[Fe(CN)6] Fe3[Fe(CN)6]2↓+ K2SO4

3Fe2+ + 2[Fe(CN)6]3- Fe3[Fe(CN)6]2↓

Осадок практически нерастворим в кислотах, но разлагается щелочами. Избытка реактива следует избегать, так как его желтая окраска придает осадку зеленоватый оттенок.

*Выполнение реакции*. В пробирку помещают 2 капли раствора соли железа (II), подкисляют 1 каплей разбавленной серной кислоты и добавляют 1 каплю гексацианоферрата (III) калия.

*Фармакопейная. Сульфид–ионы*осаждают катионы Fe2+в нейтральной или аммиачной среде в виде черного осадка сульфида железа (II) FeS:

Fe2+ + S2- FeS

Осадок растворим в разбавленных минеральных кислотах и в уксусной кислоте.

*Выполнение реакции.*В пробирке к 3-4 каплям раствора соли железа прибавляют 2-3 капли раствора сульфида аммония или натрия.

Катионы Fe2+ образуют в кислой среде комплексные соединения розово-красного цвета с 2,2’-дипиридилом, 1,10-фенантролином.

2.4.4. Аналитические реакции катиона железа (III) Fe3+.

*Гидроксиды щелочных металлов и аммиак*выделяют бурый студенистый осадок гидроксида железа (III):

FeCl3 + 3KOH Fe(OH)3↓+ 3KCl

Fe3+ + 3OH- Fe(OH)3↓

*Выполнение реакции.*К 2 каплям раствора хлорида железа (III) добавляют 2 капли раствора гидроксида натрия или калия.

*Фармакопейная. Тиоцианат калия KSCN* образует с раствором соли железа (III) в слабокислой среде тиоцианатные комплексы красного цвета:

FeCl3 + 3KSCN [Fe(SCN)3]+ 3KCl

Fe3+ + 3SCN- [ Fe(SCN)3]

*Выполнение реакции*. К одной капле раствора хлорида железа (III) добавляют 2 капли раствора тиоцианата калия или аммония.

*Фармакопейная. Гексацианоферрат (II) калия*K4[Fe(CN)6]осаждает из нейтральных или кислых растворов солей железа (III) берлинскую лазурь – осадок интенсивного синего цвета:

4FeCl3 + 3K4[Fe(CN)6]3Fe4[Fe(CN)6]3↓+ 12KCl

4Fe3+ + 3[Fe(CN)6]4- Fe4[Fe(CN)6]3↓

*Выполнение реакции*. В пробирку вносят 2-3 капли раствора соли железа (III), прибавляют 1-2 капли раствора HCl и 2 капли раствора K4[Fe(CN)6] – образуется темно-синий осадок.

*Фармакопейная. Сульфид-ионы.*Катионы железа (III) при взаимодействии с сульфид-ионами S2- в нейтральных или в слабоаммиачных растворах образуют черный осадок сульфида железа (III) Fe2S3:

2Fe3+ + 3S2- Fe2S3

Осадок растворяется в минеральных кислотах.

*Выполнение реакции.*В пробирку вносят 3-4 капли раствора соли железа и прибавляют 2-3 капли раствора сульфида аммония или натрия либо сероводородной воды. Осаждается черный осадок.

*Фармакопейная. Сульфосалициловая кислота*с катионом железа(III) реагирует в водных растворах с образованием окрашенных комплексов, окраска которых зависит от рН среды.

рН 9 – 14 – желтого цвета Fe3+ + 3L2- = [FeL3]3- наиболее устойчивый

рН 4 - 8 – бурого цвета Fe3+ + 2L2- = [FeL2]-

рН 2- 2,5 – красного цвета Fe3+ + L2- = [FeL]+

Сходные реакции катионы Fe3+ дают и с салициловой кислотой – оксибензойной кислотой HOC6H4COOH

*Выполнение реакции.*В пробирку вносят 3-4 капли раствора соли железа(III), прибавляют 10 капель раствора сульфосалициловой кислоты и 0,5 см3 концентрированного раствора аммиака. Раствор принимает желтую окраску.

Если вместо раствора аммиака прибавить 1 см3 раствора HCl, то получают красный раствор.

2.4.5. Аналитические реакции катиона Mg2+.

*Реакция со щелочами и аммиаком.*КатионыMg2+ при действии щелочей и аммиака образуют белый аморфный осадок гидроксида магния Mg(OH)2:

Mg2+ + 2OH- ↔ Mg(OH)2↓

Mg2+ + 2NH3⋅H2O ↔ Mg(OH)2↓ + 2NH4+

Осадок растворим в кислотах.

*Выполнение реакции:*в две пробирки вносят по 5-6 капель соли магния(II) и прибавляют по каплям: в одну пробирку раствор NaOH, в другую NH3⋅H2O до выпадения осадка.

*Фармакопейная. Реакция с гидрофосфатом натрия.*Катионы Mg2+ образуют с Na2HPO4 в присутствии аммонийной буферной смеси белый мелкокристаллический осадок MgNH4PO4:

Mg2+ + HPO42- + NH4+ MgNH4PO4↓ + Н+

Осадок растворяется в минеральных кислотах и в уксусной кислоте.

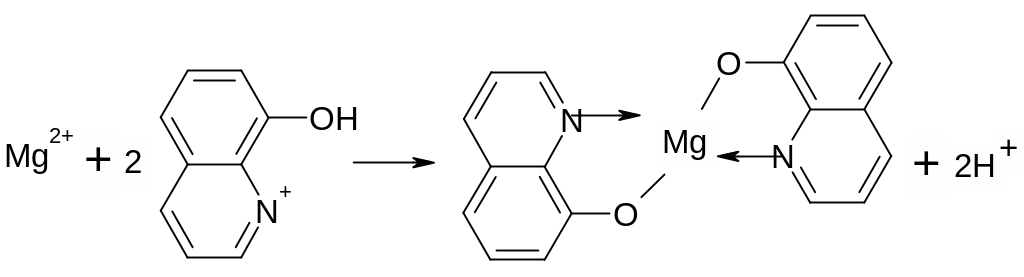
*Выполнение реакции*: в пробирку вносят 2-3 капли раствора соли магния, прибавляют по 1-2 каплям растворов NH4Cl, NH3⋅H2O и Na2HPO4. Раствор мутнеет и выпадает белый осадок MgNH4PO4.

Реакцию можно проводить и микрокристаллоскопически.

*Реакция с магнезоном I (n–нитробензолазорезорцином).*С катионами Mg2+ в щелочной среде магнезон I, имеющий красную окраску, образует комплекс синего цвета, сорбирующийся на осадке гидроксида магния.

*Выполнение реакции*: на предметное стекло наносят каплю раствора соли магния и прибавляют каплю щелочного раствора магнезона I. Образуется синий осадок; при малых концентрациях Mg2+ в синий цвет окрашивается раствор, а осадок не образуется.

*Реакция с 8–оксихинолином.*Катионы Mg2+ образуют с 8–оксихинолином в аммиачной среде (рН 8-13) желто-зеленый кристаллический осадок внутрикомплексного соединения – оксихинолята магния:



*Выполнение реакции*: в пробирку вносят 2-3 капли раствора соли магния, 2 капли раствора аммиака и прибавляют по каплям раствор NH4Cl до растворения первоначально выпавшего белого осадка Mg(OH)2. К раствору прибавляют по каплям раствор 8–оксихинолина до выпадения желто-зеленого осадка оксихинолята магния.

*Реакция с хинализарином.*Катионы Mg2+ при взаимодействии с хинализарином в щелочной среде дают синий осадок комплексного соединения – хинализарината магния MgL(OH):

Mg2+ + HL + 2OH-MgL(OH)↓ + H2O

*Выполнение реакции*: в пробирку вносят 3-4 капли раствора MgCl2, 2-3 капли спиртового раствора хинализарина и 2-3 капли раствора NaOH. Выпадает синий осадок хинализарината магния; при небольшом содержании катионов магния осадок не образуется, а раствор окрашивается в васильково-синий цвет.

2.4.6. Аналитические реакции катиона марганца Mn2+.

*Реакция со щелочами и аммиаком.*Гидроксиды щелочных металлов KOH и NaOH с солями марганца (II) дают белый осадок гидроксида марганца (II):

MnSO4 + 2KOH Mn(OH)2+ K2SO4

Mn2+ + 2OH- Mn(OH)2

Осадок быстро буреет на воздухе вследствие окисления Mn(OH)2кислородом воздуха до MnО(OH)2.

*Выполнение реакции: к* 2 каплям раствора соли марганца (II) добавляют 2 капли раствора гидроксида натрия или калия. Наблюдают изменение окраски осадка при стоянии.

*Реакции окисления катиона Mn2+ до MnO4-.*

*а) окисление диоксидом свинца PbO2*

2Mn2+ + 5PbO2 + 4H+2MnO4- + 5Pb2+ + 2H2O

*Выполнение реакции:*в пробирку вносят немного порошка PbO2, прибавляют 4-5 капель р-ра HNO3 с C(HNO3) = 6 моль/дм3, нагревают до кипения и вносят каплю раствора нитрата или сульфата марганца (но не хлорида), смесь перемешивают и вновь нагревают до кипения. Появляется характерная розово-малиновая окраска MnO4-.

*б) окисление персульфатом аммония (NH4)2S2O8.*

*Выполнение реакции:*к 5-6 каплям раствора(NH4)2S2O8 прибавляют 1 каплю раствора H2SO4 с C(H2SO4) = 2 моль/дм3 (или HNO3), 2 капли раствора соли марганца(II), не содержащей Cl-–ионов, перемешивают и нагревают почти до кипения.

2Mn2+ + 5S2O82- + 8H2O 2MnO4- + 10SO42- + 16H+

*в) окисление висмутатом натрия NaBiO3* происходит по уравнению:

2Mn2+ + 5NaBiO3 + 14H+ 2MnO4- + 5Bi3+ + 5Na+ + 7H2O

Эта реакция, в отличие от приведенных выше, идет без нагревания.

*Выполнение реакции:*к 1-2 каплям раствора соли марганца(II) прибавляют 3-4 капли раствора HNO3 с C(HNO3) = 6 моль/дм3 и 5-6 капель воды, затем вносят в раствор немного порошка NaBiO3. Перемешав, центрифугируют избыток реагента и рассматривают окраску раствора. Эта реакция чрезвычайно чувствительна. Мешают ионы Cl-.

2MnO4- + 10Cl- + 16H+ 2Mn2+ + 5Cl2↑ + 8H2O

*Реакция с сульфид–ионами.*КатионыMn2+ с сульфид-ионами S2-образуют осадок сульфида марганца (II) MnS розовато-телесного цвета:

Mn2+ + S2-MnS↓

Осадок растворяется в разбавленных кислотах.

2.4.7. Аналитические реакции катиона висмута Bi3+

*Реакции со щелочами и аммиаком.*Едкие щелочи (KOH, NaOH) и аммиак с солями висмута(III) образуют белый осадок гидроксида висмута Bi(OH)3:

Bi3++ 3OH- Bi(OH)3↓

Осадок растворим в кислотах, но не растворим в щелочах.

*Выполнение реакции:*к 2-3 каплям раствора соли висмута (III) прибавляют по каплям раствор NaOH до выпадения белого осадка Bi(OH)3.

*Реакция гидролиза.*Соли висмута(III) гидролизуются в водных растворах с образованием осадков малорастворимых оксосоединений – солей висмутила:

[BiCl6]3- + H2O BiOCl↓ + 2HCl + 3Cl-

*Выполнение реакции:*к 2-3 каплям раствора соли висмута (III) (лучше BiCl3) прибавляют 20-30 капель воды до выпадения белого осадка BiOCl.

*Фармакопейная. Реакция с сульфид–ионами.* КатионBi3+ с сульфид-ионами S2-в кислой среде образует сульфид висмута Bi2S3 черно-коричневого цвета:

2[BiCl6]3- + 3S2- Bi2S3↓+ 12Cl-

*Выполнение реакции:*в пробирку вносят 3-4 капли раствора хлорида висмута и прибавляют по каплям раствор сульфида – (NH4)2S, Na2S или сероводородной воды. Выпадает черно-коричневый осадок Bi2S3.

Bi2S3растворяется в разбавленном растворе HNO3 и в растворе FeCl3

Bi2S3+ 8HNO32Bi(NO3)3 + 2NO↑ + 2S↓ + 4H2O

Bi2S3+ 6FeCl3 2BiCl3 + 6FeCl2 + 3S↓

*Фармакопейная. Реакция с иодидами.*Иодиды выделяют из достаточно концентрированных подкисленных солей висмута черный осадок BiI3, растворимый в избытке иодида, с образованием комплексных ионов [BiI4]- желто-оранжевого цвета.

[BiCl6]3- + 3I- BiI3↓ + 6Cl-

BiI3 + I- [BiI4]-

При разбавлении полученного раствора вначале образуется BiI3, который вследствие гидролиза превращается в оксоиодид висмута BiOI (иодид висмутила) желто-оранжевого цвета:

[BiI4]- + H2O BiOI↓ + 2H++ 3I-

*Выполнение реакции:*в пробирку вносят 5 капель солянокислого раствора хлорида висмута (III) и прибавляют по каплям раствор KI до выпадения черного осадка BiI3 с дальнейшим растворением последнего в избытке KI и окрашиванием раствора в оранжево-желтый цвет. При прибавлении к раствору воды и нагревании его образуется оранжево-желтый осадок BiOI.

*Реакция восстановления висмута (III) до висмута металлического (Bi0). Реакцию проводят при рН = 10, при этом:*

BiCl3+ 3OH- Bi(OH)3↓ + 3Cl-

SnCl2 + 4OH- [Sn(OH)4]2- + 2 CI-

2Bi(OH)3 + 3[Sn(OH)4]2- 2Bi↓ + 3[Sn(OH)6]2-

При большом избытке щелочи и при нагревании возможно так же выпадение черного осадка металлического олова вследствие реакции диспропорционирования:

2[Sn(OH)4]2- [Sn(OH)6]2- + Sn↓ + 2OH-

При недостатке щелочи может выпасть черный осадок оксида олова (II) SnO:

[Sn(OH)4]2- SnO↓ + 2OH- + H2O

*Выполнение реакции:*к 2-3 каплям солянокислого раствора хлорида олова (II) SnCl2прибавляют 8-10 капель раствора NaOH с C(NaOH) = 2моль/дм3 до растворения осадка Sn(OH)2 и добавляют 1-2 капли раствора соли висмута (III). Выпадает осадок черного цвета – металлический висмут.

*Реакция с тиокарбамидом (тиомочевиной).*При действии азотнокислого раствора тиомочевины на растворы солей висмута появляется желтое окрашивание раствора, обусловленное образованием растворимого комплекса:

Bi3+ + 3SC(NH2)2 [(SC(NH2)2)3Bi]3+

*Выполнение реакции:*к 2-3 каплям раствора соли висмута прибавить 1-2 капли раствора HNO3 с C(HNO3) = 2 моль/дм3 и кристаллик тиокарбамида. Раствор окрашивается в желтый цвет.

2.4.8. Аналитические реакции сурьмы Sb3+ и сурьмы Sb5+.

*Реакция со щелочами и аммиаком.*КатионыSb3+ и Sb5+при прибавлении раствора щелочи и аммиака образуют белые осадки соответствующих гидроксидов:

[SbCl4]- + 3OH- Sb(OH)3↓ + 4Cl-

[SbCl4]- + 3NH3⋅H2O Sb(OH)3↓ + 3NH4Cl + Cl-

[SbCl6]-+ 5OH-SbO(OH)3↓ + 6Cl- + H2O

[SbCl6]- + 5NH3⋅H2O SbO(OH)3↓ + 5NH4Cl + Cl- + H2O

Свежевыпавшие осадки Sb(OH)3 и SbO(OH)3 растворяются в избытке щелочи а также в кислотах:

Sb(OH)3 + OH- [Sb(OH)4]-

SbO(OH)3 + OH- + H2O [Sb(OH)6]-

Sb(OH)3 + 4HCl [SbCl4]-+ H+ + 3H2O

SbO(OH)3 + 6HCl [SbCl6]-+ H+ + 4H2O

В присутствии H2O2 сурьма (III) окисляется до сурьмы (V):

Sb(OH)3 + H2O2SbO(OH)3 + H2O

*Выполнение реакции:*по 3-и капли солянокислых растворов сурьмы (III) и сурьмы (V) вносят соответственно в две пробирки, прибавляют в каждую пробирку по каплям NaOH до выпадения белых осадков: в первой - Sb(OH)3, во второй - SbO(OH)3. При дальнейшем добавлении щелочи осадки в пробирках растворяются.

*Реакции гидролиза.*Разбавление растворов солей сурьмы (III) и сурьмы (V) приводит к образованию белых осадков соответственно оксохлорида сурьмы (III) SbOCl и оксохлорида сурьмы (V) SbO2Cl:

[SbCl4]- + H2O SbOCl↓ + 2H+ + 3Cl-

[SbCl6]-+ 2H2O SbO2Cl↓+ 4H+ + 5Cl-

Оксохлориды сурьмы (III) и (V) растворяются в растворах HCl, винной кислоты и ее солей в отличие от BiOCl:

SbOCl + 2H+ + 3Cl- [SbCl4]- + H2O

SbO2Cl + 4H+ + 5Cl-[SbCl6]-+ 2H2O

SbOCl + H2C4H4O6 [SbO(C4H4O6)]- + HCl + H+

или SbOCl + H2C4H4O6 [SbOH(C4H4O6)] + HCl

SbO2Cl + H2C4H4O6 [SbO2Н(C4H4O6)] + HCl

*Выполнение реакции:*по 3 - 4 капли солянокислых растворов сурьмы (III) и сурьмы (V) вносят раздельно в две пробирки. Затем в каждую приливают по каплям дистиллированную воду до выпадения белых осадков оксохлоридов: в первой пробирке SbOCl, во второй - SbO2Cl.

*Реакция с сульфид-ионами.*Сульфид–ионы S2-в кислой среде осаждают из растворов сурьмы (III) и сурьмы (V) оранжевые осадки соответствующих сульфидов Sb2S3 и Sb2S5, которые растворяются в избытке сульфид–ионов с образованием тиосолей, в растворах HCl и NaOH:

Sb2S3+ 3S2- 2SbS33-

Sb2S5+ 3S2- 2SbS43-

Sb2S3+ 8HCl 2H[SbCl4] + 3H2S↑

Sb2S5+ 8HClконц2H[SbCl4] + 3H2S↑ + 2S

Sb2S3+ 4NaOH Na[Sb(OH)4] + Na3SbS3

3Sb2S5+ 6NaOH Na[Sb(OH)6] + 5NaSbS3

*Выполнение реакции:*к 2-3 каплям солянокислых растворов сурьмы (III) и сурьмы (V), находящихся соответственно в двух разных пробирках, приливают по 2 капли концентрированной HCl и по каплям раствор сульфида (аммония или натрия) или сероводородной воды. Выпадают оранжевые осадки сульфидов сурьмы (III) и сурьмы (V) – Sb2S3и Sb2S5.

*Реакция с тиосульфатом натрия*Na2S2O3.Взаимодействиесолянокислого раствора сурьмы (III) и тиосульфата натрия приводит к образованию красного осадка «сурьмяной киновари» - Sb2OS2:

2[SbCl4]- + 2S2O32- + 3H2O Sb2OS2↓ + 2SO42- + 8Cl- + 6H+

*Выполнение реакции:*в пробирку вносят 3-4 капли раствора хлорида сурьмы (III) и прибавляют 2-3 капли раствора Na2S2O3. Выпадает красный осадок.

*Реакция восстановления сурьмы (III) и сурьмы (V) до металлической.*

Сурьма (III) и сурьма (V) восстанавливаются в кислой среде металлами (магнием, цинком, оловом, железом и др.) до металлической.

2[SbCl4]- + 3Zn 2Sb↓ + 3Zn2+ + 8Cl-

2[SbCl6]- + 5Mg 2Sb↓ + 5Mg2+ + 12Cl-

*Выполнение реакции:*в пробирку вносят несколько капель солянокислого раствора сурьмы (III) и кусочек металлического алюминия (или цинка). Поверхность металла чернеет вследствие образования хлопьевидного осадка свободной сурьмы.

Точно также выполняется реакция восстановления с солянокислым раствором сурьмы (V).

**Таблица3. Аналитические реакции катионов V** группы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Катионы | Реакция, реагент | Продукт реакции и его свойства |
| Fe2+ | (фарм.) K3[Fe(CN)6]  Диметилглиоксим (ДГМ) + NH3  (фарм.) (NH4)2S  1,10–Фенантролин (Phen)+ H2SO4  NaOH | KFe3[Fe(CN)6]2 (т); синий  [FeДГМ2] (т); карминово-красный  FeS (т); черный; р.к.  [FePhen]SO4; розово-красный  Fe(OH)2(т); бледно-зел. https://studfile.net/html/2706/374/html_G2W_0pMqmc.Qcm2/htmlconvd-RIIUjZ_html_c23f89b187a3e8ac.gif Fe(OH)3 (т); бурый |
| Fe3+ | (фарм.) K4[Fe(CN)6]  NH4SCN  (фарм.) Сульфосалициловая кислота (SSA) + NH3  NaOH  Na2S | Fe4[Fe(CN)6]3 (т); синий  [Fe(SCN)3]; красный  Fe(SSA)3; желтый или красно-фиолетовый  Fe(OH)3; (т); бурый  Fe2S3; (т); черный |
| Mn2+ | PbO2 + HNO3  NaBiO3 + H2SO4  (NH4)2S | KMnO4; малиновый  KMnO4; малиновый  MnS; (т); телесный; р.к. |
| Mg2+ | (фарм.) Na2HPO4 + NH3 + NH4Cl  8-оксихинолин (OX) + NH3 + NH4Cl  Хинализарин (Chin)  Магнезон -1 (MGN) | MgNH4PO4 (т); белый; р.к. CH3COOH, мкр.  Mg(OX)2 (т); желто-зеленый  MgOHChin (т); синий  MgOHMGN (т); синий |
| Bi3+ | H2O (гидролиз)  KJ  SnCl2  (фарм.) H2S + HCl | BiOCl (т); белый  BiJ3 (т); черный https://studfile.net/html/2706/374/html_G2W_0pMqmc.Qcm2/htmlconvd-RIIUjZ_html_79260b05ae47d72f.gif K[BiJ4]  Bi (т); черный  Bi2S3 (т); коричнево-черный; нр.к |
| Sb3+  Sb5+ | H2O (гидролиз)  NaOH  Na2S2O3  H2S + HCl  Zn или Fe | SbOCl; SbO2Cl (т); р.к.щ.  Sb(OH)3; SbO(OH)3 (т); белые; р.к.щ.  Sb2OS2 (т); красный  Sb2S3; Sb2S5 (т); оранжево-красные; р.Na2S  Sb (т); черный |