

Изведување на целосна неорганска квалитативна хемиска анализа

Аналитичката хемија е дел од хемијата што се занимава со проучување на квалитативниот и квантитативниот состав на некоја супстанца или на смеса од супстанции. Таа е поделена на **квалитативна** и **квантитативна** хемиска анализа.

Квалитативната хемиска анализа претставува збир на постапки чија цел е определување на составните компоненти (катјони или анјони, или едните и другите) во испитуваната проба. Таа треба на најбрз и најсигурен начин да утврди од кои елементи се состои испитуваното соединение или смеса од соединенија.

Задачата, пак, на квантитативната хемиска анализа е точно да го определи квантитативниот однос (односно релативните масени удели) помеѓу составните делови на дадена супстанца или смеса од супстанции, со однапред познат квалитативен состав.

Општо, изведувањето на **целосна квалитативна анализа** се состои од следните етапи, кои се вршат по следниот редослед:

1. Претходни испитувања;
2. Анализа на катјони;
3. Анализа на анјони.

1. Претходни испитувања

При повеќето хемиски анализи пожелно е на почетокот да се направат т.н. **претходни испитувања**, со цел да се олесни натамошниот тек на анализа, а и да се одбере правилна метода на анализа. Најчесто тие претходни испитувања се состојат во следното:

- Набљудување на изгледот на супстанцата (боја, мирис);
- Жарење во стаклена цевка;
- Боење на пламен;
- Испитување со разредена и концентрирана сулфурна киселина;
- Испитување на растворливоста на супстанците;

Изглед на супстанцијата (боја, мирис)

Изгледот на супстанцата може понекогаш да укаже за нејзиниот состав. Така, на пример, ако супстанцата која треба да се анализира е безбојна, тогаш е сигурно дека не содржи Cu^{2+} јони или Fe^{3+} јони; ако е со сина боја, тогаш може да се очекува присуство на бакар.

Често пати се случува *мирисот* на пробата да помогне за нејзина идентификација. Иако не е најпожелно¹ во хемиските лаборатории идентификацијата да се врши по мирис, сепак е многу корисно да се помни дека некои супстанции имаат специфичен мирис (ацетати, амонијак). Цијанидите имаат карактеристичен мирис на бадем, но по првиот сигнал за нивно присуство треба да се избегнува нивното вдишување, бидејќи се **силен отров**.

Испитувања со боење на пламен

Некои катјони даваат обојување (на оксидациониот дел од пламенот на бунзенов пламеник) со соодветна карактеристична боја. Така, со помош на платинска игла, која претходно се натупува во хлороводородна киселина, а потоа во пробата, испарливите соединенија на *калциумот* го бојат пламенот со светло виолетова боја; *бариумот* со зелена боја; *натриумот* со интензивно жолта боја; *калциумот* со портокалово црвена (цигла црвена) боја; *стронциумот* со кармин црвена боја, а *литиумот* со кармин црвена (која многу брзо се губи). Присуството на боратите исто така, го бои пламенот со зелена боја, бакарот го бои пламенот зелено или сино, а соединенијата на арсенот, антимонот и оловото – бледо сино. Соединенијата што содржат амониум јони го бојат пламенот жолто (како последица на пиролиза), но оваа жолта боја се разликува од онаа на натриумот.

¹ Ако сепак се употреби сетилото за мирис тоа се прави со замавнување со раката над садот во кој се наоѓа пробата кон нас и на тој начин да се избегне поголемата опасност од труење од гасот, чиј мирис треба да се осети.

2. Анализа на катјони

Квалитативната хемиска анализа на неоргански соединенија се изведува во водни раствори (раствори на електролити), каде што соединенијата, по правило, се дисоцирани на јони. Затоа, квалитативната хемиска анализа се сведува на анализа на катјони и ањони, т.е. јони.

Поделба на катјоните по групи

За полесно изведување на квалитативна анализа катјоните се поделени во *шест аналитички групи*. Поделба е извршена според способноста на некои од катјоните да се таложат во присуство на одреден *групен реагенс*, со кој потполно таложат определена група катјони. Останатите присутни катјони остануваат во растворот.

I аналитичка група катјони: во оваа група спаѓаат катјоните што на ладно се таложат со разредена HCl . Тоа се: Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Хлоридите на овие катјони не се растворливи во вода.

II аналитичка група катјони: тука спаѓаат катјоните што не се таложат со HCl , а се таложат со H_2S во кисела средина, градејќи соодветни сулфиди. Тоа се катјоните: Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} .

Катјоните на оваа група се делат на две подгрупи:

1. **Сулфобазни (II^a):** сулфидите на катјоните од оваа подгрупа имаат повеќе или помалку изразен базен карактер, т.е. се раствораат во жешки раствори на концентрирани киселини (или во жешки раствори на разредени киселини што поседуваат оксидациони својства, како на пример HNO_3). Тука спаѓаат: Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} .
2. **Сулфокиселини (II^b):** сулфидите на катјоните од оваа подгрупа имаат кисел карактер и се раствораат во раствори од бази и алкални сулфиди. Тука спаѓаат: As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} .

III аналитичка група катјони: тука спаѓаат катјоните што не се таложат ниту со HCl , ниту со H_2S , а се таложат со NH_4OH во присуство на амониум хлорид, градејќи хидроксида или хидратизирани оксиди. Тоа се катјоните Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} . Сулфидите на овие соли се хидролизираат, давајќи хидроксида нерастворливи во вода.

IV аналитичка група катјони: групен реагенс е амониум сулфидот, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, во амонијачна средина, а тука спаѓаат Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} .

V аналитичка група катјони: во оваа група спаѓаат катјоните што не се таложат со ниту еден од претходно споменатите групни реагенси, а се таложат со $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, во присуство на NH_4Cl и NH_4OH . Тука спаѓаат катјоните Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} .

VI аналитичка група катјони: тука спаѓаат катјоните што *немаат групен таложен реагенс*, а тоа се Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Li^+ .

Бидејќи амониум катјоните се внесуваат во текот на анализата од III до V аналитичка група, присуството на амониум јони треба секогаш да се испита директно од пробата.

Во Табела 1, дадена е класификација на катјоните по групи и нивната боја, групни реагенси, формули и боја на талозите.

Табела 1. Аналитичка класификација на катјони

Група	Групен реагенс	Катјони (боја)	Формули на талози (боја)
I	Разредена HCl	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 бели
II ^a (сулфобазии)	H ₂ S во присуство на разредена HCl	Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} син	HgS , PbS , Bi_2S_3 , CuS , CdS црн црн црн црн жолт
II ^b (сулфокиiselини)		As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+}	As_2S_3 , Sb_2S_3 , SnS_2 жолт порток. жолто-кафен
III	NH ₄ OH+NH ₄ Cl	Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} жолто-кафен зелен	$\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ бел жолто-кафен зелен
IV	(NH ₄) ₂ S + NH ₄ OH + NH ₄ Cl	Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} зелен розов розов	NiS , CoS , MnS , ZnS црн црн месо боја бел
V	(NH ₄) ₂ CO ₃ + NH ₄ OH + NH ₄ Cl	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}	CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3 бели
VI	нема	Na^+ , Li^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+}	

Сите катјони под кои не е назначена бојата на нивните раствори се безбојни.

2.1. Катјони од I аналитичка група

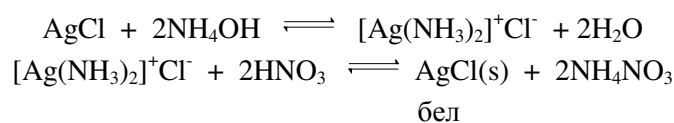
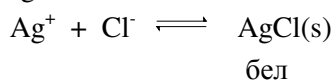
Во I аналитичка група спаѓаат едновалентните катјони на среброто и живата и двовалентните катјони на оловото, Ag^+ , Hg_2^{2+} и Pb^{2+} . Припадноста на овие катјони во I аналитичка група се базира тоа што тие градат *хлориди* кои се слабо растворливи во вода (со групен реагенс HCl). Константата на производ на растворливоста на овие талози е доста мала ($K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$; $K_{\text{sp}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,3 \cdot 10^{-18} \text{ mol}^4/\text{L}^4$), со исклучок на олово хлоридот ($K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3/\text{L}^3$), поради што оловните јони делумно поминува и во II аналитичка група. Овие катјони даваат талози и со таложниот реагенс за II аналитичка група (H_2S), поради што е неопходно потребно нивно целосно исталожување како хлориди, пред таложењето на II група.

Сребро

Среброто во соединенијата најчесто се сретнува како едновалентно или со оксидациски број +1, а поретко како +2. Како +3, главно се среќава кај комплексни соединенија.

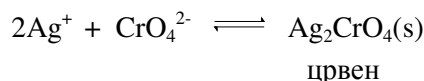
Ag^+ катјоните во водни раствори се *безбојни*.

1. Ако на раствор кој содржи сребрени јони се додадат **хлоридни јони** (HCl), ќе се добие бел колоиден талог. Добиениот бел талог претставува AgCl , кој не е стабилен на светлина и на воздух, па по извесно време ја променува бојата во виолетова, а потоа поцрнува. Не се раствора во разредени киселини (HNO_3 , и H_2SO_4), но затоа лесно се раствора во разреден NH_4OH , KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. При растворање во NH_4OH поминува во диамминсребро(I) хлорид, комплексно соединение растворливо во вода. Ако овој раствор се закисели со разредена азотна киселина, повторно ќе се добие бел талог од AgCl :



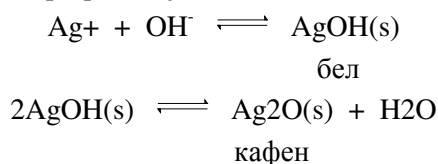
Ова е **реакција за идентификација** на Ag^+ катјоните.

2. **Калиум хроматот**, K_2CrO_4 и други хромати растворливи во вода, со Ag^+ јоните формираат талог од Ag_2CrO_4 , со керамида црвена боја.



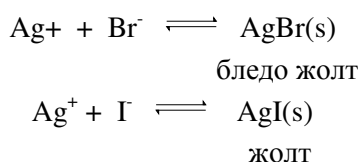
Талогот се раствора во HNO_3 и NH_4OH , а многу тешко во CH_3COOH .

3. **Алкалните хидроксида** (**NaOH** , **KOH**) даваат кафен талог од Ag_2O , кој се формира со распаѓање на нестабилниот AgOH , добиен при реакцијата:



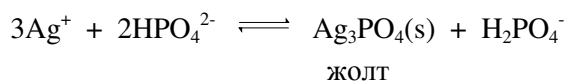
Талогот се раствора во NH_4OH , а со NH_4OH од раствори кои содржат Ag^+ јони исто така се формира талог од Ag_2O .

4. Од раствори кои содржат **бромидни** и **јодидни јони**, во присуство на Ag^+ јоните се таложат бледо жолт или жолт талог, соодветно.



Сите три халогенеди на среброто, AgCl, AgBr и AgI се тешко растворливи во вода. За разлика од AgCl, кој лесно се раствора во NH₄OH, AgBr послабо се раствора, додека AgI не се раствора.

5. **Со натриум хидрогенфосфат, Na₂HPO₄**, се таложи жолт талог од Ag₃PO₄, растворлив во HNO₃ и NH₄OH.

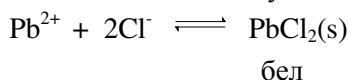


Ag⁺ јоните може да бидат **редуцирани до метално сребро со повеќе редуктори**, како од органско, така и од неорганско потекло: формалдехид, пирогалол, хидразин, Mn²⁺, Zn, Fe²⁺ и други.

Олово

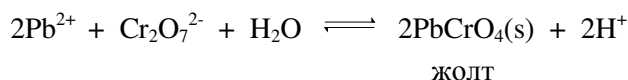
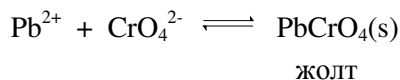
Оловото гради соединенија со оксидационен број 2+ и 4+. Pb²⁺ катјоните во водни раствори се *безбојни*.

1. Од раствори кои содржат **Cl јони**, со Pb²⁺ јоните се таложи бел талог од PbCl₂. Добиениот талог целосно се раствора во топла, а делумно во ладна вода. Ова негово својство му овозможува да се таложи во прва аналитичка група (кога таложењето на катјоните се изведува на ладно) и во втора аналитичка група на катјони, кога таложењето се изведува со загревање.



Карактеристично за овој талог е што се раствора со загревање на растворот, а со ладење на истиот, кристализираат бели игличести кристали.

2. **Калиум хромат, K₂CrO₄** и **дихромат, K₂Cr₂O₇**, формираат тешко растворлив, жолт талог од олово(II) хромат.

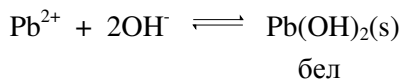


Ова е **реакција за идентификација** на олово.

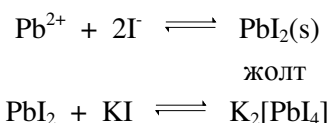
Талогот се раствора во азотна киселина и во алкални хидроксида, а не се раствора во оцетна киселина и амониум хидроксид. Оваа реакција служи и за докажување на бизмут, бидејќи (BiO)₂Cr₂O₇, кој е исто така жолт талог и кој би се добил ако е присутен во растворот

Катјоните на Bi³⁺ не се раствораат во алкални хидроксида, за разлика од олово(II) хроматот.

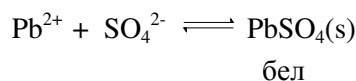
3. Од раствор што содржи Pb²⁺ јони во присуство на **алкалните хидроксида** и **амониум хидроксид**, се таложи бел талог од Pb(OH)₂. Талогот се раствора во киселини и во вишок на алкални хидроксида, а не се раствора во амониум хидроксид.



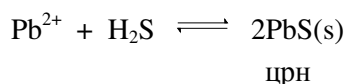
4. Од раствор на **јодидни јони (I⁻)** во присуство на Pb²⁺ катјони, се таложи жолт талог од PbI₂. Талогот се раствора со загревање на епруветата, а повторно кристализира во убави жолти кристалчиња, ако се излади растворот под млаз од ладна вода. Талогот, исто така се раствора и во вишок од реагенсот KI, формирајќи калиум тетрајодо-плумбат(II).



5. Со **сулфурна киселина** и **растворливи сулфати** (SO_4^{2-} јони), од раствор на Pb^{2+} јони се таложи бел, кристален талог од олово(II) сулфат, кој се раствора во врела концентрирана HCl , во концентрирана H_2SO_4 , а забележливо се раствора и во HNO_3 . Освен во киселини, се раствора и во алкални хидроксида и во концентрирани амониумови соли (30 % $\text{CH}_3\text{COONH}_4$).



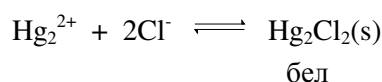
6. Со **H_2S** , таложен реагенс за катјоните од II аналитичка група, се таложи прво мешовит хлоридсулфид, со портокалова боја, кој постепено, со додавање на вишок од реагенсот, поцрнува, односно се трансформира во олово(II) сулфид:



Жива

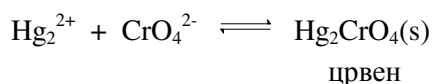
Живата се сретнува во соединенија каде што има оксидационен број +1 и +2, односно жива(I) - Hg_2^{2+} и жива(II) - Hg^{2+} . Двата катјони на живата се *безбојни* во воден раствор.

1. **Хлороводородна киселина** и сите растворни хлориди, со Hg_2^{2+} , таложат бел талог од Hg_2Cl_2 .

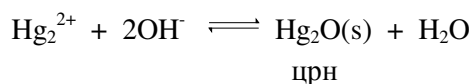


Ако на овој талог се дејствува со разреден NH_4OH , талогот ќе поцрни од издвоената, ситно диспергирана елементарна жива.

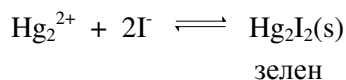
2. **Калиум хромат** и други растворни хромати со жива(I) јоните таложат црвен талог (Hg_2CrO_4), нерастворлив во алкални хидроксида и разредена азотна киселина, за разлика од Ag_2CrO_4 .



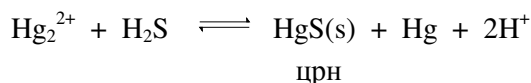
3. **Алкалните хидроксида** таложат црн жива(I) оксид. Талогот се раствора во азотна киселина.



4. **Калиум јодид** и други растворни јодиди таложат зелен талог од Hg_2I_2 . Талогот се раствора во вишок од реагенсот KI .



5. Со **H_2S** и други **растворни сулфида** таложи црн талог од жива (II) сулфид, кој се раствора во царска вода.



Карактеристичните реакции со соодветни реагенци и бојата на формираните талози на сите јони од I аналитичка група, се систематизирани во Табела 2.

Табела 2. Преглед на карактеристични реагенси и боја на талози за катјоните од I аналитичка група

Реагенс / Јони	Ag⁺	Pb²⁺	Hg₂²⁺
HCl	AgCl бел	PbCl ₂ бел	Hg ₂ Cl ₂ бел
KI	AgI бледо жолт	PbI ₂ жолт	Hg ₂ I ₂ зелен
K₂CrO₄ K₂Cr₂O₇	Ag ₂ CrO ₄ керамида црвен	PbCrO ₄ жолт	Hg ₂ CrO ₄ црвен
NaOH	Ag ₂ O кафен	Pb(OH) ₂ бел	Hg ₂ O црн
Na₂HPO₄	Ag ₃ (PO ₄) ₂ жолт	Pb ₃ (PO ₄) ₂ бел	Hg ₂ HPO ₄ бел
NH₄Br	AgBr бледо жолт	PbBr ₂ бел	Hg ₂ Br ₂ бел
NH₄OH		Pb(OH) ₂ бел	HgO црн
H₂SO₄	Ag ₂ SO ₄ бел	PbSO ₄ бел	Hg ₂ SO ₄ бел
H₂S	Ag ₂ S црн	PbS црн	HgS + Hg црн

2.2. КАТЈОНИ ОД II АНАЛИТИЧКА ГРУПА

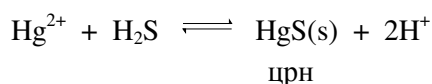
Како што е веќе претходно спомнато, во II аналитичка група спаѓаат оние катјони кои во кисела средина (HCl) на топло таложат со H₂S-гас или H₂S -вода, или со било кој сулфид растворлив во вода. Оваа група е поделена на II^a и II^b група во зависност од растворливоста на нивните сулфиди во амониум полисулфид.

Во II^a (сулфобазни) спаѓаат катјоните: Hg²⁺, Pb²⁺, Bi³⁺, Cu²⁺ и Cd²⁺.

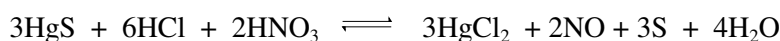
Во II^b (сулфо киселини) спаѓаат катјоните: As^{3+,5+}, Sb^{3+,5+}, Sn^{2+,4+}.

Жива

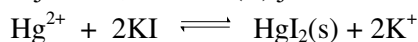
- Со H₂S таложат црн талог од жива(II) сулфид, кој прво е бел, па жолт од мешовитиот хлорид сулфид, а потоа поцрнува со додавање на вишок од таложниот реагенс.



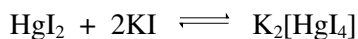
Талогот се раствора во царска вода (3HCl:HNO₃):



- Калиум јодид и други растворни јодиди, со жива(II) јоните таложат HgI₂ со портокал-црвена боја:

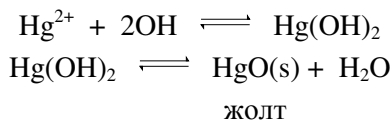


Талогот се раствора во вишок од реагенсот, формирајќи доста стабилни комплексни јони [HgI₄]²⁻.

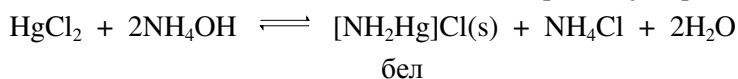


Ова е реакција за идентификација на Hg²⁺ катјоните.

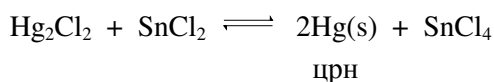
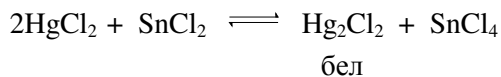
- Алкалните хидроксида таложат жолт талог од жива(II) оксид, од раствори кои содржат жива(II) јони. Прво се формира жива(II) хидроксид, кој е нестабилен (во споредба со сребро). Талогот се раствора во HNO₃.



- Амониум хидроксид таложат бел талог од амино жива(II) хлорид, кој се раствора во киселини.



- При реакција со калај(II) хлорид, растворите на жива(II) солите, таложат бел талог од Hg₂Cl₂, кој со голем вишок од калај(II) хлорид се редуцира до метална жива и талогот поцрнува. Ова е реакција за идентификација.

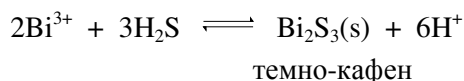


Бизмут

Бизмутот најчесто се сретнува со оксидационен број 3+, а поретко и со 5+. Солите на бизмутот лесно хидролизираат, при што се добиваат бизмутил катјони (BiO⁺).

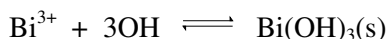
Катјоните на бизмутот во воден раствор се *безбојни*.

- Со H₂S вода и други растворни сулфиди Bi³⁺ јоните таложат од неутрални и умерено кисели раствори, темно-кафен талог од бизмут(III) сулфид.



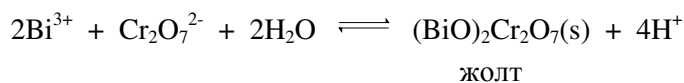
Талогот се раствора во жешка, разредена азотна киселина, со издвојување на елементарен сулфур.

2. **Алкалните хидроксида**, таложат бел талог од бизмут(III) хидроксид, растворлив во киселини, но нерастворлив во алкалии.



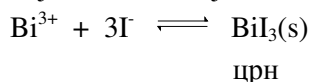
3. **Амониум хидроксид** таложит бела базна сол со променлив состав, во зависност од концентрацијата и температурата.

4. **Калиум дихромат** ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и други растворни хромати, од раствори кои содржат Bi^{3+} катјони, таложат жолт талог од бизмутил дихромат:

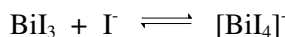


Талогот на изглед е ист како олово(II) хроматот, но за разлика од него се раствора во азотна киселина, а не се раствора во алкални хидроксида (види кај оловото).

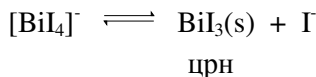
5. **Калиум јодид** (KI) и други растворни јодида, со катјонот на бизмутот таложат црн талог од BiI_3 .



Овој црн талог се раствора во вишок од реагенсот, KI, при што се добива комплексен јон од тетрајодобизмутат(III) со портокалова боја.



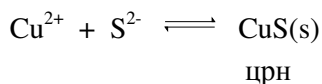
Со разредување на растворот со вода, повторно се добива црн талог од BiI_3 .



Бакар

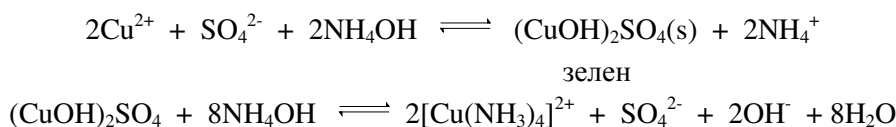
Бакарот гради соединенија со степен на оксидација 1+, 2+ и многу поретко соединенија со оксидационен број 3+. Cu^+ јоните во водни раствори е *безбојни*, а Cu^{2+} е *зелени или сини*.

1. **H_2S -вода**, и други растворни сулфида од неутрални и умерено кисели раствори таложат црн бакар(II) сулфид.



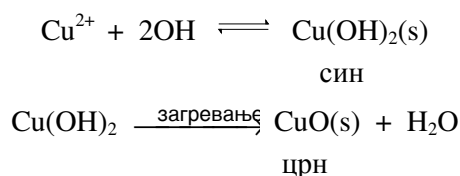
Бакар(II) сулфидот се раствора во врела разредена азотна киселина. Се раствора и во раствор од калиум цијанид при што поминува во калиум тетрацијанокупрат(I).

2. Ако на раствор кој содржи Cu^{2+} јони се додадат мали количини од **амониум хидроксид**, ќе се добие базна сол со зеленкаста боја, која со вишок од амониак, при pH 9, се раствора и се трансформира во амонијачен комплекс на бакарот со интезивно *сина боја*. Реакцијата е доста осетлива и служи за **идентификација на бакарот**.



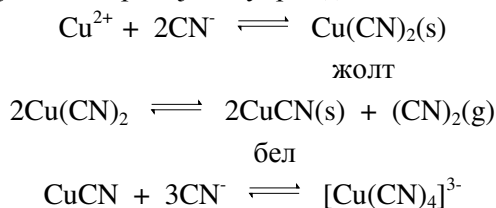
Комплексниот јон, тетраамминбакар(II) дисоцира во раствор, поради што, во присуство на сулфидни јони, ќе исталожи CuS (бакар(II) сулфид), црн талог.

3. **Алкалните хидроксида**, NaOH и KOH таложат со Cu^{2+} син талог од $\text{Cu}(\text{OH})_2$, кој при загревање ја губи водата и поминува во CuO , црн талог.



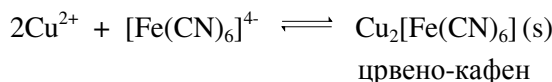
Бакар(II) хидроксид се раствора во разредени киселини и во амонијак.

4. **Калиум цијанид** и други растворни цијаниди таложат жолт талог од $\text{Cu}(\text{CN})_2$, кој е нестабилен и поминува во бел бакар(I) цијанид и дицијан. Бакар(I) цијанид се раствора во вишок од цијанид и гради стабилен комплексен јон од тетрацијанокупрат(I).



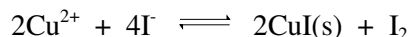
Овој комплекс е многу стабилен и служи за одвојување и докажување на кадмиум покрај бакар.

5. **Калиум хексацијаноферат(II)**, при $\text{pH} < 7$, со Cu^{2+} јони таложат црвено-кафен талог од бакар хексацијаноферат(II).



Талогот не се раствора во киселини, но се раствора во амониум хидроксид, градејќи комплекс.

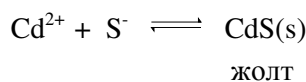
6. **Калиум јодид** ги редуцира Cu^{2+} јоните, со издвојување на нерастворен талог од бакар(I) јодид и слободен јод.



КАДМИУМ

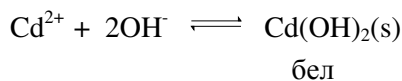
Во соединенијата, кадмиумот главно, се сретнува со оксидационен број 2+. Cd^{2+} јоните се *безбојни* во водни раствори.

1. **H_2S** и други **растворни сулфиди** таложат (од слабо кисели, неутрални и амониачни раствори) жолт талог од CdS , растворлив во врела разредена азотна киселина, а нерастворлив во алкални хидроксида, натриум сулфид, амониум сулфид и полисулфид, за разлика од сулфидите на арсен, антимон и калај.



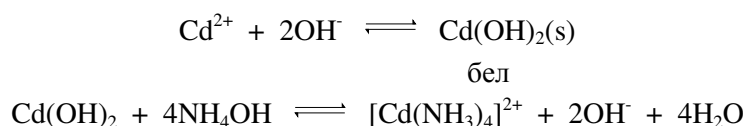
Ова е **реакција за идентификација** на Cd^{2+} катјоните.

2. Со **алкалните хидроксида** таложат бел кадмиум(II) хидроксид, кој на топло ја губи водата и станува жолт или кафен. Талогот не се раствора во вишок од реагенсот.

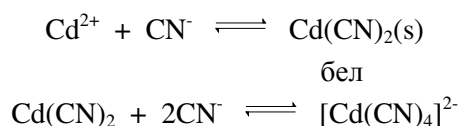


3. **Амониум хидроксид** таложат, исто така, бел талог од кадмиум(II) хидроксид. Талогот се раствора во вишок од амониум хидроксид, градејќи комплексен јон, тетрааминкадмиум(II), за разлика од

бизмутот, чија базична сол не се раствора во вишок од амониум хидроксид. Ова е реакција за одделување на Cd^{2+} од Bi^{3+} .



4. **Калиум цијанид** и други растворни **цијаниди**, од неутрални раствори, таложат бел кадмиум(II) цијанид, кој во вишок од реагенсот дава безбоен комплекс.



Ако на комплексот му се додаде H_2S -вода ќе се исталожи жолт талог од кадмиум сулфид, што покажува дека комплексниот јон не е стабилен и дисоцира на кадмиумови јони, за разлика од бакарниот комплекс кој е доста стабилен. Ова е реакција за докажување на кадмиум покрај бакар.

Карактеристичните реакции со соодветни реагенси и бојата на формираните талози на сите јони од II^a аналитичка група се система-тизирани во Табела 3.

Табела 3. Преглед на карактеристични реагенси и боја на талози за катјоните од II^a аналитичка група

Реагенс / Јони	Pb^{2+}	Hg^{2+}	Cu^{2+}	Cd^{2+}	Bi^{3+}
H_2S	PbS црн	HgS црн	CuS црн	CdS жолт	Bi_2S_3 кафен
NaOH	$\text{Pb}(\text{OH})_2$ бел	HgO жолт	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ син	$\text{Cd}(\text{OH})_2$ бел	$\text{Bi}(\text{OH})_3$ бел
NH_4OH	$\text{Pb}(\text{OH})_2$ бел	$[\text{Hg}(\text{NH}_2)]\text{Cl}$ бел	$\text{Cu}_2\text{SO}_4(\text{OH})_2$ зелен	$\text{Cd}(\text{OH})_2$ бел	$\text{Bi}(\text{OH})_3$ бел
KI	PbI_2 жолт	HgI_2 црвен	$\text{CuI} + \text{I}_2$ бел	CdI_2 бел	BiI_3 црн
KCN			$\text{Cu}(\text{CN})_2$ жолт CuCN бел	$\text{Cd}(\text{CN})_2$ бел	

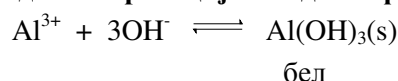
Катјони од III аналитичка група

Во III аналитичка група спаѓаат следниве катјони: Al^{3+} , Cr^{3+} и Fe^{3+} . Групен, таложен реагенс за оваа група е NH_4OH во присуство на NH_4Cl . Притоа се добиваат следниве талози: $\text{Al}(\text{OH})_3$ -бел; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -кафен и $\text{Cr}(\text{OH})_3$ -сиво зелен.

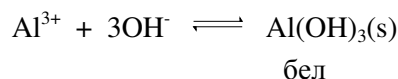
Алуминиум

Алуминиумот во соединенијата се јавува како Al^{3+} и AlO_2^- . Двата јони во воден раствор се *безбојни*.

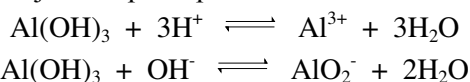
1. **Амониум хидроксид**, од раствори кои содржат Al^{3+} јони, таложува бел пифтиест талог од $\text{Al}(\text{OH})_3$. Талогот делумно се раствора во реагенсот. Целосно би се растворил само во голем вишок од концентриран амониум хидроксид. Ова е **реакција за идентификација**.



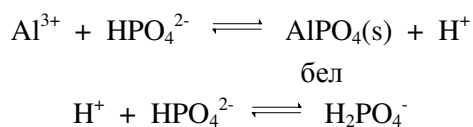
2. **Алкалните хидроксида**, NaOH и KOH , кога се додаваат капка по капка во раствор кој содржи Al^{3+} јони, таложат бел пифтиест талог од $\text{Al}(\text{OH})_3$.



$\text{Al}(\text{OH})_3$ има амфотерни својства и реагира и со киселини и со бази.



3. Со **натриум хидрогенфосфат** гради бел талог од алуминиум фосфат, кој се раствора во јаки киселини, а практично, нерастворлив е во оцетна киселина.



4. **По сув пат** Al^{3+} јоните може да бидат идентификувани со помош на **$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$** . На мало количество цврста супстанца која содржи алуминиум јони (Al^{3+}), се капнува 1-2 капки раствор кобалт(II) нитрат и се жари на пламен. Притоа се формира кобалт метаалуминат, соединение кое е познато како **Thénard-ово сино**.

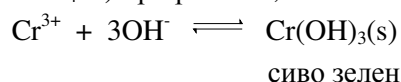


Хром

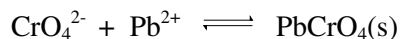
Хромот во соединенијата се јавува со оксидационен број 2+, 3+ и 6+. Cr^{2+} јоните во раствор се со *сино-зелена боја* и се нестабилни. Од кислородот од воздухот многу лесно се оксидираат во Cr^{3+} , кои се зелени по боја, а во комплексите сини, виолетови или зелени.

Под дејство на разни оксиденси, Cr^{3+} јоните поминуваат во Cr^{6+} , формирајќи ањони на хромната киселина, CrO_4^{2-} (хроматни јони) и ањони на дихромната киселина, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (дихромни јон). Растворите од хроматите се со *жолта*, а од дихроматите со *портокалова боја*.

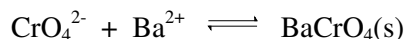
1. Со **амониум хидроксид**, NH_4OH , се таложува сиво зелен талог од $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Талочењето е потполно во присуство на пуфер (NH_4OH и NH_4Cl) при pH 8-10, исто како кај алуминиумот.



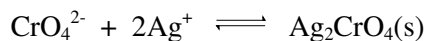
2. Во присуство на Pb^{2+} , Ba^{2+} или Ag^+ и **ацетатен пуфер**, хроматните јони таложат слабо растворливи талози.



жолт

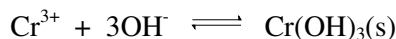


жолт

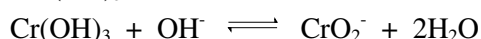
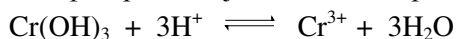


темно црвен

3. Со **алкалните хидрокси**ди реагира многу слично како алуминиумот, таложејќи сиво-зелен талог од $\text{Cr}(\text{OH})_3$.



Хром(III) хидроксидот има амфотерни својства, односно реагира и со киселини и со бази.



Хромитите NaCrO_2 и KCrO_2 , кои се добиваат при оваа реакција се со светло зелена боја. За разлика од метаалуминатите тие се распаѓаат при вриење (хидролиза) и повторно се таложат хром(III) хидроксид.

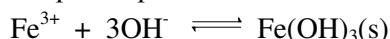
4. Со **натриум хидрогенфосфат**, Na_2HPO_4 , таложат зеленкаст талог од CrPO_4 . Реакцијата се одвива исто како со алуминиумот (види алуминиум). Талогот е растворлив во минерални киселини и бази.

Железо

Железото гради соединенија со степен на оксидација 2+, 3+ и 6+, меѓутоа во најголем број на соединенија се сретнува со степен на оксидација 2+ и 3+. Гради и голем број комплексни соединенија со степен на оксидација 2+ и 3+.

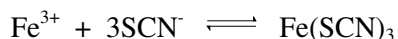
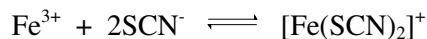
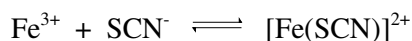
Растворите на железо(III) солите се *жолти или црвено-кафени*, а на железо(II) солите се *бледо зелени* (разредените раствори се безбојни).

1. **Амониум хидроксид**, NH_4OH , и **алкалните хидрокси**ди, NaOH или KOH , со Fe^{3+} јоните таложат црвено кафен талог од $\text{Fe}(\text{OH})_3$. За разлика од алуминиум и хром(III) хидроксидите, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ *не покажува амфотерни својства* и се раствора само во киселини.

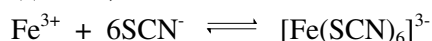


црвено-кафен

2. Со **амониум тиоцијанат**, NH_4SCN , и калиум тиоцијанат, KSCN , Fe^{3+} образува силно црвено обоен раствор:

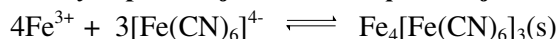


и со вишок од реагенсот се добива,



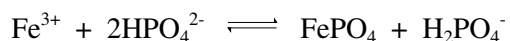
Реакцијата е осетлива и служи за докажување на железо, односно ова е **реакција за идентификација**. Реакцијата се користи во отсуство на флуориди, цитрати и други соли на органски киселини кои можат да ја вратат реакцијата во спротивна насока

3. **Калиум хексацијаноферат(II)**, $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, со Fe^{3+} , во слабо кисела средина таложат син талог, т.н. **берлинско сино** и претставува **реакција за идентификација**.



син

4. **Алкалните и амониум карбонати**, со Fe^{3+} јоните, таложат кафен талог од базна сол, која со загревање се преведува во $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
5. **Натриум хидроген фосфат**, Na_2HPO_4 , со Fe^{3+} јоните таложат бледо жолт талог од железо(III) фосфат.



Талогот се раствора во силни киселини, а не се раствора во оцетна киселина.

Карактеристичните реакции со соодветни реагенси и бојата на формираните талози на сите јони од III аналитичка група се систематизирани во Табела 4

Табела 4. Преглед на карактеристични реагенси и боја на талози за катјоните од III аналитичка група

Реагенс / Јони	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{3+}
NH_4OH	$\text{Al}(\text{OH})_3$ бел пивтиест	$\text{Cr}(\text{OH})_3$ сиво зелен	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ црвено кафен
NaOH	$\text{Al}(\text{OH})_3$ бел пивтиест	$\text{Cr}(\text{OH})_3$ сино зелен	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ црвено кафен
KSCN			$\text{Fe}(\text{SCN})_3$ црвен раствор
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$			$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ син
Na_2HPO_4	AlPO_4 бел	CrPO_4 зелен	FePO_4 бледо жолт

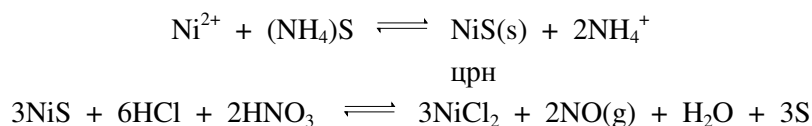
Катјони од IV аналитичка група

Во IV аналитичка група припаѓаат катјоните на Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , и Zn^{2+} , а групен таложен реагенс е амониум сулфид, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, во амонијачна средина.

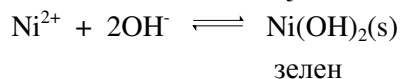
Никел

Најголем број од соединенијата на никелот имаат степен на оксидација 2+. Соединенијата со степен на оксидација 3+ се многу помалку застапени и се помалку стабилни. Никелот образува голем број комплексни соединенија. Растворите на никел(II) јоните се *зелено* обоени.

1. **Амониум сулфидот** реагира со никел(II) јоните, при што се таложува црн никел(II) сулфид, кој е растворлив во царска вода.

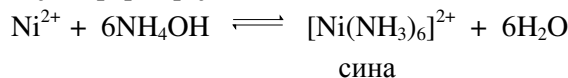


2. **Алкалните хидроксида**, NaOH и KOH, даваат со Ni^{2+} јоните зелен талог од никел(II) хидроксид.



Талогот се раствора во киселини, амонијак и амонијачни соли.

3. **Амониум хидроксид**, NH_4OH , таложува најпрво зелен талог од базна сол $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$, која потоа се раствора во вишок од амонијак, формирајќи комплексна сол со сина боја.



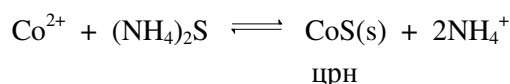
4. **Натриум хидроген фосфат**, Na_2HPO_4 , таложува зелен талог од никел(II) фосфат растворлив во киселини, освен во оцетна киселина. Талогот се раствора во амониум хидроксид, но не се раствора во алкалии.

5. **Диметилглиоксим (Chugaev-реагенс)** со Ni^{2+} јоните, во амонијак-ална средина таложува карактеристично црвен волуминозен талог од комплексна сол, односно хелатен комплекс познат како *bis*(диметилглиоксимато) никел(II). Реакцијата е карактеристична за никелот и служи за негова идентификација.

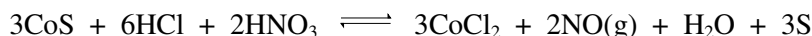
Кобалт

Во соединенијата се јавува како Co^{2+} и Co^{3+} . Кобалт(III) солите се нестабилни и лесно поминуваат во кобалт(II). Кристалохидратите и солите на Co^{2+} се *розе* обоени. Бојата потекнува од $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ јоните. Со дехидратација бојата поминува од розе во сина.

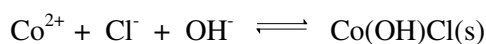
1. Кобалт(II) јонот со $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, таложен реагенс за IV аналитичка група, таложува кобалт(II) сулфид со црна боја, растворлив во царска вода.



При растворањето на талогот од кобалт(II) сулфид во царска вода се одвива следната реакција:



2. **Алкалните хидроксида** со Co^{2+} јоните таложат син талог од базична сол.



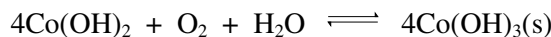
син

Со вишок од алкалии се преведува во кобалт(II) хидроксид, розев талог.



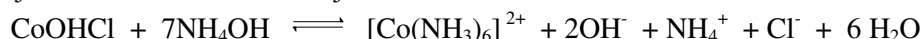
розе

Овој талог постепено се преведува, во присуство на кислородот од воздухот, во кобалт(III) хидроксид (кафен талог).



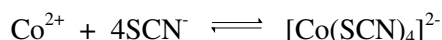
кафен

3. **Амониум хидроксид**, со Co^{2+} јоните, таложи сина базна сол, која се раствора во вишок од реагенсот, градејќи комплекс со жолта боја.

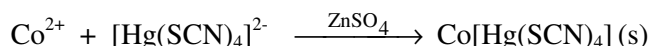


4. **Натриум хидроген фосфат** таложи виолетов талог од $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$, кој се раствора во киселини. Во амонијак, исто така, се раствора, формирајќи комплексна сол со жолта боја.

5. **Со амониум тиоцијанат**, NH_4SCN , кобалтовите јони формираат (во присуство на амил алкохол) комплекс со сина боја.



6. **Со амониум тетратиоцијанатомеркурат(II)**, $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$, Co^{2+} јоните, таложи син талог од кобалт тетратиоцијанатомеркурат(II). Реакцијата се изведува во присуство на мало количество од цинк сулфат, како катализатор (**реакција за идентификација**).

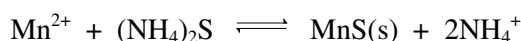


син

Манган

Солиите на Mn(II) во цврста состојба се слабо *розе* обоени, а во раствор се *безбојни*.

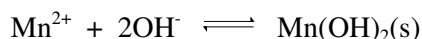
1. Манган(II) јоните со таложниот реагенс за IV аналитичка група, **амониум сулфидот**, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, ја даваат следната реакција:



месо боја

Талогот се раствора во HCl.

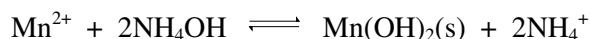
2. **Алкалните хидроксида**, со Mn^{2+} , таложат бел талог од $\text{Mn}(\text{OH})_2$, кој е растворлив во киселини, а нерастворлив во бази.



бел

Талогот брзо поминува во кафен, како резултат на оксидацијата која настанува од кислородот од воздухот.

3. **Амониум хидроксид**, со Mn^{2+} , таложи исто така бел манган(II) хидроксид, кој се раствора во вишок од амонијачни соли, кои се продукт од реакцијата.



бел

При оваа реакција, вредноста на pH на растворот е 10,83, што одговара за потполно таложење на $\text{Mn}(\text{OH})_2$. За да не се случи манганот да исталожи во трета група заедно со алуминиум, железо и

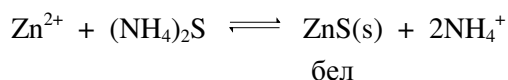
хром, во растворот, пред таложeње на трета група, се додава вишок од NH_4Cl , со што рН на растворот опаѓа и на таков начин ќе се одвојат железото, хромот и алуминиумот од манганот.

4. **Натриум хидроген фосфат** гради бел талог од $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$, кој се раствора во минерални киселини и во оцетна киселина, за разлика од алуминиум, хром и железо.

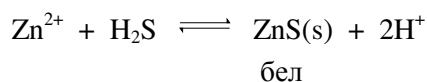
Цинк

Цинкот подтпи во облик на Zn^{2+} катјони, и како ZnO_2^- ањони. Двата јони се *безбојни* во воден раствор.

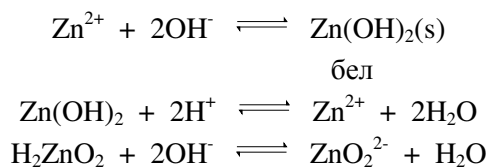
1. Zn^{2+} јоните со **амониум сулфидот** $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ таложат цинк сулфид со бела боја растворлив во хлороводородна киселина.



2. Со **сулфур водород**, H_2S , таложат бел талог од ZnS , кој се раствора во HCl , а не се раствора во оцетна киселина (**реакција за идентификација**).

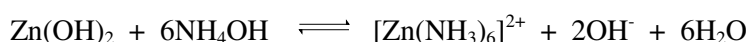


3. **Алкалните хидроксида**, со јоните од Zn^{2+} , таложат бел талог од $\text{Zn}(\text{OH})_2$, (H_2ZnO_2) , кој се раствора и во киселини и во бази.



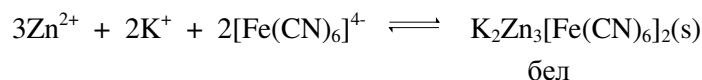
За разлика од алуминиумот, цинкот не таложат со NH_4Cl , бидејќи неговиот хидроксид е растворлив во амонијачни соли.

4. **Амониум хидроксид** таложат бел талог од цинк(II) хидроксид, кој се раствора во вишок од реагенсот формирајќи комплекс.



5. **Натриум хидрогенфосфат** таложат бел талог од $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, кој се раствора во киселини, бази и амонијак. Во присуство на амонијачни соли таложат ZnNH_4PO_4 (цинк амониум фосфат).

6. **Калиум хексацијаноферат(II)**, со Zn^{2+} , таложат бел талог од двоен, дикалиум трицинк хексацијаноферат(II), растворлив во бази.



Оваа реакција служи за идентификација на цинк во присуство на алуминиум.

7. **Калиум хексацијаноферат(III)**, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, таложат со цинкот, жолто кафен талог од $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, кој е растворлив и во HCl и во NH_4OH .

Карактеристичните реакции со соодветни реагенси и бојата на формираните талози на сите јони од IV аналитичка група, се систематизирани во табела 5

Табела 5. Преглед на карактеристични реагенси и боја на талози за катјоните од IV аналитичка група

Реагенс / Јони	Co²⁺	Ni²⁺	Mn²⁺	Zn²⁺
(NH₄)₂S	CoS црн	NiS црн	MnS месо боја	ZnS бел
NH₄OH	[Co(NH ₃) ₆] ²⁺ жолт р-р	[Ni(NH ₃) ₆] ₂ син р-р	Mn(OH) ₂ бел	Zn(OH) ₂ бел
NaOH	Co(OH)Cl син	Ni(OH) ₂ Зелен	Mn(OH) ₂ бел	Zn(OH) ₂ бел
Na₂HPO₄	Co ₃ (PO ₄) ₂ виолетов	Ni ₃ (PO ₄) ₂ зелен	Mn ₃ (PO ₄) ₂ бел	Zn ₃ (PO ₄) ₂ бел
K₄[Fe(CN)₆]				K ₂ Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ бел
K₃[Fe(CN)₆]				Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ жолто кафен
Co(NO₃)₂				CoZnO ₂ зелен
NH₄SCN	[Co(SCN) ₄] ²⁻ син р-р			
(NH₄)₂[Hg(SCN)₄]	Co[Hg(SCN) ₄] син			
диметил глиоксим		талог со црвена боја		

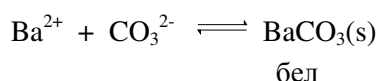
Катјони од V аналитичка група

Во V аналитичка група спаѓаат оние катјони кои во амонијачна средина, во присуство на амониум хлорид таложат со амониум карбонат, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, како слабо растворливи карбонати во вода. Во оваа група се вбројуваат: Ca^{2+} , Ba^{2+} и Sr^{2+} .

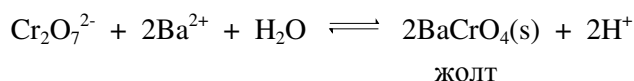
Барииум

Барииумот гради соединенија со степен на оксидација 2+. Јоните на барииум во воден раствор се *безбојни*.

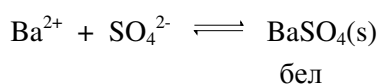
1. **Со амониум карбонат**, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, таложнен реагенс за V аналитичка група, Ba^{2+} катјоните таложат бел талог од BaCO_3 , растворлив во киселини.



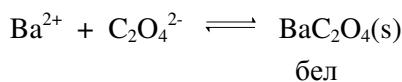
2. **Калиум дихромат**, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, со Ba^{2+} јони, таложува жолт талог од BaCrO_4 (**реакција за идентификација**).



3. **Сулфурната киселина** и растворливите **сулфати**, со Ba^{2+} , таложат бел, кристален талог, кој не се раствора во јаки минерални киселини.

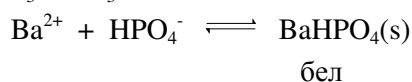


4. **Амониум оксалат**, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, и други растворливи **оксалати**, со Ba^{2+} , таложат бел кристален талог од барииум оксалат.



Талогот се раствора во HCl и HNO_3 , а при загревање и во концентрирана CH_3COOH .

5. **Натриум хидроген фосфат**, Na_2HPO_4 , со Ba^{2+} , таложува бел талог од барииум хидроген фосфат. Талогот се раствора во HCl , HNO_3 и CH_3COOH .

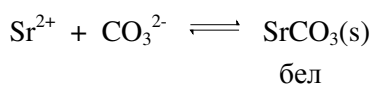


6. **Реакција по сув пат**. Испарливите соли на барииумот, како што се BaCl_2 и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, го бојат пламенот *зелено*.

Стронциум

Стронциумот гради само двовалентни Sr^{2+} катјони. Јоните на стронциум во воден раствор се *безбојни*.

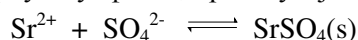
1. Со $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, таложниот реагенс за V аналитичка група, Sr^{2+} катјоните таложат бел талог од SrCO_3 , растворлив во киселини:



2. **Со гипсана вода** (заситен раствор од гипс, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), стронциумот таложува, исто така, бел талог од SrSO_4 . Ова се објаснува со фактот што растворливоста на стронциумот сулфат во вода изнесува $3,2 \cdot 10^{-7} \text{ g/L}$, а на калциум сулфат $2,37 \cdot 10^{-5} \text{ g/L}$, што значи стронциум сулфатот е понерастворлив од калциум сулфатот. Реакцијата е бавна и се одвива при загревање, а служи за **докажување на стронциумот** покрај калциумот. Оваа реакција ја дава и барииумот, затоа

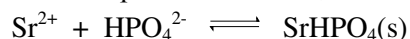
реакцијата со калциум сулфат може да се употреби за докажување на стронциумот само по одвојување на бариумот (**реакција за идентификација**).

3. **Сулфурната киселина** и растворливите **сулфати** таложат со стронциумот практично нерастворлив талог од SrSO_4 . Талогот се раствора во концентрирани киселини при вриење, а исто така може да се раствори како бариум сулфатот, преведувајќи го во карбонат.



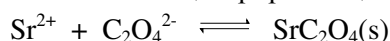
бел

4. **Натриум хидрогенфосфат**, Na_2HPO_4 , дава со стронциумот бел талог од стронциум хидрогенфосфат, кој се раствора во минерални киселини, а не се раствора во оцетна киселина.



бел

5. **Амониум оксалат**, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, таложат со стронциумот бел талог од SrC_2O_4 , кој е растворлив во минерални киселини, а при загревање и во концентрирана оцетна киселина.



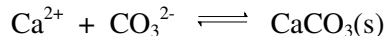
бел

6. **Реакција по сув пат**. Испарливите соли на стронциумот го бојат оксидациониот дел од бурзеновиот пламен со *кармин црвена* боја.

Калциум

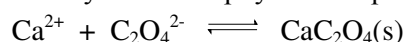
Калциумот гради соединенија само со оксидационен број 2+. Јоните на калциум во воден раствор се *безбојни*.

1. Со $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, таложен реагенс за петта аналитичка група, Ca^{2+} катјонот таложат бел талог од CaCO_3 , растворлив во киселини:



бел

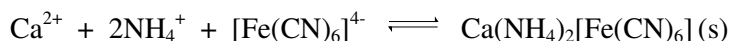
2. **Амониум оксалат**, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, со Ca^{2+} јоните таложат бел кристален талог од калциум оксалат, растворлив во минерални киселини, но не и во оцетна киселина. Ова е **реакција за идентификација** на калциумот во отсуство на бариумот и стронциумот.



бел

3. **Растворливите сулфати** *не таложат* калциум сулфат од разредени раствори на калциумови јони (за разлика од бариум и стронциум), поради тоа $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ служи како реагенс за одделување на стронциумот од калциумот.

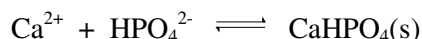
4. **Калиум хексацијаноферат(II)**, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, со калциумот, таложат бел кристален талог од калциум амониум хексацијаноферат(II) при pH 9, односно во присуство на пуферски раствор (NH_4OH и NH_4Cl).



бел

Талогот не се раствора во оцетна киселина. Оваа реакција не ја дава стронциумот, а бариумот таложат со $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и затоа оваа реакција служи за докажување на калциумот покрај стронциумот, но не и покрај бариумот.

5. **Натриум хидроген фосфат**, Na_2HPO_4 , таложат бел талог од калциум хидроген фосфат, растворлив во киселини, но не и во оцетна киселина.



бел

6. **Реакција по сув пат.** Испарливите соли на калциумот го бојат оксидациониот дел од бунзеновиот пламен со *цигла црвена* боја.

Карактеристичните реакции со соодветни реагенси и бојата на формираните талози на сите јони од V аналитичка група, се систематизирани во Табела 6

Табела 6. Преглед на карактеристични реагенси и боја на талози за катјоните од IV аналитичка група

Реагенс / Јони	Ca^{2+}	Sr^{2+}	Ba^{2+}
Na_2CO_3	CaCO_3 бел	SrCO_3 бел	BaCO_3 бел
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$			BaCrO_4 жолт
H_2SO_4		SrSO_4 бел	BaSO_4 бел
Гипсна вода (CaSO_4)		SrSO_4 бел	
$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	CaC_2O_4 бел	SrC_2O_4 бел	BaC_2O_4 бел
Na_2HPO_4	CaHPO_4 бел	SrHPO_4 бел	BaHPO_4 бел
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$\text{Ca}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ бел		$\text{Ba}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ бел
По сув пат на пламен	цигла црвено	кармин црвено	зелено

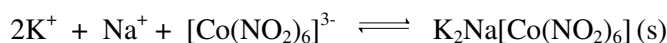
Катјони од VI аналитичка група

Во VI аналитичка група се катјоните K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} и Li^+ кои немаат групен таложен реагенс. Солите на овие катјони во воден раствор се *безбојни*.

Калиум

Калиумот спаѓа во првата група на елементи во периодниот систем и поради тоа се јавува неговите јони се едновалентни катјони, K^+ .

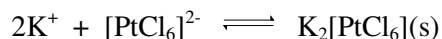
1. **Натриум хексанитрокобалтат(III)**, $Na_3[Co(NO_2)_6]$, со раствори кои содржат калиумови јони, таложи жолт талог од дикалиум натриум хексанитрокобалтат(III). Ова е **реакција за идентификација** во отсуство на NH_4^+ катјони.



ЖОЛТ

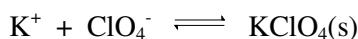
Бидејќи оваа реакција ја даваат и NH_4^+ катјоните, секогаш калиумот со оваа реакција се испитува директно од пробата, пред да се додаде амонијак или амонијачни соли, или откако ќе се отстрани амонијакот целосно. Талогот не се раствора во оцетна, а се раствора во јаки минерални киселини (HCl).

2. **Хексахлороплатинатна(IV) киселина**, $H_2[PtCl_6]$, со концентрирани раствори на калиумови соли, таложи жолт кристален талог од калиум хексахлороплатинат(IV). Реакцијата ја даваат и NH_4^+ , Rb^+ и Cs^+ .



ЖОЛТ

3. **Перхлорната киселина**, $HClO_4$, со K^+ јони, таложи бел талог од калиум перхлорат.



БЕЛ

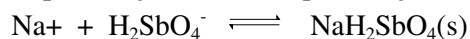
Растворливоста на талогот во вода расте со загревање, а во етил алкохол се намалува.

4. **Реакција по сув пат**. Испарливите соли на калиумот го обојуваат оксидациониот дел од пламенот со *виолетова* боја. Оваа боја најдобро се гледа преку кобалтно, сино стакло, кое ја апсорбира жолтата боја од пламенот, а ја пропушта виолетовата боја од калиумот (реакција за идентификација).

Натриум

Исто како калиумот и натриумот гради катјони со оксидацијски број 1+, Na^+ . Повеќето натриумови соли се лесно растворливи во вода. Постојат мал број на реакции кои даваат слабо растворливи талози со натриумот.

1. **Калиум дихидрогенантимонат**, KH_2SbO_4 со јони од натриум таложи бел кристален талог од натриум дихидрогенантимонат (**реакција за идентификација**).



БЕЛ

Оваа реакција ќе протече кога ќе се исполнети следните услови:

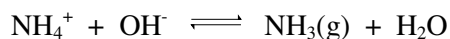
- Растворот треба да е доста концентриран во однос на натриумовите јони, бидејќи добиениот талог има голема растворливост во вода.
- Средината треба да е неутрална, pH 7, бидејќи во кисела средина реагенсот се распаѓа до метаантимонеста киселина.
- Реакцијата се изведува на ладно, бидејќи растворливоста на талогот расте со порастот на температурата.

2. **Реакција по сув пат.** Испарливите соли на натриумот го бојат оксидациониот дел од пламенот со *светло жолта* боја (**реакција за идентификација**).

Амониум катјони

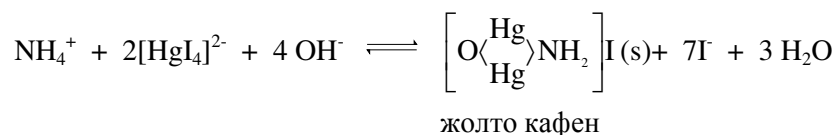
Амониум катјоните, NH_4^+ , настанува кога азотниот атом кај амонијакот со слободниот електронски пар ќе привлече кон себе уште еден протон, односно со протонирање на амонијакот. Во слободна состојба не се изолирани, туку постојат само во раствор како едновалентни, *безбојни* катјони. Нивната идентификација се изведува преку неколку реакции.

1. **Алкалните хидроксида, NaOH и KOH,** издвојуваат амонијак од амонијачни соли.



Ослободениот гас може да биде идентификуван на отворот од епруветата на следните начини:

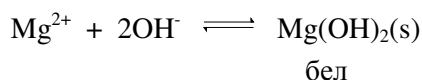
- а)** по мирис (треба да се избегнува);
б) натопената лакмусова хартија на отворот на епруветата посинува од издвоениот амонијак ;
в) парче филтерна хартија натопена со $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, на отворот од епруветата поцрнува.
2. **Nessler-овиот реагенс,** кој претставува алкален раствор на калиум тетрајодомеркурат(II), (односно $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ во KOH), со раствори кои содржат амониум јони, дава карактеристичен црвено-кафен талог, кога концентрацијата на амонијакот е голема и жолто кафен талог или обојување, кога концентра-цијата е мала.



Магнезиум

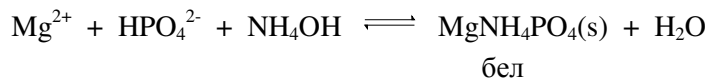
Магнезиумот во соединенијата се јавува исклучиво со оксидационен број 2+.

1. **Алкалните хидроксида,** со Mg^{2+} , таложат бел талог од магнезиум хидроксид.



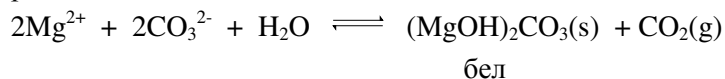
Реакцијата служи за одвојување на магнезиумот од другите катјони на шестата група. Талогот е растворлив во киселини и во амонијачни соли.

2. **Натриум хидроген фосфат** со магнезиумови јони, во присуство на NH_4OH и NH_4Cl , таложат бел кристален талог од магнезиум амониум фосфат, во форма на *ѕвездички* или снегулки. Ова е **реакција за идентификација** на Mg^{2+} .



Талогот се раствора во минерални киселини, па дури и во оцетна киселина и повторно таложат со амонијак. На таков начин се врши прекристализација на талогот при што се добиваат многу поубави кристали (кои се гледаат под микроскоп).

3. **Растворливите карбонати,** со јони од магнезиумот, таложат бел, аморфен талог од базен магнезиум карбонат, слабо растворлив во вода, за разлика од Na_2CO_3 , K_2CO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Талогот се раствора во минерални киселини.



Литиум

Литиумот гради едноваленти катјони кои во воден раствор се *безбојни*.

За литиумот *не се познати* таложни реакции, бидејќи сите соли на литиумот се лесно растворливи во вода. Идентификацијата на литиумот може да се изврши со бојење на пламенот:

1. Испарливите соли на литиумот го бојат оксидациониот дел од пламенот со *кармин црвена боја*. Пламенот е широк за разлика од стронциумот.
2. Алкохолен раствор од некоја литиумова сол, запален гори со кармин црвена боја. Реакцијата се изведува на следниот начин: 1 mL од испитуваниот раствор се става во порцелански сад и се испарува до суво. Се додаваат 1-2 капки концентрирана HCl и 2-3 mL апсолутен алкохол. Се пали алкохолот и се меша со стаклена прачка. Рабовите на пламенот се со *кармин црвена боја*, во присуство на литиумот.

Карактеристичните реакции со соодветни реагенси и бојата на формираните талози на сите јони од VI аналитичка група, се систематизирани во Табела 7.

Табела 7. Преглед на карактеристични реагенси и боја на талози за катјоните од VI аналитичка група

Реагенс / Јони	K ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Li ⁺
Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	K ₂ Na[Co(NO ₂) ₆] жолт				
H ₂ [PtCl ₆]	K ₂ [PtCl ₆] жолт				
HClO ₄	KClO ₄ бел				
KH ₂ SbO ₄				NaH ₂ SbO ₄ бел	
NaOH		NH ₃	Mg(OH) ₂ бел		
K ₂ [HgI ₄] ⁺ + KOH		црвено каф. талог			
По сув пат на пламен	виолетово			жолто	црвено

АНАЛИЗА НА АНЈОНИ

ПОДЕЛБА НА КИСЕЛИНИТЕ

(според БУНЗЕН)

Како што се поделени катјоните на групи, врз база на нивното однесување према одредени групни таложни реагенси (HCl , H_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$), исто така се поделени и киселините во VII групи. Поделбата ја извршил Р. Бунзен, врз база на нивното однесување према Ag^+ и Ba^{2+} јоните и растворливоста на добиените талози во вода и азотна киселина.

I група

Во I група спаѓаат оние киселини, чии анјони градат талози со катјоните на среброто, а добиените талози не се раствораат ни во вода, ни во азотна киселина. Со катјоните на бариумот не градат талози. Овде спаѓаат: **HCl , HBr , HI , $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, HCN , HCNS** и други.

II група

Во II група спаѓаат оние киселини, чии анјони таложат и со двата катјони (Ag^+ , Ba^{2+}) и чии сребрени соли се раствораат во азотна киселина, додека бариумовите соли лесно се раствораат во вода. Овде спаѓаат: **H_2S , H_2Se , H_2Te , HNO_2 , CH_3COOH , HCOOH** и други.

III група

Во III група спаѓаат оние киселини, чии анјони градат бели талози со катјоните на среброто, растворливи во азотна киселина и бели талози со катјоните на бариумот, тешко растворливи, или воопшто нерастворливи во вода, а растворливи во азотна киселина. Овде спаѓаат: **H_2SO_3 , H_2SeO_3 , H_2TeO_3 , H_3PO_3 , H_2CO_3 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, H_3BO_3 , $\text{H}_6\text{C}_6\text{O}_4$** и други.

IV група

Во IV група спаѓаат оние киселини, чии анјони градат обоени талози со катјоните на среброто, растворливи во азотна киселина и бариумови соли, нерастворливи во вода. Во оваа група спаѓаат: **H_3PO_4 , H_3AsO_3 , H_3AsO_4 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, H_2CrO_4** и други.

V група

Во V група спаѓаат оние киселини, чии сребрени и бариумови соли се растворливи во вода. Тие се докажуваат врз база на нивните оксидациони својства. Овде спаѓаат: **HNO_3 , HClO_3 , HClO_4 , HMnO_4** и други.

VI група

Во VI група спаѓаат оние киселини, чии сребрени соли се растворливи во вода, а со катјоните на бариумот градат соли нерастворливи во азотна киселина. Овде спаѓаат: **H_2SO_4 , HF , H_2SiF_6** и други.

VII група

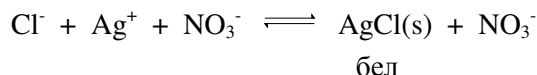
Во VII група спаѓаат огноотпорни киселини, кои со алкалите даваат растворливи соли. Овде спаѓаат: **H_2SiO_3 , H_2WO_4 , H_2TiO_3 , H_3NbO_4 , H_3TaO_4 и H_2ZrO_3 .**

КАРАКТЕРИСТИЧНИ РЕАКЦИИ НА АНЈОНИ

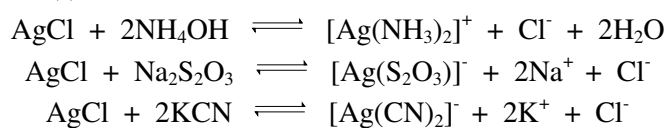
Карактеристични реакции на хлоридни јони (Cl⁻)

Хлоридните јони, Cl⁻, претставуваа анјони на хлороводородната киселина. Таа претставува јака минерална киселина која се добива кога гасовит HCl се раствори во вода. При реакција на хлороводородната киселина со бази се добиваат соли, хлориди. Хлоридите се главно растворливи во вода. Слабо растворливи хлориди во вода се: AgCl, Hg₂Cl₂, PbCl₂ и базните соли на бизмут, антимон и калај.

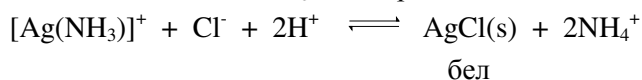
1. **Сребро нитрат, AgNO₃**, со Cl⁻, дава бел талог од AgCl. Талогот добива сиво виолетова боја со стоење на светлина, а потоа поцрнува бидејќи се распаѓа.



Талогот не се раствора во HNO₃, а се раствора во NH₄OH, Na₂S₂O₃, KCN и други, при што поминува во комплексно соединение.

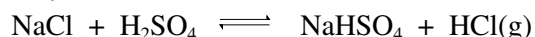


Ако се закиселат овие комплекси со HNO₃, повторно ќе се добие бел талог.

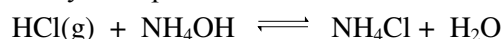


Ова е реакција за идентификација на хлориди.

2. **Концентрирана сулфурна киселина** ги разложува хлоридите (освен хлоридите на живата и среброт), при што се ослободува гасовит HCl.



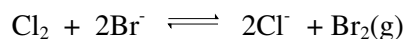
Ако на отворот од епруветата се стави стаклена прачка натопена во амониум хидроксид, ќе се појави бел чад од издвоениот амониум хлорид.



Карактеристични реакции на бромидни јони (Br⁻)

Бромидните јони Br⁻, се анјони на бромоводородната киселина, (HBr), која претставува раствор од бромоводород во вода. Солите на бромоводородната киселина се викаат бромиди. Нерастворливи бромиди во вода се: AgBr, Hg₂Br₂ и PbBr₂. Бромидите се многу слични по своите особини со хлоридите.

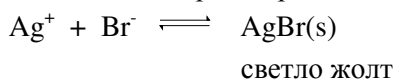
1. **Стандардниот оксидационен потенцијал** на системот Br₂|2Br⁻ (E = +1,09 V) е понизок од оној на системот Cl₂|2Cl⁻ (E = +1,36 V) поради што бромидните јони се посилни редуктори од хлоридните јони. Затоа при реакција на **раствор од бромиди со хлорна вода** се издвојува елементарен бром.



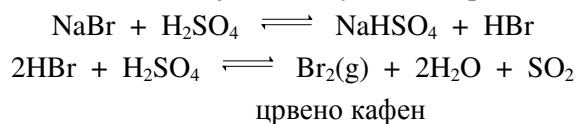
Оваа реакција се одвива во присуство на сулфурна киселина. Издвоениот бром го обојува растворот со жолта или кафена боја во зависност од концентрацијата на издвоениот бром. Бромот се екстрахира во органски растворувач (CHCl₃, CS₂ или некој друг). Ова е реакција за идентификација на бромиди и се изведува на следниот начин:

На 1 mL од испитуваниот раствор се додава 5-6 капки разредена H₂SO₄ и 5-6 капки CHCl₃ или некој друг растворувач, а потоа се додава 1 mL хлорна вода (хлорна вода претставува раствор од гасовит хлор и вода). Епруветата се промешува енергично при што хлороформскиот раствор ќе се обои со жолта или кафена боја од издвоениот елементарен бром.

2. **Сребро нитрат**, AgNO_3 , со раствор кој содржи бромиди дава светло жолт талог од сребро бромид (AgBr), нерастворлив во азотна киселина, а слабо растворлив во амониум хидроксид.



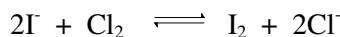
3. **Концентрирана сулфурна киселина**, ако се додаде на цврсти бромиди, се издвојува гасовит HBr , а делумно се оксидира во слободен Br_2 , кој се одделува како црвено кафен гас.



Карактеристични реакции на јодидни јони (I^-)

Јодидните јони, I^- , се анјони на јодоводородната киселина, со формула HI . Таа претставува јодоводород растворен во вода. Нејзините соли се викаат јодиди. Нерастворни јодиди во вода се: AgI , Hg_2I_2 , PbI_2 и CuI_2 . Јодоводородната киселина полесно се оксидира во I_2 отколку HBr , бидејќи стандардниот потенцијал на системот I_2/I^- ($E = +0,54 \text{ V}$), е понизок од оној на $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ ($E = +1,09 \text{ V}$).

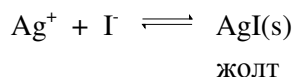
1. Поради стандарден електроден потенцијал на системот $\text{I}_2/2\text{I}^-$ ($E = +0,54 \text{ V}$), кој е понискиот од оној на системот $\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$ ($E = +1,36 \text{ V}$), хлорната вода ги оксидира јодидните јони до елементарен јод:



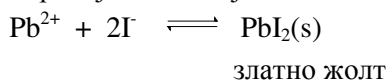
Реакцијата се изведува во присуство на сулфурна киселина и органски растворувач. Слојот од органскиот растворувач се обојува виолетово од издвоениот елементарен јод. Со вишок на хлорна вода, издвоениот јод се оксидира во јодат (кој е безбоен), при што се губи виолетовата боја на слојот од органскиот растворувач. Ова е реакција за **идентификација на јодиди** и се изведува на следниот начин:

На 1 mL проба се додава 3-4 капки разредена сулфурна киселина, 5-6 капки органски растворувач (хлороформ, јаглен дисулфид) и 1 mL хлорна вода. Се промешува енергично епруветата и органскиот растворувач се обојува со виолетова боја доколку се присутни јодидните анјони.

2. Сребро нитрат со раствор кој содржи јодидни анјони таложат жолт талог од AgI , нерастворлив во азотна киселина и амониум хидроксид (за разлика од AgCl).

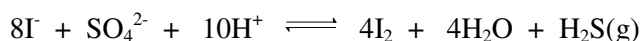


3. Олово(II) катјоните со раствор кој содржи јодидни анјони, таложат златно жолт талог од PbI_2



Ако кон овој талог се додаде вишок на вода и неколку капки разредена оцетна киселина, а потоа се загрее, талогот ќе се раствори. При ладење повторно кристализираат златно жолти кристали од PbI_2 .

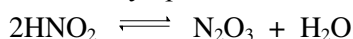
4. Концентрирана сулфурна киселина ги оксидира јодидните јони директно во I_2 , а самата се редуцира во H_2S .



Издвоениот јод го обојува растворот темно кафено. При загревање на тој раствор се издвојуваат виолетови пари од ослободениот јод.

Карактеристични реакции на нитритни јони (NO_2^-)

Нитритните јони, NO_2^- , се анјони на азотестата киселина, HNO_2 , која постои само во ладни разредени водни раствори. Таа се распаѓа многу брзо.



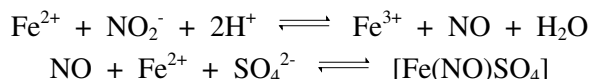
Диазот триоксид, N_2O_3 , е стабилен само на ниски температури. На собна температура се распаѓа на азот моноксид и азот диоксид.



Солите на азотестата киселина (нитритите) се постабилни од самата киселина. Тие се лесно растворливи во вода, освен $AgNO_2$, кој се раствора само при загревање.

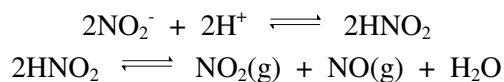
1. Железо(II) солите, во слабо кисел раствор, ги редуцираат нитритите до азот моноксид, кој со вишок на солта гради интензивно обоено адиционо соединение. Реакцијата се изведува на следниот начин:

На 1 mL од испитуваниот раствор се додава кристален $FeSO_4$ во вишок. Се протресува епруветата за да се раствори еден дел од $FeSO_4$, а потоа по ѕидовите на епруветата се додава разредена сулфурна киселина. Се појавува кафено обоен прстен или целиот раствор се обојува кафејаво.

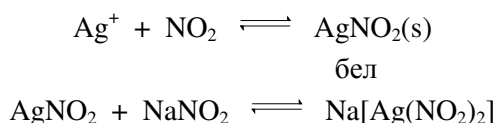


Ова е реакција за идентификација на нитрити.

2. При закиселување, нитритите се распаѓаат со одделување на кафејав гас од NO_2 .



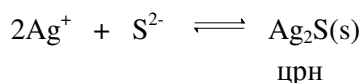
3. Сребро нитратот гради бел кристален талог од сребро нитрит, тешко растворлив во ладна вода, а се раствора во азотна киселина и вода што врие. Се раствора и во вишок од алкален нитрит, при што се добива комплексно соединение.



Карактеристични реакции на сулфидни јони (S^{2-})

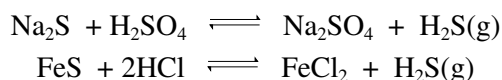
Сулфидните јони (S^{2-}) се анјони на сулфурводородната киселина H_2S , која претставува раствор на гас сулфурводород во вода. Таа е една од најслабите киселини. Водните раствори на нејзините соли (сулфидите) покажуваат силно алкална реакција.

1. **Сребро нитратот** со сулфидните јони таложи црн талог од Ag_2S , кој не се раствора во NH_4OH , а се раствора во разредена HNO_3 при загревање.

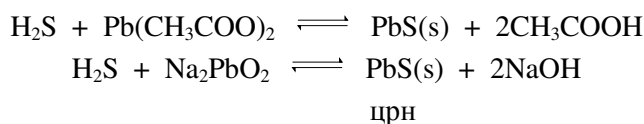


2. **Натриум нитропрусид**, $Na_2[Fe(CN)_5NO]$, во алкална средина со сулфидните јони дава карактеристично темно виолетово обојување од образуваниот комплекс $Na_4[Fe(CN)_5NOS]$. Ова е реакција за идентификација на сулфидите.

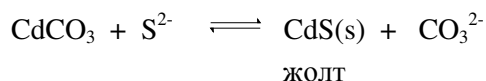
3. **Разредена сулфурна и концентрирана хлороводородна киселина** ги разложуваат сулфидите со ослободување на H_2S гас.



Ослободениот H_2S може да се идентификува на отворот од епруветата со филтерна хартија натопена во $Pb(CH_3COO)_2$ или во Na_2PbO_2 , при што филтерната хартија поцрнува од образуваниот PbS .



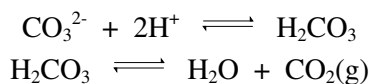
4. **Кадмиумовите катјони**, (Cd^{2+}) во слабо кисела или неутрална средина со сулфидните јоне таложат жолт талог од CdS . Оваа реакција се користи за отстранување на сулфидните јони од растворот од кој понатаму треба да се испитуваат други ањони. Како таложен реагенс се користи CdCO_3 .



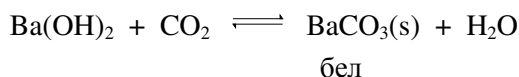
Карактеристични реакции на карбонатни јони (CO_3^{2-})

Карбонатните јони, CO_3^{2-} , се ањони на јаглеродната киселина, H_2CO_3 , која не постои во слободна состојба. Кога се добиваат од нејзините соли се распаѓа скоро потполно на јаглерод диоксид и вода. Единствени растворливи карбонати се карбонатите на амониум, калиум и натриум, а останатите катјони таложат нормални или базни карбонати. Со некои катјони (Al^{3+} , Cr^{3+} , Ti^{4+} , Au^{3+} и други) таложат хидроксида.

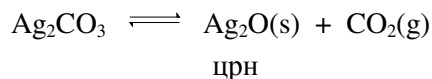
1. Кога на карбонатни јони се дејствува со некоја киселина се одделува CO_2 , што се манифестира со шуштење и издвојување на меурчиња во пробата.



Ако се спроведе ослободениот гас во раствор од $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Ba}(\text{OH})_2$, ќе се исталожи бел талог од CaCO_3 или BaCO_3 . Ова е **реакција за идентификација** на карбонати.



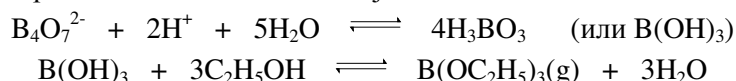
2. Со **бариум хлорид**, карбонатните јони таложат бел талог од BaCO_3 , растворлив во минерални киселини, па дури и во оцетна киселина, при што се ослободува CO_2 .
3. Со **сребро нитрат** даваат бел талог од од сребро карбонат, кој со HCl , поминува во AgCl . При вриење, овој талог поцрнува.



Карактеристични реакции на боратни јони (BO_3^{3-})

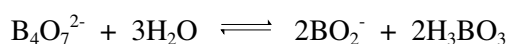
Слободна борна (ортоборна) киселина, H_3BO_3 , е бела кристална супстанца, слабо растворлива во вода. Таа е многу слаба киселина. Солите на борната киселина (борати), по својот состав одговараат на солите на метаборната (HBO_2) и тетраборната ($\text{H}_4\text{B}_4\text{O}_7$), киселина. Од боратите само алкалните борати се растворливи во вода. Најважна сол е натриум тетраборат, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, познат под името боракс. Таа преставува многу слаба киселина. Сите растворливи метаборати хидролизираат во воден раствор базно (pH 11). Боратите кои не се растворливи во вода се раствораат во киселини. Растворите на боратите се *безбојни*.

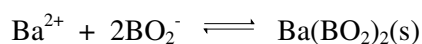
1. **Реакција на пламен:** 5-6 капки раствор од $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ се испарува во порцелански сад. На сувиот остаток се додава 3-4 капки концентрирана сулфурна киселина и 1mL етил или метил алкохол. Запален растворот гори со зелен пламен. Реакцијата е следната:



Ова е етил естер на борната киселина, кој е многу испарлив и гори со зелен пламен. Ова е **реакција за идентификација** на боратните ањони.

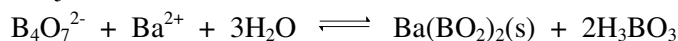
2. **Бариум хлорид**, во алкална средина, со раствор од $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ дава бел талог од бариум метаборат, $\text{Ba}(\text{BO}_2)_2$, кој се раствора во киселини.





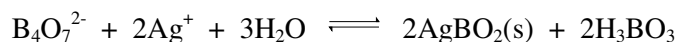
бел

или вкупната реакција би била:



бел

3. **Сребро нитрат** со раствор кој содржи борати (тетраборати), таложи бел талог од AgBO_2 , кој е растворлив во азотна киселина и амониум хидроксид.

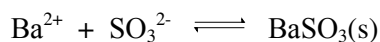


бел

Карактеристични реакции на сулфитни јони (SO_3^{2-})

Сулфитните јони, SO_3^{2-} , се анјони на сулфурестата киселина, H_2SO_3 . Сулфурестата киселина не постои во слободна состојба. Кога се ослободува од нејзините соли се распаѓа на нејзиниот анхидрид, SO_2 и вода и во многу мали количини е во форма на H_2SO_3 . По својата јачина спаѓа во средно јаки киселини. Од нејзините соли само алкалните сулфити се растворливи во вода, а останатите се раствораат во минерални киселини. SO_3^{2-} анјоните во водни раствори се безбојни и делумно се оксидираат во сулфати.

1. **Натриум нитропрусид**, $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, во неутрални раствори дава црвено обојување со сулфитните анјони. Ако на растворот се додадат неколку капки раствор од ZnSO_4 , бојата станува поинтезивно црвена, а ако се додаде и неколку капки раствор од $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, се таложи црвен талог. Ова е реакција за **идентификација на сулфити**, во отсуство на S^{2-} и $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.
2. **Бариум хлорид** со сулфитните анјони таложи бел талог од BaSO_3 . Талогот се раствора во минерални киселини (за разлика од сулфат).



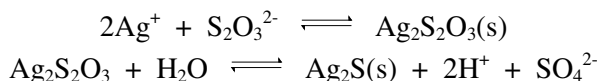
бел

3. **Сребро нитратот**, со сулфитните јони таложи бел талог од Ag_2SO_3 , растворлив во азотна киселина и во вишок од SO_3^{2-} .

Карактеристични реакции на тиосулфатни јони ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)

Тиослфатните јони, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, се анјон на тиосулфурната киселина, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Тие се двовалентни и во водни раствори се безбојни. Тиосулфурната киселина е нестабилна и се распаѓа лесно на сулфур и SO_2 .

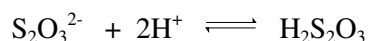
1. **Сребро нитрат** со тиосулфатите дава бел талог од сребро(I) тиосулфат, кој многу брзо се преведува во жолт, кафен и на крај црн талог од сребро(I) сулфид.



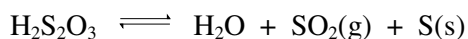
црн

Ова е **реакција за идентификација** на тиосулфатните анјони.

2. **Бариум хлорид** со анјоните на тиосулфурната киселина, гради бел талог од бариум тиосулфат. Талогот се раствора во минерални киселини, за разлика од сулфатите.
3. Тиосулфурната киселина може да биде ослободена од нејзините соли, со закиселување на растворот со било која минерална киселина.



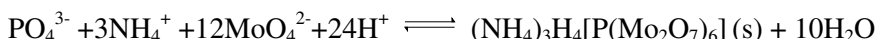
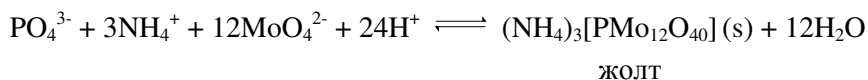
Оваа киселина понатаму се распаѓа на:



Карактеристични реакции на фосфатни јони (PO_4^{3-})

Фосфатните јони, PO_4^{3-} , се анјони на ортофосфорната киселина, H_3PO_4 . Таа претставува тробазна, средно јака киселина. Гради три вида на соли: фосфати (Na_3PO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4), хидрогенфосфати (Na_2HPO_4 , CaHPO_4) и дихидрогенфосфати (NaH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$). Фосфатите на амониумот, алкалните метали $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, се растворливи во вода. Сите други фосфати не се раствораат во вода, но се раствораат во минерални киселини.

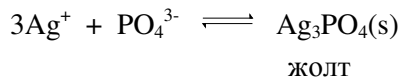
1. **Амониум молибдатен** раствор, во присуство на концентрирана азотна киселина, со фосфатните јони дава жолт кристален талог од триамониум додекамолибдатофосфат.



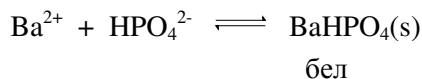
Ова е сол на хетерополи молибденска киселина, $\text{H}_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]$. Истата реакција ја дава и арсенатниот јон. Ова е **реакција за идентификација** на фосфатниот анјон и се изведува на следниот начин:

На 2-3 капки од раствор кој содржи фосфати се додава 8-10 капки амониум молибдатен раствор, во кој е додадено 4-5 капки концентрирана азотна киселина. Смесата се загрева на 40-50 °C и се додава една капка концентриран амониум хидроксид, за да се создадат количини од NH_4NO_3 , кој ја катализира реакцијата. Не смее да се додаде вишок од амониум хидроксид затоа што талогот се раствора во амониум хидроксид. Реакцијата ја попречуваат редуктори како што се SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} и др.

2. Со **сребро нитрат**, фосфатните јони таложат жолт талог, растворлив во азотна киселина и амониум хидроксид.



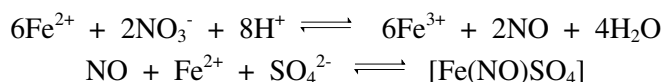
3. **Бариум хлорид**, со раствор од Na_2HPO_4 , таложат бел талог од BaHPO_4 , растворлив во киселини.



Карактеристични реакции за нитратни јони (NO_3^-)

Нитратните јони, NO_3^- , се анјони на азотната киселина, HNO_3 , која е една од најсилните минерални киселини. Азотната киселина е јак оксиданс, поради што често се користи за растворање на многу метали и метални сулфиди, кои не ги раствора сулфурната и хлороводородната киселина. Потоа, азотната киселина се редуцира до NO_2 или NO , а понекогаш дури и до N_2 или NH_3 . Сите нитрати, со исклучок на базниот бизмут нитрат и жива нитрат, се растворливи во вода. Нитратните јони се докажуваат врз база на оксидациско-редукциски реакции.

1. Нитратните анјони, со FeSO_4 , во присуство на концентрирана сулфурна киселина даваат кафен обоен прстен од $[\text{Fe}(\text{NO})\text{SO}_4]$, железно(II) нитрозил сулфат.

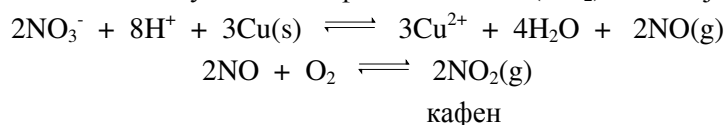


Реакцијата се изведува на следниот начин:

На 1 mL раствор кој содржи нитрати се додава кристален FeSO_4 , во вишок, се протресува епруветата за да се раствори дел од железно(II) сулфатот, а еден дел да остане нерастворен. Потоа епруветата се поставува во коса положба и по сидовите се додава концентрирана сулфурна киселина додека да се појават два слоја. Меѓу двата слоја се појавува кафен прстен, што е доказ за присуството на нитратниот јон.

Ова е реакција за идентификација на нитратните јони, во отсуство на јодиди, бромиди (кои го даваат истиот прстен), $S_2O_3^{2-}$ и SO_3^{2-} . Оваа реакција ја даваат и нитритните анјони само со разредена сулфурна киселина, па дури и со оцетна киселина.

2. Ако раствор кој содржи нитрати се закисели со концентрирана сулфурна киселина и се капне на парче бакар, ќе се забележи одделување на кафено обоен гас (NO_2). Реакцијата е следната:



Редукцијата на нитратите може да оди и до амонијак. Таа се изведува на следниот начин:

На 3-4 капки од раствор кој содржи нитрати се додава 2-3 капки NaOH со концентрација $c = 2$ mol/L и метален цинк или алуминиум. Растворот се промешува. При тоа ќе се издвои NH_3 гас, кој на отво-рот од епруветата се идентификува (со реакциите за идентификација на амониум катјон)

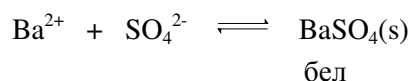


Реакцијата ја попречуваат сите анјони кои содржат азот и кои исто може со алуминиум да бидат редуцирани до амонијак.

Карактеристични реакции на сулфатни јони (SO_4^{2-})

Сулфатните јони, SO_4^{2-} , се анјони на сулфурната киселина, H_2SO_4 . Сулфурната киселина е силна минерална киселина. Солите на сулфурната киселина се викаат сулфати. Бариум, стронциум и олово сулфатот се нерастворливи во вода, а останатите сулфати се лесно растворливи во вода. Раствори од Na_2SO_4 и K_2SO_4 се неутрални, додека $NaHSO_4$ и $KHSO_4$ даваат кисела реакција (pH 2). Сулфатниот јон SO_4^{2-} е безбоен во водни раствори.

1. **Бариум хлорид**, со раствор кој содржи сулфатни анјони, талози бел кристален талог од $BaSO_4$, кој не се раствора во минерални киселини, а се раствора само во концентрирана сулфурна киселина. Ова е **реакција за идентификација** на сулфати.



2. **Стронциумовите соли** со сулфатните анјони таложат бел кристален талог од $SrSO_4$, кој се раствора, и тоа тешко, само во концентрирана HCl на топло.

3. **Солите на олово**, односно Pb^{2+} јонте, таложат бел кристален талог од $PbSO_4$, кој е растворлив во алкални хидроксида и врел концентриран раствор од амониум ацетат.

4. **Сребро нитрат** не дава талог со сулфатните јони од разредени раствори. Во концентрирани раствори на SO_4^{2-} талози бел талог од Ag_2SO_4 .