

CHEMIA ANALITYCZNA

Zadania chemii analitycznej - Określenie jakościowe i ilościowe składu substancji złożonej, związków chemicznych lub ich mieszanin.

Jakościowe wykrywanie składników związku lub mieszaniny opiera się na stwierdzeniu różnych właściwości chemicznych i fizycznych poszczególnych składników.

Analizę jakościową można przeprowadzić na drodze suchej - substancję stałą bada się na barwę płomienia, ale zasadniczo badania przeprowadza się na drodze mokrej tzn. po rozpuszczeniu substancji roztwór zadaje się odczynnikami analitycznymi, przeprowadzając tym sposobem wykrywany pierwiastek w nowe połączenia o określonych charakterystycznych właściwościach, które stają się podstawą do identyfikacji, czyli do stwierdzenia obecności tego pierwiastka.

Wykrywanie jonów polega na przeprowadzeniu reakcji z odczynnikiem, w wyniku której następuje albo zmiana zabarwienia, albo wytrącenie osadu, albo jedno i drugie, albo wydzielenie gazu. Odczynniki dzielimy na:

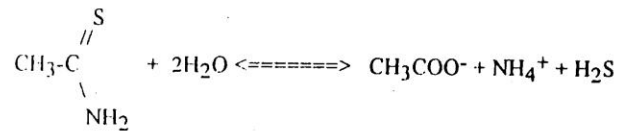
- specyficzne - odczynnik, który w określonych warunkach daje reakcje tylko z jednym jonem tzn. pozwala wykryć dany jon w obecności innych,
- selektywne - dają podobną reakcję z pewną ograniczoną liczbą jonów,
- maskujące - łączą się z jonem ubocznym, który również mógłby reagować z dodanym odczynnikiem, eliminując jon uboczny,
- grupowe - wykazują zdolność wytrącania pewnej określonej grupy jonów i pozwalają na rozdzielenie jonów na grupy analityczne.

Wewnątrz grupy prowadzi się dalszy rozdział na poszczególne jony, które wykrywa się odpowiednim odczynnikiem charakterystycznym.

Odczynnik analityczny powinien być: czuły, specyficzny i trwały - nie zmieniać swoich własności.

Na wyniku reakcji analitycznej można polegać tylko wtedy, jeżeli została ona przeprowadzona w sposób prawidłowy tzn. z przestrzeganiem wszelkich zaleceń podanych w przepisie. Należy zwracać szczególną uwagę na stworzenie optymalnych warunków dla przebiegu reakcji: odpowiednie stężenie, odczyn środowiska, temperatura. Analiza jakościowa substancji nieorganicznej składa się z dwu działów: analizy kationów i analizy anionów. W toku analizy systematycznej z mieszaniny jonów wyodrębnia się poszczególne grupy pierwiastków przez strącenie ich odczynnikami grupowym. Następnie w obrębie grupy albo podgrupy wykrywa się poszczególne jony w obecności innych stosując reakcje charakterystyczne

Kationy podzielono na 5 grup analitycznych. Odczynnikami grupowymi są: HCl, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ lub H_2SO_4 , H_2S zastąpiony ostatnio przez AKT - amid kwasu tiooctowego, z którego H_2S powstaje na skutek hydrolizy:



- 2 -

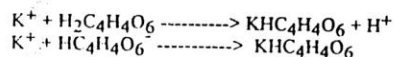
Podział kationów na grupy analityczne wg. J.

Grupa	Odczynnik grupowy i środowisko	Kationy należące do grupy	Związki pozostające w osadzie
V	Nie ma odczynnika	K^+ , Na^+ , Li^+ , NH_4^+ , Mg^{2+}	-----
IV	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ w obecności buforu amonowego $(\text{NH}_4\text{Cl} / \text{NH}_4\text{OH})$	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}	BaCO_3 , SrCO_3 , CaCO_3 ,
III	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lub AKT w obecności buforu amonowego	Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	$\text{Al}(\text{OH})_3$, Fe_2S_3 , FeS , ZnS , MnS , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, NiS , CoS
Podgr. IIA	H_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lub AKT w obecności rozcieńczonego 0,3 m HCl	Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+}	Hg_2S , Bi_2S_3 , CuS , CdS nierozpuszczalne w $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$
Podgr. IIB		Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+}	SnS , SnS_2 , As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5 rozpuszczalne w $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$
I	rozcieńczony HCl	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}	AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2

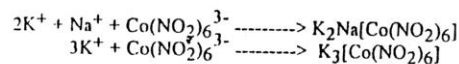
REAKCJE CHARAKTERYSTYCZNE KATIONÓW

1. Jon K⁺

- a) kwas winowy - H₂C₄H₄O₆ lub wodorowinian sodowy - NaHC₄H₄O₆ z roztworów obojętnych lub słabo kwaśnych wytrąca biały krystaliczny osad (jon amonowy reaguje podobnie). Przy wytrącaniu wodorowinianu potasu kwasem winowym następuje zwiększenie stężenia jonów wodorowych, co może spowodować rozpuszczenie osadu. Dodanie octanu sodowego obniża stężenie jonów wodorowych.



- b) Na₃[Co(NO₂)₆] - heksaazotynokobaltan(III) sodowy (sześćazotynokobaltan sodowy z zakwaszonego kwasem octowym roztworu zawierającego jony potasowe wytrąca żółty osad heksaazotynokobaltanu sodowopotasowego lub w nadmiarze K⁺ heksaazotynokobaltanu potasowego.



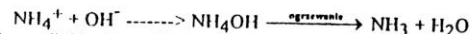
- c) kwas nadchlorowy - HClO₄ - wytrąca biały osad nadchloranu potasu nierozpuszczalny w wodzie, zwłaszcza w obecności etanolu.



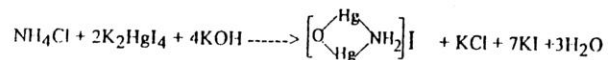
- e) barwa płomienia - jasnofioletowa

2. Jon NH₄⁺

- a) wodorotlenki: NaOH i KOH - reagują z jonami amonowymi tworząc słabą zasadę, która po ogrzaniu rozkłada się z wydzielaniem gazowego amoniaku.



- b) odczynnik Nesslera - K₂[HgI₄] - z obojętnych lub zasadowych roztworów wytrąca czerwono-brunatny osad jodku tlenoaminortęciowego. Reakcja jest bardzo czuła i przy małych ilościach jonów amonowych powstaje żółte zabarwienie.



- c) Na₃[Co(NO₂)₆] - podobnie jak z jonem K⁺

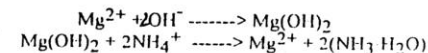
Ag⁺

- a) HCl - biały, serowaty osad, nierozp. w HNO₃; rozp. w NH₃·H₂O, KCN, Na₂S₂O₃ i stęż. HCl.
 b) NaOH - czarno-brunatny osad; nie rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika
 c) NH₃·H₂O - biały nietrwały osad, brunatniejący, który rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika.
 d) K₂CrO₄ - brunatno-czerwony; nierozp. w rozcieńczonym CH₃COOH; rozp. w NH₃·H₂O i HNO₃,

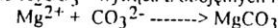
- d) kwas chloroplatynowy - podobnie jak z jonem K⁺

3. Jon Mg²⁺

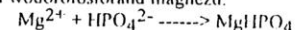
- a) wodorotlenki - NaOH lub KOH - tworzą z jonami Mg²⁺ biały galaretowaty osad nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika, rozpuszczalny w kwasach mineralnych i solach amonowych:



- b) Na₂CO₃ lub K₂CO₃ - wytrąca z obojętnych roztworów biały osad.



- c) wodorofosforan dwusodowy Na₂HPO₄ wytrąca z obojętnych roztworów biały kłaczkowaty osad wodorofosforanu magnezu.

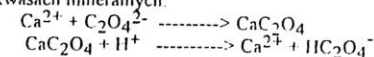


- d) 8-Hydroksychinolina - wytrąca z amoniakalnego roztworu zawierającego jony Mg²⁺ zielonożółty osad

4. Jon Ca²⁺

- a) (NH₄)₂CO₃ - węgiel amonu wytrąca z obojętnych lub zasadowych roztworów biały osad węglanu wapniowego. CaCO₃ łatwo rozpuszcza się w kwasie octowym i rozcieńczonych kwasach mineralnych. Nie należy używać kwasu siarkowego - dlaczego?

- b) (NH₄)₂C₂O₄ - szczawian amonowy, wytrąca biały krystaliczny osad szczawianu wapniowego, który nie rozpuszcza się w 6 m kwasie octowym nawet po ogrzaniu, a rozpuszcza się w kwasach mineralnych.



- c) K₂CrO₄ - chromian potasu nie wytrąca osadu z roztworu zawierającego jony Ca²⁺

- d) H₂SO₄ i rozp. siarczany - tylko ze stężonych roztworów wytrącają biały osad.

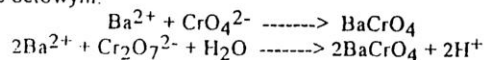
- e) barwa płomienia - ceglastoczerwona

5. Jon Ba²⁺

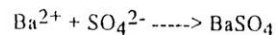
- a) (NH₄)₂CO₃ - węgiel amonu wytrąca z obojętnych lub zasadowych roztworów biały osad węglanu wapniowego. BaCO₃ łatwo rozpuszcza się w kwasie octowym i rozcieńczonych kwasach mineralnych. Nie należy używać kwasu siarkowego - dlaczego?

b) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ - szczawian amonowy, wytrąca biały krystaliczny osad szczawianu barowego, który (w przeciwieństwie do szczawianu wapnia) rozpuszcza się w 6 m kwasie octowym po ogrzaniu. Osad ten również rozpuszcza się w kwasach mineralnych.
Uwaga: w kwasie siarkowym tworzy się trudnorozpuszczalny osad BaSO_4

c) K_2CrO_4 - chromian potasu lub $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - dwuchromian potasu - wytrącają w środowisku obojętnym lub w obecności CH_3COOH żółty osad chromianu baru, nierozpuszczalny w kwasie octowym:



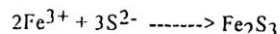
d) H_2SO_4 i rozpuszczalne siarczany wytrącają z roztworów zawierających jony Ba^{2+} biały osad siarczanu baru nierozpuszczalny w kwasach.



e) barwa płomienia - żółtozielona

6. Jon Fe^{3+}

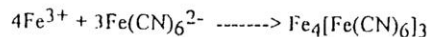
a) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lub AKT - w środowisku zasadowym lub obojętnym wytrącają czarny osad siarczku żelazowego, który rozpuszcza się w kwasach, nawet w CH_3COOH .



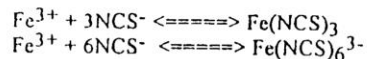
b) NaOH lub KOH - jony OH^- wytrącają z roztworów zawierających jony Fe^{3+} czerwono-brunatny osad wodorotlenku żelazowego, nierozpuszczalny w nadmiarze OH^- .



c) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - heksacyjanożelazian(II) potasowy - wytrąca w środowisku obojętnym lub słabo kwaśnym ciemnoniebieski osad heksacyjanożelazianu(II) żelazowego - tzw. błękit pruski.



d) KNCS - siarkocyjanian (rodanek) potasu - jony NCS^- w roztworze soli żelazowych powodują krwistoczerwone zabarwienie roztworu w wyniku tworzenia się jonów kompleksowych:



e) Na_2HPO_4 - wytrąca żółty osad fosforanu żelazowego, który rozpuszcza się w kwasach mineralnych, a nie rozpuszcza się w kwasie octowym.



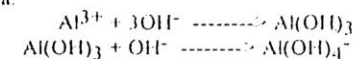
7. Jon Al^{3+}

a) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lub Na_2S wytrącają z roztworów zawierających jony Al^{3+} nie siarczek lecz trudniej rozpuszczalny biały, koloidowy osad wodorotlenku glinu.



Jony siarczkowe w roztworze wodnym hydroлизują w wyniku czego powstają jony OH^- , wystarczające do przekroczenia I_r wodorotlenku glinu.

b) NaOH lub KOH . Jony OH^- wytrącają biały amfoteryczny $\text{Al}(\text{OH})_3$ rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika.

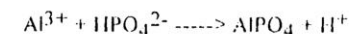


Po niewielkim zakwaszeniu wytrąca się ponownie wodorotlenek glinu, który w nadmiarze kwasu rozpuszcza się.

c) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (NH_4OH) - wodorotlenek amonu wytrąca galaretowaty osad wodorotlenku glinu, nieznacznie rozpuszczalny w nadmiarze amoniaku. Aby wytrącenie było całkowite należy dodać NH_4Cl .



d) Na_2HPO_4 wytrąca biały galaretowaty osad fosforanu glinu



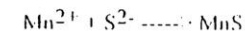
Osad nie rozpuszcza się w kwasie octowym, a rozpuszcza się w kwasach mineralnych

e) Alizaryna S daje w obecności jonów Al^{3+} po zalkalizowaniu ceglastoczerwony "lak" rozpuszczalny w kwasie octowym.

Reakcja na bibule: Nasycić pasek bibuly roztworem $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, wysuszyć i namoczyć kroplę badanego roztworu. Wszystkie kationy III grupy oprócz glinu strącają się i po zostają w środku plamki, jony glinu zaś przesuwają się ku brzegom plamki. Powstałą plamkę zwilżyć roztworem alizaryny S i trzymać bibulę nad butelką ze stężonym amoniakiem. Pasek zabarwi się na fioletowo nawet wówczas, gdy glin będzie nieobecny. Natomiast po wysuszeniu bibuly i zwilżeniu jej 2 m kwasem octowym w razie obecności glinu pasek zabarwi się na czerwono.

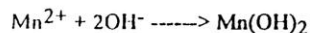
8 Jon Mn^{2+}

a) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lub AKT wytrącają cielisty osad siarczku manganu(II)

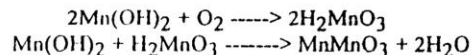


Osad rozpuszcza się w kwasach mineralnych i kwasie octowym.

b) NaOH lub KOH. Jony OH⁻ wytrącają biały osad wodorotlenku manganowego, który rozpuszcza się w kwasach i solach amonowych, a nie rozpuszcza się w nadmiarze zasady.



Na powietrzu Mn(OH)₂ szybko utlenia się - osad najpierw brunatnieje a potem staje się prawie czarny na skutek tworzenia się manganinu manganowego.



c) Na₂HPO₄ - wytrąca biały osad fosforanu manganowego rozpuszczalny w kwasach mineralnych i w kwasie octowym (w odróżnieniu od Al³⁺, Fe³⁺ i Cr³⁺).



d) Utleniacze: PbO₂ - próba Cruma.

Dwutlenek ołowiu w obecności stężonego kwasu azotowego utlenia jon Mn²⁺ do MnO₄⁻



Wykonanie: Do suchej probówki wsypać małą ilość PbO₂, wlać ok. 1ml HNO₃ i 1 kroplę badanego roztworu (jak najmniej). Całość podgrzać, następnie ostudzić i ostrożnie rozcieńczyć wodą destylowaną. Fioletowoczerwone zabarwienie roztworu nad osadem wskazuje na obecność jonów manganowych.

e) Benzydyna - w roztworze zasadowym daje z jonami Mn²⁺ niebieskie zabarwienie tzw. błęku benzydynowy.

9. Jon Cu²⁺

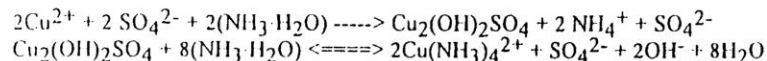
a) (NH₄)₂S lub AKT - wytrącają w środowisku obojętnym i niezbyt kwaśnym czarny siarczek miedzi.



b) NaOH lub KOH. Jony OH⁻ wytrącają niebieski osad wodorotlenku miedzi, nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika, rozpuszczalny w amoniaku.



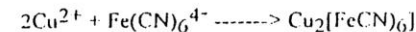
c) NH₃·H₂O, wodorotlenek amonowy tworzy jasnoniebieski osad wodorotlenosoli, który który łatwo rozpuszcza się w nadmiarze amoniaku tworząc ciemnoniebieski roztwór jonu kompleksowego (tetraaminamiedziowego)



d) KI - jodek potasu wytrąca biały osad jodku miedzi(I) - Cu₂I₂ - i równocześnie wydzieła się wolny jod, który zabarwia roztwór na kolor brunatny.

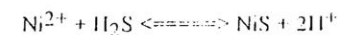


e) K₄[Fe(CN)₆] - sześciocyjanożelazian(II) potasowy tworzy z jonami miedzi czerwono-brunatny osad, nierozpuszczalny w kwasach mineralnych, rozpuszczalny w amoniaku.



10. Jon Ni²⁺

a) (NH₄)₂S lub AKT z obojętnych lub zasadowych roztworów zawierających Ni²⁺ wytrąca czarny osad siarczku niku(II), nierozpuszczalny w rozc. kwasach



b) NaOH lub KOH wytrąca zielony osad Ni(OH)₂, nierozp. w nadmiarze odczynnika, rozp. w kwasach, w amoniaku i roztworach soli amonowych. Ni(OH)₂ nie utlenia się na powietrzu, dopiero pod wpływem utleniaczy (np. Br₂) przechodzi w czarny Ni(OH)₃

c) NH₃·H₂O z obojętnych roztworów wytrąca szfirowofioletowy kompleks Ni(NH₃)₆²⁺

d) Wodorofosforan(V) sodu, Na₂HPO₄, wytrąca z roztworów zawierających Ni²⁺ jasnozielony osad, rozpuszczalny w kwasach mineralnych i kwasie octowym.

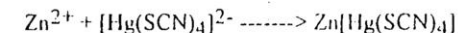
11. Jon Zn²⁺

a) AKT lub H₂S w obecności kwasu octowego wytrąca biały osad ZnS, rozpuszczalny w kwasach mineralnych, nierozp. w CH₃COOH

b) NaOH lub KOH wytrąca z roztworów zawierających jony Zn²⁺ biały osad amfoterycznego Zn(OH)₂, rozpuszczalnego w nadmiarze odczynnika i w kwasach.

c) Wodorofosforan(V) sodu, Na₂HPO₄, wytrąca z roztworów zawierających jony Zn²⁺ biały osad fosforanu cynku Zn₃(PO₄)₂, który jest rozpuszczalny w rozc. kwasach i amoniaku

d) Tetracyjanortęcian(II) amonu lub potasu, (NH₄)₂[Hg(SCN)₄] wytrąca z roztworów zawierających jony Zn²⁺ biały krystaliczny osad tetracyjanianortęcianu(II) cynku:



Reakcji nie przeszkadzają jony Al³⁺ i Cr³⁺, a w obecności Fe³⁺ może nastąpić współstrącanie - kryształy o zabarwieniu fioletowym

e) Ditizon - difenylokarbazon C₆H₅(NH)₂CS-N=N-C₆H₅ - w roztworze CCl₄ dodany do obojętnego roztworu zawierającego jony Zn²⁺ zmienia zabarwienie z zielonego na purpurowo-czerwone wskutek tworzenia się związku wewnątrzkompleksowego z cynkiem.

ANALIZA ANIONÓW

Wg podręcznika J. Dobrowolskiego (Chemia analityczna wydana przez PZWL) aniony można umownie podzielić na 3 grupy, ale większość z nich można oznaczyć bezpośrednio z roztworu bez rozdzielenia grupowego.

Podział na grupy zrobiono na podstawie reakcji z dwoma odczynnikami: AgNO_3 i BaCl_2 .

Tabela: Umowny podział anionów

Grupa	Aniony	Reakcja z AgNO_3 0,1m	Reakcja z BaCl_2 0,25m
I	Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^- , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$, ClO^- , S^{2-}	tworzą osady nierozpuszczalne w 6 molowym HNO_3	nie tworzą osadów
II	CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, (SO_3^{2-}) , SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, F^- , AsO_3^{3-}	w środowisku obojętnym tworzą osady, rozpuszczalne w 6m HNO_3	w środowisku obojętnym tworzą osady, rozpuszczalne w 6m HNO_3 (z wyj. SO_4^{2-})
III	NO_3^- , NO_2^- , ClO_3^- , CH_3COO^-	nie tworzą osadów	nie tworzą osadów

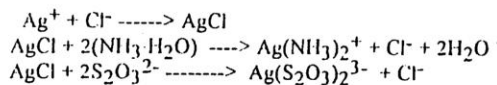
Uwaga: () pdgrupa IIA - należy przygotować dodatkowe odczynniki:
0,5m $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ i 0,5m $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$

Uwaga: aniony F^- i SO_4^{2-} nie tworzą z AgNO_3 , jeśli są zbyt rozcieńczone

REAKCJE CHARAKTERYSTYCZNE NIEKTÓRYCH ANIONÓW

1. Jon Cl^- .

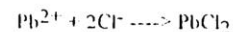
a) AgNO_3 - azotan srebra wytrąca biały serowaty osad AgCl nierozpuszczalny w kwasie azotowym lecz rozpuszczalny w amoniaku i tiosiarczanie.



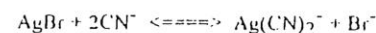
Osad AgCl fioletowieje na świetle, a następnie ciemnieje wskutek rozkładu i wydzielania się metalicznego srebra.

b) BaCl_2 - nie daje osadu

c) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ - azotan ołowiu(II) wytrąca biały osad chlorku ołowianego.

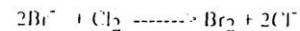
2. Jon Br^- .

a) AgNO_3 - Jony Ag^+ wytrącają żółtawy osad AgBr , który ulega rozkładowi pod wpływem światła, podobnie jak AgCl . AgBr jest nierozpuszczalny w rozcieńczonym HNO_3 , łatwo rozpuszcza się w cyjankach i tiosiarczanie, trudniej w zasadzie amonowej tworząc odpowiednie jony kompleksowe



b) BaCl_2 - chlorek baru nie tworzy osadu z jonami Br^-

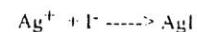
c) Cl_2 - woda chlorowa utlenia Br^- do wolnego bromu, barwiąc roztwór na brunatnoczerwono.



Wolny brom zabarwia rozpuszczalniki organiczne (chloroform, czterochlorek węgla) na kolor żółty lub brązowy.

3. Jon I^- .

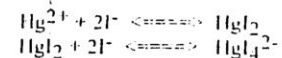
a) AgNO_3 - Jony Ag^+ wytrącają żółtawy osad AgI , który ulega rozkładowi pod wpływem światła, podobnie jak AgCl .



AgI jest nierozpuszczalny w rozcieńczonym HNO_3 i NH_4OH , łatwo rozpuszcza się w cyjankach i tiosiarczanie, tworząc odpowiednie jony kompleksowe

b) BaCl_2 - chlorek baru nie tworzy osadu z jonami I^-

c) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ - azotan rtęci wytrąca ceglastoczerwony osad jodku rtęciowego, który rozpuszcza się w nadmiarze I^- tworząc kompleksowy jon tetrajodortęciowy:



d) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ - jony Pb^{2+} tworzą z jonami I^- żółty osad PbI_2

e) Cl_2 - woda chlorowa utlenia I^- do wolnego jodu, barwiąc roztwór na brunatno



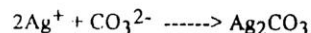
Wolny jod barwi skrobię na niebiesko a rozpuszczalniki organiczne (CHCl₃, CCl₄) na kolor fioletowy.

Uwaga: Jony Cl⁻, Br⁻, I⁻ (reduktory) w środ. kwaśnym odbarwiają nadmanganian potasu, same utleniają się do Cl₂, Br₂, I₂



4. Jon CO₃²⁻.

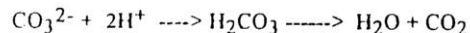
a) AgNO₃ - tworzy z jonami CO₃²⁻ biały osad węglanu srebra. Jeśli roztwór węglanów jest stężony wytrąca się od razu żółty osad.



Węglan srebra rozpuszcza się w rozc. HNO₃, CH₃COOH i amoniaku.

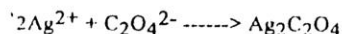
b) BaCl₂ - Jony Ba²⁺ tworzą z jonami CO₃²⁻ biały osad węglanu barowego, który rozpuszcza się w rozc. HNO₃, HCl i CH₃COOH (wyjątek H₂SO₄).

c) Rozcieńczone kwasy - rozkładają węglany z wydzieleniem CO₂ (bąbelki gazu)



5. Jon C₂O₄²⁻.

a) AgNO₃ - Jony Ag⁺ wytrącają z roztworów zawierających jony C₂O₄²⁻ biały serowaty osad szczawianu srebra, który rozpuszcza się w rozcieńczonym HNO₃ i w NH₃·H₂O.



b) BaCl₂ - wytrąca biały osad szczawianu baru, który rozpuszcza się w rozc. HNO₃ i w dużej ilości CH₃COOH.

c) CaCl₂ - wytrąca biały osad szczawianu wapnia, który rozpuszcza się w kwasach mineralnych a nie rozpuszcza się w CH₃COOH.

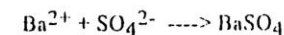
d) KMnO₄ - nadmanganian potasu utlenia w roztworze kwaśnym (podgrzać) jony szczawianowe do CO₂.



6. Jon SO₄²⁻.

a) AgNO₃ - jony Ag⁺ z rozcieńczonych roztworów nie wytrącają osadu. (duża rozpuszczalność Ag₂SO₄ - ok. 5,8g/dm³ w 18°C)

b) BaCl₂ - wytrąca biały osad nierozpuszczalny w HNO₃, HCl i CH₃COOH.

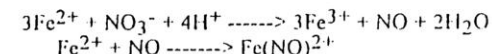


c) Pb(NO₃)₂ - Jony Pb²⁺ wytrącają biały krystaliczny osad siarczynu ołowianego, który rozpuszcza się w octanie i winianie amonu (CH₃COONH₄ i (NH₄)₂C₄H₄O₆)

7. Jon NO₃⁻.

a) AgNO₃ i BaCl₂ nie wytrącają osadów jonami NO₃⁻

b) FeSO₄ w obecności stęż. H₂SO₄ daje z azotanami brunatne zabarwienie na skutek tworzenia się jonu Fe(NO)²⁺.

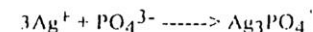


Wykonanie: Do zimnego nasyconego roztworu FeSO₄ dodajemy kilka kropeł badanego roztworu i następnie podwarstwiamy stęż. H₂SO₄. Brunatna obrączka w miejscu zetknięcia się dwóch cieczy wskazuje na obecność NO₃⁻.

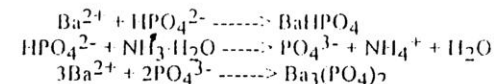
c) (C₆H₅)₂NH - dwufenyloamina w stęż. H₂SO₄ daje z jonami azotanowymi niebieskie zabarwienie.

8. Jon PO₄³⁻.

a) AgNO₃ - Jony Ag⁺ tworzą z jonami PO₄³⁻ żółty osad fosforanu srebra, który łatwo rozpuszcza się w rozc. HNO₃, CH₃COOH i amoniaku.



b) BaCl₂ - chlorek baru wytrąca z jonami fosforanowymi biały bezpostaciowy osad wodorofosforanu baru. W obecności amoniaku powstaje obojętny fosforan baru.



c) (NH₄)₂MoO₄ - molibdenian amonowy w nadmiarze stęż. HNO₃ wytrąca jasnożółty drobnokrystaliczny osad molibdenianofosforanu amonowego.

