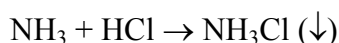


Analiza jakościowa

W chemicznej analizie jakościowej do wykrywania (identyfikacji) poszczególnych jonów wykorzystuje się reakcje chemiczne, w których wydzielają się osady (białe lub barwne) trudno rozpuszczalnych związków, powstają barwne rozpuszczalne kompleksy, wydzielają się gazy bezwonne (np. dwutlenek węgla, wodór) lub ze specyficznym zapachem (np. siarkowodór, dwutlenek siarki). Bliższe informacje o otrzymanych osadach uzyskuje się na podstawie badań ich rozpuszczalności w roztworach kwasów, alkaliów i środków kompleksujących lub w rozpuszczalnikach organicznych.

Reakcje chemiczne w analizie jakościowej przeprowadza się głównie w roztworach. Najpierw rozpuszcza się badaną substancję, a następnie na otrzymany roztwór działa się odpowiednimi odczynnikami. Zwykle roztwór poddaje się systematycznej analizie, która składa się z badań wstępnych i kolejnych operacji zgodnie z przyjętym schematem postępowania. Analizę chemiczną w roztworach nazywa się analizą na mokro.

W analizie jakościowej korzysta się nie tylko z reakcji w roztworach, lecz także z reakcji między substancjami stałymi i gazowymi. Jako przykład reakcji w stanie gazowym można wymienić tworzenie się białego dymu chlorku amonu, który powstaje w reakcji amoniaku z chlorowodorem:



W niektórych przypadkach bada się substancje na sucho, bez przeprowadzania ich do roztworu. Najczęściej dotyczy to takich prób, jak badanie widma emisyjnego, barwienie płomienia palnika gazowego, zabarwienia pereł fosforanowych lub boraksowych.

W przypadku niektórych substancji ich skład jakościowy można określać na podstawie lotności, zdolności odparowania (sublimacji) lub rozkładu podczas ogrzewania.

W analizie jakościowej można wyróżnić dwa etapy postępowania: oddzielanie i rozdzielanie jonów, a następnie ich identyfikacja. W celu rozdzielania korzysta się przeważnie z metod strąceniowych, ekstrakcyjnych, destylacyjnych i metod wymiany jonowej.

Czułość (wykrywalność)

Aby przebiegła reakcja analityczna, w badanym roztworze musi być dostateczne stężenie wykrywanego jonu. Osad strąca się wtedy, gdy w wyniku reakcji powstaje więcej substancji niż potrzeba do uzyskania roztworu nasyconego. W przypadku substancji trudno rozpuszczalnej wydzielanie się osadu nastąpi nawet wtedy, gdy stężenie wykrywanego jonu jest bardzo małe. O takiej reakcji mówi się, że jest czuła. Jeśli w danej reakcji tworzy się związek dość dobrze rozpuszczalny, to czułość danej reakcji strąceniowej jest niewielka. Powstanie zmętnienia obserwuje się tylko w przypadku znacznego stężenia wykrywanego jonu.

Pojęcie czułości reakcji dotyczy także innych typów reakcji analitycznych, a więc reakcji barwnych (powstawanie, zmiana lub zanikanie zabarwienia w roztworze), reakcji barwienia płomienia palnika przez niektóre jony (wykrywanie sodu w płomieniu odznacza się znacznie większą czułością niż wykrywanie potasu), reakcji zapachowych i innych. Czułość reakcji strąceniowych jest większa, jeśli strącane osady są barwne.

Czułość reakcji analitycznych charakteryzuje się za pomocą wykrywalnego minimum substancji. Wykrywalne minimum jest to najmniejsza ilość substancji, którą można jeszcze wykryć za pomocą danej reakcji (w ustalonych warunkach jej wykonania). Ilość tę wyraża się najczęściej w mikrogramach ($1 \mu\text{g} = 10^{-3} \text{mg} = 10^{-6} \text{g}$).

Podział kationów

Kationy są jonami obdarzonymi ładunkiem dodatnim. Podczas procesu elektrolizy jony te przyciągane są przez elektrodę ujemną, katodę. Kationy tworzone są przez pierwiastki metaliczne oraz elektro- dodatnie, na drodze utraty elektronów przez atomy tych pierwiastków, podczas gdy aniony, na ogół, przez niemetale. Zatem znajomość analizy kationów sprowadza się do znajomości chemii różnych metali i ich jonów.

Schemat analizy kationów obejmuje następujące pierwiastki: srebro, ołów, rtęć, bizmut, miedź, kadm, arsen, antymon, cynę, aluminium, chrom, żelazo, mangan, cynk, kobalt, nikiel, bar, stront, wapń, magnez, potas, sód i jon amonowy. Arseniany, chromiany i jony manganianowe (VII) włączone są także do analizy kationów, ponieważ aniony te łatwo przechodzą w kationy i w takiej postaci wykrywa się je.

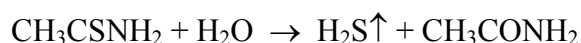
Do celów analitycznych kationy podzielono na pięć grup. Każdą z grup oddziela się od pozostałych dodając odczynnik, który wytrąca jony jednej grupy, nie wytrącając pozostałych. Taki odczynnik nazwano odczynnikami grupowym.

Przed wytrąceniem pewnej grupy kationów, należy usunąć wszystkie grupy poprzedzające: w przeciwnym wypadku ulegną one również wytrąceniu. Na przykład, siarczek amonu jest odczynnikiem stosowanym do wytrącania III grupy. Jeżeli wprowadzimy go do roztworu zawierającego I, II i III grupę, jony I i II grupy ulegną wytrąceniu razem z jonami III grupy. Aby w osadzie otrzymać wyłącznie III grupę, należy najpierw wytrącić I grupę, następnie II grupę i dopiero na końcu III grupę.

Wiele schematów analizy jakościowej opartych jest na różnicach w rozpuszczalności siarczków metali i różnicach w reakcjach tych siarczków z innymi odczynnikami. Odczynnikiem powszechnie stosowanym do wytrącania siarczków jest gazowy siarkowodór. Posiada on jednak dwie, bardzo niekorzystne własności; ma bardzo nieprzyjemny zapach (zepsutych jajek) i jest bardzo toksyczny. Siarkowodór można zastąpić związkiem organicznym, tioacetamidem, CH_3CSNH_2 . Tioacetamid jest białą, krystaliczną substancją o niezbyt intensywnym zapachu.

Wodny roztwór tioacetamidu (około 2 M) używany jest jako odczynnik wytrącający siarczki. Obojętny roztwór tioacetamidu jest trwały, przez wiele tygodni w temperaturze pokojowej. Po dłuższym okresie czasu roztwór wolno rozkłada się na dnie naczynia osadza się wolna siarka. Taki roztwór może być w dalszym ciągu używany, chociaż własności jego (tzn. zdolność do wytrącania siarczków) należy sprawdzić na drodze reakcji ze znanym roztworem soli.

W obecności kwasu lub zasady tioacetamid hydrolizuje, podczas ogrzewania wodnego roztworu; uwalniany jest wówczas siarkowodór.



Tak powstający siarkowodór reaguje z jonami obecnymi w roztworze wytrącając żądane siarczki. Powstający również w reakcji acetamid nie wywołuje niepożądanych efektów w trakcie analizy.

Niektóre z kationów reagując bezpośrednio z tioacetamidem tworzą organiczne połączenia kompleksowe wytrącające się z roztworu. Pod wpływem ogrzewania w obecności rozcieńzonego roztworu kwasu, połączenia te rozkładają się i wytrącają się trudno rozpuszczalne siarczki. Na przykład, jon miedzi tworzy białe osady $\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CSCH}_3)_2$ z tioacetamidem, ale po ogrzaniu osad ten przechodzi w czarny CuS .

Podział kationów na grupy analityczne

Klasyczny podział 28 najczęściej występujących kationów obejmuje według Freseniusa 5 grup analitycznych. Podstawą umożliwiającą wykrywanie poszczególnych kationów w określonym zespole innych jest stosowanie odczynników grupowych: HCl , H_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Odczynniki grupowe reagują z jonami, powodując wytrącanie odpowiednich trudno rozpuszczalnych osadów (\downarrow) i służą do oddzielania od siebie jonów poszczególnych grup analitycznych (Tabela 1).

Tabela 1. Działanie odczynników grupowych

Odczynnik grupowy \ Grupa	HCl	AKT	(NH ₄) ₂ S	(NH ₄) ₂ CO ₃
I	↓	↓	↓	↓
II	–	↓	↓	↓
III	–	–	↓	↓
IV	–	–	–	↓
V	–	–	–	–

Tabela 2. Podział kationów na grupy analityczne

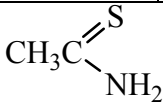
Grupa analityczna	I	II	III	IV	V
Odczynnik grupowy	2N HCl	H ₂ S lub AKT* w rozcieńczonym HCl	(NH ₄) ₂ S lub AKT wobec NH ₄ OH i NH ₄ Cl	(NH ₄) ₂ CO ₃ wobec NH ₄ OH i NH ₄ Cl	–
Wykrywane kationy	Ag ⁺ , Pb ²⁺ Hg ₂ ²⁺	Hg ²⁺ , Pb ²⁺ , Bi ³⁺ , Cu ²⁺ , Cd ²⁺ , As ³⁺ , As ⁵⁺ , Sb ³⁺ , Sb ⁵⁺ , Sn ²⁺ , Sn ⁴⁺	Co ²⁺ , Ni ²⁺ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ , Cr ³⁺ , Al ³⁺ , Zn ²⁺	Ba ²⁺ Ca ²⁺ Sr ²⁺	Mg ²⁺ Na ⁺ , K ⁺ NH ₄ ⁺
Skład osadu	AgCl PbCl ₂ Hg ₂ Cl ₂	HgS, PbS, Bi ₂ S ₃ , CuS CdS, As ₂ S ₃ , As ₂ S ₅ , Sb ₂ S ₃ Sb ₂ S ₅ , SnS, SnS ₂	CoS, NiS, FeS, Fe ₂ S ₃ MnS, Cr(OH) ₃ , Al(OH) ₃ ZnS	BaCO ₃ CaCO ₃ SrCO ₃	–
	Chlorki nierozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach mineralnych. Niepełne wytrącenie PbCl ₂	Siarczki nierozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach mineralnych	Siarczki i wodorotlenki rozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach mineralnych	Węglany rozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach mineralnych	Grupowe odczynniki I, II, III i IV; grupy nie wytrącają osadów
<p>*amid kwasu tiooctowego  , zwany tioacetamidem (skrót AKT)</p>					

Tabela 3. Reakcje charakterystyczne wybranych kationów grupy I

	Ag ⁺	Pb ²⁺
HCl	<p>serowaty osad chlorku srebra</p> $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow \text{ (biały)}$ <p>osad ciemnieje na świetle osad nierozpuszczalny w 2 N HNO₃ osad rozpuszczalny w amoniaku</p> $\text{AgCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$	<p>osad chlorku ołowiu (II)</p> $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2 \downarrow \text{ (biały)}$ <p>osad rozpuszcza się w gorącej wodzie, a po oziębieniu krystalizuje w postaci drobnych blaszek</p>
NaOH, KOH	<p>nietrwały wodorotlenek srebra, rozkładający się na tlenek srebra i wodę</p> $2\text{Ag}^+ + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \downarrow \text{ (ciemnobrunatny)} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}^+$	<p>osad wodorotlenku ołowiu (II) rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika i kwasach</p> $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow \text{ (biały)}$ $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
NH ₄ OH	<p>biały, brunietniejący osad rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika z utworzeniem wodorotlenku diaminasrebra</p> $2\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4^+$ $\text{Ag}_2\text{O} + 4 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O}$	<p>osad wodorotlenku ołowiu (II) nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika</p> $\text{Pb}^{2+} + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow \text{ (biały)} + 2\text{NH}_4^+$
KJ	<p>osad jodku srebra</p> $\text{Ag}^+ + \text{J}^- \rightarrow \text{AgJ} \downarrow \text{ (żółtozielonkawy)}$	<p>osad jodku ołowiu (II)</p> $\text{Pb}^{2+} + 2 \text{J}^- \rightarrow \text{PbJ}_2 \downarrow \text{ (żółty)}$
K ₂ CrO ₄	<p>osad chromianu (VI) srebra</p> $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow \text{ (czerwonobrunatny)}$ <p>osad rozpuszcza się w rozcieńczonym HNO₃ i w NH₄OH</p>	<p>osad chromianu (VI) ołowiu (II)</p> $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbCrO}_4 \downarrow \text{ (żółty)}$

Tabela 4. Reakcje charakterystyczne wybranych kationów grupy II

	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Cd ²⁺	As ³⁺
AKT	barwne osady soli podwójnych, barwa zmienia się w miarę dodawania odczynnika, od białej poprzez żółtobrunatną do czarnej $Hg^{2+} + S^{2-} \rightarrow HgS\downarrow$ (czarny)	osad siarczku miedzi (II) $Cu^{2+} + S^{2-} \rightarrow CuS\downarrow$ (żółty) osad rozpuszcza się w 2N HNO ₃ po podgrzaniu przechodzi w czarny CuS↓	Osad siarczku kadmu (II) $Cd^{2+} + S^{2-} \rightarrow CdS\downarrow$ (żółty)	w roztworach zakwaszonych siarczek arsenu (III) rozpuszczalny w NaOH, (NH ₄) ₂ CO ₃ , (NH ₄) ₂ S ₂ i w stęż. HNO ₃ $2As^{3+} + 3S^{2-} \rightarrow As_2S_3\downarrow$ (żółty)
NaOH, KOH	osad tlenku rtęci (II) $Hg^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow HgO\downarrow$ (żółty) + H ₂ O	osad wodorotlenku miedzi (II), który po podgrzaniu przechodzi w tlenek $Cu^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow$ (niebieskozielony) $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO\downarrow$ (brunatno czarny) + H ₂ O	osad wodorotlenku kadmu (II) $Cd^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow Cd(OH)_2\downarrow$ (biały)	
NH ₄ OH	osad soli amino- i tlenoaminortęci (II) $HgCl_2 + 2NH_4OH \rightarrow HgNH_2Cl\downarrow + NH_4Cl + 2H_2O$ $2Hg(NO_3)_2 + 4NH_4OH \rightarrow OHg_2NH_2NO_3\downarrow + 3NH_4NO_3 + 3H_2O$	osad wodorotlenku miedzi (II) rozpuszczalny w nadmiarze amoniaku z utworzeniem tetraaminamiedzi (II) $Cu^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow$ (niebieskozielony) + NH ₄ ⁺ $Cu(OH)_2 + 4NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$ (szafirowy) + 4H ₂ O	osad wodorotlenku kadmu (II) rozpuszczalny w nadmiarze amoniaku $Cd^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Cd(OH)_2\downarrow$ (biały) + 2NH ₄ ⁺ $Cd(OH)_2 + 4NH_4OH \rightarrow [Cd(NH_3)](OH)_2$ (bezbarwny) + 4H ₂ O	
KJ	osad jodku rtęci (II) rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika $Hg^{2+} + 2J^{-} \rightarrow HgJ_2\downarrow$ (czerwony) $HgJ_2 + 2KJ \rightarrow K_2[HgJ_4]\downarrow$ (bezbarwny)	osad jodku miedzi (II), który rozkłada się na jodek miedzi (I) z równoczesnym wydzielaniem jodu $2Cu^{2+} + 4J^{-} \rightarrow 2CuJ_2\downarrow$ (czarny) \rightarrow $Cu_2J_2\downarrow$ (biały) + J ₂ ↓ (czerwonobrunatny)	nie daje osadu	

Tabela 5. Reakcje charakterystyczne wybranych kationów grupy III

	Ni ²⁺	Cr ³⁺	Al ³⁺	Co ²⁺
(NH ₄) ₂ S	osad siarczku nikielu (II) Ni ²⁺ + S ²⁻ → NiS↓ _(czarny) osad nie rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach	osad wodorotlenku chromu (III) 2Cr ³⁺ + 3S ²⁻ + 6H ₂ O → 2Cr(OH) ₃ ↓ _(szarozielony) + 3H ₂ S	galaretowaty osad wodorotlenku glinu 2Al ³⁺ + 3S ²⁻ + 6H ₂ O → 2Al(OH) ₃ ↓ _(biały) + 3H ₂ S	osad siarczku kobaltu (II) Co ²⁺ + S ²⁻ → CoS↓ _(czarny) osad rozpuszcza się w 2N HCl CoS + 2HCl → CoCl ₂ + H ₂ S↑
NaOH, KOH	osad wodorotlenku nikielu (II) Ni ²⁺ + 2OH ⁻ → Ni(OH) ₂ ↓ _(zielony)	osad wodorotlenku chromu (III) Cr ³⁺ + 3OH ⁻ → Cr(OH) ₃ ↓ _(szarozielony) osad rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika i w kwasach	galaretowaty osad wodorotlenku glinu Al ³⁺ + 3OH ⁻ → Al(OH) ₃ ↓ osad rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika i w kwasach	Co ²⁺ + 2OH ⁻ → Co(OH) ₂ ↓ _(niebieskozielony) osad rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika
NH ₄ (OH)	osad rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika NiCl ₂ + NH ₄ OH → Ni(OH)Cl↓ _(zielony) + NH ₄ Cl Ni(OH)Cl + 6NH ₄ OH → [Ni(NH ₃) ₆] ²⁺ (szafirowo fioletowy) + OH ⁻ + Cl ⁻ + 6H ₂ O	osad wodorotlenku chromu (III) Cr ³⁺ + 3NH ₄ OH → Cr(OH) ₃ ↓ _(szarozielony) + 3NH ₄ ⁺ osad częściowo rozpuszcza się w nadmiarze amoniaku tworząc fioletoworóżowy roztwór	galaretowaty osad wodorotlenku glinu, nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika Al ³⁺ + 3NH ₄ OH → Al(OH) ₃ ↓ + 3NH ₄ ⁺	osad wodorotlenku kobaltu (II) Co ²⁺ + 2OH ⁻ → Co(OH) ₂ ↓ _(niebieskozielony)

Tabela 6. Reakcje charakterystyczne wybranych kationów grupy III

	Fe ³⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺
(NH ₄) ₂ S	osad siarczku żelaza (III) 2Fe ³⁺ + 3S ²⁻ → Fe ₂ S ₃ ↓ _(czarny) Osad rozpuszcza się w 2N HCl	zól siarczku cynku (II) Zn ²⁺ + S ²⁻ → ZnS↓ _(biały)	osad siarczku manganu (II) Mn ²⁺ + S ²⁻ → MnS↓ _(jasnoróżowy) osad łatwo rozpuszcza się w kwasach

	$\text{Fe}_2\text{S}_3 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{S}\downarrow_{(\text{biały})} + 2\text{H}_2\text{S}\uparrow$		
NaOH, KOH	osad wodorotlenku żelaza (III) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow_{(\text{brunatny})}$ Osad rozpuszcza się w kwasach $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	osad wodorotlenku cynku rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika i w kwasach $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow_{(\text{biały})}$	osad wodorotlenku manganu (II) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow_{(\text{biały})}$ wodorotlenek utlenia się tlenem z powietrza $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{MnO}_3$ $\text{H}_2\text{MnO}_3 + \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnMnO}_3\downarrow_{(\text{brunatny})} + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{NH}_4(\text{OH})$	osad wodorotlenku żelaza (III) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow_{(\text{brunatny})}$ osad rozpuszcza się w kwasach $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	osad wodorotlenku cynku (II) rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika $\text{Zn}^{2+} + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow_{(\text{biały})} + 2\text{NH}_4^+$	

Tabela 7. Reakcje charakterystyczne wybranych kationów grupy IV

	Ca^{2+}	Ba^{2+}
$(\text{NH}_4)\text{CO}_3$	osad węglanu wapnia $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow_{(\text{biały})}$ osad rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach z wydzieleniem dwutlenku węgla $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	osad węglanu baru $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow_{(\text{biały})}$ osad rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach z wydzieleniem dwutlenku węgla $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
NaOH, KOH	osad wodorotlenku wapnia ale tylko ze stężonych roztworów soli wapnia $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2\downarrow_{(\text{biały})}$	osad wodorotlenku baru $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2\downarrow_{(\text{biały})}$
rozcieńczony H_2SO_4 i rozpuszczalne siarczany (VI)	osad siarczanu (VI) wapnia ale tylko ze stężonych roztworów soli wapnia $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4\downarrow_{(\text{biały})}$	osad siarczanu (VI) baru ale tylko ze stężonych roztworów soli baru $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow_{(\text{biały})}$

	osad dobrze rozpuszczalny w wodzie, kwasach mineralnych, kwasie octowym i gorącym stężonym $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	osad dobrze rozpuszczalny w wodzie, kwasach mineralnych, kwasie octowym i gorącym stężonym $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
K_2CrO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	nie wytrąca osadu	Żółty osad

Tabela 8. Reakcje charakterystyczne wybranych kationów grupy V

	Mg^{2+}	K^+	NH_4^+
NaOH, KOH	osad wodorotlenku magnezu $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (biały, galaretowaty) osad łatwo rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach i solach amonowych	nie wytrąca osadu	wypierają z soli amonowych NH_4OH , który przy ogrzaniu rozkłada się z wydzieleniem gazowego amoniaku $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{NaCl}$ $\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \uparrow$
NH_4OH	osad wodorotlenku magnezu (zmętnienie) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (biały) + 2NH_4^+		
Odczynnik Nesslera (alkaliczny roztwór jodortęcianu potasu)			osad jodku tlenoaminortęci (II) $\text{NH}_3 + 2\text{K}_2[\text{HgJ}_4] + 3\text{NaOH} \rightarrow$ $\text{OHg}_2\text{NH}_2 \downarrow$ (czerwonobrunatny) + $4\text{KJ} + 3\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

Wykonanie ćwiczenia

Identyfikacja pojedynczych kationów w roztworze polega na dodawaniu odczynników charakterystycznych do małych porcji badanego roztworu. Na początku należy określić, do której grupy analitycznej należy zawarty w roztworze kation. W tym celu do porcji roztworu dodaje się odczynnik grupowy I grupy kationów. W przypadku powstania osadu i stwierdzenia, że badany kation należy do I grupy, do kilku nowych porcji badanego roztworu dodaje się inne odczynniki charakterystyczne. Na podstawie wyników tych reakcji (powstanie charakterystycznej barwy lub zapachu, wytrącenie się osadu, jego barwa, rozpuszczalność i dalsze reakcje z innymi odczynnikami) identyfikuje się badany kation.

Jeżeli po dodaniu odczynnika grupowego I grupy kationów osad nie wytrąca się, do tej samej porcji roztworu dodaje się odczynnik grupowy II grupy. Brak reakcji wytrącania oznacza brak kationu II grupy w badanym roztworze. Następnie dodaje się odczynnik grupowy III grupy. Jeżeli i w tym przypadku nie powstanie osad, dodaje się odczynnik grupowy IV grupy. Jeżeli osad nie powstanie, oznacza to, że badany kation należy do V grupy lub w roztworze brak jest w ogóle kationów. Po stwierdzeniu, do której grupy analitycznej należy kation, przeprowadza się reakcje charakterystyczne jak opisano poprzednio.

W próbkach, z których każda zawiera roztwór pojedynczej soli, należy zidentyfikować 5 kationów. Identyfikację należy przeprowadzić według opisanych już zasad. Do próbek wlewać ok. 1 cm³ badanego roztworu i kroplami dodawać roztwory odpowiednich odczynników.

Wyniki analizy przedstawić według następującego schematu:

Nr próbek	Przebieg analizy	Obserwacja	wnioski	wynik
1	zadanie + HCl	brak osadu	Kation nie należy do I grupy II grupa Cu ²⁺ Cu ²⁺	
	zadanie + AKT w rozcieńczonym HCl zadanie + NaOH osad + NH ₄ OH zadanie + NH ₄ OH	czarny osad niebieskozielony osad rozpuszcza się niebieskozielony osad rozpuszczalny w nadmiarze (roztwór szafirowy)		
	zadanie + AgNO ₃	brak reakcji		
	Reakcje w toku analizy $Cu^{2+} + 2S^{-} \rightarrow CuS \downarrow$ $Cu^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$ $Cu^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^{+}$ $Cu(OH)_2 + 4NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$			Cu ²⁺
2			itd.	

AKT – amid kwasu tiooctowego