

Wojciech Marynowski

Tablice analizy jakościowej.

Jest to zbiór najważniejszych reakcji analitycznych i sposobów postępowania ze swoją próbką.

Wszelkie zauważone błędy, proszę zaznaczyć i powiadomić mnie o nich, w celu korekty i tym samym ulepszenia poniższych materiałów.

Życzę miłego używania i owocnych „łowów” ;).

Kontakt: vojmary@gmail.com

Aniony: Krótkie wprowadzenie i legenda

Aniony podzielone zostały na siedem grup analitycznych według kryterium różnej rozpuszczalności ich soli srebra oraz baru w wodzie i w 2M kwasie azotowym (V). Podział na grupy został przedstawiony w tabeli poniżej.

Numer grupy	Rozpuszczalność	Aniony
I	Jony Ag^+ wytrącają osady nierozpuszczalne w 2M HNO_3 i trudno rozpuszczalne w wodzie. Jony Ba^{2+} nie wytrącają osadów.	Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^- , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$, ClO^-
II	Jony Ag^+ wytrącają osady trudno rozpuszczalne w wodzie, natomiast rozpuszczalne w 2M HNO_3 . Jony Ba^{2+} nie wytrącają osadów.	S^{2-} , NO_2^- , CH_3COO^-
III	Jony Ag^+ i Ba^{2+} wytrącają białe osady rozpuszczalne w 2M HNO_3 i trudno rozpuszczalne w wodzie.	SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$, BO_2^- , HPO_3^{2-}
IV	Jony Ag^+ wytrącają barwne osady rozpuszczalne w 2M HNO_3 i trudno rozpuszczalne w wodzie. Jony Ba^{2+} zachowują się podobnie do jonów Ag^+ w obrębie grupy.	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} , PO_4^{3-}
V	Jony Ag^+ i Ba^{2+} nie wytrącają osadów.	NO_3^- , ClO_3^- , ClO_4^- , MnO_4^-
VI	Jony Ag^+ nie wytrącają osadów. Jony Ba^{2+} wytrącają osady.	SO_4^{2-} , F^- , SiF_6^{2-}
VII	Jony Ag^+ wytrącają żółty osad rozpuszczalny w 2M HNO_3 . Jony Ba^{2+} wytrącają biały osad rozpuszczalny w 2M HNO_3 . Przy odparowaniu ze stężonym HCl wytrąca się nierozpuszczalny osad	SiO_3^{2-}

Legenda do poniższych tabel

rko – rozpuszczalny w kwasie octowym nrko – nierozpuszczalny w kwasie octowym ram – rozpuszczalny w amoniaku rkt – rozpuszczalny w kwasach utleniających raq – rozpuszczalny w wodzie rks – rozpuszczalny w kwasie solnym rnadm – rozpuszczalny w nadmiarze o. – oprócz; $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+$ - Mieszanina magnezowa	** - Mieszanina Lehnera wykrywa aniony chromianowe. Składa się ona z H_2SO_4 , H_2O_2 oraz eteru etylowego. Niebieskie zabarwienie warstwy organicznej świadczy o obecności anionów chromianowych.
*** - Reakcja obrączkowa: chemiczna reakcja charakterystyczna umożliwiająca wykrycie azotynów i azotanów. Próba polega na redukcji jonów $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ do tlenku azotu(II) za pomocą zakwaszonego roztworu siarczanu żelaza(II) i obserwacji powstawania kompleksowego jonu nitrozyłowego $[\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ o intensywnym brązowym zabarwieniu. Dzięki specyficznej technice wykonania próby (wprowadzenie roztworów do próbówki bez ich zmieszania), zabarwienie ma kształt obrączki na granicy roztworów.	

Przed przystąpieniem do analizy należy przeprowadzić badania wstępne:

1. Jeżeli mieszanina substancji stałych rozpuszcza się całkowicie w wodzie i węglan sodu **nie wytrąca** żadnych osadów, można przystąpić do analizy. To samo dotyczy klarownych roztworów wodnych.
2. Jeżeli węglan sodu **wytrąca** osadu należy, za pomocą wyciągu sodowego, usunąć jony metali tworzących z anionami osady trudno rozpuszczalne lub wykazujące właściwości redukujące bądź utleniające. W obojętnych roztworach soli sodu lub potasu unika się wielu niepożądanych reakcji ubocznych, co umożliwi prawidłowy tok analizy.

2.1 Działanie wyciągu sodowego: Usunięcie kationów grup I, II, III, IV i Mg^{2+} przeprowadza się poprzez ogrzewanie badanej próbki z nasyconym roztworem węglanu sodu, bądź stapianie z pięciokrotną ilością bezwodnego stałego węglanu sodu, po ówczesnym odparowaniu badanej próbki. **Kationy metali, poza litowcami, zostają wytrącone w postaci trudno rozpuszczalnych osadów węglanów.**

2.2 Przygotowanie wyciągu sodowego: Bierze się 0,2 – 0,5g substancji stałej (lub odpowiednią objętość roztworu), zadaje 5 - 10cm³ 20% roztworu Na_2CO_3 i ogrzewa (można lekko gotować) przez 6 – 10 minut. Ciecz rozcieńcza się wodą do 10 – 20 cm³, doprowadza do wrzenia i oddziela się wytrącony osad węglanów. Osad można zbadać na obecność kationów I – IV grupy i magnezu bądź dołączyć do głównego roztworu analizowanego na kationy.

2.3 Zobojętnianie wyciągu sodowego: Wyciąg sodowy należy zobojętnić kwasem octowym do pH około 6 przed dalszymi badaniami. Osobne, mniejsze części wyciągu zobojętnia się kwasem azotowym(V), a w razie potrzeby kwasem solnym.

2.3.1 Uwaga (I): W trakcie stopniowego zobojętniania można zauważyć niekiedy przejściowe wytrącanie osadu amfoterycznych wodorotlenków chromu, glinu, cynku, ołowiu, cyny i antymonu. Przeszły one do wyciągu w postaci hydroksykompleksów. Osad ten należy odsączyć i po roztworzeniu w kwasie solnym można dołączyć do roztworu analizowanego na kationy. **Zobojętnianie wyciągu należy przeprowadzać wolno, ostrożnie, nie nadużywając kwasu, żeby nie rozpuścić, lecz wytrącić w postaci osadów powyższe metale.**

2.3.2 Uwaga (II): Niektóre substancje stałe występujące w wyjściowej próbce nie ulegają działaniu węglanu sodu lub ulegają tylko częściowo. Mogą to być halogenki srebra, HgS , $PbSO_4$, As_2S_3 , $BiOCl$, $SbOCl$, $AlPO_4$, $CrPO_4$, $BaSO_4$ oraz inne. W związku z tym osad węglanów należy zbadać osobno także na obecność wymienionych związków.

3. Badania wstępne także obejmują:

- ocenę cech fizycznych i fizykochemicznych badanej próbki (barwa, mętność, zapach, odczyn, przewodność elektrolityczną);
- reakcje grupowe z $AgNO_3$;
- reakcje grupowe z $BaCl_2$;
- reakcje z rozcieńczonym i stężonym kwasem siarkowym (VI);
- reakcje grupowe na obecność reduktorów z $KMnO_4$;
- reakcje grupowe na obecność reduktorów z roztworem jodu;
- reakcje grupowe na obecność utleniaczy z roztworem KI ;
- test z chlorkiem wapnia.

Numer grupy	Jon \ Odczynnik	Ag ⁺	2M H ₂ SO ₄	KMnO ₄ (H ⁺)
I Jony Ag ⁺ wytrącają osad nierozpuszczalny w rozcieńczonym HNO ₃ . Jony Ba ²⁺ osadu nie wytrącają.	Cl ⁻	AgCl, biały, ram	Cl ⁻ + H ⁺ = HCl	2MnO ₄ ⁻ + 10Cl ⁻ + 16H ⁺ = 5Cl ₂ + 2Mn ²⁺ + 8H ₂ O
	Br ⁻	AgBr, żółtawy, ram	Br ⁻ + H ⁺ = HBr	2MnO ₄ ⁻ + 10Br ⁻ + 16H ⁺ = 5Br ₂ + 2Mn ²⁺ + 8H ₂ O
	I ⁻	AgI, kanarkowy, ram	I ⁻ + H ⁺ = HI	2MnO ₄ ⁻ + 10I ⁻ + 16H ⁺ = 5I ₂ + 2Mn ²⁺ + 8H ₂ O
	CN ⁻	AgCN, biały	CN ⁻ + 2H ⁺ + H ₂ O = NH ₄ ⁺ + CO	-
	SCN ⁻	AgSCN, biały ser.	-	Odbarwia się
	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻ zielzół.	Ag ₄ [Fe(CN) ₆], biały		-
	[Fe(CN) ₆] ³⁻ żół.	Ag ₃ [Fe(CN) ₆], pom.	[Fe(CN) ₆] ³⁻ + 12H ⁺ + 6H ₂ O = Fe ³⁺ + 6NH ₄ ⁺ + 6CO	-
	OCi ⁻	AgCl, biały	-	-
Wykrywanie chlorków wobec bromków i jodków:			Wykrywanie bromków i jodków:	
- Wykrywanie chlorków w obecności bromków i jodków następuje na drodze wytrącania frakcjonowanego halogenków srebra roztworem AgNO₃. Badaną próbkę zakwasić HNO₃, dodać kroplę rozcieńczonego AgNO₃ i lekko ogrzać. Powstały osad odsączyć. Obecność jodków lub bromków zabarwia osad na żółtą. Ponownie dodać kroplę rozcieńczonego AgNO₃, ogrzać i odsączyć. Po powtórzeniu tej czynności kilka razy, otrzymuje się biały osad AgCl. W przypadku nieobecności chlorków osad nie wytrąci się. Próbę wykonywać STARANNIE! Eliminacja jonów przeszkadzających: - W powyższej metodzie przeszkadzają jony CN⁻, SCN⁻, [Fe(CN)₆]⁴⁻, [Fe(CN)₆]³⁻. Należy je usunąć. Rodanki utlenia się KMnO₄ w środowisku obojętnym lub zasadowym do uzyskania trwałego różowego zabarwienia roztworu. Wytrącony osad MnO₂ odsączyć, a resztą KMnO₄ usunąć 1-2 kropli H₂O₂. Filtrat zakwasić rozcieńczonym HNO₃ i badać na obecność chlorków jeżeli stwierdzono brak jonów przeszkadzających. - Wpływ CN⁻, [Fe(CN)₆]⁴⁻, [Fe(CN)₆]³⁻ neutralizuje się wytrącając osady, roztworem ZnNO₃ w środowisku obojętnym, które należy odsączyć i odrzucić. Filtrat zakwasić rozcieńczonym HNO₃ i w razie potrzeby wygotować powstały jod. Następnie przeprowadzić wytrącanie frakcjonowane.			- Do 1-2cm³ badanej próbki dodać kilka kropli rozcieńczonego H₂SO₄ do odczynu kwaśnego, około 1cm³ CCl₄ (lub CHCl₃), kilka kropli wody chlorowej i wytrząsać. W obecności jodków warstwa organiczna zabarwia się na fioletowo. Następnie dodawać kolejne porcje wody chlorowej do odbarwienia się warstwy organicznej (utworzenie bezbarwnego HIO₃). - Wprowadzenie nadmiaru wody chlorowej powoduje utlenienie bromków do bromianów. Warstwa CCl₄ zabarwia się na kolory od jasnożółtego do brązowego. Przy braku bromianów warstwa organiczna nie zabarwia się. Uwaga! Przebiegowi reakcji przeszkadzają: CN⁻, SCN⁻, [Fe(CN)₆]³⁻, S²⁻, NO₂⁻, SO₃²⁻, S₂O₃²⁻, AsO₃³⁻. Należy je usunąć. Eliminacja jonów przeszkadzających: - Rodanki utlenia się KMnO₄ w środowisku obojętnym lub zasadowym do uzyskania trwałego różowego zabarwienia roztworu. Wytrącony osad MnO₂ odsączyć, a resztą KMnO₄ usunąć 1-2 kropli H₂O₂. - CN⁻, [Fe(CN)₆]⁴⁻, [Fe(CN)₆]³⁻ neutralizuje się wytrącając osady, roztworem ZnNO₃ w środowisku obojętnym, które należy odsączyć i odrzucić. - S²⁻, NO₂⁻, SO₃²⁻, S₂O₃²⁻ zanalizować przez lekkie zakwaszenie rozcieńczonym H₂SO₄ i ostrożnie ogrzać. Powstały osad odsączyć i odrzucić. - AsO₃³⁻ usunąć przy użyciu H₂S w silnie zakwaszonym przez HCl środowisku. Osad odsączyć i odrzucić, a nadmiar HCl i H₂S wygotować.	
Wykrywanie jonów SCN⁻, Fe(CN)₆⁴⁻, Fe(CN)₆³⁻ (cyjanki pominięto):			Reakcje inne:	
- W celu oddzielenia jonów Fe(CN)₆⁴⁻, Fe(CN)₆³⁻ od pozostałych jonów I grupy anionów należy zadać badaną próbkę CdSO₄. Powstały osad odsączyć, przemyć kilkakrotnie wodą destylowaną i rozwinąć na gorąco w HCl. Fe(CN)₆⁴⁻ wykryć za pomocą FeCl₃ w roztworze zakwaszonym HCl. Pojawienie się błękitu pruskiego świadczy o obecności danego anionu. SCN⁻ Osad błękitu pruskiego odsączyć. Czerwono krwiste zabarwienie przesącza świadczy o obecności jonów SCN⁻. Fe(CN)₆³⁻ wykryć za pomocą soli Mohra (żelazo na II stopniu utlenienia). Wytrącony błękit Turnbulla potwierdza obecności jonu Fe(CN)₆³⁻.			- Dla Br⁻: Cr₂O₇²⁻ + 6Br⁻ + 14H⁺ = 2Cr³⁺ + 3Br₂ + 7H₂O - Dla I⁻: Cl_{2(aq)} + 2I⁻ = I₂ + 2Cl⁻ - Dla CN⁻: CN⁻ + S₂O₃²⁻ = SCN⁻ + SO₃²⁻ - Dla SCN⁻: Co²⁺ + 2SCN⁻ = Co(SCN)₂ niebieski w alk. - Dla [Fe(CN)₆]⁴⁻: [Fe(CN)₆]⁴⁻ + 2Cu²⁺ = Cu₂[Fe(CN)₆] czbr. - Dla [Fe(CN)₆]³⁻: 2[Fe(CN)₆]³⁻ + 2I⁻ = I₂ + [Fe(CN)₆]⁴⁻ - Dla OCi⁻: NaOCi⁻ + 2HCl = NaCl + H₂O + Cl₂	

Analiza systematyczna anionów i kationów – materiał pomocniczy

Numer grupy	Jon \ Odczynnik	Ag ⁺	H ₂ SO ₄	KMnO ₄ (H ⁺)
II Jony Ag ⁺ wytrącają osad rozpuszczalny w HNO ₃ . Jony Ba ²⁺ osadu nie wytrącają.	S ²⁻	Ag ₂ S, czarny	-	2MnO ₄ ⁻ + 5S ²⁻ + 8H ⁺ = 5S ⁰ + 2Mn ²⁺ + 4H ₂ O
	CH ₃ COO ⁻	CH ₃ COOAg, biały	rozc. CH ₃ COO ⁻ + H ⁺ = CH ₃ COOH	-
	NO ₂ ⁻	AgNO ₂ , biały	H ⁺ + NO ₂ ⁻ = HNO ₂ 3HNO ₂ = HNO ₃ + 2NO + H ₂ O	2MnO ₄ ⁻ + 5NO ₂ ⁻ + 8H ⁺ = 2Mn ²⁺ + 5NO ₃ ⁻ + 4H ₂ O
Wykrywanie jonu NO₂⁻: 1. Test na azotyny: w probówce przyrządzić stężony roztwór soli Mohra, zakwasić CH ₃ COOH i ostrożnie wprowadzić badany roztwór, tak aby nie zmieszał się z zawartością probówki. Powstanie brunatnego pierścienia na granicy dwu cieczy świadczy o obecności azotynów. Jest to tzw. reakcja obrączkowa . Czynniki przeszkadzające: 2. Przebiegowi reakcji przeszkadzają następujące jony: I ⁻ , Br ⁻ , SCN ⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻ . Aniony te oddzielić, dodając Ag ₂ SO ₄ do próbki o odczynie obojętnym. Całość wytrząsać, po kilku minutach ogrzać w celu rozpuszczenia AgNO ₂ , odsączyć i osad odrzucić. Filtrat badać na obecność azotynów.		Wykrywanie jonu CH₃COO⁻: 1. Test na octany: Badaną próbkę odparować do sucha, dodać 1 ml stężonego H ₂ SO ₄ i 2-3 ml EtOH. Całość ogrzewać. Wydzielanie się przyjemnego zapachu świadczy o obecności jonów octanowych. Reakcje inne: 1. Dla S²⁻: 2HCl + Ag ₂ S = 2AgCl + H ₂ S 2. Dla CH₃COO⁻: Fe ³⁺ + 3CH ₃ COO ⁻ = Fe(CH ₃ COO) ₃ czerwono-brunatny 3. Dla NO₂⁻: 2I ⁻ + 2NO ₂ ⁻ + 4H ⁺ = I ₂ + 2NO + 2H ₂ O użyto kwasu octowego		Wykrywanie jonu S²⁻: 1. Test na siarczki: Rozcieńczony H ₂ SO ₄ w kontakcie z anionami siarczkowymi wydziela gazowy H ₂ S. Bibułę nasączyć octanem ołowiu i przyłożyć do wylotu probówki. Czernienie nasączonego miejsca świadczy o obecności jonów siarczkowych.

Numer grupy	Jon \ Odczynnik	Ag ⁺	Ba ²⁺	H ₂ SO ₄	KMnO ₄ (H ⁺)
III Jony Ag ⁺ i Ba ²⁺ wytrącają biały osad rozpuszczalny w HNO ₃ .	SO ₃ ²⁻	Ag ₂ SO ₃ , rkt, rko, ram, rnadm	BaSO ₃ , rkt	SO ₃ ²⁻ + 2H ⁺ = SO ₂ + H ₂ O	SO ₃ ²⁻ + MnO ₄ ⁻ + H ⁺ = Mn ²⁺ + SO ₄ ²⁻ + H ₂ O
	CO ₃ ²⁻	Ag ₂ CO ₃ , rkt, rko, ram, raq	BaCO ₃ , rkt (o. H ₂ SO ₄), rko	CO ₃ ²⁻ + 2H ⁺ = CO ₂ + H ₂ O	-
	C ₂ O ₄ ²⁻	Ag ₂ C ₂ O ₄ , biały ser.	BaC ₂ O ₄ , rko, ram	-	5C ₂ O ₄ ²⁻ + 2MnO ₄ ⁻ + 6H ⁺ = 10CO ₂ + 2Mn ²⁺ + 8H ₂ O
	C ₄ H ₄ O ₆ ²⁻	Ag ₂ C ₄ H ₄ O ₆ , rnadm, ram	BaC ₄ H ₄ O ₆ , rko, rnadm	-	Odbarwia się
	BO ₂ ⁻	AgBO ₂ , ram	Ba(BO ₂) ₂	-	-
	HPO ₃ ²⁻	Ag ₂ HPO ₃	BaHPO ₃	-	2MnO ₄ ⁻ + 5HPO ₃ ²⁻ + H ⁺ = 2Mn ²⁺ + 5PO ₄ ³⁻ + 3H ₂ O

Wykrywanie jonu SO₃²⁻:

- Test na siarczyny:** Próbkę zadać KMnO₄. Nastąpi natychmiastowe odbarwienie roztworu. Siarczyny zostaną utlenione do siarczanów.
- Test(II) na siarczyny:** Badaną próbkę zadać nitroprusydkiem sodu. Zabarwia on obojętne roztworu siarczynów na kolor różowoczerwony. Pod wpływem kwasów zabarwienie znika, dlatego próbkę należy najpierw zobojętnić. Test ten pozwala odróżnić siarczyny od tiosiarczanów.
- Test(III) na siarczyny:** Badaną próbkę należy zobojętnić (jeżeli kwaśna) NaHCO₃ lub wysycić CO₂ (jeżeli zasadowa) i dodać **fuksyny**. Jej odbarwienie świadczy o obecności siarczynów.

Wykrywanie jonu CO₃²⁻:

- Test na węglany:** 10 – 15 cm³ próbki, umieszczonej w zestawie do wiązania gazów, zadać rozcieńczonym H₂SO₄. Ciecz ogrzać, a powstający produkt wprowadzić do probówki z roztworem Ba(OH)₂ (lub Ca(OH)₂). Zmętnienie roztworu, do którego wprowadzany jest gaz, świadczy o obecności anionu CO₃²⁻.
- Czynniki przeszkadzające:** SO₃²⁻, NO₂⁻, S²⁻, S₂O₃²⁻, F⁻.
 - Eliminacja NO₂⁻:** Gotować badaną próbkę z nadmiarem chlorku amonu.
 - Eliminacja SO₃²⁻, S²⁻, S₂O₃²⁻:** Utlenić powyższe jony za pomocą 3-6 % roztworu H₂O₂. Reakcję można przyspieszyć ogrzewając próbkę.
 - Eliminacja F⁻:** Zadać badaną próbkę roztworem ZrCl₄, co spowoduje utworzeniu jonu kompleksowego [ZrF₆]²⁻, nieulegające rozkładowi pod wpływem kwasów mineralnych.

Wykrywanie jonu C₂O₄²⁻:

- Test na szczawiany:** Do badanej próbki dodać CaCl₂. Powstanie białego osadu roztwarzającego się w kwasach mineralnych, lecz nie rozpuszczającego się w CH₃COOH, świadczy o obecności jonów szczawianowych.
- Czynniki przeszkadzające:** Wykryciu szczawianów w postaci CaC₂O₄ przeszkadzają następujące jony: PO₄³⁻, SO₄²⁻, F⁻. W celu identyfikacji szczawianów należy wytrącić osad soli wapniowych w środowisku kwasu octowego, odsączyć, przemyć kilkakrotnie rozcieńczonym kwasem octowym, następnie wodą destylowaną, przenieść do małej zlewki i roztworzyć w rozcieńczonym HNO₃. Roztwór ogrzać do 80°C i dodawać kroplami KMnO₄. W razie obecności szczawianów ulega odbarwieniu, obserwuje się także wydzielający CO₂.
- Uwaga:** Szczawian wapnia nie roztwarza się w kwasie octowym, co odróżnia go od ortofosforanu wapnia.

Wykrywanie jonu C₄H₄O₆²⁻:

Test na winiany: Do odfłuszczonej probówki wlać kilka cm³ badanej próbki, dodać AgNO₃ do całkowitego wytrącenia osadu Ag₂C₄H₄O₆. Osad roztworzyć w małej ilości NH₃*H₂O, ogrzewać w łaźni wodnej w temperaturze około 70°C. W przypadku obecności winianów powstaje na ściankach probówki błyszczące lustro metalicznego srebra.

Wykrywanie jonu BO₂⁻:

Test na borany: W małej parownicy odparować do sucha kilka cm³ badanej próbki, schłodzić, dodać kilka kropli stężonego H₂SO₄ i około 1cm³ CH₃OH. Wymieszać i zapalić. Zielone zabarwienie płomienia świadczy o obecności jonów BO₂⁻.

Wykrywanie jonu HPO₃²⁻:

Test na fosfoniany: HgCl₂ ulega pod działaniem fosfonianów redukcji do Hg₂Cl₂, który wytrąca się w postaci białego trudno rozpuszczalnego osadu; jeżeli fosfoniany występują w nadmiarze, to po ogrzaniu Hg₂Cl₂ ulega dalszej redukcji do szarego osadu wolnej rtęci.

Reakcje inne:

- Dla SO₃²⁻:** Sr²⁺ + SO₃²⁻ = SrSO₃ biały, odr. od S₂O₃²⁻
- Dla CO₃²⁻:** CO₂ + Ca(OH)₂ = CaCO₃ + H₂O, biały
- Dla C₂O₄²⁻:** Ca²⁺ + C₂O₄²⁻ = CaC₂O₄, rkt
- Dla HPO₃²⁻:** HPO₃²⁻ + 2Hg²⁺ = 2Hg⁺ + HPO₄²⁻

Numer grupy	Jon \ Odczynnik	Ag ⁺	Ba ²⁺	H ₂ SO ₄	Reakcje inne
IV Jony Ag ⁺ wytrącają barwne osady rozpuszczalne w HNO ₃ . Jony Ba ²⁺ wytrącają osad rozpuszczalny w HNO ₃ .	S ₂ O ₃ ²⁻	Ag ₂ S ₂ O ₃ , rnamd, przejściowa zmiana barwy	BaS ₂ O ₃ , rkb, biały	S ₂ O ₃ ²⁻ + H ⁺ = S + SO ₂ + H ₂ O	S ₂ O ₃ ²⁻ + 5H ₂ O + 4Cl ₂ = 2SO ₄ ²⁻ + 10H ⁺ + 8Cl ⁻
	PO ₄ ³⁻	Ag ₃ PO ₄ , ram, rko, żółty	Ba ₃ (PO ₄) ₂ *, biały	-	PO ₄ ³⁻ + Mg ²⁺ + NH ₄ ⁺ = MgNH ₄ PO ₄
	CrO ₄ ²⁻	Ag ₂ CrO ₄ , ram, nrko, brunatno-czerwony	BaCrO ₄ , rks, żółty	Mieszanina Lehnery**	Cr ₂ O ₇ ²⁻ + 3SO ₃ ²⁻ + 8H ⁺ = 2Cr ³⁺ + 4H ₂ O + 3SO ₄ ²⁻
	Cr ₂ O ₇ ²⁻	Ag ₂ Cr ₂ O ₇ , ram, nrko	BaCrO ₄ , rks, żółty, wytrącanie z CH ₃ COONa	Mieszanina Lehnery**	Cr ₂ O ₇ ²⁻ + 3SO ₃ ²⁻ + 8H ⁺ = 2Cr ³⁺ + 4H ₂ O + 3SO ₄ ²⁻
	AsO ₄ ³⁻	Ag ₃ AsO ₄ , czekoladowo – brunatny, ram, rko	W amoniaku Ba ₃ (AsO ₄) ₂ , biały,	-	AsO ₄ ³⁻ + Mg ²⁺ + NH ₄ ⁺ = MgNH ₄ AsO ₄
	AsO ₃ ³⁻	Ag ₃ AsO ₃ , żółty, ram, rko	W amoniaku Ba(AsO ₂) ₂ , biały, rko, rkt	-	Mg ²⁺ + NH ₄ ⁺ brak osadu w rozcień. roztworze

Wytrącanie:

* - Wytrącenie z obojętnych roztworów daje BaHPO₄, a z zasadowych Ba₃(PO₄)₂. Oba osady są białe i bezpostaciowe.

Wykrywanie obok siebie jonów PO₄³⁻, AsO₄³⁻ i AsO₂⁻ (AsO₃³⁻):

Do próbki dodać mieszaniny magnezowej (wytrącenie jonów AsO₄³⁻ i PO₄³⁻). Odsączyć, sprawdzić całkowitość strącenia. W roztworze, stosując H₂S i stężony HCl wykryć, jeżeli jest, anion AsO₂⁻.

Osad MgNH₄AsO₄ i MgNH₄PO₄ przemyć kilkakrotnie wodą destylowaną, rozpuścić w kilku kroplach 3M HCl i otrzymany roztwór zadać kilkoma kroplami stężonego kwasu azotowego (V) i wysycić gazowym siarkowodorem. Próbkę ogrzać. Wytrącanie się żółtego osadu świadczy o obecności jonów AsO₄³⁻. Osad odsączyć, a przesącz zadać molibdenianem amonu i ogrzewać. Pojawienie się żółtego osadu świadczy o obecności jonów PO₄³⁻.

Wykrywanie obok siebie jonów S²⁻, SO₃²⁻, S₂O₃²⁻:

Badany roztwór, po wykryciu S²⁻, zadać Cd(NO₃)₂ do całkowitego strącenia CdS. Odsączyć, a roztwór podzielić na dwie części.

Pierwszą część zadać roztworem fuksyny. Odbarwienie, świadczy o obecności jonów SO₃²⁻.

Drugą część zadać AgNO₃. Wytrącenie białego osadu świadczy o obecności jonów S₂O₃²⁻ z czasem czerniejący. Rozkłada się do siarczku srebra.

Reakcje inne:

1. Dla AsO₃³⁻: MnO₄⁻ + AsO₃³⁻ + H⁺ = Mn²⁺ + AsO₄³⁻ + H₂O
2. Dla S₂O₃²⁻: 5S₂O₃²⁻ + H⁺ + 2MnO₄⁻ = 5S + 5SO₄²⁻ + 2Mn²⁺ + 3H₂O

Wykrywanie jonu C₂O₄²⁻ obok jonów F⁻ i PO₄³⁻:

Do badanej próbki wprowadzić jony Ca²⁺ i 6M CH₃COOH. Osad może zawierać CaC₂O₄, CaF₂ i Ca₃(PO₄)₂. Odsączyć, sprawdzić całkowitość wytrącenia i przemyć wodą destylowaną. Osad zadać 2M H₂SO₄, kroplę KMnO₄ i ogrzewać. Odbarwienie się roztworu KMnO₄ świadczy o obecności jonów C₂O₄²⁻.

Wykrywanie jonów CrO₄²⁻ i Cr₂O₇²⁻:

1. **Test na chromiany:** Nadtlenek wodoru wywołuje w roztworach chromianów (VI) i dichromianów (VI) powstawanie różnych produktów w zależności od środowiska i warunków przeprowadzenia reakcji.
 - 1.1 W obojętnych lub słabo zasadowych roztworach działanie H₂O₂ prowadzi do utworzenia soli kwasów peroksochromowych, np. K₃CrO₈ o barwie czerwonej
 - 1.2 W roztworach kwaśnych działanie H₂O₂ prowadzi do utworzenia nadutlenku chromu CrO₅ barwy niebieskiej, który szybko analizuje w środowisku wodnym, ulegając redukcji do szarzielonej soli chromu(III). CrO₅ należy ekstrahować do warstwy organicznej, np. eteru etylowego. W reakcji tej używa się tzw. mieszaniny Lehnery (opisanej we wstępie).
2. **W przypadku suchej soli chromu:** Rozpuszczoną próbkę soli, jeżeli jest na + III stopniu utlenienia, należy utlenić przy pomocy H₂O₂ do + VI stopnia utlenienia. Później należy postępować jak w powyższym punkcie (1.2).

Numer grupy	Jon \ Odczynnik	FeSO ₄	H ₂ SO ₄ stężony	Inne reakcje
V Jony Ag ⁺ i Ba ²⁺ osadu nie wytrącają.	NO ₃ ⁻	2NO ₃ ⁻ + 6Fe ²⁺ + 8H ⁺ = 2NO + 6Fe ³⁺ + 4H ₂ O	2HNO ₃ = 2NO ₂ + ½ O ₂ + H ₂ O trzeba ogrzewać	NO ₃ ⁻ + Zn + 2H ⁺ = NO ₂ ⁻ + Zn ²⁺ + H ₂ O użyto kwasu octowego
	ClO ₃ ⁻	ClO ₃ ⁻ + 6Fe ²⁺ + 2H ⁺ = Cl ⁻ + 6Fe ³⁺ + H ₂ O	3HClO ₃ = HClO ₄ + 2ClO ₂ + H ₂ O	ClO ₃ ⁻ + 6H ⁺ = 3Cl ₂ + 3H ₂ O użyto kwasu solnego
	ClO ₄ ⁻	-	-	NaClO ₃ + KCl = KClO ₄ + NaCl
	MnO ₄ ⁻	2MnO ₄ ⁻ + 10Fe ²⁺ + 16H ⁺ = 2Mn ²⁺ + 10Fe ³⁺ + 8H ₂ O	Wydziela Mn ₂ O ₇ , patrz niżej	2KMnO ₄ + 3H ₂ O ₂ = 2MnO ₂ + 3O ₂ + 2KOH + 2H ₂ O
*** - Wykrywanie azotanów (V) wobec azotanów (III): Należy przeprowadzić reakcję obrączkową z tą różnicą, że najpierw trzeba usunąć jony azotanowe (III). Eliminację przeprowadza się z użyciem chlorku amonu i ogrzewaniem badanej próbki. NO ₂ ⁻ + NH ₄ ⁺ → N ₂ ↑ + 2 H ₂ O				
Wykrywanie jonu NO ₃ ⁻ :		Wykrywanie jonu ClO ₃ ⁻ :		
1. *** Test na azotany: Reakcja obrączkowa. ***		1. Wykrywanie chloranów(V) wobec chlorków i azotanów(V): Badaną próbkę zakwasić rozcieńczonym H ₂ SO ₄ , dodawać nasyconego roztworu Ag ₂ SO ₄ do pełnego wytrącenia AgCl. Biały osad przy nieobecności innych anionów I grupy dowodzi obecności chlorków. Odsączyć, a filtrat zadać stężonym NaOH, ogrzewać i badać obecność soli amonowych. W razie ich obecności usunąć z ługiem sodowym. Dodać stopu Devarda (burzliwa reakcja z wydzielaniem NH ₃ ze zredukowanych jonów NO ₃ ⁻ i redukcją ClO ₃ ⁻ do Cl ⁻). Nieprzereagowany metal odsączyć, filtrat zakwasić HNO ₃ i dodać AgNO ₃ . Wytrącenie AgCl dowodzi obecności jonów ClO ₃ ⁻ .		
2. Test na azotany: Stop Devarda w środowisku zasadowym redukują NO ₃ ⁻ do NH ₃ . Wykrywa się go zwilżonym papierkiem wskaźnikowym pH umieszczonym u wylotu próbówki.		2. Wykrywanie chloranów (V) wobec chlorków: 1-2 cm ³ badanej próbki zakwasić rozcieńczonym HNO ₃ i dodać AgNO ₃ . Wytrącenie białego osadu w nieobecności innych anionów I grupy dowodzi obecności chlorków. Osad odsączyć, sprawdzić całkowitą wytrącenia i do kwaśnego roztworu dodać NaNO ₂ lub Na ₂ SO ₃ . Ponowne strącenie białego osadu świadczy o obecności jonów ClO ₃ ⁻ .		
3. Czynniki przeszkadzające: Sole amonowe przeszkadzają w wykonaniu testu, ponieważ w środowisku zasadowym wydzielają amoniak. Aby usunąć sole amonowe badaną próbkę należy wygotować, dodając stały NaOH, do zaniknięcia charakterystycznego zapachu amoniaku i braku zmiany koloru papierka wskaźnikowego.		Wykrywanie jonu ClO ₄ ⁻ : Test na chlorany(VII): Do badanej próbki dodać KCl. Wytrącenie białego, krystalicznego osadu KClO ₄ świadczy o obecności jonów ClO ₄ ⁻ . Jednakże, przed strącaniem osadu należy do próbki dodać EtOH w celu obniżenia rozpuszczalności KClO ₄ .		
4. Czynniki przeszkadzające(II): Jeżeli w badanej próbce stwierdzono obecność jonów NO ₂ ⁻ , należy je usunąć następującymi metodami:		Wykrywanie jonu MnO ₄ ⁻ : Test na manganiany (VII): Badaną próbkę zadać stężonym H ₂ SO ₄ . Wydzielenie oleistej, ciemnofioletowej cieczy bezwodnika kwasu manganowego(VII) Mn ₂ O ₇ świadczy o obecności jonów MnO ₄ ⁻ . NIE OGRZEWAC BEZWODNIKA!		
4.1 Do 5% kwasu amidosulfonowego dodać nieco badanej próbki, zawierającej jony NO ₂ ⁻ i NO ₃ ⁻ . Następnie zagotować jednokrotnie. Burzliwe wydzielanie N ₂ spowodowane jest ilościowym rozkładem azotynów bez powstawania azotanów. NO ₂ ⁻ + H ₂ N*SO ₃ H = HSO ₄ ⁻ + N ₂ + H ₂ O				
4.2 Do małej ilości 5-10% roztworu mocznika, dodać kilka kropli HCl i nieco badanej próbki. Wywiązują się CO ₂ i N ₂ . Krótkie gotowanie eliminuje azotyny (mocznik i HCl w małym nadmiarze). Dla sprawdzenia eliminacji NO ₂ ⁻ przeprowadzić test z KI.				
5. Czynniki przeszkadzające(III): W pewnych warunkach jony CN ⁻ , SCN ⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻ , Fe(CN) ₆ ³⁻ mogą wywiązać amoniak.				
Reakcje inne:				
1. Dla ClO ₃ ⁻ : ClO ₃ ⁻ + 6I ⁻ + 6H ⁺ = Cl ⁻ + 3I ₂ + 3H ₂ O, (Jodek potasu)				
2. Dla ClO ₃ ⁻ : ClO ₃ ⁻ + 3Zn + 6H ⁺ = 3Zn ²⁺ + Cl ⁻ + 3H ₂ O, (Cynk, glin lub stop Devarda)				
3. Dla MnO ₄ ⁻ : 2MnO ₄ ⁻ + 10I ⁻ + 16H ⁺ = 2Mn ²⁺ + 5I ₂ + 8H ₂ O, (Jodek potasu)				
4. Dla NO ₃ ⁻ : 3NO ₃ ⁻ + 8Al + 5OH ⁻ + 18H ₂ O = 8[Al(OH) ₄] + 3NH ₃ , (Cynk, glin lub stop Devarda)				

Numer grupy	Jon \ Odczynnik	Ba ²⁺	Pb(NO ₃) ₂	CaCl ₂	Wodorotlenki	H ₂ SO ₄ stężony
VI Jony Ag ⁺ osadu nie wytrącają. Jony Ba ²⁺ wytrącają osad.	SO ₄ ²⁻	BaSO ₄ , biały	PbSO ₄ , biały	CaSO ₄ , biały	-	-
	F ⁻	BaF ₂ , biały	PbF ₂ , biały	CaF ₂ , biały	Al(OH) ₃ +6NaF = Na ₃ [AlF ₆] + 3NaOH	2F ⁻ + 2H ⁺ = 2HF 4HF + SiO₂ = SiF₄ + 2H₂O trawienie szkła
	[SiF ₆] ²⁻	BaSiF ₆ , biały	-	Reakcja zapisana poniżej ****	Na ₂ [SiF ₆] + 4NaOH = 6NaF + SiO _{2aq} + 2H ₂ O	[SiF ₆] ²⁻ + 2H ⁺ = SiF ₄ + 2HF

Wykrywanie jonu SO₄²⁻:

- Test na siarczany(VI) w trudno rozpuszczalnych solach:** Gdy stwierdzono obecność soli siarczanowych trudno rozpuszczalnych, badaną próbkę gotować ze stężonym roztworem Na₂CO₃ lub stapiać z pięciokrotną ilością stałego bezwodnego Na₂CO₃. Stop rozpuścić w gorącej wodzie, oddzielić osad trudno rozpuszczalnego węglanu, a filtrat badać na obecność jonów SO₄²⁻ za pomocą BaCl₂ z dodatkiem HCl. Strącenie białego osadu BaSO₄ świadczy o obecności jonów SO₄²⁻.
- Wykrywanie siarczków, siarczynów, tiosiarczanów i siarczanów:**
 - Małą próbkę roztworu badać na obecność siarczków przy pomocy Pb(CH₃COO)₂ lub nitroprusydku sodu w środowisku zasadowym.
 - Jeżeli siarczki są obecne, wytrącić je z roztworu używając zawiesiny CdCO₃ lub ZnCO₃. Następnie badać na obecność SO₃²⁻, S₂O₃²⁻ i SO₄²⁻.
 - W celu wykrycia **siarczynów** do małej części przesącza dodać roztwór fuksyny. Odbarwienie świadczy o obecności jonów SO₃²⁻. Jeżeli **siarczyny są nieobecne** oddzielić siarczki i badać na obecność S₂O₃²⁻ i SO₄²⁻.
 - Jeżeli **siarczyny i jonu wodorosiarczynowe są obecne** wówczas należy dodać 40% roztworu formaliny w objętości 1-2 cm³ do badanej próbki i odstawić na około 5 minut. Po wywiązaniu siarczynów i wodorosiarczynów dodać 2-3cm³ 20% CH₃COOH i natychmiast dodać kroplami 0,1M roztworu jodu do pojawienia się lekko żółtego zabarwienia. **Odbarwienie roztworu jodu dowodzi obecności tiosiarczanów.**
 - Nadmiar jodu usunąć poprzez dodanie rozcieńczonego roztworu Na₂S₂O₃ i rozcieńczyć roztwór wodą. Mieszając, dodawać **po kropli 0,1M BaCl₂** w małym nadmiarze i ogrzać. Wytrącony na gorąco biały osad BaSO₄ świadczy o obecności jonów **siarczanowych SO₄²⁻**. Dodatkowo osad, po odstaniu, zbadać metodą heparową.

Wykrywanie jonu F⁻:

- Test na fluorki:** Do lekko kwaśnego 0,1M HCl roztworu rodankowego kompleksu żelaza (III) wprowadzić badaną próbkę. Odbarwienie roztworu świadczy o utworzeniu trwalszego fluorkowego kompleksu żelaza (III) od rodankowego kompleksu żelaza(III), tym samym świadczy to o obecności jonów **fluorkowych**. **Fe(SCN)₂⁺ + 6F⁻ = FeF₆³⁻ + 2SCN⁻**
- Trawienie szkła:** Badaną próbkę odparować do sucha (środowisko zasadowe lub obojętne), powstały osad umieścić na odfłuszczonym szkłe, dodać na osad **2-3 kropli** stężonego H₂SO₄. Zwilżone miejsce lekko ogrzewać od spodu lub pozostawić na 20 min bez ogrzewania. Spłukać i sprawdzić stan szkła. Matowa plamka wytrawionego szkła dowodzi obecności jonów **fluorkowych**.

Wykrywanie jonu [SiF₆]²⁻:

- Test na fluorokrzemiany:** Do badanej próbki dodać KCl. Powstanie galaretowatego osadu świadczy o obecności jonów **fluorokrzemianowych [SiF₆]²⁻**. (**2K⁺ + [SiF₆]²⁻ = K₂[SiF₆]**) Osad nie rozpuszcza się w nadmiarze KCl. Można go rozтворzyć w roztworze NH₄Cl.
- Test(II) na fluorokrzemiany:** Do badanej próbki dodać NaOH. Rozkłada on fluorokrzemian już na zimno z wydzielaniem galaretowatego żelu kwasów polikrzemowych (roztwarzają się w nadmiarze odczynnika).
Na₂[SiF₆] + 4NaOH = 6NaF + SiO_{2aq} + 2H₂O
- ****: Na₂[SiF₆] + 3CaCl₂ + 4H₂O = 3CaF₂ + H₄SiO₄ + 2NaCl + 4HCl**

Wykrywanie siarczanów(VI), fluorków i fluorokrzemianów:

- Badaną próbkę zawierającą SO₄²⁻, F⁻ i [SiF₆]²⁻ zadać roztworem KCl w 50% EtOH. Wytrąceniu ulegają fluorokrzemiany w postaci **K₂[SiF₆]**, który oddziela się. EtOH usunąć przez odparowanie.
- Do pozostałości dodać roztwór CaCl₂. Wytrąceniu ulegają fluorki w postaci **CaF₂** i **częściowo siarczany (CaSO₄)**.
- Osad odsączyć, a filtrat zadać roztworem **BaCl₂** w celu identyfikacji **siarczanów**.
- Wytrącone z osobna osady przemyć wodą z małą ilością odczynnika strącającego i zidentyfikować, przeprowadzając dalsze reakcje analityczne.

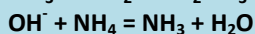
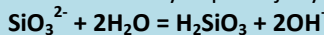
Numer grupy	Jon \ Odczynnik	Ag ⁺	Ba ²⁺	Sole amonowe	Molibdenian amonu
VII Jony Ag ⁺ wytrącają żółty osad rozpuszczalny w HNO ₃ . Jony Ba ²⁺ wytrącają biały osad rozpuszczalny w HNO ₃ .	SiO ₃ ²⁻	Ag ₂ SiO ₃ jasnożółty osad, rkt, ram	BaSiO ₃ , biały	Na ₄ SiO ₄ + 4NH ₄ Cl = H ₄ SiO ₄ + 4NaCl + 4NH ₃	Użyty w pewnym nadmiarze w środowisku rozcieńczonego HNO ₃ , wywołuje żółte zabarwienie roztworu, pochodzące od rozpuszczonego w wodzie kwasu krzemomolibdenowego H ₄ [SiMo ₁₂ O ₄₀]

Wykrywanie jonu krzemianowego:

Test specyficzny: Małe ilości krzemianów w środowisku alkalicznym po dodaniu roztworu molibdenianu amonu i zakwaszeniu kwasem azotowym (V) (może zostać użyty kwas siarkowy (VI)), tworzą żółty, rozpuszczalny heteropolikwas **krzemomolibdenowy** H₄[SiMo₁₂O₄₀]. **TWORZENIU SIĘ PODOBNEGO ZWIĄZKU Z FOSFORANAMI ZAPOBIEGA OBECNOŚĆ KWASU SZCZAWIOWEGO LUB WINOWEGO.**

Działanie soli amonowych na krzemiany:

Reakcje jonów amonowych z jonami krzemianowymi prowadzą do powstania, kwasów metakrzemowych, ortokrzemowych i innych. Reakcja ta zachodzi wskutek przesunięcia równowagi procesu hydrolizy krzemianu w wyniku wiązania jonów wodorotlenowych przez jony amonowe:


Reakcje z rozcieńczonym kwasem siarkowym (VI)

Anion	Przebieg reakcji
IO ₃ ⁻	IO ₃ ⁻ + 5I ⁻ + 6H ⁺ = 3I ₂ + 3H ₂ O ; W obecności jonów bromkowych i jodkowych powstaje brom lub jod (charakterystyczny zapach i zabarwienie).
S ²⁻	Wydziela się gaz, o silnym charakterystycznym zapachu zgniłych jaj: S ²⁻ + 2H ⁺ = H ₂ S ; Bibuła nasączona octanem ołowiu, trzymana u wylotu probówki, ciemnieje – tworzy się siarczek ołowiu: Pb ²⁺ + H ₂ S = PbS + 2H ⁺ . Z mieszaniny siarczków i siarczynów po zakwaszeniu wydziela się siarka, podobnie jak w obecności tiosiarczanów: 2S ²⁻ + SO ₃ ²⁻ + 6H ⁺ = 3S + 3H ₂ O
SO ₃ ²⁻	Wydziela się ditlenek siarki, gaz o charakterystycznym zapachu, dość dobrze rozpuszczalny w wodzie i dlatego na zimno nie powstają pęcherzyki: SO ₃ ²⁻ + 2H ⁺ = SO ₂ + H ₂ O
S ₂ O ₃ ²⁻	Wydziela się ditlenek siarki oraz następuje zmętnienie klarownego osadu z powodu wydzielania się siarki elementarnej: S ₂ O ₃ ²⁻ + 2H ⁺ = SO ₂ + S + H ₂ O
NO ₂ ⁻	Wydzielają się gazowe brunatne tlenki azotu (NO + NO ₂) o charakterystycznym zapachu.
CO ₃ ²⁻	Wydzielają się pęcherzyki ditlenku węgla, gazu bez zapachu i barwy. Ditlenek węgla wprowadzony do probówki z wodą barytową wywołuje zmętnienie od tworzącego się węglanu baru: Ba(OH) ₂ + CO ₂ = BaCO ₃ + H ₂ O
CH ₃ COO ⁻	Powstaje, po ogrzaniu roztworu, kwas octowy o charakterystycznym zapachu.
HCOO ⁻	Powstaje, po ogrzaniu roztworu, kwas mrówkowy o charakterystycznym zapachu.

Reakcje ze stężonym kwasem siarkowym (VI)	
F^-	Wydziela się gazowy fluorowodór o ostrym zapachu: $CaF_2 + H_2SO_4 = 2HF + CaSO_4$. Fluorowodór reaguje z krzemionką lub szkłem z wydzielaniem lotnego fluorku krzemu: $SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O$. Trzymając, tuż nad probówką z wydzielającym się fluorkiem krzemu, bagietkę z kroplą wody, obserwujemy zmętnienie kropli. Fluorek krzemu hydrolizuje z wydzielaniem kwasu ortokrzemowego: $SiF_4 + 4H_2O = H_4SiO_4 + 4HF$
Cl^-	Wydziela się gazowy chlorowodór o silnym, drażniącym i intensywnym zapachu: $CaCl_2 + H_2SO_4 = 2HCl + CaSO_4$. Umieścić obok probówki naczynie ze stężonym amoniakiem, a powstaną białe dymy chlorku amonowego: $HCl + NH_3 = NH_4Cl$. Azotan srebra umieszczony na bagietce mętnieje podczas kontaktu z gazowym chlorowodorem. Dodanie stężonego kwasu siarkowego (VI) w obecności utleniaczy do substancji suchej zawierającej chlorki, wydziela wolny chlor.
Br^-	Powstaje gazowy bromowodór i brunatny brom o ostrym zapachu (częściowe utlenianie bromków przez stężony kwas siarkowy (VI)).
I^-	Już na zimno stężony kwas siarkowy (VI) utlenia jodki do jodu. Podczas ogrzewania wydzielają się fioletowe pary wolnego jodu.
ClO_3^-	Nietrwały kwas chlorowy (V) ulega reakcji dysproporcjonowania na żółty ditlenek chloru i kwas nadchlorowy: $KClO_3 + H_2SO_4 = 2HClO_3 + K_2SO_4$, a następnie: $3HClO_3 = 2ClO_2 + HClO_4 + H_2O$. Ditlenek chloru jest substancją wybuchową, nie wolno jej ogrzewać powyżej 60 stopni Celsjusza.
BrO_3^-	Stężony kwas siarkowy (VI) rozkłada bromiany z wydzielaniem bromu: $4HBrO_3 = 2Br_2 + 5O_2 + 2H_2O$.
IO_3^-	Wydziela się wolny jod, zwłaszcza po ogrzaniu.
S^{2-}	Stężony kwas siarkowy (VI) utlenia siarczki z wydzielaniem ditlenku siarki i siarki elementarnej: $S^{2-} + 2H_2SO_4 = SO_2 + S + 2H_2O + SO_4^{2-}$
SO_3^{2-}	Wydziela się ditlenek siarki.
$S_2O_3^{2-}$	Wydziela się ditlenek siarki i siarka elementarna.
NO_2^-	Wydzielają się brunatne tlenki azotu.
NO_3^-	Po ogrzaniu wydzielają się pary kwasu azotowego (V) z brunatnymi tlenkami azotu.
$C_2O_4^{2-}$	Następuje odwodnienie i rozkład kwasu szczawowego z wydzielaniem tlenku i ditlenku węgla: $H_2C_2O_4 = CO + CO_2 + H_2O$.

Reakcje z jodkiem potasu:	
Zakwasić badany roztwór rozcieńczonym kwasem siarkowym (VI) i dodawać kroplami 2% roztworu jodku potasu i 1% roztworu skrobi. Wydziela się wolny jod, dający ze skrobią intensywne niebieskie zabarwienie.	
ClO_3^-	$ClO_3^- + 6I^- + 6H^+ = 3I_2 + Cl^- + 3H_2O$
BrO_3^-	$BrO_3^- + 6I^- + 6H^+ = 3I_2 + Br^- + 3H_2O$
IO_3^-	$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ = 3I_2 + 3H_2O$
NO_2^-	$2NO_2^- + 2I^- + 4H^+ = I_2 + 2NO + 2H_2O$
$Cr_2O_7^{2-}$	$Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ = 3I_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$
AsO_4^{3-}	$AsO_4^{3-} + 2I^- + 2H^+ = I_2 + AsO_3^{3-} + H_2O$
MnO_4^-	$2MnO_4^- + 10I^- + 16H^+ = 5I_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
$Fe(CN)_6^{3-}$	$2Fe(CN)_6^{3-} + 2I^- = I_2 + 2Fe(CN)_6^{4-}$
Wynik próby można uznać za pozytywny tylko wtedy, gdy powstaje dość znaczna ilość jodu, do odbarwienia, którego trzeba zużyć więcej niż 2-3 kropli 0,1M roztworu tiosiarczanu sodu. Reakcja jodu ze skrobią jest bardzo czuła i zniebieszczenie roztworu mogą powodować przypadkowe ilości substancji utleniających, a nawet tlen rozpuszczony w wodzie. W roztworze badanym nie może być kationów, która utleniają jodki do jodu, a mianowicie żelaza (III), miedzi (II), antymonu (V).	

Reakcje z jodem:

Rozpuścić 0,1 g krystalicznego jodu w 3-4 ml 10% roztworu jodku potasu, a następnie 1% roztwór skrobi. Powstanie intensywnie niebieski roztwór, który dodaje się po kropli do badanego (klarownego) roztworu, lekko zakwaszonego kwasem siarkowym (VI). Odbarwienie roztworu wskazuje na obecność jonów o właściwościach redukujących, a w szczególności:

S^{2-}	$S^{2-} + I_2 = S + 2I^-$
SO_3^{2-}	$SO_3^{2-} + I_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2I^- + 2H^+$
$S_2O_3^{2-}$	$2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$

Obecność w badanym roztworze anionów redukujących wyklucza obecność anionów o właściwościach utleniających, wymienionych w poprzedniej próbie z jodem. Jony cyny (II) redukują jod do jodku. Arseniny mogą redukować jod do jodku tylko w środowisku obojętnym lub bardzo słabo kwaśnym.

Reakcje z manganianem (VII) potasu:

Próbę z manganianem (VII) potasu przeprowadza się z klarownym roztworem badanym, zakwaszonym rozcieńczonym kwasem siarkowym(VI). Do probówki z roztworem badanym dodaje się kroplami ok. 0,02M roztwór manganianu (VII) potasu i obserwuje się, czy następuje odbarwienie roztworu (redukcja jonów MnO_4^- do Mn^{2+}). Odbarwienie pierwszych dwu kropeł manganianu (VII) potasu może być wynikiem redukującego działania przypadkowych śladów substancji organicznych. Pozytywny wynik reakcji z manganianem (VII) potasu wskazuje na obecność anionów:

S^{2-}	$5S^{2-} + 8MnO_4^- + 24H^+ = 5SO_4^{2-} + 8Mn^{2+} + 12H_2O$ $5S^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5S + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
SO_3^{2-}	$5SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$
$S_2O_3^{2-}$	Powstają siarczany, ditioniany, tetrathioniany.
SCN^-	$10SCN^- + 12MnO_4^- + 16H^+ = 5(CN)_2 + 12Mn^{2+} + 10SO_4^{2-} + 8H_2O$
Br^-	$10Br^- + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5Br_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
I^-	$10I^- + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5I_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
NO_2^-	$5NO_2^- + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5NO_3^- + 2Mn^{2+} + 3H_2O$
AsO_3^{3-}	$5AsO_3^{3-} + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5AsO_4^{3-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$
$Fe(CN)_6^{4-}$	$5Fe(CN)_6^{4-} + MnO_4^- + 8H^+ = 5Fe(CN)_6^{3-} + Mn^{2+} + 4H_2O$

Chlorki i winiany redukują manganian (VII) potasu dopiero na gorąco, odpowiednio z wydzieleniem chloru i ditlenku węgla.

Kwaśny roztwór manganianu (VII) potasu mogą także odbarwić jony: żelaza(II), chromu(III), rtęci(I), cyny(II) i antymonu(III).

Kationy: Krótkie wprowadzenie

Analiza systematyczna kationów opiera się o rozdział poszczególnych grup za pomocą odczynników grupowych. Przedstawione poniżej 27 kationów podzielonych zostało na 5 grup.

- **Grupa I** obejmuje metale, których chlorki są trudno rozpuszczalne w wodzie, a których kationy wytrąca się za pomocą 2M HCl. Do I grupy zaliczamy zatem: Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} .
- **Grupa II** obejmuje pierwiastki, których chlorki są rozpuszczalne w wodzie, a których siarczki są nierozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach. Kationy II grupy wytrącamy za pomocą H_2S z roztworów o odczynie kwaśnym. Do II grupy zaliczamy: Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Bi^{3+} , Cd^{2+} , As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} .
- **Grupa III** obejmuje metale, których siarczki rozpuszczalne są w rozcieńczonych kwasach, lecz nierozpuszczalne w wodzie i roztworze zasad. Kationy tej grupy są całkowicie strącane przez H_2S w środowisku $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Do III grupy zaliczamy: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} .
- **Grupa IV** obejmuje metale, których siarczki rozpuszczalne są w wodzie, a ich węglany są trudno rozpuszczalne w wodzie w obecności NH_4Cl . Kationy tej grupy wytrąca się za pomocą $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ w obecności NH_4Cl . Do IV grupy zaliczamy: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} .
- **Grupa V** obejmuje jony: Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ . Jony te nie wytrącają się przy użyciu powyższych odczynników grupowych i wykrywa się je poprzez osobne, specyficzne reakcje analityczne.

Przed przystąpieniem do analizy kationów należy:

1. Sprawdzić otrzymaną próbkę pierwotną na obecność jonów Fe^{2+} , Fe^{3+} oraz NH_4^+ . Następnie próbkę kolejno zadaje się odczynnikami grupowymi i rozdziela na poszczególne grupy. Po oddzieleniu grup I – IV, powstały przesącz należy odparować do sucha i łagodnie prażyć w celu usunięcia soli amonowych. Pozostałość po prażeniu rozpuszcza się w gorącej wodzie i przystępuje do badania na obecność jonów V grupy.
2. Jeżeli badana próbka zawiera osady nierozpuszczalne w gorącym, rozcieńczonym kwasie solnym, należy badaną próbkę zadać 2M kwasem solnym i ogrzać do wrzenia, w celu rozkładu zasadowych soli Bi, Sn, Sb, a następnie schładza się aby wytrącił się chlorek ołowiu (II). Nierozpuszczony osad może zawierać AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2 , PbSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 i nieco zasadowych soli Bi, Sn, Sb. Osad odsącza się, a przesącz bada na obecność kationów grup II, III, IV. Pozostały osad przemyć kolejno gorącą wodą, 6M roztworem amoniaku i 30% octanem amonu, oddzielając w ten sposób PbCl_2 , AgCl i PbSO_4 . Pozostały osad, przemyć gorącą, przenieść do parownicy i gotować z małą objętością stężonego kwasu azotowego (V) i kilkoma kroplami 1M kwasu siarkowego (VI). Do roztworu przechodzi mieszanina NH_2HgCl i Hg oraz resztki soli zasadowych. Jeżeli siarczany baru i strontu są obecne to w parownicy pozostaje biały osad. Po ostygnięciu parownicy, roztwór rozcieńcza się zimną wodą i odsącza siarczany baru i strontu. Osad przemywa się bardzo rozcieńczonym kwasem siarkowym (VI), a następnie wodą i suszy się na sączku. Następnie stapia z 5-krotną ilością bezwodnego węglanu sodu przez 10 minut w tyglu porcelanowym. Ostudza się i zawartość tygla wypłukuje się wodą. Oddziela się osad trudno rozpuszczalnego węglanu baru od łatwo rozpuszczalnego siarczanu sodu, a następnie osad przemywa się węglanem sodu do zaniku reakcji na siarczany. Dopiero po tych czynnościach osad węglanu baru można rozpuścić w kwasie azotowym i poddać analizie na obecność jonów baru.

Grupa I : Odczynnik grupowy: 2M HCl (Ag⁺, Hg₂²⁺, Pb²⁺)			
1. Strącanie chlorków: Do 2-3 cm ³ badanego roztworu dodać 1cm ³ 2M HCl. Zawiesinę wstrząsnąć i po opadnięciu osadu sprawdzić całkowitość wytrącenia. Osad odsączyć i ponownie w roztworze sprawdzić całkowitość wytrącenia. W razie wytrącenia osad dołączyć do pierwszego osadu.			
Osad I: AgCl, Hg ₂ Cl ₂ , PbCl ₂		Roztwór I: odrzucić	
2. Oddzielenie ołowiu od srebra i rtęci: Osad I przemyć wodą z dodatkiem 1M HCl. Wstrząsnąć. Po opadnięciu osadu, dodać 1cm ³ wody i ogrzać do wrzenia, przesączyć gorący roztwór.			
Osad II: AgCl, Hg ₂ Cl ₂		Roztwór II: Pb ²⁺ , Cl ⁻	
3. Wykrywanie Hg i rozpuszczenie AgCl: Do osadu II dodać 4-6 kropeł stężonego roztworu amoniaku, wymieszać i odsączyć.		Wykrywanie ołowiu: Roztwór II podzielić na trzy części:	
Osad III: Hg ⁰ +NH ₂ HgCl	Roztwór III: [Ag(NH ₃) ₂]Cl	1) Oziębic – wytrącenie kryształów PbCl ₂	
Wykrywanie rtęci: Barwa czarna osadu III świadczy o obecności jonów rtęci.	Wykrywanie srebra: 1) Roztwór III zakwasić 2M HNO ₃ wobec papierka wskaźnikowego. Biały osad lub zmętnienie świadczy o obecności jonów srebra w roztworze. 2) Roztwór III zadać KI, powstanie jasnożółtego osadu świadczy o obecności jonów srebra w roztworze.	2) Przeprowadzić reakcję z H ₂ SO ₄ , osad rozpuścić w NaOH, zakwasić CH ₃ COOH i dodać K ₂ CrO ₄ – wytrącenie się żółtego osadu PbCrO ₄ świadczy o obecności jonów ołowiu w roztworze.	
		3) Przeprowadzić reakcję z KI. Wytrącenie intensywnie żółtego osadu świadczy o obecności jonów ołowiu w roztworze.	

Grupa II : Odczynnik grupowy: H_2S (Pb^{2+}, Hg^{2+}, Cu^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+}, As^{3+}, As^{5+}, Sb^{3+}, Sn^{2+}, Sn^{4+})			
1.Strącanie siarczków: Badany roztwór zadać 2M HCl, do uzyskania lekko kwaśnego odczynu. Następnie roztwór ogrzać dodać $1cm^3$ HCl i dodawać H_2S , mieszać aż do całkowitego wytrącenia siarczków. Powstały osad odsączyć a roztwór sprawdzić na całkowitość wytrącenia siarczków. W razie potrzeby strącać dalej.			
Osad I: Siarczki kationów II grupy	Roztwór I: Sprawdzić całkowitość wytrącenia się arsenu		
2. Sprawdzenie całkowitego wytrącenia się arsenu: Do 2-3 kropeł roztworu I dodać kroplę stężonego HCl oraz 2-3 krople H_2S . Mieszaninę ogrzewać około 5 minut. Jeżeli wytrąci się żółty osad, wówczas do roztworu I dodać parę kropeł stężonego HCl i H_2S . Mieszaninę ogrzewać około 5 minut. Wytrącony osad, odsączyć i dołączyć do osadu I .			
3. Oddzielanie podgrupy IIA od podgrupy IIB: Do osadu I dodać 2 cm^3 2M KOH i 1 cm^3 3% roztworu wodnego H_2O_2 . Całość wymieszać i ogrzać na łaźni z wrzącą wodą (może być gorąca metalowa płytka) około 5 minut. Pozwolić powstałemu osadowi opaść na dno i zdekantować ciecz. Osad dwukrotnie przemyć 1 cm^3 gorącej wody. Wodę po zdekantowaniu dołączyć do roztworu. JEŻELI W GRUPIE I WYKRYTO JONY Pb^{2+}, TO PRZED ROZDZIELANEM PODGRUP STRĄCIĆ TE JONY ZA POMOCĄ KWASU SIARKOWEGO (Osad V).			
Osad II : Siarczki kationów podgrupy II A	Roztwór II: siarkosole i tlenosole kationów podgrupy II B		
Analiza kationów podgrupy II A: patrz Tabela II A	Analiza kationów podgrupy II B: patrz Tabela II B		
Grupa II : TABELA II A			
Osad II: HgS, CuS, Bi_2S_3 , CdS. Przemyć H_2S z dodatkiem NH_4Cl .			
1. Oddzielenie rtęci od ołowiu, miedzi, bizmutu i kadmu: Osad zadać 6M HNO_3 i gotować przez 1-2 minut.			
Osad IV: HgS	Roztwór IV: $Cu(NO_3)_2$, $Cd(NO_3)_2$, $Bi(NO_3)_3$		
Wykrywanie rtęci: Sączek przenieść do parowniczkę, ogrzewać z małą ilością stężonego HCl i kilkoma kroplami stężonego HNO_3 . Roztwór zagęścić w celu usunięcia nadmiaru kwasów, rozcieńczyć wodą i badać na obecność jonów rtęci z $SnCl_2$ lub 20% NaOH. Biały, czerniejący osad świadczy o obecności jonów rtęci .	Oddzielenie kadmu: Do roztworu IV dodać $Na_2S_2O_3$ i gotować do wytrącenia osadu.		
	Osad VI: Cu_2S , Bi_2S_3	Roztwór VI: $CdSO_4$	
	Osad VI przemyć wodą i roztworzyć 2M HNO_3 , następnie roztwór zadać nadmiarem amoniaku, powstanie osad $Bi(OH)_3$: - Niebieskie zabarwienie świadczy o obecności jonów miedzi . - Powstały osad, przemyć gorącą wodą i zadać cyninem sodu. Czernienie osadu świadczy o obecności jonów bizmutu .	Roztwór VI rozcieńczyć wodą i dodać octanu amonu. Po zadaniu H_2S wytrąca się żółty osad, który świadczy o obecności jonów kadmu .	
Osad V: $PbSO_4$ Wykrywanie ołowiu: Rozpuścić na sączku gorącym 30% CH_3COONH_4 . Powstały roztwór badać na obecność jonów ołowiu z K_2CrO_4 . Powstanie pomarańczowożółtego osadu świadczy o obecności jonów ołowiu .			
Grupa II : TABELA II B			
Roztwór II: Zadać HCl do wyraźnego kwaśnego odczynu i ogrzewać do całkowitego wydzielienia H_2S i pojawienia się mlecznobiałego zmętnienia. Po stwierdzeniu obecności II podgrupy w roztworze, powstały osad, odsączyć, przemyć roztworem H_2S z dodatkiem NH_4Cl .			
1. Oddzielenie arsenu od antymonu i cyny: Roztwór II zadać małą objętością stężonego HCl i ogrzewać kilka minut.			
Osad III: As_2S_3 , (As_2S_5), S	Roztwór III: $SbCl_3$, $SnCl_2$, $SnCl_4$		
Wykrywanie arsenu: Przemyć rozcieńczonym HCl, a następnie wodą z małym dodatkiem KNO_3 i roztworzyć w małej objętości stężonego HNO_3 , ogrzewać do wrzenia, usunąć wydzieloną siarkę. Przygotować 2 cm^3 molibdenianu amonu, dodać kilka kropeł badanego roztworu i zagotować. Po pewnym czasie wytrąca się żółty osad, który świadczy o obecności jonów arsenu w roztworze.	Wykrywanie antymonu i cyny: Zagęścić poprzez odparowanie w celu usunięcia H_2S , rozcieńczyć wodą i podzielić na dwie części: 1) Umieścić fragment folii cynowej. Pojawiający się czarny nalot świadczy o obecności jonów antymonu. Czarny nalot na metalu opłukać wodą i zwilżyć roztworem $NaBrO^*$. Jeżeli nalot nie znika, po tej próbie, potwierdza to obecność antymonu . 2) Lekko ogrzać z dodatkiem pyłu żelazowego lub granulek. Wydzielający się czarny osad to antymon (należy wytrącić całkowicie). Odsączyć osad a roztwór zadać $HgCl_2$. Wytrącający się biały osad świadczy o obecności jonów cyny .		

Grupa III : Odczynnik grupowy: (NH₄)₂S (Fe²⁺, Fe³⁺, Cr³⁺, Al³⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺)		
1. Sprawdzenie na obecność jonów Fe²⁺ i Fe³⁺ : Odląć część roztworu pierwotnego, podzielić na dwie części i osobno zadać każdą z nich. Dla jonów Fe ²⁺ przeprowadzić próbę z K ₃ [Fe(CN) ₆] (możliwość przebarwienia do błękitu Turnbilla) , a dla jonów Fe ³⁺ K ₄ [Fe(CN) ₆] (możliwość przebarwienia do błękitu Pruskiego).		
2. Rozdzielenie na jony II i III dodatnie: Do badanego roztworu dodać stężony HNO ₃ i ogrzać do wrzenia w celu utlenienia jonów żelaza (II) do jonów żelaza(III). Za pomocą K ₃ [Fe(CN) ₆] sprawdzić całkowitą utlenienia jonów żelaza (II) w oddzielnej probówce. W razie potrzeby utleniać ponownie. Następnie dodać nadmiar 2M NH ₃ *H ₂ O i nieco 4M NH ₄ Cl. Roztwór ogrzać do wrzenia i pozostawić do opadnięcia osadu i odsączyć.		
JONY TRZYDODATNIE:		
Osad I: Fe(OH) ₃ , Cr(OH) ₃ , Al(OH) ₃ . Sączek przemyć gorącą wodą i przenieść do zlewki. Dodać 4M NaOH do odczynu wyraźnie zasadowego, wymieszać i dodać około 1cm ³ 6% H ₂ O ₂ . Gotować do rozkładu nadmiaru H ₂ O ₂ , a następnie rozcieńczyć wodą. Odsączyć.		
Osad II : Fe(OH)₃	Roztwór II: Na[Al(OH) ₄], Na ₂ CrO ₄	
Wykrywanie żelaza (III): Sączek przenieść do zlewki, zadać rozcieńczonym HCl lub H ₂ SO ₄ . Wykrywanie przeprowadzać za pomocą NH ₄ SCN lub K ₄ [Fe(CN) ₆].	Wykrywanie glinu i chromu: Roztwór II schłodzić i podzielić na trzy części.	
1) W reakcji z NH ₄ SCN powstaje ciemnoczerwone zabarwienie roztworu kompleksowych związków rodanków żelaza (III), co świadczy o obecności jonów żelaza w roztworze.	1) Zakwasić H ₂ SO ₄ , dodać nieco NH ₄ Cl i dolać NH ₃ *H ₂ O do wyraźnego zapachu amoniaku. Roztwór ogrzać i odsączyć Al(OH) ₃ . Osad ten zwilżyć rozcieńczonym roztworem Co(NO ₃) ₂ i kroplą H ₂ SO ₄ o stężeniu 1+1, następnie całość podgrzać w parownicze, a po wysuszeniu prażyć. Zmiana barwy osadu na niebieską świadczy o obecności jonów glinu (Błękit Thenarda).	
2) W reakcji z K ₄ [Fe(CN) ₆] powstaje ciemnoniebieski osad lub koloid KFe[Fe(CN) ₆], co świadczy o obecności jonów żelaza w roztworze	2) Zakwasić H ₂ SO ₄ , dodać eteru etylowego i kilka kropel 6% H ₂ O ₂ . Całość ostrożnie wytrząsać. Niebieskie zabarwienie w warstwie organicznej świadczy o obecności jonów chromu w roztworze.	
	3) Zakwasić CH ₃ COOH, zadać roztworem CH ₃ COONa lub CH ₃ COONH ₄ , a następnie wprowadzić sole ołowiu (II). Wytrącenie żółtego osadu PbCrO ₄ potwierdza obecność jonów chromu w roztworze.	
JONY DWUDODATNIE:		
Roztwór I: [Ni(NH ₃) ₆] ²⁺ , [Co(NH ₃) ₆] ²⁺ , [Zn(NH ₃) ₄] ²⁺ , Mn ²⁺ . Dodać NH ₄ Cl, a następnie (NH ₄) ₂ S. Lekko ogrzać (nie gotować) i pozostawić do opadnięcia osadu. Odsączyć. Sączek przenieść do zlewki i zadać 1M HCl w celu rozтворzenia siarczków MnS i ZnS, a następnie odsączyć. Sprawdzić na całkowitą rozтворzenia.		
Osad III: NiS, CoS	Roztwór III: MnCl ₂ , ZnCl ₂	
Wykrywanie niklu i kobaltu: Osad przemyć wodą z dodatkiem NH ₃ *H ₂ O i NH ₄ Cl. Sączek przenieść do zlewki, zadać HCl (1+1) i ogrzać. Do gorącego roztworu wprowadzić kropla po kropli stężony HNO ₃ do całkowitego rozтворzenia osadu. Siarkę, jeżeli powstanie, odrzucić. Roztwór odparować prawie do sucha, rozcieńczyć wodą i podzielić na dwie części.	Oddzielenie manganu i cynku: Roztwór III gotować w celu usunięcia H ₂ S, schłodzić, dodać NH ₃ *H ₂ O (w małym nadmiarze) i 6% H ₂ O ₂ . Całość ogrzewać do skoagulowania osadu.	
1) Zalkalizować rozcieńczonym NH ₃ *H ₂ O i dodać alkoholowego roztworu dimetylogliksymu. Różowy osad świadczy o obecności jonów niklu w roztworze.	Osad IV: MnO ₂ *xH ₂ O	Roztwór IV: [Zn(NH ₃) ₄ (OH) ₂
	Wykrywanie manganu: Małą część osadu IV przenieść do probówki, zadać około 1cm ³ HNO ₃ (1+1), dodać szczyptę PbO ₂ i gotować. Malinowe lub fioletowe zabarwienie osadu świadczy o obecności jonów manganu w roztworze.	Wykrywanie cynku: Do roztworu IV dodać CH ₃ COOH do odczynu kwaśnego, zagęścić przez odparowanie i dodać H ₂ S lub (NH ₄) ₂ [Hg(SCN) ₄] bądź K ₄ [Fe(CN) ₆]. Wytrącenie białych osadów świadczy o obecności jonów cynku w roztworze.
2) Dodać nieco alkoholu amylogowego, oraz około 1cm ³ stężonego roztworu (mogą być kryształki) NH ₄ SCN lub KSCN i wytrząsać zawartość probówki. Niebieskie zabarwienie w warstwie alkoholowej świadczy o obecności jonów kobaltu w roztworze.		

Grupa IV : Odczynnik grupowy: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+})		
1. Sprawdzenie obecności baru: Małą część roztworu przenieść do probówki, zadać 2M CH_3COOH i dodać kropla po kropli 0,5 M roztwór K_2CrO_4 . Wytrącenie żółtego, krystalicznego osadu BaCrO_4 świadczy o obecności jonów baru w roztworze. W razie obecności baru czynność powtarzamy dla całej badanej próbki w celu oddzielenia baru.		
Osad I: BaCrO_4	Roztwór I: Sr^{2+} , Ca^{2+}	
Wykrywanie baru: Osad I, przemyć kilkakrotnie wodą, rozpuścić w małej objętości 2M HCl i dodać rozcieńczonego H_2SO_4 . Wytrącenie białego osadu BaSO_4 potwierdza obecność jonów baru w roztworze	Sprawdzenie obecności strontu: Zalkalizować $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, dodać 1M $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ i lekko ogrzać. Powstały osad odsączyć, przemyć kilkakrotnie wodą w dodatkiem $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, a następnie samą wodą i rozpuścić w 6M CH_3COOH . Do małej części tak przygotowanego roztworu (zawiera octany wapnia i strontu) dodaje się wody gipsowej (nasycony, klarowny roztwór CaSO_4). Wytrącenie białego osadu lub zmętnienie (po 15- 20 min.) roztworu świadczy o obecności jonów strontu.	
	4. Oddzielenie strontu od wapnia: JEŻELI WYKRYTO STRONT, należy do całego roztworu dodać stałego $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i ogrzewać przez około 5 minut (nie może wrzeć!). Powstały osad odsączyć.	
	Osad II: SrSO_4	Roztwór II: $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$
	Wykrywanie strontu: Osad II przemyć kilkakrotnie gorącą wodą. Małą część osadu nanieść na drucik platynowy i wprowadzić w płomień palnika. Zabarwienie płomienia na kolor karminowoczerwony świadczy o obecności jonów strontu w osadzie.	Wykrywanie wapnia: Roztwór II zakwasić 6M CH_3COOH , dodać nieco roztworu szczawianu amonu i ogrzewać kilka minut (nie może wrzeć!). Wytrącenie białego, krystalicznego osadu nierozpuszczalnego w CH_3COOH , a rozpuszczalnego w kwasach mineralnych, świadczy o obecności jonów wapnia w roztworze.
UWAGA!! W przypadku nieobecności jonów baru w badanej próbce można od razu do części roztworu dodać buforu octanowego, a następnie wody gipsowej. Wytrącenie białego osadu lub zmętnienie próbki po (15 – 20 min.) wskazuje na obecność jonów strontu. Do pozostałej części dodaje się stałego siarczanu(VI) amonu i ogrzewa. Z wytrąconym osadem SrSO_4 postępuje się tak samo jak z osadem II , z otrzymanym przesączem – jak z roztworem II .		

Grupa V : Odczynnik grupowy: Brak (NH_4^+, Mg^{2+}, Na^+, K^+)	
1. Wykrywanie jonów amonu i magnezu: W pierwszej kolejności roztwór należy sprawdzić na obecność jonów NH_4^+ i Mg^{2+} .	
Wykrywanie jonów amonu: Odlać część roztworu pierwotnego, podzielić na dwie części. 1) Dodać KOH lub NaOH, ogrzewać i badać właściwości wydzielającego się amoniaku. 2) Zadać, świeżo przygotowanym, odczynnikiem Nesslera. Wytrącenie się czerwono-brunatnego osadu związku kompleksowego świadczy o obecności jonów amonu .	Wykrywanie jonów magnezu: Odlać część roztworu pierwotnego. 1) Dodać Na_2HPO_4 , w obecności amoniaku oraz chlorku amonu, wytrącający się biały osad świadczy o obecności jonów magnezu . 2) Dodać KOH, wytrącający się biały osad wodorotlenku magnezu (rozpuszczalny w kwasach mineralnych) świadczy o obecności jonów magnezu . (Próbę 1 i 2 można przeprowadzić dla mieszaniny kationów tylko V grupy .)
Uwaga!! Jeżeli w roztworze nieobecne są jony amonu , można przystąpić od razu do wykrywania jonów sodu i potasu .	
2. Przygotowanie do wykrywania jonów potasu: Zanim zaczęte zostanie wykrywanie jonów potasowych, z roztworu należy usunąć jony amonowe. W tym celu roztwór odparowujemy do sucha, tak aby zagęszczająca się ciecz nie wypryskiwała za parowniczkę. Suchą pozostałość praży się do czasu zaprzestania wydzielania się białych dymów aerozoli soli amonowych. Jeżeli w wyższych partiach naczynia osadzały się kryształy soli amonowych, należy je strącić bagietką i prażyć do czasu ich wydzielania. Małą część wyprażonego osadu przenieść do probówki i zbadać odczynnikiem Nesslera na całkowitość wydzielania jonów amonu.	
3. Wykrywanie jonów potasowych: Po wydzieleniu jonów amonu, osad zadać gorącą wodą w niewielkiej ilości. W razie zmętnienia przesączyć i osad odrzucić. Sprawdzić odczyn roztworu. Jeżeli jest kwaśny roztwór zadać CH_3COONa do odczynu obojętnego. 1) Do próbki wprowadzić $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, wytrącenie żółtego osadu świadczy o obecności jonów potasu . 2) W reakcji z HClO_4 wytrąca się biały osad soli chloranowej. Jej rozpuszczalność można obniżyć, poprzez zadanie próbki etanolem.	
4. Wykrywanie jonów sodowych: Roztwór rozcieńczyć i kierować się poniższymi poleceniami.	
4a. Wykrywanie jonów sodu przy obecności jonów magnezu: Z roztworu należy usunąć jony magnezu poprzez wytrącenie ich w postaci wodorotlenku magnezu (patrz punkt 3.2). Następnie zakwasić HCl i odparować do sucha. Osad rozpuścić w małej objętości gorącej wody i przeprowadzić test z użyciem $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$. Wytrącający się biały, krystaliczny osad świadczy o obecności jonów sodu .	4b. Wykrywanie jonów sodu przy nieobecności jonów magnezu: Przeprowadzić test z użyciem octanu uranylowo-magnezowego. Wytrącający się żółty, krystaliczny osad świadczy o obecności jonów sodu .
5. Sód i potas. Badanie na drodze suchej: Jony sodu i potasu łatwo wykryć za pomocą próby płomieniowej.	
5a. Sód barwi płomień na kolor żółty. Nawet minimalna ilość sodu zabarwia płomień. Próbę przeprowadzać na druciku platynowym.	5b. Potas barwi płomień na kolor fioletowy. Często zdarza się, że obecność sodu maskuje obecność potasu w próbie płomieniowej. W celu przeprowadzenia tej próby poprawnie, należy do badania użyć szkła kobaltowego, które pochłania żółte światło emitowane przez sód (tzw. płomieniówka). Próbę przeprowadzać na druciku platynowym.