

PRACOWNIA nr 3

ANALIZA JAKOŚCIOWA ANIONÓW

Zagadnienia do kartkówki:

1. Analiza chemiczna jakościowa- definicja.
2. Czulość, specyficzność i selektywność reakcji jakościowych.
3. Granica wykrywalności, minimum wykrywalne, stężenie graniczne, rozcieńczenie graniczne.
4. Odczynniki w analizie chemicznej: specyficzne, selektywne, grupowe, charakterystyczne i maskujące
5. Podział anionów na grupy analityczne wg Bunsena, kryterium podziału (reakcje anionów z jonami Ag^+ i Ba^{2+})
6. Reakcje charakterystyczne anionów: J^- , NO_2^- , SCN^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, PO_4^{3-} , MnO_4^- , SO_3^{2-} , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Obowiązuje znajomość minimum 2 reakcji charakterystycznych.

Reakcja charakterystyczna jest zaliczona gdy: jest prawidłowo zapisana , uzgodniona, podano nazwę produktu, jego kolor i postać lub inne cechy powstałego związku (np. zapach).

7. Reduktory, utleniacze i amfotery redoks wśród anionów.
8. Reakcje odróżniające jony: NO_2^- od NO_3^- .
9. Definicja – iloczyn rozpuszczalności, rozpuszczalność, roztwór nasycony, substancje trudno rozpuszczalne; zapis I_r z prawa działania mas, zależność między iloczynem rozpuszczalności a rozpuszczalnością dla różnych typów związków, zadania.

Chemia analityczna – to nauka stosowana zajmująca się odkrywaniem, formułowaniem praw, kryteriów i metod umożliwiających ustalenie z określoną czułością, precyzją i dokładnością jakościowego i ilościowego składu obiektów materialnych.

Chemia analityczna znajduje zastosowanie w kontroli surowców i produktów, w przemyśle, rolnictwie, ocenie surowców mineralnych, ocenie zagrożenia środowiska, ocenie przebiegu procesów technologicznych, diagnostyce medycznej.

Analityka – dyscyplina naukowa zajmująca się badaniem składu i struktury substancji.

Analiza chemiczna – zespół czynności prowadzący do ustalenia składu chemicznego, jakościowego i ilościowego badanej substancji.

Działy analizy chemicznej:

- **analiza jakościowa** – ustala z jakich pierwiastków lub związków chemicznych składa się dana substancja; polega na kolejnym oddzielaniu grup jonów za pomocą odczynników grupowych i wykrywania poszczególnych jonów danej grupy po oddzieleniu jonów przeszkadzających

- **analiza ilościowa** – zajmuje się ustaleniem składu ilościowego substancji, tj. zawartości poszczególnych składników.

Analizę jakościową przeprowadza się metodami instrumentalnymi i chemicznymi, natomiast analizę ilościową metodami instrumentalnymi i klasycznymi (metody wagowe i objętościowe). W metodach instrumentalnych analizę prowadzi się za pomocą przyrządów, wykorzystując fizyczne właściwości badanej substancji, np. optyczne, magnetyczne, elektryczne, cieplne, barwne. Do tego celu służy analiza spektralna, rentgenograficzna,

radiochemiczna, polarograficzna, chromatograficzna itd. Metodami chemicznymi określa się skład substancji na podstawie ich właściwości chemicznych.

W zależności od ilości badanej substancji, metody analizy jakościowej dzieli się na:

- makro- (decy-) gramowe
- półmikro- (centy-) gramowe
- mikro (mili-) gramowe
- ultramikro- (mili-) gramowe.

Metody analizy jakościowej	masa próbki [g]	objętość próbki [ml]
makro- (decy-) gramowe	0,1-1,0	5-20
półmikro- (centy-) gramowe	0,01-0,1	ok. 1
mikro (mili-) gramowe	0,001-0,01	ok. 0,03
ultramikro- (mili-) gramowe	-	< 0,001

Metoda analityczna – sposób postępowania, wg którego wykonuje się analizę.

Wielkości charakteryzujące metodę analityczną: czułość, selektywność, specyficzność, dokładność, precyzja, uniwersalność, szybkość wykonania.

Czułość – obejmuje zakres stężeń, w którym dana metoda może być stosowana.

Pojęcie selektywność i specyficzności może odnosić się do odczynników, reakcji i metody analitycznej:

- **selektywność** to zdolność do reagowania w określonych warunkach z określoną grupą jonów
- **specyficzność** to zdolność do reagowania w określonych warunkach z jednym tylko jonem lub związkiem.

Reakcję przeprowadzoną za pomocą odczynnika selektywnego nazywa się reakcją selektywną a za pomocą odczynnika specyficznego – reakcją specyficzną.

Granica wykrywalności – to najmniejsze stężenie lub ilość wykrywanego składnika w badanej próbce, przy którym można go jeszcze wykryć daną metodą z określonym prawdopodobieństwem.

Parametrami określającymi liczbowo czułość reakcji są stężenie graniczne i minimum wykrywalne.

Stężenie graniczne to najmniejsze stężenie substancji w roztworze, przy którym można ją jeszcze wykryć daną metodą. Określa się je stosunkiem masy substancji wykrywanej do masy (objętości) rozpuszczalnika.

Minimum wykrywalne to najmniejsza ilość substancji wyrażona najczęściej w μg , którą można jeszcze wykryć za pomocą danej metody w ustalonych warunkach wykonania reakcji.

Rozcieńczenie graniczne to odwrotność stężenia granicznego. Jest to stosunek masy rozpuszczalnika do masy substancji wykrywanej.

Odczynniki w analizie chemicznej

- **specyficzne** – w określonych warunkach dają reakcję tylko z danym jonem, czyli pozwalają na wykrycie danego jonu w obecności innych jonów
- **selektywne** – dają podobną reakcję z pewną ograniczoną grupą jonów
- **maskujące** – łączą się z danym jonem ubocznym wiążąc go w dostatecznie trwałe kompleksy i tym samym wyłączają go od udziału w roztworze lub znacznie zmniejszają jego stężenie
- **grupowe** – wykazują zdolność wytrącania określonej kategorii jonów z roztworu w określonych warunkach; pozwalają na rozdzielenie jonów znajdujących się w roztworze na grupy analityczne
- **charakterystyczne** – pozwalają wykryć jon wewnątrz grupy analitycznej.

Schemat rozdziału anionów na grupy stosuje się najczęściej w badaniach wstępnych w celu stwierdzenia obecności lub nieobecności określonych grup anionów. Natomiast odpowiednie indywidualne reakcje, pozwalające na identyfikację anionów w obrębie poszczególnych grup prowadzi się w toku dalszych badań.

Podział anionów na grupy analityczne wg Bunsena

Zgodnie z klasyczną systematyką Bunsena, aniony dzieli się na 7 grup analitycznych. Podział ten jest oparty na reakcjach z jonami Ag^+ i Ba^{2+} (stosuje się 0,1 M roztwór AgNO_3 i 0,3 M roztwór BaCl_2). Biorąc pod uwagę rozpuszczalność soli srebra i baru, można zaliczyć dany anion do jednej z 7 grup analitycznych (Tabela 3).

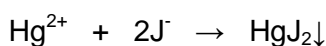
Tabela 3. Aniony – podział na grupy analityczne.

I grupa	Ag^+	biały lub żółty osad nierozpuszczalny w rozcieńczonym HNO_3	Cl^- , Br^- , J^- , CN^- , SCN^- , ClO^- , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
	Ba^{2+}	brak osadu	
II grupa	Ag^+	czarny lub biały osad rozpuszczalny w HNO_3	S^{2-} , CH_3COO^- , HCOO^- , NO_2^- , MoO_4^{2-}
	Ba^{2+}	brak osadu	
III grupa	Ag^+	biały osad rozpuszczalny w HNO_3	SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$, BO_2^- , HPO_3^{3-} , PO_3^- , $\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$
	Ba^{2+}	biały osad rozpuszczalny w HNO_3	
IV grupa	Ag^+	barwny osad rozpuszczalny w HNO_3	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} , PO_4^{3-}
	Ba^{2+}	barwny osad rozpuszczalny w HNO_3	
V grupa	Ag^+	brak osadu	NO_3^- , ClO_3^- , ClO_4^- , MnO_4^-
	Ba^{2+}	brak osadu	
VI grupa	Ag^+	brak osadu	SO_4^{2-} , F^- , SiF_6^{2-}
	Ba^{2+}	biały osad nierozpuszczalny w HNO_3	
VII grupa	Ag^+	żółty osad rozpuszczalny w HNO_3	SiO_3^{2-} , WO_4^{2-}
	Ba^{2+}	biały osad rozpuszczalny w HNO_3	

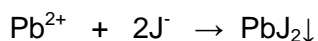
REAKCJE CHARAKTERYSTYCZNE WYBRANYCH ANIONÓW

Jon jodkowy J^-

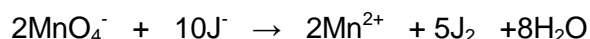
1. **Jony Hg^{2+} .** Jony te wytrącają z roztworów zawierających jony I^- ceglastoczerwony osad jodku rtęci(II) HgJ_2 , rozpuszczalny w nadmiarze J^- z utworzeniem bezbarwnego jonu kompleksowego tetrajodortęcianowego $[\text{HgJ}_4]^{2-}$.



2. **Jony Pb^{2+} .** Wytrącają z roztworów zawierających jony J^- żółty osad jodku ołowiu(II) PbJ_2 , który rozpuszcza się po dodaniu kilku kropeł rozcieńczonego kwasu octowego i ogrzaniu. Po ostudzeniu wytrąca się osad błyszczących złocistych kryształków.



3. Roztwór KMnO_4 . Manganian(VII) potasu w środowisku kwaśnym utlenia J^- do wolnego jodu. Reakcja zachodzi na zimno.



Jon tiocyjanianowy SCN^-

1. Jony Fe^{3+} . Dają z roztworem zawierającym SCN^- w środowisku kwaśnym lub obojętnym krwistoczerwone zabarwienie na skutek tworzenia się kompleksów od $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ do $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$.



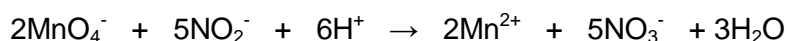
2. Azotan(V) kobaltu(II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Dodany w małej ilości do roztworu o dużym stężeniu jonów SCN^- powoduje powstanie jonu tetratiocyjanianokobaltanowego(II), który barwi alkohol amylovowy na niebiesko (*reakcja Vogla*).



3. Jon SCN^- jest silnym reduktorem. odbarwia na zimno roztwór KMnO_4 , redukuje $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (zmiana barwy na zieloną).

Jon azotanowy(III) NO_2^-

1. Manganian(VII) potasu w roztworze słabo kwaśnym zostaje zredukowany do jonu Mn^{2+} . Reakcja zachodzi na zimno.

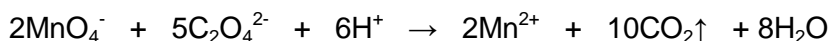


2. Siarczan(VI) żelaza(II) FeSO_4 w roztworze zawierającym jony NO_2^- w środowisku słabo kwaśnym przybiera brunatne zabarwienie na skutek powstawania jonu $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$.

Jon szczawianowy $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

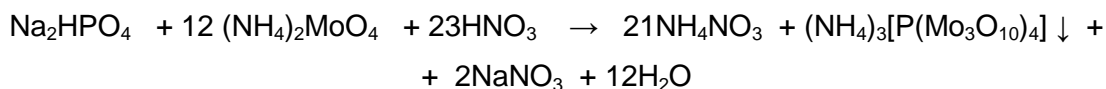
1. Jony Ca^{2+} . Wytracają z roztworów zawierających jony $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ biały osad szczawianu wapnia, rozpuszczalny w kwasach mineralnych, nierozpuszczalny w kwasie octowym, szczawianie amonu (w odróżnieniu od PO_4^{3-}).

2. Manganian(VII) potasu w roztworze zakwaszonym utlenia na gorąco $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ do CO_2 .

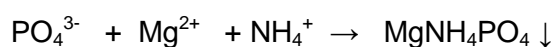


Jon fosforanowy(V) PO_4^{3-}

1. **Molibdenian(VI) amonu $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$** w nadmiarze stężonego kwasu azotowego(V) wytrąca na zimno jasnożółty, drobnokrystaliczny osad tetrakis[trimolibdeniano(VI)] fosforanu(V) triamonu:

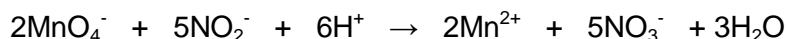


2. **Mieszanina magnezowa $(\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl})$** wytrąca biały, krystaliczny osad fosforanu(V) amonu magnezu MgNH_4PO_4 rozpuszczalny w kwasach:



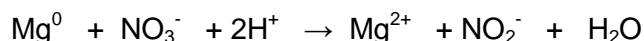
Jon manganianowy(VII) MnO_4^-

1. W obecności reduktorów w środowisku zasadowym redukuje się do tlenku manganu(IV – brunatny osad) z możliwością powstania przejściowej barwy zielonej manganianu(VI) a w kwasowym środowisku do Mn^{2+} (odbarwienie roztworu).

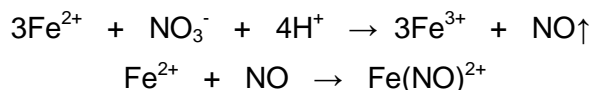


Jon azotanowy(V) NO_3^-

1. **Magnez i inne metale.** W środowisku kwasowym redukują azotany(V) do azotanów(III):

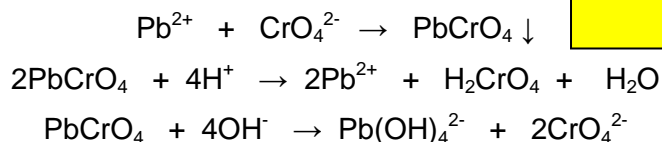


2. **Sole żelaza(II) FeSO_4** ulegają utlenieniu przez jony NO_3^- w środowisku kwasowym. Powstający tlenek azotu(II) reaguje z nadmiarem siarczynu(VI) żelaza(II) tworząc nietrwałe ciemnobrunatne połączenie kompleksowe.

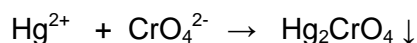


Jon chromianowy(VI) CrO_4^{2-} , jon dichromianowy(VI) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

1. **Jony ołowiu(II)** wytracają z roztworów jonów: chromianowego(VI) i dichromianowego(VI) żółty osad PbCrO_4 , który ma charakter amfoteryczny – łatwo rozpuszcza się w kwasie azotowym(V) i mocnych zasadach.



2. Jony Hg^{2+} wytrącają brunatny, bezpostaciowy osad chromianu(VI) dirtęci(I), przechodzący podczas gotowania w krystaliczny jaskrawoczerwony:



UWAGA:

Reakcja charakterystyczna jest zaliczona gdy: jest prawidłowo zapisana, uzgodniona, podano nazwę produktu, jego kolor i postać lub inne cechy powstałego związku (np. zapach).

Aniony o właściwościach redukujących:

jon chlorkowy (Cl^-), jon bromkowy (Br^-), jon jodkowy (I^-), jon rodankowy (SCN^-),
jon heksacyjanożelazianowy(II) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, jon siarczkowy S^{2-} , jon szczawianowy $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

Aniony o właściwościach utleniających:

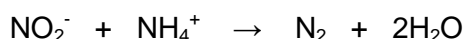
jon heksacyjanożelazianowy(III) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, jon chromianowy(VI) CrO_4^{2-} ,
jon dichromianowy(VI) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, jon azotanowy(V) NO_3^- ,
jon manganianowy(VII) MnO_4^- ,

Amfotery redox wśród anionów:

jon azotanowy(III) NO_2^- , jon siarczanowy(IV) SO_3^{2-}

Reakcje odróżniające jony NO_2^- od NO_3^-

1. Gotowanie azotanów(III) ze stałym NH_4Cl powoduje rozkład:



W ten sposób usuwa się jony azotanowe(III) z roztworu w celu wykrycia jonów azotanowych(V).

2. Aminy aromatyczne. Mieszanina kwasu sulfanilowego i α -naftyloaminy reaguje z jonami azotanowymi(III) w środowisku kwaśnym, tworząc barwnik dwuazowy o zabarwieniu czerwonym. Jony azotanowe(V) tej reakcji nie dają. Jest to reakcja specyficzna i czuła.

3. Azotany(V) w odróżnieniu od azotanów(III) nie utleniają jonów jodkowych do wolnego jodu.

Literatura

1. Cygański A., *Chemiczne metody analizy ilościowej*, WNT Warszawa 1999.
2. Domka F., *Chemiczne metody analizy jakościowej*, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań 2003.
3. Kocjan R. *Chemia analityczna*, Tom 1, PZWL, 2002.

4. Kowalczyk-Dembirska H., Łukaszewicz J., *Chemia ogólna i jakościowa analiza chemiczna. Ćwiczenia laboratoryjne – część I*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 2003.
5. Krzechowska M., *Podstawy chemii ogólnej i środowiska przyrodniczego. Ćwiczenia laboratoryjne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
6. Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna*, Tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005.
7. Szał S., Lipiec T., *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, PZWL, 1997.
8. *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, 2003.
9. Wesółowski M., *Zbiór zadań z analizy chemicznej*, WNT Warszawa 2002.

Ćwiczenie nr 1

ANALIZA ANIONÓW – instrukcja.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z systematyczną analizą anionów oraz przeprowadzenie identyfikacji anionów w 2 próbkach roztworów o nieznanym składzie chemicznym.

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- przeprowadzenie wstępnej analizy otrzymanych do badań próbek roztworów (określenie barwy, zapachu)
- przeprowadzenie prób wstępnych z odczynnikami AgNO_3 i BaCl_2
- określenie grupy, do której należy badany anion
- identyfikacja badanego anionu na podstawie reakcji z odczynnikami selektywnymi
- identyfikacja badanego anionu na podstawie reakcji z odczynnikiem specyficznym.

Szkło: próbki szklane

Sprzęt: zakraplacz, łaźnia wodna, stojak do probówek

Wykonanie ćwiczenia:

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelać do dwóch probówek po ok. 2 ml roztworu.
2. Do jednej probówki dodać zakraplaczem kilka kropli AgNO_3 a do drugiej BaCl_2 .
3. Zanotować obserwacje – czy osad się wytrącił (kolor) czy nie.
4. Następnie do probówek gdzie osad się wytrącił dodać roztworu rozcieńczonego HNO_3 .
5. Zanotować obserwacje – czy osad się rozpuścił czy nie.
6. Na podstawie wyników z pkt. 2, 4 i 5 korzystając z tabeli, zakwalifikować anion do danej grupy analitycznej.
7. Za pomocą reakcji charakterystycznych określić jaki to anion.

I grupa	Ag^+	biały lub żółty osad nierozpuszczalny w rozcieńczonym HNO_3	Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^- , ClO^- , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
	Ba^{2+}	brak osadu	
II grupa	Ag^+	czarny lub biały osad rozpuszczalny w HNO_3	S^{2-} , CH_3COO^- , HCOO^- , NO_2^- , MoO_4^{2-}
	Ba^{2+}	brak osadu	
III grupa	Ag^+	biały osad rozpuszczalny w HNO_3	SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$, BO_2^- , HPO_3^{3-} , PO_3^- , $\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$
	Ba^{2+}	biały osad rozpuszczalny w HNO_3	
IV grupa	Ag^+	barwny osad rozpuszczalny w HNO_3	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} , PO_4^{3-}
	Ba^{2+}	barwny osad rozpuszczalny w HNO_3	
V grupa	Ag^+	brak osadu	NO_3^- , ClO_3^- , ClO_4^- , MnO_4^-
	Ba^{2+}	brak osadu	
VI grupa	Ag^+	brak osadu	SO_4^{2-} , F^- , SiF_6^{2-}
	Ba^{2+}	biały osad nierozpuszczalny w HNO_3	
VII grupa	Ag^+	żółty osad rozpuszczalny w HNO_3	SiO_3^{2-} , WO_4^{2-}
	Ba^{2+}	biały osad rozpuszczalny w HNO_3	

Jeżeli w próbach wstępnych nie wykryto anionów II i VII grupy, wówczas określenie przynależności grupowej badanych anionów według Bunsena można przeprowadzić w następujący sposób:

I próba: Do obojętnego roztworu wodnego analizowanego anionu dodać nadmiar 0,1 M roztwór AgNO_3

Brak osadu	Strącony osad ogrzewany z 2 M HNO_3	
świadczy o nieobecności anionów I, II i IV grupy	osad rozpuszcza się w kwasie: - brak anionów I grupy - obecny jest anion III lub IV grupy	osad nie rozpuszcza się w kwasie: - obecny jest anion I grupy

II próba: Do obojętnego roztworu wodnego analizowanego anionu dodać nadmiar 1 M roztwór BaCl_2

Brak osadu	Strącony osad ogrzewany z 2 M HNO_3	
świadczy o nieobecności anionów III, IV i VI grupy	osad rozpuszcza się w kwasie: - brak anionów VI grupy - obecny jest anion III lub IV grupy	osad nie rozpuszcza się w kwasie: - obecny jest anion VI grupy

Jeżeli roztwory AgNO_3 i BaCl_2 nie strącają osadu z obojętnego roztworu wodnego badanego anionu, to są to aniony V grupy.

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

- stronę tytułową
- cel i zakres ćwiczenia
- opis wykonania ćwiczenia (zasada oznaczenia, odczynniki, szkło, sprzęt, materiały, wykonanie ćwiczenia)
- otrzymane wyniki (tabela podpisana przez prowadzącego ćwiczenia).

POLITECHNIKA LUBELSKA
Wydział Inżynierii Środowiska
Inżynieria Środowiska

**SPRAWOZDANIE
Z ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH Z CHEMII**

Nr ćwiczenia

1

Temat ćwiczenia

Analiza jakościowa anionów

Imię i nazwisko studenta

.....
.....
.....

Rok studiów

Semestr

Data

Imię i nazwisko prowadzącego
ćwiczenia

Uwagi prowadzącego:

WYKONANIE OZNACZENIA

nr zestawu

.....

ANION NR 1

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelano do dwóch probówek po ok. 2 ml roztworu.
2. Do jednej probówki dodano zakraplaczem kilka kropli AgNO_3 a do drugiej BaCl_2 .
3. Po dodaniu AgNO_3 osad się wytrącił/ nie wytrącił się.
Po dodaniu BaCl_2 osad się wytrącił/ nie wytrącił się.
4. Następnie do probówek gdzie osad się wytrącił dodano roztworu rozcieńczonego HNO_3 .
5. Osad rozpuścił się/ nie rozpuściła się.
6. Na podstawie wyników z pkt. 3, 4 i 5, korzystając z tabeli, zakwalifikowano badany anion do grupy analitycznej.

Lp.	Dodany odczynnik	Obserwacje	Przypuszczenie	Reakcje
1.	AgNO_3			
2.	BaCl_2			
3.				
4.				
5.				

7. Za pomocą reakcji charakterystycznych stwierdzono, że jest to anion

8. Reakcje charakterystyczne dla wykrytego anionu.

.....
.....
.....

ANION NR 2

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelano do dwóch probówek po ok. 2 ml roztworu.
2. Do jednej probówki dodano zakraplaczem kilka kropli AgNO_3 a do drugiej BaCl_2 .
3. Po dodaniu AgNO_3 osad się wytrącił/ nie wytrącił się.
Po dodaniu BaCl_2 osad się wytrącił/ nie wytrącił się.
4. Następnie do probówek gdzie osad się wytrącił dodano roztworu rozcieńczonego HNO_3 .
5. Osad rozpuścił się/ nie rozpuściła się.
6. Na podstawie wyników z pkt. 3, 4 i 5, korzystając z tabeli, zakwalifikowano badany anion do grupy analitycznej.

Lp.	Dodany odczynnik	Obserwacje	Przypuszczenie	Reakcje
1.	AgNO_3			
2.	BaCl_2			
3.				
4.				
5.				

7. Za pomocą reakcji charakterystycznych stwierdzono, że jest to anion

8. Reakcje charakterystyczne dla wykrytego anionu.

.....
.....
.....

Wykonanie oznaczenia.

WZÓR

ANION NR 1

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelano do dwóch probówek po ok. 2 ml roztworu.
2. Do jednej probówki dodano zakraplaczem kilka kropli AgNO_3 a do drugiej BaCl_2 .
3. *Po dodaniu AgNO_3 wytrącił się biały serowaty osad, natomiast po dodaniu BaCl_2 osad nie powstał.*
4. Następnie do probówek gdzie osad się wytrącił dodano roztworu rozcieńczonego HNO_3 .
5. *Po dodaniu roztworu rozcieńczonego HNO_3 osad się nie rozpuścił.*
6. *Na podstawie wyników z pkt. 2 i 4, korzystając z tabeli, zakwalifikowano badany anion do I grupy analitycznej.*

Lp.	Dodany odczynnik	Obserwacje	Przypuszczenie	Reakcje
1.	(wzór sumaryczny odczynnika np. KI) Przykład AgNO_3	(czy osad się wytrącił po dodaniu odczynnika, jeżeli tak to jaki miał kolor i czy się rozpuścił) wytrącił się biały, serowaty osad nierozpuszczalny w rozcieńczonym HNO_3	(wzór anionu/anionów – np. Br^- , Cl^- , SCN^-) Cl^- , SCN^- ,	(pełny zapis reakcji) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

7. *Za pomocą reakcji charakterystycznych stwierdzono, że jest to anion chlorkowy (Cl^-).*
8. Reakcje charakterystyczne dla wykrytego anionu.

PRACOWNIA nr 4

ANALIZA KATIONÓW III i IV GRUPY ANALITYCZNEJ.

Zagadnienia do kartkówki:

1. Iloczyn rozpuszczalności i rozpuszczalność – definicje i obliczenia.
2. Analiza chemiczna, analiza jakościowa i ilościowa – definicje.
3. Podział kationów na grupy analityczne, odczynniki grupowe.
4. Warunki wytrącania kationów III grupy analitycznej.
5. Kryterium podziału siarczków kationów III grupy analitycznej.
6. Reakcje charakterystyczne kationów III grupy (Hg^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+}).
7. Warunki wytrącania kationów IV grupy analitycznej z odczynnikiem grupowym.
8. Charakter chemiczny związków Cr i Mn oraz zabarwienie ich jonów w roztworach w zależności od stopnia utlenienia.
9. Reakcje charakterystyczne kationów IV grupy (Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{3+}).

Reakcja charakterystyczna jest zaliczona gdy: jest prawidłowo zapisana , uzgodniona, podano nazwę produktu, jego kolor i postać lub inne cechy powstałego związku (np. zapach).

Kationy zostały podzielone przez Fraseniusa na 5 grup analitycznych.

Tabela 4. Podział kationów na grupy analityczne.

Grupa	Odczynnik grupowy	Skład osadu	Wykrywane kationy	Właściwości osadów
I	3 M HCl	AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}	Chlorki nierozpuszczalne w wodzie i rozcieńczonych kwasach mineralnych. Niepełne wytrącanie PbCl_2 .
II	H_2SO_4	BaSO_4 , CaSO_4 , SrSO_4 ,	Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+}	Węglany rozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach mineralnych.
III A	H_2S	HgS , Bi_2S_3 , CuS , CdS	Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+}	Siarczki nierozpuszczalne w rozcieńczonym HCl i H_2SO_4 .
III B	H_2S	SnS , SnS_2 , As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5 ,	Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+}	
IV	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lub AKT lub Na_2S	$\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, FeS , Fe_2S_3 , NiS , CoS , MnS , ZnS	Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+}	Siarczki nierozpuszczalne w wodzie, rozpuszczalne w rozcieńczonych kwasach.
V	brak odczynnika grupowego	-	Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+	Brak osadu.

Odczynnikiem grupowym dla kationów III i IV grupy analitycznej w przebiegu klasycznej analizy jest siarkowodór, woda siarkowodorowa, siarczek amonu lub amid kwasu tiooctowego (AKT) – CH_2CSNH_2 . Kationy III grupy dają z jonami S^{2-} trudno rozpuszczalne siarczki. Natomiast kationy IV grupy dają z jonami S^{2-} siarczki i wodorotlenki. Wytrącanie siarczków grupy III odbywa się w środowisku kwaśnym, a siarczków IV grupy w środowisku zasadowym.

Siarczki III grupy dzielą się na siarczki metali o właściwościach zasadowych, które nie rozpuszczają się w wodorotlenkach ani w siarczku amonu, i siarczki o właściwościach amfoterycznych rozpuszczalne w wodorotlenkach i siarczku amonu.

Właściwości te pozwalają rozdzielić siarczki grupy III na dwie podgrupy:

- podgrupę A: siarczki Hg, Cu, Cd i Bi

- podgrupę B: siarczki As, Sb i Sn.

Podgrupa A daje siarczki o charakterze zasadowym, tzw. tiozasady, natomiast podgrupa B to siarczki amfoteryczne o przeważającym charakterze kwasowym, tzw. tiokwasy.

Literatura

1. Cygański A., *Chemiczne metody analizy ilościowej*, WNT Warszawa 1999.
2. Domka F., *Chemiczne metody analizy jakościowej*, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań 2003.
3. Kocjan R. *Chemia analityczna*, Tom 1, PZWL, 2002.
4. Kowalczyk-Dembirska H., Łukaszewicz J., *Chemia ogólna i jakościowa analiza chemiczna. Ćwiczenia laboratoryjne – część I*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 2003.
5. Krzechowska M., *Podstawy chemii ogólnej i środowiska przyrodniczego. Ćwiczenia laboratoryjne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
6. Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna*, Tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005.
7. Szmal S., Lipiec T., *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, PZWL, 1997.
8. *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, 2003.
9. Wesółowski M., *Zbiór zadań z analizy chemicznej*, WNT Warszawa 2002.

Ćwiczenie nr 2

ANALIZA KATIONÓW III i IV GRUPY ANALITYCZNEJ – instrukcja.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z systematyczną analizą kationów III i IV grupy analitycznej.

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- przeprowadzenie wstępnej analizy otrzymanych do badań próbek roztworów (określenie barwy, zapachu)
- przeprowadzenie prób wstępnych z odczynnikami grupowymi
- określenie podgrupy w przypadku kationów III grupy analitycznej
- identyfikacja badanych kationów na podstawie reakcji z odczynnikami selektywnymi
- identyfikacja badanych kationów na podstawie reakcji z odczynnikiem specyficznym.

Szkło: probówki szklane

Sprzęt: zakraplacze, łaźnia wodna, stojak do probówek

Wykonanie ćwiczenia:

A. ANALIZA KATIONÓW III GRUPY ANALITYCZNEJ.





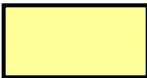








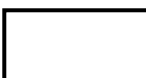
1. Do probówki przelać ok. 2 ml badanego roztworu i dodać kilka kropeł odczynnika grupowego, czyli H_2S lub AKT lub Na_2S . Zapisać kolor powstałego osadu (jeżeli się wytrącił).
2. Następnie dodać do probówki z osadem nadmiar odczynnika grupowego oraz kilka kropli $NaOH$ – osad może się rozpuścić lub nie (zapisać wynik).
3. Jeżeli osad nie rozpuszcza się w Na_2S i w $NaOH$ to kation należy do podgrupy III A.
4. Za pomocą reakcji charakterystycznych podanych w załączonej tabeli określić, który to kation.
5. Jeżeli osad rozpuszcza się w Na_2S i w $NaOH$ to jest to kation podgrupy III B. Za pomocą reakcji charakterystycznych podanych w załączonej tabeli określić który to kation.

Kationy III grupy, podgrupa A

1. Jeżeli po dodaniu Na_2S do roztworu wytrącił się osad **koloru czarnego**, to może być to **siarczek rtęci** lub **siarczek miedzi**.
2. Jeżeli po dodaniu Na_2S do roztworu wytrącił się osad **koloru ciemnobrunatnego**, to jest to **siarczek bizmutu(III)**.
3. Jeżeli po dodaniu Na_2S do roztworu wytrącił się osad **koloru od żółtego do pomarańczowego** (w zależności od temperatury), to jest to **siarczek kadmu**.
4. Jeżeli po dodaniu do badanego roztworu, którego siarczek miał kolor czarny doda się NaOH lub KOH i wytraci się **osad koloru żółtego** to w badanym roztworze znajduje się **kation rtęci Hg^{2+}** (powstały osad to HgO). Jeżeli natomiast powstał **osad koloru niebieskiego** to jest to **kation miedzi Cu^{2+}** a osad to $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Dla każdego z wykrytych kationów przeprowadzić po 2 reakcje charakterystyczne w wybranych odczynnikami charakterystycznymi. Skorzystać z Tabeli 5 i 6.

Tabela 5. Kationy III grupy analitycznej, podgrupa A – przegląd reakcji.

Odczynnik	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Bi ³⁺	Cd ²⁺
NaOH lub KOH	HgO↓ żółty osad	Cu(OH) ₂ ↓ niebieski osad, rozpuszczalny w NH ₃ *H ₂ O z zabarwieniem ciemnoniebieskim	Bi(OH) ₃ ↓ biały osad, nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika; ogrzewany żółknie przechodząc w BiO(OH)	Cd(OH) ₂ ↓ biały osad, nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika
		  ↻	  ↻	
NH ₃ *H ₂ O	HgNH ₂ Cl↓ biały osad chlorku amidortęci(II) powstaje w reakcji amoniaku z roztworem HgCl ₂ lub Hg ₂ (NH ₂)ONO ₃ ↓ biały osad azotanu(V) μ-amido-μ-oksodirtęci(II) powstaje w reakcji amoniaku z roztworem Hg(NO ₃) ₂	rozcieńczony roztwór amoniaku dodany do małej ilości roztworu zawierającego jony Cu ²⁺ tworzy jasnoniebieski osad wodorotlenosoli, który rozpuszcza się w nadmiarze amoniaku i zmienia barwę na ciemnoniebieską	Bi(OH) ₃ ↓ biały osad, nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika; ogrzewany żółknie przechodząc w BiO(OH)	Cd(OH) ₂ ↓ biały osad, rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika dając Cd(NH ₃) ₄ ²⁺
		  ↻	  ↻	
KJ	HgJ ₂ ↓ czerwony osad, rozpuszczalny w nadmiarze KJ z utworzeniem bezbarwnego HgJ ₄ ²⁻	CuJ ₂ ↓ biały osad, wydzielający się jod J ₂ zabarwia osad na kolor brunatny	BiJ ₃ ↓ brunatnoczarny osad, rozpuszczalny w nadmiarze KJ z żółtym zabarwieniem BiJ ₄ ⁻	-
				
SnCl ₂	Hg ₂ Cl ₂ ↓ biały osad	-	-	-
				


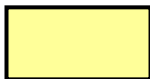
Odczynnik	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Bi ³⁺	Cd ²⁺
K ₂ CrO ₄	HgCrO ₄ ↓ czerwonobrunatny osad, rozpuszczalny w kwasach	-	(BiO) ₂ CrO ₄ ↓ żółty osad	-
				
K ₄ [Fe(CN) ₆]	-	Cu ₂ [Fe(CN) ₆]↓ czerwonobrunatny osad (z obojętnych lub słabo kwaśnych roztworów); osad ten nie rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach mineralnych, a rozpuszcza się w amoniaku, dając roztwór o zabarwieniu niebieskim	-	Cd ₂ [Fe(CN) ₆]↓ biały osad
Difenylokarbazyd	w środowisku kwaśnym powstaje niebieskofioletowe zabarwienie	przy pH=7-11 daje z jonami Cu ²⁺ czerwone zabarwienie	-	-
Ditizon	powstaje związek kompleksowy o zabarwieniu żółtopomarańczowym a w środowisku słabo zasadowym o zabarwieniu purpurowoczerwonym	zielona barwa chloroformowego roztworu pod wpływem zakwaszonego roztworu soli miedzi(II) zmienia barwę na fioletową, a w środowisku zasadowym na czerwonobrunatną	zielona barwa chloroformowego roztworu pod wpływem zakwaszonego roztworu soli bizmutu(III)	-
Odczynnik selektywny	-	salicyloaldoksym wytrąca ze słabo kwaśnych roztworów soli miedzi(II) osad soli kompleksowej; podobnie reagują tylko jony Pb ²⁺	-	-
Odczynnik specyficzny	-	alkoholowy roztwór kupronu daje ze słabo kwaśnym roztworem soli miedzi(II) zielony osad soli kompleksowej	-	etanolowy roztwór kadionu ma zabarwienie fioletowoczerwone; w środowisku zasadowym w obecności Cd ²⁺ zmienia barwę na różowoniebieską

Tabela 6. Kationy III grupy analitycznej, podgrupa B – przegląd reakcji.

Odczynnik	As ³⁺	As ⁵⁺	Sb ³⁺	Sn ²⁺	Sn ⁴⁺
Na ₂ S	As ₃ S ₂ ↓ żółty rozpuszczalny w KOH	As ₂ S ₅ ↓ żółty rozpuszczalny w KOH	Sb ₂ S ₃ ↓ pomarańczowy rozpuszczalny w KOH i w stężonym HCl	SnS↓ brunatny nierozpuszczalny w KOH	SnS ₂ ↓ żółty rozpuszczalny w KOH i stężonym HCl
NaOH lub KOH	-	-	Sb ₂ O ₃ *nH ₂ O↓ biały rozpuszczalny w nadmiarze odczywnika	Sn(OH) ₂ ↓ biały rozpuszczalny w nadmiarze odczywnika	Sn(OH) ₄ ↓ biały rozpuszczalny w nadmiarze odczywnika
NH ₃ *H ₂ O	-	-	Sb ₂ O ₃ *nH ₂ O↓ biały rozpuszczalny w KOH	Sn(OH) ₂ ↓ biały rozpuszczalny w KOH	Sn(OH) ₄ ↓ biały rozpuszczalny w KOH
AgNO ₃	Ag ₃ AsO ₃ ↓ żółty rozpuszczalny w NaOH i NH ₃ *H ₂ O	Ag ₃ AsO ₄ ↓ czekoladowy rozpuszczalny w NaOH i NH ₃ *H ₂ O	-	-	-
mieszanina magnezowa	-	MgNH ₄ AsO ₄ ↓ żółty rozpuszczalny w NaOH	-	-	-

B. ANALIZA KATIONÓW IV GRUPY ANALITYCZNEJ.

1. Do probówki przelać ok. 2 ml otrzymanego do analizy roztworu.
2. Dodać kilka kropli odczynnika grupowego, czyli AKT lub Na_2S .
3. Zapisać wynik reakcji – czy osad się wytrącił czy nie, kolor osadu.
4. Jeżeli po dodaniu Na_2S wytrącił się osad koloru czarnego to analizowanym kationem może być: nikiel, kobalt, żelazo(II), żelazo(III).
5. Jeżeli po dodaniu Na_2S wytrącił się osad koloru białego to analizowanym kationem może być cynk lub glin.
6. Jeżeli po dodaniu Na_2S wytrącił się osad koloru cielistego to analizowanym kationem jest mangan.
7. Jeżeli po dodaniu Na_2S wytrącił się osad koloru szarzielonego to analizowanym kationem jest chrom.

Dla każdego z wykrytych kationów przeprowadzić po 2 reakcje charakterystyczne w wybranymi odczynniki charakterystycznymi. Skorzystać z Tabeli 7.

Tabela 7. Kationy IV grupy analitycznej– przegląd reakcji.


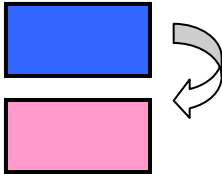
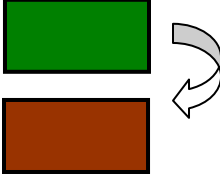











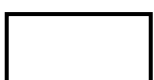



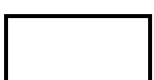

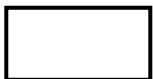
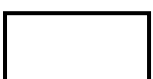
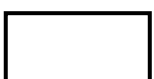
Odczynnik	Ni ²⁺	Co ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺
NaOH lub KOH	Ni(OH) ₂ ↓ zielony	niebieski osad, przy gotowaniu powstaje różowy Co(OH) ₂ ↓	Fe(OH) ₂ ↓ zielonkawy, brunatniejący po pewnym czasie	Fe(OH) ₃ ↓ brunatny
				
NH ₃ *H ₂ O	Ni(OH) ₂ ↓ zielony	osad niebieski soli zasadowej rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika	Fe(OH) ₂ ↓ zielonkawy, brunatniejący po pewnym czasie	Fe(OH) ₃ ↓ brunatny
Na ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃ ↓ zielony osad	różowofioletowy osad soli zasadowej	biały osad przechodzący w szarozielony	Fe(OH) ₃ ↓ brunatny
				
K ₄ [Fe(CN) ₆]	Ni ₂ [Fe(CN) ₆] ₂ ↓ jasnozielony osad	Co ₂ [Fe(CN) ₆] ₂ ↓ zielony osad	Fe ₂ [Fe(CN) ₆] ₂ ↓ białoniebieskawy osad	Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ ↓ ciemnoniebieski błękit pruski
				
K ₃ [Fe(CN) ₆]	żółtobrunatny osad	ciemnoczerwony osad	Fe ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ ↓ błękit Turnbulla	brak osadu
Utleniacze	-	-	utlenianie do Fe(III)	-
Odczynniki specyficzne	odczynnik Czugaiewa 	czerwonobrunatny osad 1-nitrozo-2-naftolem	fenantrolina w środowisku kwaśnym daje czerwone zabarwienie	kwas salicylowy fioletowe lub czerwono-fioletowe zabarwienie

Tabela 7. Kationy IV grupy analitycznej– przegląd reakcji, cd.

Odczynnik	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺
NaOH lub KOH	Cr(OH) ₃ ↓ szarofioletowy osad	Mn(OH) ₂ ↓ biały brunatniejący osad	Zn(OH) ₂ ↓ biały osad rozpuszczalny w nadmiarze	Al(OH) ₃ ↓ biały osad rozpuszczalny w nadmiarze
				
NH ₃ *H ₂ O	Cr(OH) ₃ ↓ szarzielony osad, rozpuszczalny w nadmiarze stężonego amoniaku w obecności chlorku amonu tworzy się czerwona sól kompleksowa	Mn(OH) ₂ ↓ biały brunatniejący osad	Zn(OH) ₂ ↓ biały osad rozpuszczalny w nadmiarze	Al(OH) ₃ ↓ biały osad
				
Na ₂ CO ₃	Cr(OH) ₃ ↓ szarzielony osad	MnCO ₃ ↓ biały osad	ZnCO ₃ ↓ biały osad	Al(OH) ₃ ↓ biały osad
				
K ₄ [Fe(CN) ₆]	-	Mn ₂ [Fe(CN) ₆]↓ biały osad	Zn ₂ [Fe(CN) ₆]↓ biały osad	-
K ₃ [Fe(CN) ₆]	-	osad brunatny	żółty osad	-
Na ₂ HPO ₄	CrPO ₄ ↓ zielony rozpuszczalny w CH ₃ COOH	Mn ₃ (PO ₄) ₂ ↓ biały rozpuszczalny w CH ₃ COOH	Zn ₃ (PO ₄) ₂ ↓ biały rozpuszczalny w CH ₃ COOH	Al(OH) ₃ ↓ biały osad trudnorozpuszczalne w CH ₃ COOH
Utleniacze	w zasadowym środowisku CrO ₄ ²⁻ żółty, w kwaśnym Cr ₂ O ₇ ²⁻ pomarańczowy	MnO ₄ ⁻ fioletowy	-	-

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

- stronę tytułową
- cel i zakres ćwiczenia
- opis wykonania ćwiczenia (zasada oznaczenia, odczynniki, szkło, sprzęt, materiały, wykonanie ćwiczenia)

- otrzymane wyniki (tabela podpisana przez prowadzącego ćwiczenia).

POLITECHNIKA LUBELSKA
Wydział Inżynierii Środowiska
Inżynieria Środowiska

**SPRAWOZDANIE
Z ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH Z CHEMII**

Nr ćwiczenia

2

Temat ćwiczenia

**Analiza jakościowa kationów III i IV grupy
analitycznej**

Imię i nazwisko studenta

.....
.....
.....

Rok studiów

Semestr

Data

Imię i nazwisko prowadzącego
ćwiczenia

Uwagi prowadzącego:

WYNIKI OZNACZENIA

nr zestawu

.....

KATION grupa III

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelano do probówki ok. 2 ml roztworu.
2. Do probówki dodano zakraplaczem kilka kropli Na_2S .
3. Wytracił się osad koloru
4. Następnie do probówki z osadem dodano roztworu odczynnika grupowego oraz kilka kropli NaOH .
5. Osad
6. Na podstawie wyników z pkt. 3 i 5, zakwalifikowano badany kation do podgrupy
III grupy analitycznej.

Lp.	Dodany odczynnik	Obserwacje	Przypuszczenie	Reakcje
1.	Na_2S			
2.	NaOH			
3.				

7. Za pomocą reakcji charakterystycznych stwierdzono, że jest to kation

8. Reakcje charakterystyczne dla wykrytego kationu.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

WZÓR

KATION grupa III

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelano do probówki ok. 2 ml roztworu.
2. Do probówki dodano zakraplaczem kilka kropli Na_2S .
3. Wytracił się osad *koloru czarnego*.
4. Następnie do probówki z osadem dodano roztworu odczynnika grupowego oraz kilka kropli NaOH .
5. Osad nie rozpuścił się.
6. Na podstawie wyników z pkt. 3 i 5, zakwalifikowano badany kation do podgrupy *A III* grupy analitycznej.

Lp.	Dodany odczynnik	Obserwacje	Przypuszczenie	Reakcje
1.	<i>wzór sumaryczny odczynnika np. KI</i>	<i>czy osad się wytrącił po dodaniu odczynnika, jeżeli tak to jaki miał kolor i czy się rozpuścił</i>	<i>wzór kationu/kationów</i>	<i>pełny zapis reakcji</i>

7. *Za pomocą reakcji charakterystycznych stwierdzono, że jest to kation miedzi(II) (Cu^{2+}).*
8. Reakcje charakterystyczne dla wykrytego kationu.

.....
.....
.....

KATION grupa IV

1. Z otrzymanej do analizy próbki przelano do probówki ok. 2 ml roztworu.
2. Do probówki dodano zakraplaczem kilka kropli Na_2S .
3. Wytrącił się osad koloru *białego*.
4. Na podstawie wyników z pkt. 3, stwierdzono, że badanym kationem może być Zn^{2+} lub Al^{3+} .

Lp.	Dodany odczynnik	Obserwacje	Przypuszczenie	Reakcje
1.	wzór sumaryczny odczynnika np. KI	czy osad się wytrącił po dodaniu odczynnika, jeżeli tak to jaki miał kolor i czy się rozpuścił	wzór kationu/kationów	pełny zapis reakcji

7. Za pomocą reakcji charakterystycznych stwierdzono, że jest to kation cynku(II) Zn^{2+} ...
8. Reakcje charakterystyczne dla wykrytego kationu.

.....

.....

.....

.....