



XLVIII OLIMPIADA CHEMICZNA

Etap II

KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY CHEMICZNEJ

Zadanie laboratoryjne

W probówkach oznaczonych numerami 1 - 8 znajdują się wodne roztwory (o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$) pojedynczych substancji nieorganicznych, natomiast w probówkach oznaczonych literami **A, B, C, D, E, F** - roztwory wodne lub alkoholowe substancji organicznych.

W skład związków nieorganicznych wchodzi następujące metale: **bar, chrom, potas, srebro, wapń, żelazo** oraz następujące niemetale: **azot, chlor, siarka, tlen, węgiel i wodór**. Metale mogą występować na różnych stopniach utlenienia, mogą tworzyć kationy jak i aniony. Jedną z substancji to sól potasowa anionu zawierającego metal.

Niemetale tworzą tylko aniony, przy czym jeden z anionów to jon tiocyjanianowy i jeden: jon wodorotlenowy, zaś w pozostałych: azot jest na piątym stopniu utlenienia, siarka na szóstym, a chlor na minus pierwszym. Jony tiocyjanianowy i wodorotlenowy związane są z metalami występującymi głównie na pierwszym stopniu utlenienia. Niektóre roztwory mogą być lekko zakwaszone z uwagi na możliwość hydrolizy soli obecnych w badanym roztworze. Kwas użyty do zakwaszenia ma anion identyczny z anionem soli.

Substancjami organicznymi są: 1,10-fenantrolina, alizaryna S, oranż metylowy, kwas salicylowy, kwas cytrynowy i kwas szczawiowy.

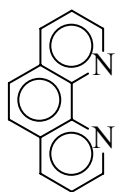
Polecenia:

- 1) Dysponując 6 dodatkowymi probówkami i dokonując mieszania roztworów, podaj jakie substancje nieorganiczne znajdują się w oznaczonych cyframi probówkach. Możesz korzystać z wody destylowanej z tryskawki. Porcje cieczy do mieszania odmierzasz za pomocą pipet. Możesz posługiwać się roztworami substancji organicznych znajdujących się w probówkach oznaczonych

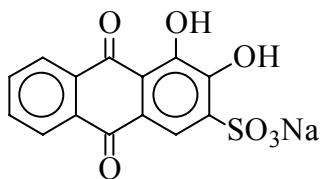
literami. Podaj tok analizy z uzasadnieniem identyfikacji i zapisz jonowo równania zachodzących reakcji chemicznych.

- 2) Dokonaj rozpoznania substancji organicznych na podstawie charakterystycznych reakcji z właściwymi związkami nieorganicznymi. W sytuacjach wątpliwych wykonaj ślełą próbę (z wodą). Podaj uzasadnienie dokonanej identyfikacji.

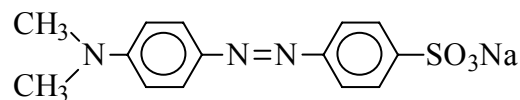
Uwaga! Będące w Twojej dyspozycji ilości roztworów muszą Ci wystarczyć do przeprowadzenia identyfikacji. Pracuj rozsądnie i oszczędnie.



1,10-fenantrolina



Alizaryna S



Oranż metylowy

Pamiętaj o konieczności zachowania bezpieczeństwa w trakcie wykonywania analiz !

Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

Z przedstawionych danych można wysnuć następujące wnioski:

Jedną z substancji jest chromian(VI) dipotasu. Spośród podanych metali tylko ten jeden tworzy typowy anion. Jest to chrom, który na VI stopniu utlenienia tworzy aniony tlenowe CrO_4^{2-} lub $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Barwa roztworu, odpowiednio: żółta lub pomarańczowa.

Następne substancje to wodorotlenek potasu i tiocyjanian potasu. Z jednowartościowych kationów występujących w zadaniu tylko potas tworzy rozpuszczalne w wodzie związki z anionem hydroksylowym i tiocyjanianowym.

Kolejny łatwy do identyfikacji związek to azotan(V) srebra (jedyna możliwość dobrze rozpuszczalnej soli srebra).

Solami baru i wapnia mogą być chlorki lub azotany, należy te przypuszczenia zweryfikować.

Żelazo może występować na II i III stopniu utlenienia, Fe(II) może występować jako chlorek lub siarczan (azotan żelaza(II) jest nietrwały i bardzo łatwo ulega utlenieniu), Fe(III) może występować jako chlorek, siarczan lub azotan. Roztwory soli Fe(II) będą niemal bezbarwne, roztwory Fe(III) - żółte. Należy potwierdzić jakie aniony występują obok tych kationów i jaki jest stopień utlenienia żelaza.

Z wymienionych metali - jako kation może występować jeszcze Cr(III). Dla stężenia podanego w zadaniu miałby on wyraźną barwę szmaragdowo-zieloną. Brak roztworu o takiej barwie raczej wyklucza obecność chromu (III), co należy jeszcze potwierdzić.

Identyfikacja substancji nieorganicznych

Pierwszą istotnym źródłem informacji jest barwa roztworu – żółte zabarwienie pochodzić może od chromianów(VI) potasu lub soli żelaza(III).

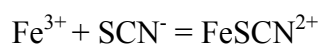
Sporządzamy tabelę zawierającą zestawienie wyników reakcji jakie mogą zachodzić pomiędzy barwnymi roztworami hipotetycznych substancji a pozostałymi roztworami:

	Ba(II)	Fe(II)	AgNO ₃	KOH	KSCN	Ca(II)	Liczba osadów
FeCl ₃	-	-	↓b	↓br	Czerw	-	1b, 1br, czerw
Fe ₂ (SO ₄) ₃	↓b	-	-	↓br	Czerw	↓b*	2b, 1br, czerw
Fe(NO ₃) ₃		-		↓br	Czerw		1br, czerw
K ₂ CrO ₄	↓ż	-	↓br	-	-	-	1ż, 1 br
K ₂ Cr ₂ O ₇	↓ż	-	-	Żółt	-	-	1ż, żółt
Liczba Osadów	1ż,(1b)	-	(1b)(1br)	1br(żółt)	czerw	(1b)	

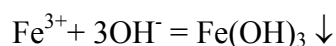
Barwy osadów: b - biały, b* - biały lub lekkie zmętnienie, br- brązowy, ż – żółty, w nawiasach – opcjonalnie, barwa roztworów: czerw – czerwona, żółt - żółta

Wystąpienie krwistoczerwonego zabarwienia od powstałych tiocyjanianowych kompleksów żelaza (III) świadczy o obecności Fe(III); próba ta jednoznacznie określa KSCN i Fe(III).

W zależności od ilości dodanego tiocyjanianu tworzą się kolejne kompleksy:



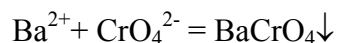
Wytrącanie brunatnego osadu wodorotlenku żelaza, nierozpuszczalnego w nadmiarze odczynnika, świadczy o obecności KOH



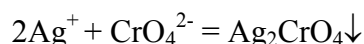
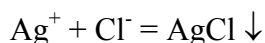
Liczba osadów z pozostałymi roztworami jednoznacznie wskazuje, że identyfikowaną substancją jest FeCl₃.

Chromian(VI) dipotasu strąca 2 osady, żółty chromian(VI) baru i brunatny chromian(VI) disrebra, zaś dichromian(VI) dipotasu strąca jedynie osad chromianu(VI) baru. Pomarańczowa barwa dichromianu zmienia się na żółtą po zalkalizowaniu środowiska. Liczba osadów i brak zmiany zabarwienia pod wpływem KOH świadczy o obecności chromianu(VI) dipotasu. Powstanie żółtego

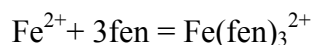
osadu chromianu baru i brak reakcji z solą żelaza świadczy o obecności soli baru i braku jonów siarczanowych.



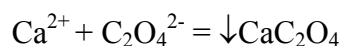
Powstanie białego, czerniejącego na świetle osadu z chlorkiem żelaza i brunatnego z chromianem potasu świadczy o obecności azotanu srebra.



Pozostałe do zidentyfikowania roztwory mogą zawierać takie kationy jak Fe(II), Ca(II) ew. Cr(III). Pomocne są tutaj roztwory substancji organicznych. Fe(II) wykrywa się za pomocą 1,10 – fenantroliny (w skrócie: fen) – powstaje intensywne czerwone zabarwienie od utworzonego kompleksu $\text{Fe}(\text{fen})_3^{2+}$. Pozostałe kationy takiej reakcji nie wykazują.



Z kolei jony wapnia(II) tworzą z kwasem szczawiowym biały osad szczawianu wapnia. Roztwór przy tym powinien być jedynie lekko kwaśny (kontrola wobec oranżu metylowego).

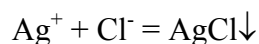


Można także sporządzić tabelę zawierającą zestawienie wyników reakcji jakie mogą zachodzić między roztworami hipotetycznych substancji a pozostałymi roztworami:

	Ba(II)	AgNO ₃	KOH	Liczba osadów
BaCl ₂	•	↓b	-	1b
Ba(NO ₃) ₂	•	-		-
FeSO ₄	↓b	-	↓zc	1b, 1zc
FeCl ₂	-	↓b	↓zc	1b, 1 zc
CaCl ₂	-	↓b	↓b	2b
Ca(NO ₃) ₂	-	-	↓b	1b
Cr ₂ (SO ₄) ₃	↓b	-	↓z m	1b, 1 z
CrCl ₃	-	↓b	↓z m	1b, 1 z

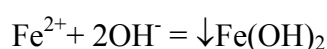
Barwy osadów: *b* – biały; *zc* – zielonkawy, *ciemniejący na powietrzu*; *zrn* – zielony,
rozpuszczalny w nadmiarze

Sól baru(II) tworzy biały, ciemniejący na świetle osad z AgNO_3 , co świadczy o obecności jonów chlorkowych.



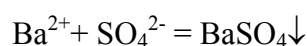
Identyfikowaną substancją jest **BaCl₂**

Jony Fe(II) tworzą osad wodorotlenku nierozpuszczalny w nadmiarze KOH - w odróżnieniu od Cr(III), którego wodorotlenek barwy szarozielonej rozpuszcza się tworząc CrO_2^- .



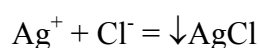
Osad wodorotlenku żelaza(II) ciemnieje na skutek utleniania tlenem z powietrza.

Roztwór soli żelaza tworzy osad z roztworem chlorku baru(II), co świadczy o obecności siarczanów.



Identyfikowaną substancją jest więc **FeSO₄**.

Odróżnienie Fe(II) od Ca(II) polega na tym, że Fe(II) tworzy wodorotlenek barwy zielonkawej, który na powietrzu utlenia się do ciemnego wodorotlenku, gdzie żelazo występuje na II i III stopniu utlenienia. Wodorotlenek wapnia jest biały, poza tym lepiej rozpuszcza się w wodzie. Wydzielający się w reakcji soli wapniowej z AgNO_3 biały, ciemniejący osad potwierdza obecność chlorków.



Identyfikowaną substancją jest **CaCl₂**.

Identyfikacja substancji organicznych

Roztwory o barwie pomarańczowej to alizaryna i oranż metylowy. W obecności KOH oranż przyjmuje barwę żółtą, alizaryna - fioletową.

1,10-fenantrolina reaguje z Fe(II) z utworzeniem czerwonego kompleksu. Kwas szczawiowy z CaCl_2 tworzy biały osad. Kwas salicylowy z Fe(III) tworzy związek o intensywnie fioletowym zabarwieniu. Kwas cytrynowy z Fe(III) tworzy trwały kompleks o żółtym zabarwieniu, który nie ulega rozkładowi pod wpływem KOH (nie strąca się osad $\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Dopuszcza się każde inne logiczne i jednoznaczne uzasadnienie identyfikacji, ale tylko na podstawie podanego zestawu odczynników.

Autorem zadania laboratoryjnego jest Stanisław Kuś.