

L OLIMPIADA CHEMICZNA

KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY CHEMICZNEJ (Warszawa)

ETAP II



Zadanie laboratoryjne



W probówkach oznaczonych nr 1 - 8 znajdują się w stanie stałym badane substancje – rozpuszczalne bądź nierozpuszczalne w wodzie.

- Substancje TRUDNO ROZPUSZCZALNE W WODZIE mogą być węglanami, szczawianami, siarczanami(VI) lub tlenkami takich metali jak

bar, ołów(II), cynk, magnez i wapń.

- Substancje ROZPUSZCZALNE W WODZIE mogą być solami **sodowymi** lub **amonowymi** kwasów: **octowego, szczawowego i winowego.**

DO DYSPOZYCJI MASZ NASTĘPUJĄCE ROZTWORY:

- *na stanowisku indywidualnym:*

1 mol/dm³ NaOH,

1 mol/dm³ H₂SO₄,

1 mol/dm³ HNO₃

- *na stanowisku zbiorczym:*

0,02 mol/dm³ KMnO₄,

5% K₂CrO₄

Na stanowisku *indywidualnym* znajdują się ponadto: 10 pustych probówek, łopatką do pobierania małych ilości substancji, pipetka z polietylenu do odsysania roztworu znad osadu, papierki wskaźnikowe, tryskawka z wodą destylowaną

Na stanowiskach *zbiorczych* znajdują się dodatkowo palniki gazowe.

Przeprowadź odpowiednie reakcje, a następnie:

- 1) Podaj jakie substancje znajdują się w oznaczonych cyframi probówkach.
- 2) Podaj uzasadnienie identyfikacji i opis toku rozumowania. Zapach i barwa własna substancji nie może być wystarczająca do identyfikacji substancji.
- 3) Zapisz jonowo równania reakcji stanowiących podstawę identyfikacji.

Uwaga! *Gospodaruj oszczędnie wydanymi substancjami, bierz do badań niewielkie porcje (szczypta na końcu łopatką) substancji, sprawdź rozpuszczanie na zimno i gorąco, w przypadku niejednoznacznego wyniku rozpuszczenia zbadaj roztwór z nad osadu. Zbadaj też odczyn roztworu lub zawiesiny.*

Pamiętaj o konieczności zachowania bezpieczeństwa w trakcie wykonywania analiz !

ROZWIĄZANIE ZADANIA LABORATORYJNEGO

Przykładowy zestaw substancji :

- | | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|
| 1. Szczawian wapnia | 2. Węglan magnezu | 3. Octan amonu | 4. Szczawian amonu |
| 5. Tlenek cynku | 6. Winian sodu | 7. Siarczan(VI) ołowiu(II) | 8. Siarczan(VI) baru |

Próba 1. Badanie wyglądu substancji oraz podział na substancje rozpuszczalne i nierozpuszczalne w wodzie.

Wszystkie substancje są białymi proszkami, co wyklucza obecność tlenku ołowiu(II).

A. Substancje rozpuszczalne w wodzie

Solami rozpuszczalnymi w wodzie mogą być octany, szczawiany i winiany amonu lub sodu, odczyn ich roztworów wodnych nie jest ani wyraźnie kwaśny, ani zasadowy. Jest możliwych 6 kombinacji.

Wynik doświadczenia: Substancje rozpuszczalne w wodzie są w probówkach **3, 4 i 6**.

B. Substancje nierozpuszczalne w wodzie

Występujące aniony mogą tworzyć następujące połączenia trudno rozpuszczalne w wodzie:

Siarczany (VI) Ba, Pb, Ca (gdyż siarczany cynku i magnezu są dobrze rozpuszczalne w wodzie).

Tlenki Zn, Mg, Ca i Ba (PbO ma żółtą barwę), przy czym odczyn zawiesiny w przypadku tlenków wapnia i baru jest alkaliczny, papierek wskaźnikowy barwi się na niebiesko

Węglany i szczawiany - wszystkimi kationów

Łącznie – 17 możliwości, ponieważ eliminujemy tlenek ołowiu(II) ze względu na barwę.

Wynik doświadczenia: W wodzie nie rozpuściły się substancje obecne w probówkach **1, 2, 5, 7 i 8**, nie stwierdzono też odczynu alkalicznego zawiesin wodnych badanych substancji.

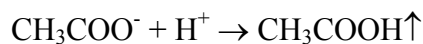
Wniosek: Badane próbki nie zawierają tlenków wapnia i baru (ze względu na odczyn zawiesin) oraz ołowiu (barwa). Pozostaje 15 możliwości

Ad A. Identyfikacja substancji rozpuszczalnych w wodzie

Próba 2. *Reakcja z mocnymi kwasami mineralnymi*

Obecne w badanych próbkach kwasy organiczne są kwasami słabymi, będą więc wypierane z ich soli przez mocny kwas mineralny. Jedynie kwas octowy jest kwasem lotnym, stąd lekkie ogrzanie roztworu próbki z mocnym kwasem pozwoli wykryć charakterystyczną woń kwasu octowego, a papierek uniwersalny zbliżony do wylotu próbówki zabarwi się na różowo.

Wynik doświadczenia: Podczas ogrzewania roztworów substancji **3, 4 i 6** z kwasem siarkowym jedynie z próbki **3** wydziela się charakterystyczny zapach kwasu octowego, papierek uniwersalny zbliżony do wylotu próbówki zabarwił się na różowo.

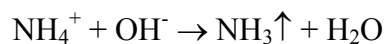


Wniosek: Substancja **3** zawiera jony octanowe a substancje **4 i 6** – jony szczawianowe lub winianowe.

Próba 3. *Reakcja z NaOH*

Podczas ogrzewania roztworów substancji zawierających jony amonowe z NaOH wydziela się amoniak – gaz o charakterystycznym zapachu. Papierek uniwersalny zbliżony do wylotu próbówki zabarwi się na niebiesko-zielono.

Wynik doświadczenia: Podczas ogrzewania roztworów substancji **3, 4 i 6** z wodorotlenkiem sodu, w przypadku substancji **3 i 4** wydziela się charakterystyczny zapach amoniaku, a papierek uniwersalny zbliżony do wylotu próbówki barwi się na zielono. W przypadku substancji **6** nie obserwuje się wydzielania amoniaku.



Wniosek: Substancje **3 i 4** zawierają jony amonowe, substancja **6** zawiera jony sodu

Substancja **3** to **OCTAN AMONU** (patrz wynik)

Próba 4. Prażenie substancji

Podczas ogrzewania winianu sodu następuje jego zwęglenie, a próbka wyraźnie pachnie karmelem. Szczawian amonu ulega zwęgleniu trudniej i nie pojawia się zapach karmelu.

Wynik doświadczenia: Podczas prażenia obydwie próbki **4** i **6** uległy zwęgleniu, zapach karmelu wydzielał się podczas ogrzewania tylko próbki **6**

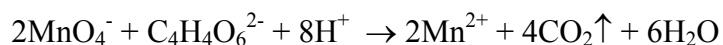
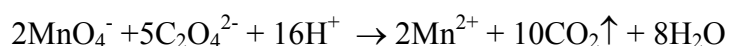
Wniosek: Substancja **4** to **SZCZAWIAN AMONU** (patrz wynik próby 3)

Substancja **6** to **WINIAN SODU** (patrz wynik próby 3).

Próba 5. Reakcje z $KMnO_4$ – potwierdzenie identyfikacji winianów

Po zidentyfikowaniu octanu amonu należy określić, która próbka zawiera szczawiany, a która winiany. Dodawanie po kropli roztworu $KMnO_4$ do ogrzanego roztworu próbki zakwaszonej kwasem siarkowym powoduje bardzo szybkie (poza dwiema pierwszymi kroplami) odbarwienie $KMnO_4$ w przypadku, gdy w roztworze obecne są jony szczawianowe. W przypadku jonów winianowych redukcja i odbarwienie kropli $KMnO_4$ są znacznie wolniejsze.

Wynik doświadczenia: Podczas reakcji $KMnO_4$ z gorącym, zakwaszonym kwasem siarkowym roztworem próbki, natychmiastowe odbarwienie zachodziło w przypadku próbki **4**. W roztworze próbki **6** odbarwienie kropli $KMnO_4$ zachodziło znacznie wolniej.



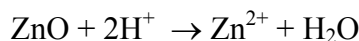
Wniosek: Potwierdza się, że substancja **6** to winian sodu

Ad B. Analiza substancji nierozpuszczalnych w wodzie

Próba 6. Badanie rozpuszczalności w kwasie siarkowym substancji nierozpuszczalnych (trudno rozpuszczalnych – przyp. Redakcji) w wodzie

Rozpuszczeniu w kwasie siarkowym powinny ulec substancje zawierające:

1. szczawiany i tlenki cynku lub magnezu, przy czym rozpuszczaniu nie towarzyszy wydzielanie produktów gazowych (4 możliwości);

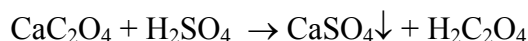
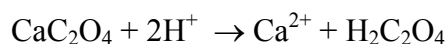


2. węglany cynku i magnezu, przy czym rozpuszczaniu towarzyszy wydzielanie bezwonnego gazu (2 możliwości)

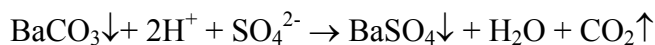


Pozostaną nie rozpuszczone:

1. szczawiany i siarczany baru, ołowiu i wapnia (w większej ilości, w małej ilości mogą ulec rozpuszczeniu) (6 możliwości)



2. Węglany baru, ołowiu i wapnia reagują z H_2SO_4 , wydzielając produkty gazowe, ale powstaje osad siarczanów (3 możliwości)



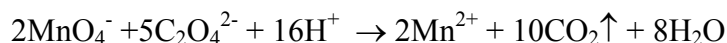
Wynik doświadczenia: Podczas rozpuszczania próbek w kwasie siarkowym nie uległy rozpuszczeniu substancje **1**, **7** i **8**, w trakcie rozpuszczania substancji **2** wydzielał się bezwonny gaz – ditlenek węgla, a substancja **5** rozpuściła się bez wydzielania produktów gazowych

Wniosek: Substancja **2** zawiera węglan cynku lub magnezu, substancja **5** to tlenek bądź szczawian cynku lub magnezu, a substancje **1**, **7** i **8** zawierają szczawiany lub siarczany wapnia, ołowiu lub baru.

Próba 7. Reakcje z KMnO_4

Dodanie roztworu KMnO_4 do próbek po ich rozpuszczeniu w kwasie siarkowym i ogrzaniu powoduje, w przypadku szczawianów, odbarwienie KMnO_4 .

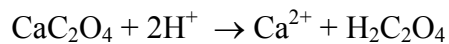
Wynik doświadczenia: Podczas reakcji KMnO_4 z rozpuszczanymi w kwasie siarkowym próbkami, odbarwienie po ogrzaniu zachodziło w przypadku próbki **1**. Nie nastąpiło odbarwienie dla próbek **5**, **7** i **8**, co wyklucza obecność w nich szczawianów, a sugeruje obecność siarczanów w próbkach **7** i **8**, natomiast tlenku - w próbce **5**.



Wniosek: Substancja **1** zawiera szczawiany, substancja **5** to tlenek cynku lub magnezu.

Próba 8. Badanie rozpuszczalności w kwasie azotowym substancji nierozpuszczalnych w kwasie siarkowym, potwierdzenie identyfikacji siarczanów

Rozpuszczeniu w kwasie azotowym (w odróżnieniu od rozpuszczania w kwasie siarkowym) powinny ulec substancje zawierające szczawiany wapnia, ołowiu i baru. Pozostają nierozpuszczone siarczany tych metali, choć mała ilość CaSO_4 na gorąco może ulec rozpuszczeniu (po oziębieniu wypada ponownie osad).



Wynik doświadczenia: Podczas rozpuszczania próbek w kwasie azotowym substancje **7** i **8** nie uległy rozpuszczeniu, a z klarownego, gorącego roztworu pobranego pipetką znad osadu, po oziębieniu nie wytrącił się żaden osad. Rozpuszczeniu uległa substancja **1**.

Wniosek: Substancje **7** i **8** zawierają siarczany ołowiu i baru, substancja **1** zawiera szczawiany.

Próba 9. Reakcje z K_2CrO_4 , ustalenie kationu substancji rozpuszczonej w HNO_3

Kationem w próbce rozpuszczającej się w HNO_3 może być Ca^{2+} , Ba^{2+} lub Pb^{2+} . Te dwa ostatnie tworzą z jonami chromianowymi(VI) trudno rozpuszczalne, żółte osady, strącane ze środowiska niemal obojętnego (chromiany są trudniej rozpuszczalne niż szczawiany). Jony wapnia nie strącają osadu chromianu, po zobojętnieniu roztworu ponownie może wytrącić się biały osad szczawianu wapnia. Jeśli w roztworze będą jony octanowe, osady chromianów ołowiu i baru wytrącają się, natomiast osad szczawianu wapnia nie.

Wynik doświadczenia: Po rozpuszczeniu w kwasie azotowym próbki substancji **1**, dodaniu roztworu chromianu potasu i zobojętnieniu roztworu za pomocą NaOH nie zaobserwowano wytrącenia żółtego osadu.

Wniosek: Substancja **1** to **SZCZAWIAN WAPNIA** (patrz wynik próby **7**).

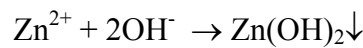
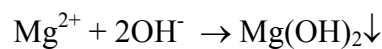
Próba 10. Reakcje z NaOH

Ostrożne dodawanie roztworu NaOH do klarownego roztworu próbek uzyskanych po rozpuszczeniu badanych substancji w kwasie siarkowym, powoduje wytrącanie osadu:

1. szczawianu magnezu, cynku – w przypadku, gdy badana substancja jest szczawianem (gdyż iloczyn rozpuszczalności szczawianów jest dla tych kationów mniejszy niż iloczyn rozpuszczalności wodorotlenków)
2. wodorotlenku magnezu i cynku – w przypadku, gdy badana substancja jest tlenkiem

Wodorotlenek cynku jest rozpuszczalny w nadmiarze NaOH - w odróżnieniu od wodorotlenku magnezu.

Wynik doświadczenia: Podczas alkalizowania rozpuszczonych w kwasie siarkowym próbek **2** i **5** biały osad wytrącił się w każdej probówce, ale jedynie w probówce **5** rozpuścił się w nadmiarze NaOH



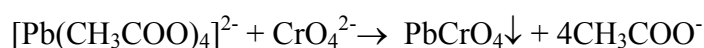
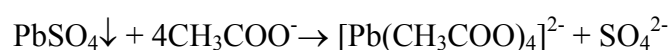
Wniosek: Substancja **2** to **WĘGLAN MAGNEZU** (patrz wynik próby 5)

Substancja **5** to **TLENEK CYNKU**, (patrz wynik próby 6).

Próba 11. Rozróżnienie PbSO_4 i BaSO_4

Rozróżnienie tych trudno rozpuszczalnych soli dokonuje się z wykorzystaniem soli zawierającej jony octanowe (próbówka **3**). W wyniku tworzenia kompleksu octanowego ołowiu osad PbSO_4 rozpuszcza się w octanie amonu, a BaSO_4 nie ulega rozpuszczeniu. Dodanie jonów chromianowych do roztworu zawierającego jony tetraoctanoołowianowe powoduje wytrącenie żółtego osadu chromianu ołowiu.

Wynik doświadczenia: Podczas reakcji octanu amonu (substancja **3**) z próbkami **7** i **8** próbka **7** rozpuszcza się, a po dodaniu K_2CrO_4 powstaje żółty, krystaliczny osad.



Wniosek: Substancja 7 to SIARCZAN (VI) OŁOWIU(II)

Substancja 8 to SIARCZAN(VI) BARU.

Autorem, zadania laboratoryjnego jest Stanisław Kuś