

WD – BADANIE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNYCH DROBIN

Przed przystąpieniem do wykonywania zajęć laboratoryjnych WD należy opanować podstawy teoretyczne przedstawione poniżej, przeanalizować ćwiczenia opisane w instrukcji wykonawczej oraz rozwiązać zadania przygotowujące.

1. Podstawy teoretyczne do opracowania:

- właściwości kwasowe kationów; potencjał jonowy Cartledge'a, siła elektroujemności;
- definicje kwasów i zasad (Brønsteda, Lewisa, Arrheniusa);
- budowa elektronowa kationów pierwiastków bloku sp;
- rozkład termiczny szczawianu wapnia oraz magnezu;
- właściwości chemiczne drobin – kwasowo-zasadowe oraz red-ox (ze szczególnym uwzględnieniem drobin: Sn^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+});
- budowa elektronowa i przestrzenna oraz wiązania w anionach I oraz II okresu rdzeniowego;
- właściwości chemiczne anionów – kwasowo-zasadowe oraz red-ox (ze szczególnym uwzględnieniem drobin: NO_2^- , SO_4^{2-} , HPO_3^{2-} , Cl^-).

Literatura:

Skrypt [cz. II - Laboratorium Chemii Ogólnej i Nieorganicznej](#)

Z. Gontarz, *Związki tlenowe pierwiastków bloku sp*, WNT, 1993

A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, PWN, 1994 i wydania późniejsze.

E. Schweda, *Chemia nieorganiczna*, t. 1-2, MedPharm 2014

J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001

Podstawowy sprzęt laboratoryjny: probówki, łaźnia wodna, łapa laboratoryjna, bagietka, tryskawka, palnik gazowy, pipetka polietylenowa, wirówka laboratoryjna.

Podstawowe czynności laboratoryjne: mycie szkła laboratoryjnego, przeprowadzanie reakcji chemicznych w małej skali, dekantacja, ogrzewanie probówek bezpośrednio w płomieniu palnika oraz w łaźni wodnej.

2. Analiza instrukcji wykonania ćwiczenia WD

Po przeanalizowaniu podstaw teoretycznych zastanów się nad następującymi aspektami przeprowadzanych ćwiczeń: jakie właściwości kwasowo-zasadowe posiadają kationy metali oraz aniony? Jakie reakcje chemiczne zachodzące w roztworze wodnym mogą potwierdzić te właściwości? Jakie właściwości kationu mogą wpłynąć na rozkład termiczny stałych szczawianów (oraz innych soli)? W jaki sposób można określić przebieg rozkładu szczawianów i określić wpływ kationu na przebieg tego rozkładu? Jakie właściwości red-ox posiadają kationy metali w roztworze wodnym? Dla jakich kationów możliwe jest wykazanie właściwości utleniających kationów w roztworze wodnym? W reakcjach z jakimi reagentami można wykazać właściwości redukujące/utleniające kationów i anionów? Do czego w praktyce można wykorzystać znajomość właściwości chemicznych drobin?

3. Przykładowe zadania do samodzielnego rozwiązania

1. Wymień te spośród poznanych kationów, które tworzą z amoniakiem związki kompleksowe. Dla dwóch z nich podaj równania reakcji w formie jonowej. O jakich właściwościach chemicznych kationów świadczą zachodzące reakcje i jakimi reagentami w tych reakcjach są kationy (odpowiedź uzasadnij)?

2. W czterech osobnych probówkach znajdują się sole zawierające odpowiednio kationy: Al^{3+} ; Pb^{2+} ; Sn^{2+} ; Zn^{2+} z anionami nie ulegającymi hydrolizie. Które z tych kationów ulegną reakcji hydrolizy, w jaki sposób możemy to sprawdzić doświadczalnie? Proszę napisać odpowiednie równania reakcji hydrolizy w formie jonowej z uwzględnieniem obecności w roztworze wodnym akwajonów.
3. Narysuj wzór tioacetamidu (AKT) i napisz równanie reakcji jego hydrolizy. Czemu wykorzystujemy go do strącania siarczków?
4. Do próbki dodano kilka kropli 0,1M NaNO_2 oraz 25% roztwór NaOH , a następnie dodano niewielką ilość metalicznego cynku (pyłu cynkowego) i roztwór ogrzano w łaźni wodnej, przykrywając jej wylot zwilżonym papierkiem wskaźnikowym. Proszę zapisać zachodzące reakcje w formie drobinowej. Jaki odczyn będzie miał wodny roztwór powstałego gazowego produktu reakcji? Dlaczego papierek nie powinien dotykać roztworu?
5. Do próbki zawierającej jony fosforanowe(III) dodano kilka kropli roztworu H_2SO_4 , a następnie kilka kropli 0,1M AgNO_3 . Zaobserwowano zmętnienie roztworu, a następnie wytrącenie się czarnego osadu. Proszę zapisać zbilansowane równanie reakcji? O jakich właściwościach chemicznych kationu srebra(I) oraz anionów fosforanowych(III) świadczy ta reakcja?
6. Jaki odczyn będą wykazywały wodne roztwory soli: NaNO_2 , Na_2SO_4 , Na_2HPO_3 , NaCl ? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi reakcjami zapisanymi w formie jonowej.
 - a) Czy na podstawie pomiarów pH wodnych roztworów tych soli (o takim samym stężeniu) można uszeregować je według wzrastających właściwości zasadowych? Odpowiedź uzasadnij. Czy można to zrobić nie dysponując pH-metrem? Czy da się to zrobić teoretycznie? Jakimi danymi trzeba wtedy dysponować?
 - b) *(fakultatywne) Które z anionów występujących w tych solach mogą pełnić rolę ligandu? Podaj przykłady takich drobin, ich wzór elektronowy i przestrzenny.*

4. Zadania fakultatywne do samodzielnego rozwiązania

1. W tyglu porcelanowym prażono przez 15 minut w temperaturze około 500 °C 1,5 g uwodnionego szczawianu strontu o stechiometrii $\text{SrC}_2\text{O}_4 \cdot 1,25\text{H}_2\text{O}$. Produkt rozkładu ostudzono i zważono. W tyglu pozostało 1,1 g produktu. Dodanie do produktu 2 M kwasu solnego powodowało pienienie się otrzymanej zawiesiny.
 - a) Oblicz ubytek masy wyrażony w %_{wag} związany z opisanym procesem rozkładu.
 - b) Zapisz reakcję chemiczną w postaci drobinowej zachodzącą między produktem rozkładu termicznego i kwasem solnym.
 - c) Zapisz w postaci cząsteczkowej reakcję rozkładu termicznego uwodnionego szczawianu strontu
 - d) Jak przebiegałby rozkład anionów szczawianowych, gdyby ogrzewano w tej temperaturze dwuwodny szczawian magnezu. Z czego wynikają różnice w porównaniu do szczawianu strontu? Odpowiedź uzasadnij. Zapisz reakcję w formie cząsteczkowej.
 - e) Zaproponuj próbę chemiczną pozwalającą potwierdzić powstawanie takiego a nie innego produktu stałego rozkładu szczawianu magnezu.
 - f) Co stałoby się, gdyby produkt rozkładu uwodnionego szczawianu strontu wygrzano w temperaturze około 1200°C? Jeśli zaszłaby reakcja chemiczna, zapisz jej równanie w formie cząsteczkowej.
 - g) W wyniku ogrzewania szczawianu srebra w temperaturze około 150 °C otrzymano czarny produkt, który nie roztwarzał się w 2M kwasie solnym. Zaproponuj równanie reakcji rozkładu tego szczawianu w formie cząsteczkowej. Dlaczego rozkład ten przebiega w inny sposób niż rozkłady szczawianu strontu i magnezu?

2. Dwaj studenci dostali na sprawdzianie z części doświadczalnej do wykonania to samo zadanie:

„Proszę omówić właściwości chemiczne kationu w otrzymanej stałej, dobrze rozpuszczalnej w wodzie soli. Do wykonania ćwiczenia można użyć wszystkich roztworów dostępnych na stanowisku oraz sprzęt laboratoryjny dostępny w szafce.

Proszę napisać równania przeprowadzonych reakcji w formie jonowej i na ich podstawie omówić właściwości chemiczne drobin występujących w badanej soli. Proszę sformułować wnioski.

Lista odczynników: 0,1M roztwory NaOH, NH₃, KSCN, AgNO₃, BaCl₂, KMnO₄, KI; nasycony roztwór FeSO₄, pył Zn i Al, 1M H₂SO₄, 2M HNO₃, 1M HCl; stężone roztwory pod wyciągiem: HNO₃, H₂SO₄, amoniak.”

Poniżej znajduje się opis przeprowadzonych doświadczeń i wyciągniętych na ich podstawie wniosków odtworzony na podstawie ich protokołów i notatek:

Student I. Po rozpuszczeniu niewielkiej ilości soli przelał otrzymany roztwór do kilku probówek i wykonał kolejne próby. Stwierdził, że odczyn roztworu jest lekko kwaśny (pH około 5-6 zgodnie ze wskazaniem papierka uniwersalnego), a więc kation w otrzymanej soli posiada właściwości kwasowe, ponieważ otrzymana sól ulega hydrolizie kwasowej. Ponieważ kationem mógłby być na przykład kation cynku lub cyny(II) to przeprowadził reakcję z roztworem nadmanganianu potasu w środowisku kwaśnym. W tym celu do probówki dodał kilka kropeł 1M kwasu siarkowego(VI) i kilka kropeł 0,1M KMnO₄, ale nie zaobserwował zachodzącej reakcji. Żeby upewnić się, że może mieć do czynienia w badanej soli z jonami azotanowymi(V) przeprowadził reakcję obrączkową, wlewając do probówki około 1 cm³ roztworu FeSO₄, parę kropli badanego roztworu, a następnie powoli po ściance probówki dodał stężony kwas azotowy(V). Zaobserwował powstanie ciemnobrunatnego szerokiego pierścienia na granicy faz. Następnie do osobnej probówki z roztworem badanej soli dodał 2 cm³ 25% roztworu KOH i niewielką ilość pyłu cynkowego dostępnego na stanowisku. Po dodaniu do probówki kilkunastu kropeł roztworu otrzymanej soli poczuł charakterystyczny zapach amoniaku. Zbliżywszy do wylotu probówki zwilżony papierek wskaźnikowy zabarwił się na niebiesko co potwierdziło jego przypuszczenia. Na tej podstawie stwierdził, że anion w badanej soli posiada właściwości utleniające, a sam redukuje się do amoniaku. Natomiast zarówno kation jak i anion nie posiadają właściwości redukujących, ponieważ nie zaobserwowano odbarwienia roztworu KMnO₄. Kation nie posiada także właściwości kompleksujących ponieważ przeprowadzone przez niego na zakończenie próby reakcji z roztworami KSCN, NH₃ i KI nie zaszły.

Student II. Po przygotowaniu roztworu badanej soli przeprowadził reakcje z 0,1M NaOH i jego nadmiarem, amoniakiem, AgNO₃, BaCl₂ i FeSO₄. Jedynie w przypadku reakcji z azotanem(V) srebra zauważył powstający biały osad. Dlatego do powstającego osadu dodał około 0,5 cm³ stężonego amoniaku pod wyciągiem i zaobserwował rozpuszczenie się osadu. Na podstawie powyższych reakcji wywnioskował, że kation w soli nie ma właściwości kwasowych, ale ma właściwości kompleksujące wobec amoniaku. Następnie przeprowadził reakcję z roztworem KMnO₄ zakwaszonym 1M kwasem azotowym(V). Po wstawieniu probówki do łaźni wodnej zaobserwował odbarwienie roztworu, a w probówce można było wyczuć charakterystyczny ostry zapach. Na tej podstawie stwierdził, że kation lub anion badanej soli posiada właściwości redukujące, ale nie są one szczególnie silne, ponieważ reakcja zachodzi dopiero po podgrzaniu.

Przeanalizuj zadanie i przeprowadzone eksperymenty a następnie odpowiedz na pytania:

- Z którymi stwierdzeniami i wnioskami studentów się zgadzasz, a z którymi nie?

- Wskaż błędy popełnione w trakcie planowania i wykonywania doświadczeń
- Na podstawie opisu przeprowadzonych doświadczeń i ich krytycznej analizy opisz właściwości chemiczne drobin wchodzących w skład badanej soli
- Zaproponuj, jaka sól mogła być przedmiotem ćwiczenia i w formie drobinowej zapisz reakcje, które należy przeprowadzić z dostępnymi w ćwiczeniu odczynnikami aby opisać właściwości chemiczne kationu i anionu badanej soli.
- Podaj i zapisz równania trzech reakcji tworzenia jonów kompleksowych, które można przeprowadzić z odczynnikami dostępnymi na stanowisku.
- Zaplanuj doświadczenie, w którym wykażesz doświadczalnie wpływ odczynu środowiska na przebieg co najmniej dla dwóch różnych reakcji *red-ox* wykorzystując roztwory dostępne na stanowisku.

WD – BADANIE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNYCH DROBIN