

Podstawy chemii dla kierunku biologia



SPIS TREŚCI

Regulamin pracowni chemii chemicznej	3
I. Regulamin BHP pracowni chemicznej. Pokaz szkła. Technika pracy laboratoryjnej.....	4
II. Wagi i ważenie. Roztwory. Emulsje i koloidy.	14
III. Metody rozdzielania mieszanin.....	21
IV. Reakcje chemiczne wybranych pierwiastków chemicznych i metody ich otrzymywania.	31
V. Metody otrzymywania kwasów, zasad i soli. Reakcje chemiczne wybranych kwasów, zasad i soli.	37
VI. Typy reakcji chemicznych – cykl reakcji z miedzią.	46
VII. Reakcje utlenienia i redukcji.	52
VIII. Kinetyka i statyka reakcji chemicznych.	58
IX. Analiza jakościowa biopierwiastków.....	66
X. Analiza jakościowa jonów toksycznych.....	74
XI. Równowagi w roztworach elektrolitów.	80
XII. Otrzymywanie i właściwości związków kompleksowych.	88



REGULAMIN PRACOWNI CHEMII CHEMICZNEJ

1. Ćwiczenia rozpoczynają się i kończą zgodnie z ustalonym podziałem godzin.
2. W pracowni mogą przebywać wyłącznie studenci należący do grupy wykonującej ćwiczenia.
3. Obecność w pracowni obowiązuje przez cały czas trwania ćwiczeń. Studentowi wolno opuścić pracownię po uprzednim zgłoszeniu osobie prowadzącej ćwiczenia.
4. Godziny ćwiczeń należy poświęcić intensywnej pracy.
5. Palenie tytoniu, papierosów elektronicznych i spożywanie posiłków na pracowni jest zabronione.
6. Pracować wolno tylko w wyznaczonym miejscu, posługując się chemikaliami i sprzętem przydzielonym do danego stanowiska.
7. Każdy student zobowiązany jest posiadać własny fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, ścierkę do szkła i stołu, niezmywalny pisak do szkła, mydło, ręcznik oraz środek myjący do szkła.
8. W pracowni należy utrzymywać wzorową czystość i porządek (dotyczy to nie tylko szkła laboratoryjnego, stołów, szafek, ale również półek, zlewu, podłogi, etc.). Wszelkie rzeczy osobiste (np. torby) należy przechowywać w wyznaczonych do tego celu szafkach. Wierzchnie okrycia należy pozostawić w szatni. Przed wyjściem z pracowni należy starannie umyć ręce.
9. Z odczynników należy korzystać zgodnie z zasadami pracy laboratoryjnej.
10. Ciecze żrące (np. resztki stężonych roztworów kwasów i zasad) należy zlewać do wyznaczonych w tym celu pojemników, a inne roztwory do zlewu, spłukując dobrze wodą.
11. Zabrania się wynoszenia jakichkolwiek odczynników z pracowni.
12. Prądu, gazu, wody wodociągowej oraz destylowanej należy używać jak najoszczędniej.
13. Wszystkie prace z substancjami łatwopalnymi, toksycznymi i cuchnącymi należy przeprowadzać pod wyciągiem.
14. Wychodząc z pracowni należy zgasić wszystkie palniki, skontrolować szczelność kurków gazowych oraz zamknąć główne zawory gazu i wody.
15. W przypadku pożaru nie należy wywoływać paniki. W miarę możliwości pożar zlokalizować, usunąć z najbliższego otoczenia materiały łatwopalne i przystąpić do gaszenia, stosując znajdujące się w pracowni środki gaśnicze (gaśnica).
16. O każdym skaleczeniu, oparzeniu i złym samopoczuciu należy niezwłocznie poinformować osobę prowadzącą ćwiczenia.
17. W pokoju wagowym wolno przebywać wyłącznie osobom odważającym. Ważenie na wagach technicznych i analitycznych powinno odbywać się zgodnie z obowiązującymi zasadami.
18. Każdy student waży tylko na tej wadze, do której został przydzielony. Przed rozpoczęciem ważenia student obowiązany jest wpisać się do zeszytu znajdującego się przy danej wadze. Każde nieprawidłowe działanie wagi oraz jej zanieczyszczenie należy zgłosić osobie prowadzącej ćwiczenia.



I. Regulamin BHP pracowni chemicznej. Pokaz szkła. Technika pracy laboratoryjnej.

Zagadnienia:

- Regulamin bezpieczeństwa i higiena pracy w laboratorium chemicznym
- Organizacja stanowiska pracy
- Ochrona przeciwpożarowa
- Zasady udzielania pierwszej pomocy
- Szkło laboratoryjne
- Podstawowy sprzęt laboratoryjny
- Techniki pracy laboratoryjnej

Praca i bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym Regulamin pracowni chemicznej.

Zasady pracy w laboratorium chemicznym:

- Przed przystąpieniem do pracy
- W czasie wykonywania ćwiczeń
- Po zakończeniu ćwiczeń

Postępowanie w czasie wypadku:

- Pożary, wybuchy, oparzenia termiczne
- Oparzenia chemiczne i zatrucia oraz sposoby udzielania pierwszej pomocy
- Skaleczenia



Oznaczenia instalacji wodnej, elektrycznej i gazowej. Praca z odczynnikami chemicznymi

- Ogólne zasady obowiązujące przy pracy z chemikaliami.
- Oznakowanie i opakowanie substancji chemicznych.
- Symbole zagrożeń – piktogramy.
- Podstawowe zasady postępowania z odpadami w pracowni chemicznej.
- Szkło laboratoryjne. Podstawowy sprzęt laboratoryjny.
- Ogólne zasady pracy ze sprzętem szklanym i porcelanowym.
- Zasady bezpiecznej pracy ze sprzętem elektrycznym oraz z palnikami gazowymi.



Szkło laboratoryjne



kolba okrągłodenna



kolba płaskodenna



kolba stożkowa



kolba sercowa



kolba gruszkowa



**kolba
okrągłodenna dwuszyjna**



**kolba sercowa
dwuszyjna**



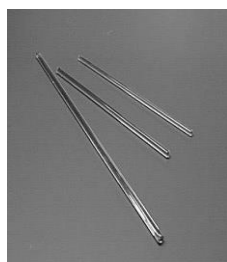
**kolba
okrągłodenna trójszyjna**



zlewka



próbówki

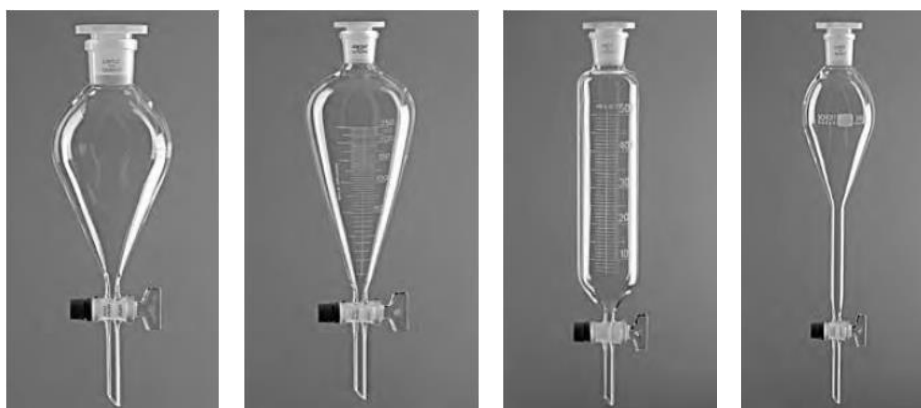


bagietki



krystalizatory





rozdzielacze



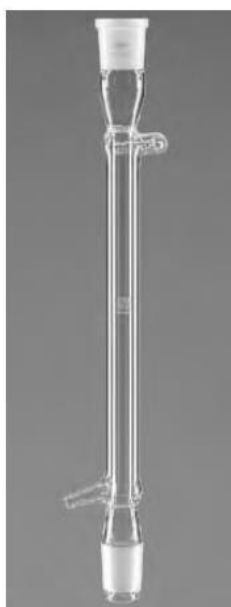
lejek



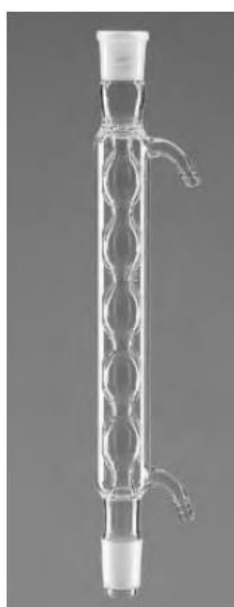
**Lejek z szklanym
spiekem**



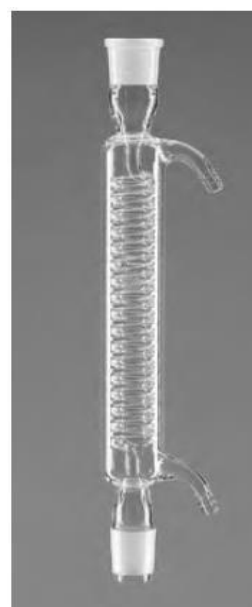
naczynka wagowe



Chłodnica Liebiga



**Chłodnica Allhina
(kulowa)**



Chłodnica Dimrotha





chłodnica destylacyjna



nasadka destylacyjna



odbieralniki



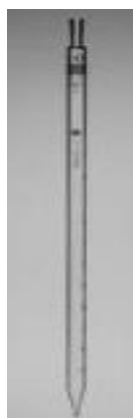
przedłużacz



aparat Soxhletha



biureta



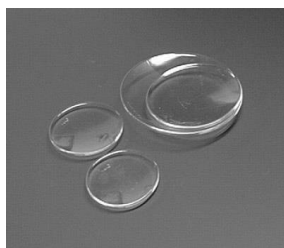
**Pipeta
wielomiarowa**



**Pipeta
jednomiarowa**



eksykator



szkiełka zegarkowe



szalki Petriego



Porcelana



lejki Buchnera



łopatko - łyżeczki



tygle



parownica



moździerz z tłuczkiem



płytką Feigla

Sprzęt laboratoryjny



łyżeczki



łopatki



statyw na probówki



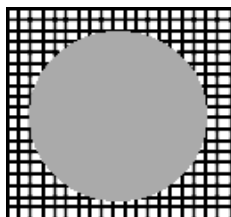
trójkąt porcelanowy



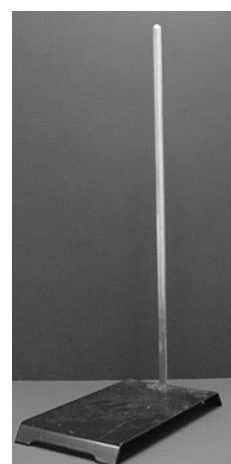
łapy metalowe



łapy drewniane



siatka porcelanowa



statyw



Symbole zagrożeń – piktogramy

	Substancja wybuchowa
	Substancja niebezpieczna dla środowiska
	Substancja łatwopalna
	Substancja utleniająca
	Substancja bardzo toksyczna
	Substancja żrąca
	Substancja szkodliwa
	Substancja mutagenna/rakotwórcza

 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ	 STOSUJ OKULARY OCHRONNE	 STOSUJ FARTUCH OCHRONNY
 Stosuj rękawice ochronne	 UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY	 NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU
 ZAKAZ WYLEWANIA OLEJU, ROZPUSCZALNIKÓW, SUBSTANCJI ŻRĄCYCH ITP.		 NIEBEZPIECZNE SUBSTANCJE I PREPARATY CHEMICZNE

Karty charakterystyk stosowanych substancji są dostępne w pracowniach oraz na stronach internetowych:

- 1) Merck - <https://www.sigmaaldrich.com/PL/pl/search>
- 2) Poch - <http://www.poch.com.pl/1/karty-charakterystyk>



Ćwiczenie 1

Przygotowanie 6,25% roztworu chlorku sodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
NaCl	- Naczynko wagowe - Zlewka 100 mL - Bagietka	

Wykonanie ćwiczenia:

Obliczyć, jaką ilość bezwodnego chlorku sodu należy użyć do przygotowania 80 mL roztworu tej soli o stężeniu 6,25%. Tak określoną ilość soli odważyć na wadze w naczynku wagowym. Odważoną ilość chlorku sodu wsypać do zlewki. Za pomocą cylindra miarowego odmierzyć potrzebną ilość wody destylowanej. Przyklejone do naczynka wagowego resztki chlorku sodu spłukać odmierzoną ilością wody destylowanej. Dolać połowę objętości wody destylowanej i rozpuścić sól za pomocą bagietki. Po całkowitym rozpuszczeniu soli dodać całkowitą objętość wody destylowanej.

Ćwiczenie 2

Przygotowanie 0,5 molowego roztworu chlorku sodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
NaCl	- Kolba miarowa 100 mL - Naczynko wagowe - Lejek	

Wykonanie ćwiczenia:

Obliczyć, jaką ilość bezwodnego chlorku sodu należy użyć do przygotowania 100 mL roztworu tej soli o stężeniu 0,5M. Tak określoną ilość soli odważyć na wadze w naczynku wagowym. Odważoną ilość chlorku sodu wsypać do kolby miarowej. Przyklejone do naczynka wagowego resztki chlorku sodu spłukać wody destylowanej. Dopełnić wodą destylowaną do kreski. Pozostawić roztwór do ćwiczenia numer 3.



Ćwiczenie 3

Przygotowanie 0,125 molowego roztworu chlorku sodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
Roztwór z ćwiczenia 2.	- Kolba miarowa 100 mL - Pipeta	

Wykonanie ćwiczenia:

Obliczyć, jaką objętość 0,5M roztworu NaCl pobrać aby przygotować 100 mL roztworu o stężeniu 0,125 M. Tak określoną objętość odmierzyć za pomocą pipety i przenieść do kolby miarowej. Dopełnić wodą destylowaną do kreski.

Ćwiczenie 4

Przygotowanie zestawu do sączenia

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
	- Lejek prosty - Zlewka - Sączek - Statyw + łapy metalowe	

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotować zestaw do sączenia.



Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
3. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
4. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997



II. Wagi i ważenie. Roztwory. Emulsje i koloidy.

Zagadnienia:

- Rodzaje wag laboratoryjnych i technika ważenia
- Niepewność pomiarowa. Błąd względny i bezwzględny
- Roztwory właściwe
- Stężenie procentowe i molowe. Przeliczanie stężeń
- Rozcieńczanie i zatężanie roztworów
- Koloidy i emulsje

Ćwiczenie 1

Technika ważenia oraz wyznaczanie błędów pomiarowych

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
	• Moneta 1 lub 2 zł • Waga laboratoryjna	

Wykonanie ćwiczenia:

Monetę zważyć na wadze laboratoryjnej 10-krotnie. Obliczyć średnią masę monety, medianę, błąd względny, błąd bezwzględny, rozrzut, średnie odchylenie pojedynczego wyniku.



Ćwiczenie 2

Sprawdzanie pojemności pipety

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
	- Pipeta jednomiarowa - Naczynko wagowe - Termometr - Kolba stożkowa 200 mL - Waga laboratoryjna	

Wykonanie ćwiczenia:

Wlać wodę destylowaną do kolby stożkowej o pojemności 200 mL i zmierzyć temperaturę wody. Zważyć na wadze laboratoryjnej czyste i suche naczynko wagowe. Za pomocą czystej i suchej pipety odmierzyć wodę destylowaną, następnie przelać ją do zważonego naczynka wagowego. Napełnione naczynko zważyć na wadze laboratoryjnej. Napełnianie i ważenie naczynka powtórzyć trzy razy. Następnie obliczyć średnią arytmetyczną wyników i wyznaczyć masę przeliczyć na objętość wykorzystując gęstość wody w danej temperaturze. Wyliczone objętości porównać z pojemnością nominalną pipety, wyznaczyć błąd względny i bezwzględny kalibrowania.

Ćwiczenie 3

Przygotowanie 0,1 mol/L roztworu kwasu azotowego(V)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
Stęż. HNO_3	- Pipeta wielomiarowa - Kolba miarowa 100 mL	

Uwaga: wszystkie czynności związane ze stężonym HNO_3 wykonać pod dygestorium!

Wykonanie ćwiczenia:

Obliczyć jaką objętość 65% kwasu azotowego(V) o gęstości 1,40 g/mL należy użyć do przygotowania 100 mL roztworu tego kwasu o stężeniu 0,1 mol/L. Tak określoną ilość stężonego HNO_3 odmierzyć za pomocą pipety o odpowiedniej objętości. Następnie odmierzoną objętość kwasu azotowego(V) rozcieńczyć w kolbie miarowej wypełnionej przynajmniej w 1/4 swej objętości wodą destylowaną, a następnie uzupełnić wodą destylowaną do kreski i dokładnie wymieszać.



Ćwiczenie 4

Przygotowanie 0,1 mol/L roztworu wodorotlenku sodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
NaOH	- Szkiełko zegarkowe - Kolba miarowa 100 mL	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Obliczyć jaką ilość wodorotlenku sodu należy rozpuścić w wodzie w celu przygotowania 100 mL roztworu zasady sodowej o stężeniu 0,1 mol/L. Tak określoną ilość odważyć na wadze laboratoryjnej i przenieść do kolby miarowej wypełnionej przynajmniej w 1/4 swej objętości wodą destylowaną, a następnie uzupełnić wodą destylowaną do kreski i dokładnie wymieszać.

Ćwiczenie 5

Rozcieńczanie 1 molowego roztworu kwasu octowego

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
1 mol/L roztwór kwasu octowego	- Pipeta - Kolba miarowa mL - Gruszka	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ Stosuj rękawice ochronne STOSUJ FARTUCH OCHRONNY

Wykonanie ćwiczenia:

Obliczyć jaką ilość 1 molowego roztworu kwasu octowego należy odmierzyć pipetą, aby po rozcieńczeniu otrzymać 100 mL 0,1 molowego roztworu tego kwasu. Tak określoną ilość 1-molowego roztworu kwasu octowego odmierzyć pipetą, a następnie przenieść do kolby miarowej o pojemności 100 mL i uzupełnić roztwór w kolbie wodą destylowaną do kreski, po czym roztwór dokładnie wymieszać.



Ćwiczenie 6

Otrzymywanie emulsji oleju w wodzie

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Olej jadalny 1% roztwór mydła	2 probówki z korkami	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ZAKAZ WYTERANIA OLEJEM, ROZPOSCZALNIKAMI SUBSTANCJA ŻĄDŁOWA (FP)

Wykonanie ćwiczenia:

Do dwóch probówek zawierających 1/3 objętości wody dodać po 8 kropli oleju jadalnego. Do jednej probówki dodać 10 kropli roztworu mydła. Zamknąć wylot probówek korkami, a następnie wielokrotnie silnie wstrząsnąć nimi. W której probówce prędzej się rozwarstwi? W jakim celu dodano mydła?

Ćwiczenie 7

Otrzymywanie koloidów

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1 mol/L H_2SO_4	- Probówka - Zlewka 250 mL	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać 1 mL roztworu tiosiarczanu sodu, a następnie 1 mL 1 molowego kwasu siarkowego(VI). Lekko ogrzać probówkę w zlewce z ciepłą wodą. Jaką barwę ma koloidalna siarka?



Ćwiczenie 8

Otrzymywanie roztworu koloidalnego wodorotlenku żelaza(III) w wyniku hydrolizy jego soli (otrzymywanie koloidów przez kondensację)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L FeCl_3	- Zlewka 50 mL - Zlewka 250 mL - Palnik - Siatka nad palnik - Cylinder miarowy - Pipeta - Trójnóg - Bagietka	

Wykonanie ćwiczenia:

Do zlewki o pojemności 50 mL wlać 20 mL wody destylowanej i podgrzać do wrzenia. Do zagotowanej wody dodawać kroplami ciągle mieszając roztwór 0,1 molowy chlorku żelaza(III) (około 30 kropli). Otrzymany roztwór ponownie ogrzać do wrzenia i gotować około 2 minuty. Zwrócić uwagę na barwę zolu wodorotlenku żelaza(III) Otrzymany zol pozostawić do następnych ćwiczeń.

Ćwiczenie 9

Koagulacja roztworów koloidalnych

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Zol otrzymany w poprzednim ćwiczeniu 0,5 mol/L NaCl 0,5 mol/L Na_2SO_4 - Nas. NaCl	- Probówki - Pipety	



Wykonanie ćwiczenia:

W czterech probówek nalać po 2 mL zolu wodorotlenku żelaza(III) otrzymanego w poprzednim doświadczeniu. Do pierwszej dodać 2 mL 0,5 molowego roztworu chlorku sodu, do drugiej 2 mL 0,5 molowego roztworu siarczanu(VI) sodu, do trzeciej 2 mL nasyconego roztworu chlorku sodu, a czwartą zachować do celów porównawczych. Zwrócić uwagę na wystąpienie zmętnienia. Porównać natężenie zmętnienia w poszczególnych probówkach. Dlaczego w probówkach wystąpiło zróżnicowane zmętnienia i czy ma to związek ze stężeniem jonów w roztworze?

Ćwiczenie 10

Właściwości mechaniczne koloidów i koloidów skoagulowanych

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Roztwór koloidalny $\text{Fe}(\text{OH})_3$ - Skoagulowana zawiesina $\text{Fe}(\text{OH})_3$	- Probówki - Lejek - Bibuła filtracyjna	

Wykonanie ćwiczenia:

Roztwór koloidalny wodorotlenku żelaza(III) (probówka 4 z doświadczenia 9) i skoagulowaną zawiesinę wodorotlenku żelaza(III) (probówka 3 z doświadczenia 9) przesączyć na bibule filtracyjnej z użyciem lejka szklanego. Porównać barwy otrzymanych przesączy. Jakie właściwości filtracyjne ma zol, a jakie skoagulowany osad?



Zadanie 1

Ile gramów stałego NaCl należy rozpuścić w 150 g 12% roztworu aby otrzymać 18% roztwór?

Zadanie 2

Do wykonania doświadczenia student potrzebuje 2-molowy roztwór HNO_3 . W laboratorium ma jednak do dyspozycji tylko 27% roztwór HNO_3 , którego gęstość wynosi 1,16 kg/L. Czy może wykorzystać ten roztwór do swojego doświadczenia?

Zadanie 3

Zmieszano 150 g 12% roztworu kwasu solnego i 40 g 16% tego samego kwasu. Obliczyć stężenie procentowe otrzymanego roztworu.

Zadanie 4

Obliczyć stężenie molowe 20% roztworu HNO_3 o gęstości 1,115 kg/L. Ile milimoli kwasu zawiera 15 mL tego roztworu? Ilu gramom odpowiada ta liczba milimoli?

Zadanie 5

Zmieszano 20 mL 3 molowego roztworu z 25 mL 1,5 molowego roztworu wodorotlenku potasu. Obliczyć stężenie molowe otrzymanego roztworu.

Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
3. Z. Szmał, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
4. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997



III. Metody rozdzielania mieszanin.

Zagadnienia

- Rodzaje i podział mieszanin
- Różnice między związkiem chemicznym a mieszaniną
- Metody rozdzielania mieszanin
 - ✓ Chromatografia
 - ✓ Krystalizacja
 - ✓ Ekstrakcja
 - ✓ Filtracja
 - ✓ Destylacja

Ćwiczenie 1

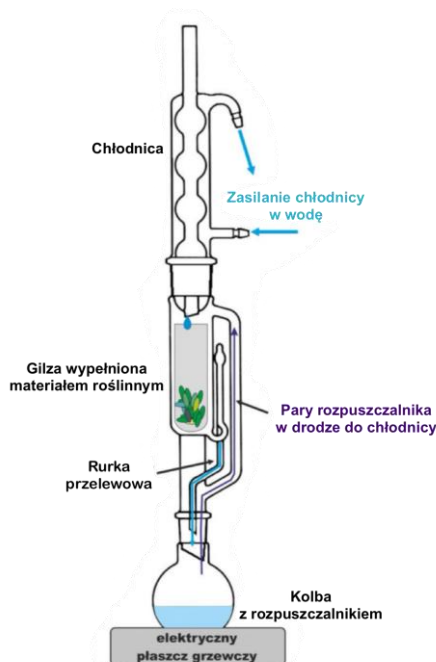
Ekstrakcja ciągła w aparacie Soxhletha

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Świeża trawa • Etanol (lub aceton)	• Kolba okrągłodenna • Aparat Soxhletha • Chłodnica zwrotna • Płaszcz grzejny • Gilza (lub bibułka) • Porcelanka	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ZAKAZ WYLEWANIA OLEJÓW, KWIASÓW I WYCIĄGÓW ZIOŁOWYCH STOP NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY WIECZYSTOŚĆ KONTAKTÓW I PREPARATY CHemiczne



Wykonanie ćwiczenia:

Odważyć 2 g świeżej trawy. Przenieść odważoną próbkę do gilzy, od góry gilzę zamknąć i całość umieścić w nasadce ekstrakcyjnej. Do kolby okrągłodennej wprowadzić kamyki wrzenne i wlać ok. 200 mL etanolu lub acetonu. Kolbę umieścić w płaszczu grzejnym, zamontować na niej aparat Soxhletha i chłodnicę zwrotną (Rys. 1). Włączyć przepływ wody chłodzącej i rozpocząć ogrzewanie. Utrzymywać stan łagodnego wrzenia przez 1 godzinę. Wyłączyć ogrzewanie, zawartość kolby okrągłodennej przenieść na wyparkę rotacyjną i zatężyć mieszaninę chlorofili do objętości 10 mL. Następnie wykonać rozdział za pomocą chromatografii stosując jako eluent heksan i aceton w stosunku 6:1.



Rys. 1. Schemat zestawu do ekstrakcji ciągłej w aparacie Soxhletha.



Ćwiczenie 2

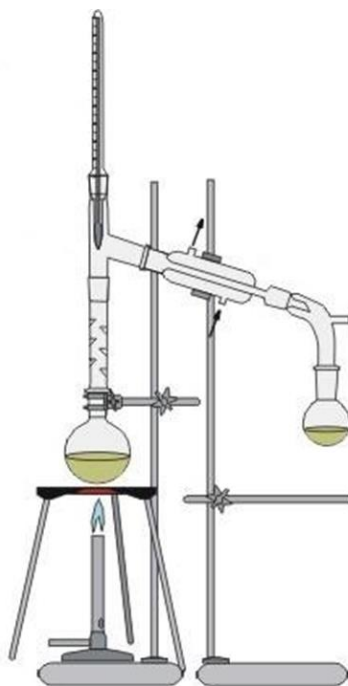
Destylacja prosta

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Woda + etanol - Woda + aceton	- Kolba okrągłodenna - Chłodnica Liebiga - Termometr - Nasadka destylacyjna - Przedłużacz - Odbieralniki - Cylinder miarowy - Płaszcz grzejny - Porcelanka	

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotować mieszaninę wody i acetonu lub wody i etanolu. Przed przystąpieniem do destylacji sprawdzić temperaturę wrzenia składników mieszaniny. Zmontować zestaw do destylacji prostej według schematu (Rys. 2). Mieszaninę wlać do kolby destylacyjnej (powinna być wypełniona co najwyżej do połowy). Aby zapobiec przegrzaniu cieczy, wrzucić do kolby kawałeczki porcelany. Kolbę połączyć z chłodnicą Liebiga, umieścić termometr (jego koniec powinien sięgać na wysokość bocznej rurki nasadki) i odbieralnik destylatu. Przed przystąpieniem do części doświadczalnej zgłosić prowadzącemu gotowość układu destylacyjnego do pracy. Odkręcić dopływ wody do chłodnicy i sprawdzić szybkość przepływu przez chłodnicę. Włączyć ogrzewanie i obserwować zmiany temperatury na termometrze. Proces prowadzić do momentu, gdy temperatura po okresie utrzymywania się na stałym poziomie, ponownie zacznie wzrastać. Destylację przerwać przez wyłączenie ogrzewania. Po około 5 minutach zamknąć dopływ wody do chłodnicy. Otrzymany destylat zlać do cylindra i odczytać jego objętość.





Rys. 2. Schemat aparatury do destylacji prostej.

Ćwiczenie 3

Chromatografia cienkowarstwowa

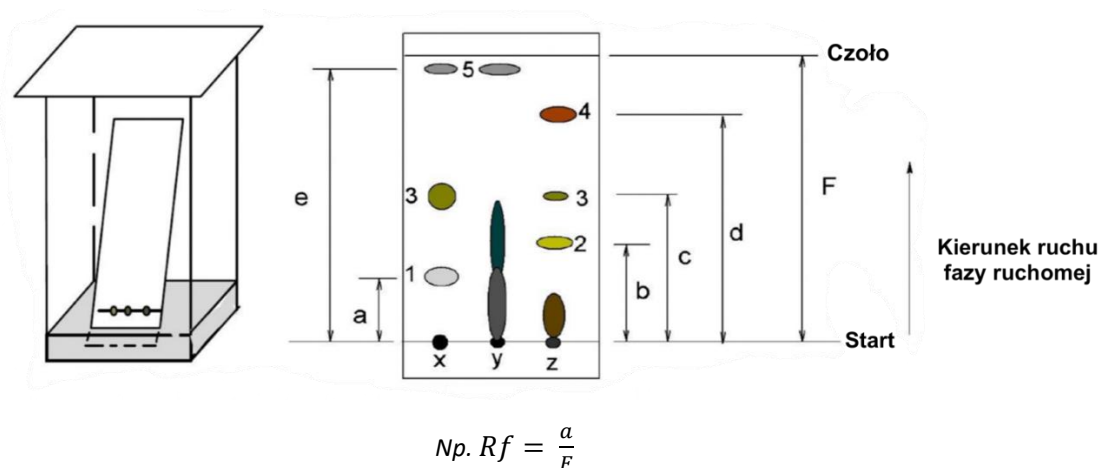
Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Mieszanina porfiryń - Kolorowe mazaki - Etanol	- Komora chromatograficzna - Płytki chromatograficzne - Kapilara - Pęseta - Linijka i ołówek	PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne NIE WYKŁADAJ I NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZŁEWU NIE WYLEWAJ I NIE WYKŁADAJ ODPADÓW DO ZŁEWU NIE WYLEWAJ I NIE WYKŁADAJ ODPADÓW DO ZŁEWU



Wykonanie ćwiczenia:

Do komory chromatograficznej nalać etanolu (faza ruchoma) na wysokość 0,5 cm, następnie komorę szczelnie zamknąć. Na płytce chromatograficznej zaznaczyć linię startu w odległości 2 cm od dolnej krawędzi oraz linię mety w odległości 1 cm od górnej krawędzi. Na linię startu nanieść za pomocą kapilary mieszaninę porfiryń lub atrament z mazaka. Następnie po wysuszeniu umieścić płytkę w komorze chromatograficznej, zanurzając jej krawędź w fazie ruchomej i rozwijać do linii docelowej. Płytkę wyjąć pozostawić do wyschnięcia. Składniki barwne są widoczne w postaci kolorowych plamek (Rys. 3). Obliczyć wartość współczynników retencji tzw. wartość R_f poszczególnych składników mieszaniny.

[R_f = odległość pomiędzy linią startu a środkiem plamki / odległość pomiędzy linią startu a linią czoła].



Rys. 3. Rozdział barwników na płytce chromatograficznej.



Ćwiczenie 4

Krystalizacja PbI_2

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L KI 0,25 mol/L $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 2 mol/L CH_3COOH	- Probówki - Cylinder miarowy - łyżeczka metalowa - Zestaw do sączenia: lejek prosty z sączkiem - Zlewka - Palnik gazowy	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ZAKAZ WYLEWANIA KWAS, NIEPOŻYWKOTWÓRNY ODPORNOŚĆ ZŁAZOZU 10% NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY NIESTABILNE WYSTĘPIENIE PRZEPŁYNY OCHRONNE

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać 10 mL 0,1 mol/L roztworu KI i 1 mL 0,25 mol/L roztworu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Powstały osad przesączyć i rozdzielić na dwie części do probówek. Do pierwszej części osadu dodać 10 mL wody destylowanej i ogrzewać w probówce nad palnikiem gazowym do całkowitego rozpuszczenia. Następnie zawartość probówki oziębować. Do drugiej probówki z osadem dodać 10 mL 2 mol/L CH_3COOH i ogrzać do rozpuszczenia osadu. Probówkę oziębować. Porównać osady otrzymane po obu krystalizacjach z osadem pierwotnym. Zapisać obserwacje i równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.



Ćwiczenie 5

Krystalizacja mocznika

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Mocznik (zanieczyszczony) - Etanol - Węgiel aktywny	- Kolba destylacyjna 50 mL - Chłodnica zwrotna - Cylinder miarowy - Płaszcz grzejny - Zestaw do sączenia: lejek prosty z sączkiem - Zestaw do sączenia pod zmniejszonym ciśnieniem: kolba ssawkowa, lejek Buchnera, sączek	

Wykonanie ćwiczenia:

Naważyć 10g mocznika i około 0,4g węgla aktywnego, następnie umieścić w kolbie okrągłodennej i dodać 10 mL wody destylowanej. Zamontować zestaw do ogrzewania pod chłodnicą zwrotną. Doprowadzić mieszaninę do wrzenia. Przesączyć wrzący roztwór szybko przez lejek z karbowanym sączkiem i pozostawić przesącz do ostygnięcia. Otrzymane kryształy przesączyć na lejku Buchnera pod zmniejszonym ciśnieniem, przemyć etanolem i pozostawić do wysuszenia w temperaturze pokojowej. Preparat należy zważyć i obliczyć wydajność krystalizacji.



Ćwiczenie 6

Ekstrakcja jodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,01 mol/L roztworu I_2 w KI - Tetrachlorek węgla CCl_4	- Cylinder miarowy - Pipeta - Rozdzielacz 50 mL - Zlewki - Lejek szklany	

Uwaga: wszystkie czynności wykonać pod dyktando!

Wykonanie ćwiczenia:

Przed przystąpieniem do ćwiczenia sprawdzić szczelność wybranego rozdzielacza. Przy pomocy cylindra miarowego wlać do rozdzielacza 10 mL wody i dodać pipetą 1 mL 0,01 mol/L roztworu jodu w jodku potasu. Brunatne zabarwienie roztworu pochodzi od jonu I_3^- . Następnie odmierzyć 5 mL CCl_4 i wlać do rozdzielacza. Rozdzielacz zamknąć korkiem i ostrożnie wytrząsać. Począć na rozdzielanie się faz (uchylić na chwilę korek rozdzielacza w celu usunięcia par CCl_4) i ponownie wytrząsać. Jod przechodzi do fazy organicznej, która przyjmuje zabarwienie fioletowe. Umieścić rozdzielacz w statywie i pozostawić do całkowitego rozdzielania się fazy wodnej i organicznej. Następnie fazę organiczną zlać do małej zlewki, a ekstrakcję powtórzyć z taką samą (5 mL) porcją CCl_4 . Po zakończeniu ekstrakcji fazę organiczną i wodną rozdzielić do dwóch różnych zlewek. Przeprowadzić dla porównania ekstrakcję jednokrotną. W tym celu do rozdzielacza należy wlać 10 mL wody, 1 mL jodu w jodku potasu i 10 mL CCl_4 . Należy porównać intensywność zabarwienia fazy organicznej podczas dwukrotnej ekstrakcji. Jak zmienia się stężenie jodu w tych roztworach? Porównać barwę wyjściowego roztworu jodu w jodku potasu z barwą fazy wodnej po dwukrotnej i po jednokrotnej ekstrakcji, które z doświadczeń pozwoliło lepiej wydzielić jod z fazy wodnej? Zapisać obserwacje i wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych doświadczeń.



Ćwiczenie 7

Filtracja (sączenie)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2 mol/L $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$	- Zestaw do sączenia: zlewka, lejek prosty, sączonek, bagietka szklana - Zestaw do sączenia pod zmniejszonym ciśnieniem: kolba ssawkowa, lejek Buchnera, sączonek - Szkiełka zegarkowe - Tryskawka - Statyw metalowy, łapa okrągła	

Wykonanie ćwiczenia:

W dwóch zlewkach przeprowadzić reakcję strącania osadu szczawianu wapnia. W tym celu do każdej wlać po 5 mL roztworu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i 5 mL roztworu $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Powstały w obu zlewkach osad CaC_2O_4 oddzielić od roztworu poprzez sączenie. W tym celu przygotować dwa zestawy do sączenia. Pierwszy osad przesączyć przez lejek prosty umocowany za pomocą kółka w statywie metalowym, pod lejkiem umieścić zlewkę w celu odbierania przesączonego. Rurka lejka powinna dotykać ścianki zlewki, aby spadające krople cieczy nie rozpryskiwały się. Rurka lejka nie powinna dotykać ani zanurzać się w przesączone! Wybrać odpowiedni sączonek do wielkości lejka i umieścić go tak aby szczelnie przylegał do jego ścianek. Sączonek na lejku należy zmoczyć wodą destylowaną z tryskawki. Gdy woda ścieknie, w lejku z dobrze uformowanym i założonym sączonekiem powinien utrzymywać się słupki cieczy (to znacznie przyspiesza proces sączenia). Zawieszony osadu z roztworem macierzystym przelać na sączonek po bagietce, aby ciecz nie rozpryskiwała się. Ścianki zlewki spłukać wodą destylowaną i ponownie wlać na sączonek. Osad zebrany na sączoneku przemyć wodą destylowaną za pomocą tryskawki i przenieść na szkiełko zegarkowe. Po wysuszeniu sączonek z osadem zważyć. Mieszaninę z drugiej zlewki rozdzielić za pomocą sączenia pod zmniejszonym ciśnieniem. Przygotować sączonek i umieścić go na lejku Buchnera, osadzonym w korku gumowym zamykającym szyjkę kolby ssawkowej podłączonej do pompki wodnej. Należy odkręcić wodę w kranie i przelać mieszaninę na sączonek. Po zakończeniu sączenia odłączyć lejek a następnie zakręcić kran odcinając dopływ wody. Sączonek z osadem przenieść na szkiełko zegarkowe, po wysuszeniu zważyć. Porównać obie metody filtracji, zapisać obserwacje i wnioski.



Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
3. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
4. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997
5. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.



IV. Reakcje chemiczne wybranych pierwiastków chemicznych i metody ich otrzymywania.

Zagadnienia

- Właściwości tlenu i wodoru
- Właściwości miedzi i żelaza
- Właściwości jodu
- Reakcje spalania
- Analiza płomieniowa

Ćwiczenie 1

Otrzymywanie H_2 w reakcji cynku z kwasem solnym

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Cynk • 2 mol/L roztwór HCl • Woda • Szampon	• Probówka z korkiem i wężkiem • Krystalizator • Łuczywko • Łapa do probówki	

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wsypać parę granulek cynku. Probówkę szybko zamknąć korkiem z gumowym wężkiem. Wolny koniec wężyka zanurzyć do krystalizatora wypełnionego wodą z dodatkiem szamponu. Odwrócić wężyk otworem do góry. Do tworzących się bąbków zbliżyć zapalone drewniane łuczywko. Zanotować obserwacje dotyczące przebiegu reakcji chemicznej.



Ćwiczenie 2

Otrzymywanie O_2 przez termiczny rozkład chloranu(V) potasu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Krystaliczny $KClO_3$ MnO_2	- Waga laboratoryjna - Moździerz - Probówka z łapą - Palnik gazowy - Łuczywko	

Wykonanie ćwiczenia:

Zmieszać w moździerzu, w stosunku wagowym 7:1 niewielką ilość $KClO_3$ z dodatkiem MnO_2 . Powstałą mieszaninę wsypać do suchej probówki i ogrzewać płomieniem palnika. Przy pomocy żarzącego się łuczywa sprawdzić, wydzielający się tlen. Napisać i zbilansować równanie zachodzącej reakcji chemicznej.

Ćwiczenie 3

Otrzymywanie I_2 z jodku potasu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- KI - Krystaliczny $K_2Cr_2O_7$	- Zlewka - Kolba kulista - Szkiełko zegarkowe - Bagietka szklana - Moździerz - Zestaw do ogrzewania	

Uwaga: Ćwiczenie wykonujemy w rękawicach ochronnych!



Wykonanie ćwiczenia:

Rozetrzeć w moździerzu 5 g KI z 7.5 g $K_2Cr_2O_7$ starannie wymieszać, umieścić w zlewce, przykryć kolbą napełnioną zimną wodą i ogrzewać. Ogrzewanie prowadzić dopóki wydzielają się pary jodu. Gdy pary jodu przestaną się wydzielać, zdjąć ostrożnie kolbę, zlewkę przykryć szkiełkiem zegarkowym i silniej ogrzewać. Jeżeli jod już się nie wydziela, reakcję uważamy za zakończoną. Osadzony na dnie kolby jod ostrożnie zeskrobać na szkiełko zegarkowe, a następnie zważyć i obliczyć wydajność względem KI. Napisać równanie zachodzącej reakcji chemicznej.

Ćwiczenie 4

Otrzymywanie metalicznej miedzi

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- R-r $CuSO_4$ - Gwóźdź żelazny - Aceton	- Probówki - Statyw - Papier ścierny	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ KARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ŻADNE WYŁAMANA KŁAD. NIEPRZECIĄGNIJ WYPOWIEDZ. ZAPACHU WY. NIE WYLEWAJ ODPAŁÓW DO ZLEWU NIEPRZECIĄGNIJ SUBSTANCJE I PREPARATY CHEMICZNE

Wykonanie ćwiczenia:

Gwóźdź żelazny dokładnie oczyścić z rdzy za pomocą papieru ściernego oraz odtłuścić przez zanurzenie w acetonie. Po oczyszczeniu wprowadzić do probówki wypełnionej do połowy rozcieńczonym roztworem siarczanu(VI) miedzi(II). Probówkę umieścić w statywie i obserwować zachodzące zmiany na powierzchni żelaza. Napisać i zbilansować równanie zachodzącej reakcji chemicznej.



Ćwiczenie 5

Barwienie płomienia

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- R-r NaCl - R-r KNO₃ - R-r CuSO₄ - R-r CaCl₂	- Drucik platynowy - Statyw z probówkami - Palnik gazowy	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do czterech probówek wlać kolejno do każdej z osobna roztwory NaCl, KNO₃, CuSO₄ i CaCl₂. Wyżarzony drucik platynowy zanurzyć do roztworu NaCl i wprowadzić do nieświecącej części płomienia palnika. Obserwować barwę płomienia. Powtórzyć wszystkie czynności dla pozostałych roztworów, pamiętając o każdorazowym wyżarzeniu drucika przed zanurzeniem w kolejnych roztworach. Wyniki doświadczeń zestawić w tablicy.

Ćwiczenie 6

Spalanie pierwiastków w tlenie

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Miedź (blaszka) - Magnez (wiórki)	- Szczypce metalowe - Palnik	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ZAKAZ WYPALANIA BLISKI KONTAKTOWANIE SUBSTANCJA TRĄDZĄCA SIĘ NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY WIELEZPOCZYN SUBSTANCJA I PREPARAT ODRĘCZNY



Wykonanie ćwiczenia:

Kawałek blaszki miedzianej oczyścić papierem ściernym i przy użyciu metalowych szczypców wprowadzić do płomienia palnika. Obserwować zachodzące zmiany na powierzchni blaszki. Wiórki magnezowe wprowadzić na łyżce do spalań do płomienia palnika. Napisać równanie reakcji spalania miedzi oraz magnezu w tlenie.

Ćwiczenie 7

Reakcja magnezu z jodem

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Magnez (proszek lub wiórki) - I₂ - Woda destylowana	- Probówka - Zlewka - Palnik gazowy	

Wykonanie ćwiczenia:

Wsypać do suchej probówki parę kryształów I₂ i niewielką ilość magnezu. Probówkę umieścić w wysokiej zlewce, następnie dodać 2-4 krople wody. Obserwować tworzący się na dnie probówki biały osad MgI₂. Co tworzy się w górnej części probówki? Napisać równanie zachodzącej reakcji chemicznej.



Ćwiczenie 8

Badanie właściwości fizycznych miedzi i żelaza

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Miedź (blaszka) - Żelazo (blaszka) - Parafina	- Szczypce metalowe - Palnik gazowy	

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotować blaszki miedzianą i żelazną możliwie tej samej wielkości. Umieścić na blaszkach kawałek parafiny i za pomocą metalowych szczypiec ogrzewać je nad płomieniem palnika. Zwrócić uwagę na czas ogrzewania blaszek, do momentu stopienia parafiny. Zanotować obserwacje i wyciągnąć wnioski.

Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
3. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
4. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997
5. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.



V. Metody otrzymywania kwasów, zasad i soli. Reakcje chemiczne wybranych kwasów, zasad i soli.

Zagadnienia

- Kwasy i metody ich otrzymywania
- Wodorotlenki i metody ich otrzymywania
- Sole i metody ich otrzymywania
- Tlenki zasadowe i kwasowe
- Rozpuszczalność i iloczyn rozpuszczalności

Ćwiczenie 1

Reakcja otrzymywania wodorotlenku sodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Sód metaliczny • Roztwór fenoloftaleiny • Woda destylowana	• Zlewka • Pęseta • Nóż	

Wykonanie ćwiczenia:

Z butelki wyjąć ostrożnie pęsetą kawałek sodu i osuszyć na bibule. Ostrożnie odciąć nożem kawałek metalu wielkości łebka zapalki. Do zlewki wlać około 100 mL wody, dodać 2- 3 krople fenoloftaleiny i wrzucić odcięty kawałek metalu. Jakie efekty towarzyszyły reakcji sodu z wodą? Czy uległa zmianie barwa roztworu? Zapisać obserwacje, wnioski i odpowiednie równanie reakcji.



Ćwiczenie 2

Reakcja otrzymywania wodorotlenku chromu(III). Badanie amfoterycznych właściwości $\text{Cr}(\text{OH})_3$

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Krystaliczny $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,1 mol/L NaOH 1 mol/L NaOH 2 mol/L HCl 3% roz. H_2O_2 - Woda destylowana	- Probówki z łapkami - Statyw - Pipeta z gruszką - Palnik gazowy - Cylinder miarowy	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne STOP NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Wykonanie ćwiczenia:

Niewielką ilość kryształków soli $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ rozpuścić w około 4 mL wody destylowanej, następnie dodawać kroplami 0.1 M roztwór NaOH do momentu powstania galaretowatego osadu $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Zawartość probówki podzielić na trzy części i przenieść do przygotowanych wcześniej probówek. Do jednej dodać około 3 mL 1 M roztworu NaOH i delikatnie podgrzać w płomieniu palnika. Do drugiej dodać około 3 mL 2 M roztworu HCl do trzeciej około 3 mL wody destylowanej. Zanotować obserwacje dotyczące zachowania się osadu $\text{Cr}(\text{OH})_3$ wobec dodanych odczynników chemicznych. Wyciągnąć wnioski dotyczące przebiegu reakcji. Napisać i zbilansować równania reakcji oraz nazwać produkty reakcji.



Ćwiczenie 3

Reakcja otrzymywania kwasu borowego(III)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ (boraks) • 8 mol/L HCl • Woda destylowana	• Zlewki • Cylinder miarowy • Zestaw do sączenia pod zmniejszonym ciśnieniem • Lejek z płytką z porowatego szkła • Zestaw do ogrzewania • Bagietka szklana • Waga analityczna (szpatułka)	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do zlewki z 25 mL wrzącej wody destylowanej wsypać około 10 g boraksu i rozpuścić. Powoli dodać 15 mL 8 M kwasu solnego. Otrzymany roztwór ochłodzić wstawiając do naczynia z zimną wodą. Wydzielone kryształy odsączyć na lejku z płytką szklaną pod zmniejszonym ciśnieniem

i przepłukać za pomocą tryskawki niewielką ilością wody destylowanej. Otrzymane kryształy przełożyć na szkiełko zegarkowe lub do krystalizatora i wysuszyć na powietrzu. Napisać równanie reakcji otrzymywania kwasu borowego(III). Suchy preparat zważyć i obliczyć wydajność.



Ćwiczenie 4

Reakcja otrzymywania soli srebra

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L KCl 0,1 mol/L KBr 0,1 mol/L KJ 0,1 mol/L AgNO₃ 1 mol/L NH₃·H₂O 1 mol/L HNO₃	- Probówki - Statyw - Zestaw do sączenia - Bagietka szklana - Tryskawka	

Uwaga: Ćwiczenie wykonujemy w rękawicach ochronnych!

Wykonanie ćwiczenia:

Do dwóch probówek nalać po około 0.5 mL roztworu chlorku potasu, do dwóch następnych probówek kolejno bromku i jodku potasu. Następnie do każdej probówki dodać 0.5 mL roztworu AgNO₃. Zanotować barwy strąconych osadów. Napisać równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej zaznaczając powstające osady. Do jednej z probówek, w której strącił się AgCl dodać kroplami zasadę amonową, a następnie do powstałego roztworu dodać kroplami roztwór HNO₃. Obserwować zachodzące zmiany i napisać równania reakcji. Osad AgCl powstały w drugiej probówce odsączyć, następnie przemyć go niewielką ilością destylowanej wody. Przesącz usunąć. Sączek z przemytym osadem AgCl rozłożyć, eksponując go przez około 1 godzinę na działanie światła. Jaka zachodzi przemiana?



Ćwiczenie 5

Reakcje tlenków z wodą

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- CaO, proszek - FeO - ZnO, proszek - CrO₃ - Woda destylowana 1 mol/L HCl - Fenoloftaleina - Oranż metylowy	- Probówki - Statyw - Szpatułka - Cylinder miarowy	

Wykonanie ćwiczenia:

Do czterech probówek nalać po 4 mL wody destylowanej i dodać po kilka kropel wskaźnika (fenoloftaleina i oranż metylowy). Kolejno wsypać do probówek małe ilości: CaO, FeO(II), ZnO i CrO₃(VI). Obserwować zachodzące reakcje, napisać równania reakcji i spostrzeżenia.

Ćwiczenie 6

Reakcje zasad z metalami

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Cynk (granulki) - Magnez (blaszka lub wiórki) 6 mol/L NaOH	- Probówki - Statyw - Pipeta - Gruszka	



Wykonanie ćwiczenia:

Ostrożnie nalać do dwóch probówek po 1 mL 6 M roztworu NaOH. Do jednej wprowadzić kawałek cynku a do drugiej kawałek magnezu. Zanotować spostrzeżenia, napisać i zbilansować równania reakcji.

Ćwiczenie 7

Reakcje kwasów z metalami

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Żelazo (wiórki) - Miedź (płytki) - Stężony H_2SO_4 - Rozcieńczony H_2SO_4	- Probówki z łapkami - Statyw - Pipeta - Zlewka	

Uwaga! Doświadczenia z stężonym kwasem siarkowym wykonujemy w rękawicach ochronnych pod wyciągiem

Wykonanie ćwiczenia:

Do zlewki zawierającej około 5 mL wody wlać 1 mL stężonego kwasu siarkowego(VI) (**należy zachować kolejność czynności!**). Tak przygotowany rozcieńczony H_2SO_4 przelać do dwóch probówek, do których należy wrzucić małe kawałki miedzi i żelaza. Do dwóch następnych probówek wlać ostrożnie 1 mL stężonego kwasu siarkowego(VI) i wrzucić kolejno małe kawałki miedzi i żelaza. Czy wynik doświadczenia we wszystkich probówkach jest jednakowy? Zanotować spostrzeżenia i wyciągnąć wnioski wynikające z przebiegu reakcji. Ułożyć równania chemiczne obserwowanych reakcji.



Ćwiczenie 8

Reakcje tlenków z kwasami i zasadami

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Tlenek miedzi(II), proszek - Rozcieńczony H_2SO_4 - Nasycony roztwór $\text{Ca}(\text{OH})_2$	- Probówki - Łapy do probówek - Statyw - Pipeta - Palnik gazowy - Waga laboratoryjna	

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotować dwie probówki do jednej wlać około 1 mL rozcieńczonego H_2SO_4 a następnie wsypać około 50 mg CuO i ostrożnie ogrzać. Do drugiej probówki wlać klarowny nasycony roztwór wody wapiennej i wprowadzić koniec pipety przez którą w ciągu około 5 minut należy wdmuchać ustami powietrze z płuc. Po upływie tego czasu zawartość probówki należy ogrzać. Jakie kolejne zmiany obserwujesz podczas przeprowadzania doświadczenia? Ułożyć równania chemiczne obserwowanych reakcji.

Ćwiczenie 9

Reakcje wybranych soli z kwasami

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Kryształy Na_2CO_3 - Kryształy Na_2SO_4 - Kryształy NaCl - Kryształy CH_3COONa - Stężony HCl - Stężony H_2SO_4 - Stężony H_2CO_3 - Stężony CH_3COOH	- Probówki - Statyw - Pipeta - Szpatułka	



Wykonanie ćwiczenia:

Do pięciu probówek wsypać szczyptę stałych soli sodu:

- do pierwszej kryształy Na_2SO_4 i dodać 3 krople stężonego roztworu CH_3COOH
- do drugiej kryształy CH_3COONa i dodać 3 krople stężonego roztworu H_2SO_4
- do trzeciej kryształy Na_2SO_4 oraz dodać 3 krople stężonego roztworu HCl
- do czwartej kryształy Na_2CO_3 i dodać 3 krople stężonego roztworu H_2SO_4
- do piątej kryształy NaCl i dodać 3 krople stężonego roztworu H_2SO_4

W oparciu o lotność użytych w reakcjach kwasów napisać równania tych reakcji, które zachodzą.

Ćwiczenie 10

Reakcje kwasów z zasadami. Reakcja zobojętniania

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L NaOH 0,1 mol/L HCl 0,1 mol/L H_2SO_4 - Woda destylowana - Fenoloftaleina	- Pipeta - Biureta - Kolba stożkowa	 PRZECZYTAJ INstrukcje STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do kolby stożkowej odmierzyć za pomocą pipety 10 mL NaOH, następnie rozcieńczyć wodą do objętości 30 mL, dodać 2- 3 krople fenoloftaleiny. Biuretę napełnić do kreski „0” roztworem HCl. Kolbę ustawić pod wylotem biurety i ostrożnie małymi kroplami cały czas mieszając spuszczać z biurety kwas solny do pierwszej zauważalnej zmiany zabarwienia wskaźnika. Zapisać dokładnie objętość zużytego kwasu. Ćwiczenie wykonać po raz drugi używając do zobojętnienia zasady roztwór H_2SO_4 . Wyciągnąć wnioski wynikające z przebiegu reakcji z kwasem solnym a kwasem siarkowym(VI).



Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
3. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
4. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997
5. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.



VI. Typy reakcji chemicznych – cykl reakcji z miedzią.

Zagadnienia

- Typy reakcji chemicznych:
 - ✓ reakcja syntezy
 - ✓ reakcja analizy
 - ✓ reakcja wymiany pojedynczej
 - ✓ reakcja wymiany podwójnej
- Efekt energetyczny reakcji:
 - ✓ reakcja egzoenergetyczna
 - ✓ reakcja endoenergetyczna

Ćwiczenie 1

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Drut miedziany • Stężony HNO_3	• Zlewka • Waga laboratoryjna • Pipeta	

Uwaga! Ćwiczenie należy wykonywać pod dyktando.

Wykonanie ćwiczenia:

Na wadze laboratoryjnej odważyć około 1 g drutu miedzianego (dokładną wagę zanotuj). Następnie wrzucić go do zlewki o pojemności 250 mL i dodać 6 mL stężonego kwasu azotowego(V). Po zakończeniu reakcji rozpuszczania miedzi doleć do zlewki 125 mL wody destylowanej. Zanotuj obserwacje i zapisz równanie zachodzącej reakcji. Roztwór pozostaw do kolejnego ćwiczenia



Ćwiczenie 2

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Roztwór z poprzedniego ćwiczenia 3 mol/L NaOH	Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do zlewki z roztworem z poprzedniego ćwiczenia wlej 30 mL 3-molowego roztworu NaOH. Zanotuj obserwację oraz równanie reakcji. Otrzymany produkt pozostaw do kolejnego ćwiczenia.

Ćwiczenie 3

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
Roztwór z poprzedniego ćwiczenia	- Palnik - Trójnóg - Siatka porcelanowa na palnik - Kamyczki wrzenne	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Wykonanie ćwiczenia:

Do zlewki z poprzedniego ćwiczenia wrzuć kamyczki wrzenne, ustaw zlewkę na siatce na trójnogu, nad palnikiem. Ogrzewać. Zanotować obserwacje i wyciągnąć wnioski dotyczące przebiegu reakcji. Napisać i zbilansować równanie reakcji. Preparat zachować do kolejnego ćwiczenia.



Ćwiczenie 4

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Roztwór z poprzedniego ćwiczenia 6 mol/L H_2SO_4	- Palnik - Trójnóg - Siatka porcelanowa - Zlewki	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Przed rozpoczęciem ćwiczenia poczekaj aż osad osiadzie na dnie zlewki, zdekantuj ciecz nad osadu. Dolej do zlewki 200 mL prawie wrzącej wody destylowanej, zamieszaj, zaczekaj aż osad ponownie osiadzie na dnie zlewki i znowu zdekantuj ciecz nad osadu. Dodaj do zlewki 15 mL 6-molowego roztworu kwasu siarkowego(VI). Zanotuj obserwacje i napisz równanie reakcji. Preparat zachować do kolejnego ćwiczenia.

Ćwiczenie 5

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Roztwór z poprzedniego ćwiczenia - Cynk (pył) - Kwas solny	- Bagietka - Zlewka - Cylinder miarowy - Tryskawka - Palnik - Trójnóg - Siatka porcelanowa na palnik - Parownica	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Uwaga! Ćwiczenie należy wykonywać pod dygestorium.

Wykonanie ćwiczenia:

Na wadze analitycznej (lub laboratoryjnej) odważyć 2g pyłu cynkowego. Do zlewki z poprzedniego ćwiczenia dodaj pod dygestorium 2g odważonego wcześniej pyłu cynkowego, aby wytrącić metaliczną miedź. Mieszaj zawartość zlewki dopóki roztwór nie stanie się bezbarwny. Gdy wydzielanie się gazowego wodoru stanie się bardzo wolne, zdekantuj ciecz nad metalicznej miedzi. Dodaj, pod wyciągiem, 5 mL wody destylowanej, a następnie 10 mL stężonego kwasu solnego, aby doprowadzić do rozpuszczenia nadmiaru cynku. Gdy



wydzielanie się gazowego wodoru stanie się bardzo wolne, ogrzej zlewkę, ale nie do wrzenia. Gdy wydzielanie wodoru całkowicie ustanie, zdekantuj ciecz znad miedzi, a miedź przenieś do parownicy i zachowaj do następnego ćwiczenia. Zaobserwować zachodzące zmiany i opisać je odpowiednimi równaniami reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.

Ćwiczenie 6

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Miedź z poprzedniego ćwiczenia - Metanol - Aceton	- Palnik - Trójnóg - Siatka porcelanowa na palnik - Pipeta - Szczypce - Szkiełko zegarkowe	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne STOP NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Wykonanie ćwiczenia:

Przemyj produkt (miedź z poprzedniego ćwiczenia) 5 mL wody destylowanej, zdekantuj wodę znad metalu. Powtórz operację przemywania miedzi wodą destylowaną, a następnie przemyj ją 5 mL metanolu (z dala od ognia), zdekantuj metanol. Przemyj miedź 5 mL acetonu i zdekantuj aceton. Umieść parownicę z miedzią na łaźni wodnej na co najmniej 5 minut, aby wysuszyć produkt. Przenieś produkt za pomocą szczypiec na szkiełko zegarkowe i zważ na wadze analitycznej (lub laboratoryjnej). Oblicz procentową stratę miedzi.

Ćwiczenie 7

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
Blaszka miedziana	- Szczypce - Palnik - Papier ścierny	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY



Wykonanie ćwiczenia:

Oczyszczyć kawałek blaszki miedzianej papierem ściernym. Zanotować kolor, połysk i giętkość metalu. Używając metalowych szczypców kawałek blaszki miedzianej wprowadzić do płomienia palnika na 1-2 minut. Po ochłodzeniu zeskrobać czarną warstwę (nalot) z powierzchni metalu. Porównać właściwości czarnej warstwy z właściwościami metalu. Ogrzać metal ponownie. Jaki jest rezultat tego ogrzewania? Wytłumaczyć zachodzące zjawiska.

Ćwiczenie 8

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Siarczan(VI) miedzi(II) rozcieńczony • 10% roztwór NaOH • Formalina • Glukoza (roztwór wodny) • Sacharoza (roztwór wodny) • Kleik skrobiowy	• Probówki • Zlewki • Łapa drewniana • Palnik gazowy	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne STOP NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki zawierającej ok. 5 mL rozcieńczonego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) dodać 1 mL 10% zasady sodowej NaOH. Do przygotowanego odczynnika Trommera dodać 1 mL formaliny. Wciąż ruszając, ogrzewać probówkę nad płomieniem palnika. Obserwować zmianę zabarwienia. Czynności powtórzyć dla roztworu sacharozy, glukozy oraz kleiku skrobiowego. Zanotować zachodzące reakcje lub ich brak.



Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
3. Z. Szmaj, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
4. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997
5. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.



VII. Reakcje utlenienia i redukcji.

Zagadnienia

- Szereg napięciowy metali
- Przewidywanie przebiegu reakcji w oparciu o szereg napięciowy
- Stopnie utlenienia
- Utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja
- Reakcje półkowe. Bilans równań reakcji redoks

Ćwiczenie 1

Badanie wypierania wodoru z wody za pomocą metali

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Wiórki magnezowe • Kawałek glinu • Woda destylowana • Fenoloftaleina	• Probówki • Statyw • Cylinder miarowy • Łaźnia wodna	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE  STOSUJ OKULARY OCHRONNE  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY  Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotuj dwie probówki. Do pierwszej probówki wrzucić kilka wiórków magnezu, a do drugiej kawałek glinu. Do obu probówek wlać po ok. 5 mL wody destylowanej. Zawartość każdej z probówek lekko ogrzać na łaźni wodnej i do każdej probówki dodać 2 krople fenoloftaleiny. Zapisz równania reakcji lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi.



Ćwiczenie 2

Badanie wypierania wodoru z kwasów nieutleniających za pomocą metali

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Magnez • Cynk • Miedź • 1 mol/L HCl	• Probówki • Statyw na probówki • Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotuj trzy probówki. Do pierwszej probówki wrzucić kawałek magnezu, do drugiej kawałek glinu, a do trzeciej kawałek blaszki miedzianej. Do każdej z probówek wlać około 4 mL 1M kwasu solnego. Czy w każdej probówce obserwujesz zmiany? Zapisz obserwacje i równania reakcji lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi.

Ćwiczenie 3

Roztwarczanie miedzi w kwasach utleniających

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Drut miedziany • 1 mol/L HNO_3 • Stężony HNO_3 • 1 mol/L H_2SO_4 • Stęż. H_2SO_4	• Probówki • Statyw • Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotuj cztery probówki i umieść w nich po kawałku drutu miedzianego. Wlać kolejno do probówek po około 4 mL rozcieńczonego kwasu azotowego(V), stężonego kwasu azotowego(V), rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) oraz stężonego kwasu siarkowego(VI). Czy w każdej probówce obserwujesz zmiany? Zapisz obserwacje, równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi.



Ćwiczenie 4

Porównanie właściwości utleniająco-redukujących układów M^{n+}/M

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,3 mol/L $ZnSO_4$ 0,3 mol/L $FeSO_4$ 0,3 mol/L $CuSO_4$ 0,3 mol/L $Pb(NO_3)_2$ 0,3 mol/L $AgNO_3$ - Cynk - Miedź - Żelazo	- Probówki - Statyw - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotuj pięć probówek i umieść w nich niewielkie kawałki cynku. Wlej kolejno do probówek po około 4 mL roztworu 0,3 mol/L $ZnSO_4$, 0,3 mol/L $FeSO_4$, 0,3 mol/L $CuSO_4$, 0,3 mol/L $Pb(NO_3)_2$ oraz 0,3 mol/L $AgNO_3$. Po około 10 minutach odlać roztwory znad kawałków metalu, blaszki wyrzucić na bibułę filtracyjną, osuszyć i sprawdzić zmiany w wyglądzie. Przy użyciu tych samych roztworów przeprowadzić analogiczne reakcje z miedzią oraz żelazem. Obserwacje zanotować w tabeli podanej poniżej i uzasadnić odpowiedź na podstawie wartości standardowych potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych.

Metal	Roztwór	Obserwacje	Reakcja



Ćwiczenie 5

Utlenianie Cr(III) w środowisku alkalicznym

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,2 mol/L $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,2 mol/L NaOH H_2O_2 (30%) 1 mol/L H_2SO_4	- Probówki - Statyw - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać około 4 mL roztworu siarczanu(VI) chromu(III) i dodawać kroplami roztwór wodorotlenku sodu do pojawienia się osadu, po zaobserwowaniu osadu rozpuścić go w nadmiarze odczynnika (NaOH). Następnie dodać około 2 mL perhydrolu i ogrzewać na łaźni wodnej do trwałej zmiany zabarwienia. Zapisać równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.

Ćwiczenie 6

Badanie utleniających właściwości związków chromu(VI)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
1 mol/L $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - Stęż. H_2SO_4 1 mol/L Na_2SO_3	- Probówki - Statyw - Pipeta - Łapa do probówek	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać około 4 mL roztworu dichromianu(VI) potasu i dodać 8-10 kropli stężonego kwasu siarkowego(VI). Następnie kroplami dodawać roztwór siarczanu(IV) sodu aż do zmiany zabarwienia. Zapisać równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.



Ćwiczenie 7

Reakcje redoks w grupie chlorowców

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Woda bromowa - Roztwór jodu w KI - Chloroform (CHCl_3) 0,1 mol/L KCl 0.1 mol/L KBr	- Probówki - Statyw - Pipeta - Łapa do probówek	

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotować cztery probówki i ponumerować je. Do probówek nr 1 i 3 wlać około 5 mL roztworu chlorku potasu, a do probówek nr 2 i 4 – około 5 mL roztworu bromku potasu. Następnie do probówek nr 1 i 3 dodać około 1 mL wody bromowej i 3 mL chloroformu. Natomiast do probówek nr 2 i 4 dodać około 1 mL roztworu jodu w jodku potasu i 3 mL chloroformu. Obserwować zachodzące zmiany i zapisać równania reakcji chemicznych lub zaznaczyć, że reakcje nie zachodzą. Uzasadnić odpowiedź na podstawie wartości standardowych potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych.

Ćwiczenie 8

Utleniające właściwości manganianu(VII) potasu. Wpływ odczynu środowiska na przebieg reakcji utlenienia-redukcji

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L KMnO_4 1 mol/L Na_2SO_3 - Stęż. H_2SO_4 1 mol/L KOH	- Probówki - Statyw - Pipeta - Łapa do probówek	



Wykonanie ćwiczenia:

Do trzech probówek wlać po około 3 mL roztworu siarczanu(IV) sodu. W pierwszej probówce roztwór zakwasić 10 kroplami stężonego kwasu siarkowego(VI), w drugiej - zalkalizować 10 kroplami roztworu wodorotlenku potasu, do trzeciej zaś dodać taką samą objętość wody destylowanej. Następnie do każdej z probówek wprowadzić (uważnie obserwując) po 3 mL roztworu manganianu(VII) potasu. Zanotować obserwacje i napisać równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.

Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. L. Pajdowski, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 1999.
3. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus, Chemia nieorganiczna. Podstawy, PWN, Warszawa 2002.
4. A Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa 20023.
5. D. Bodzek, Skrypt do ćwiczeń z chemii ogólnej i organicznej, ŚIAM Katowice 1998
6. Z. Szmał, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
7. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997
8. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.



VIII. Kinetyka i statyka reakcji chemicznych.

Zagadnienia

- Czynniki wpływające na szybkość reakcji
- Rzędowość i cząsteczkowość reakcji
- Stała szybkości reakcji
- Teoria zderzeń
- Teoria stanu przejściowego
- Reakcje odwracalne i nieodwracalne
- Prawo działania mas
- Reguła przekory
- Wpływ ciśnienia i temperatury na położenie równowagi reakcji odwracalnej
- Obliczenia dotyczące stałej równowagi chemicznej
- Wykorzystanie wartości stałej równowagi chemicznej dla przewidywania kierunku biegu reakcji
- Wpływ katalizatora na wartość stałej równowagi
- Kataliza i jej rodzaje
- Cechy charakterystyczne i mechanizm działania katalizatorów.

Ćwiczenie 1

Zależność szybkości reakcji chemicznych od stężenia reagujących substancji

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 0,02 mol/L KIO_3 • 0,5 mol/L H_2SO_4 • 0,01 mol/L Na_2SO_3 • Skrobia	• Zlewki • Pipety • Cylinder miarowy • Stoper	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ  STOSUJ OKULARY OCHRONNE  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY  Stosuj rękawice ochronne



Wykonania ćwiczenia:

W zlewkach o pojemności 100 mL przygotować roztwory zawierające jodan(V) potasu, roztwór kwasu siarkowego (VI) i skrobię w ilościach podanych w tabeli. Cylindrem miarowym odmierzyć 5 mL siarczanu(IV) sodu, wlać do mieszaniny w zlewce, szybko wymieszać i odmierzać czas do momentu pojawienia się granatowego zabarwienia. Czynności wykonać dla wszystkich podanych roztworów zawierających różne stężenia jodanu(V) potasu.

L.p.	Zawartość zlewki				0,01 mol/L Na ₂ SO ₃ [mL]	C _{KIO₃} [mol/L]	Czas [s]
	0,02 mol/L KIO ₃ [mL]	0,5 mol/L H ₂ SO ₄ [mL]	H ₂ O destylowana [mL]	Skrobia [mL]			
1	10	1	35	0.5	5		
2	15	1	30	0.5	5		
3	20	1	25	0.5	5		
4	25	1	20	0.5	5		
5	30	1	15	0.5	5		

Uzupełnić tabelę. Sporządzić wykresy $\log(c)=f(t)$ i $1/c=f(t)$ i na tej podstawie określić ogólny rząd reakcji. Wyznaczyć metodą graficzną stałą szybkości reakcji.



Ćwiczenie 2

Wpływ temperatury na szybkość reakcji chemicznych

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Krystaliczny NH_4Cl - Krystaliczny NaNO_2	- Zlewki - Cylinder miarowy - Waga laboratoryjna - Probówka z korkiem - Łaźnia wodna - Termometr	

Wykonanie ćwiczenia:

Odważyć na wadze laboratoryjnej 3g chlorku amonu. Przesypać do małej zlewki i rozpuścić w 10 mL ciepłej wody. Analogicznie przygotować roztwór zawierający 4g NaNO_2 . Odmierzyć po 3 mL obu roztworów i wlać je do probówki z korkiem. Lekko wstrząsnąć zawartością i pozostawić otwierając korek. Powtórzyć doświadczenie zlewając takie same objętości substratów, ogrzane uprzednio do temperatury 70°C . Zaobserwować zmianę w intensywności wydzielania gazowego produktu reakcji, wywołaną podwyższeniem temperatury reakcji. Napisać równanie reakcji.

Ćwiczenie 3

Wpływ temperatury na stan równowagi reakcji chemicznej

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
1 mol/L CoCl_2 w 3 mol/L NaCl	- Probówki - Palnik - Pipeta - Łapa drewniana	

Wykonanie ćwiczenia:

Do dwóch probówek wlać po 1 mL 1 molowego roztworu CoCl_2 w 3 mol/L NaCl . Jedną probówkę pozostawić jako porównawczą, a drugą ogrzać w płomieniu palnika do zmiany barwy. Następnie probówkę tę ochłodzić i porównać zabarwienie ochłodzonego roztworu z barwą nie ogrzewanego.



Ćwiczenie 4

Wpływ środowiska na stan równowagi reakcji

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,5 mol/L $K_2Cr_2O_7$ 0,5 mol/L K_2CrO_4 1 mol/L H_2SO_4 1 mol/L NaOH	- Probówki - Pipety	

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotuj cztery probówki. Do dwóch probówek wlać około 1 mL 0,5 molowego roztworu chromianu(VI) potasu. Do jednej z nich dodać kilka kropli 1 molowego roztworu H_2SO_4 , a następnie do tej samej probówki dodać kroplami roztwór 1 molowego NaOH. Do drugiej dodać kroplami roztwór 1 molowego NaOH. Do pozostałych dwóch probówek wlać około 1 mL 0,5 molowego roztworu dichromianu(VI) potasu. Do jednej z nich dodać kroplami roztwór 1 molowego NaOH, a następnie do tej samej probówki dodać kroplami 1 molowy roztwór H_2SO_4 . Do drugiej dodać kroplami 1 molowy roztwór H_2SO_4 . We wszystkich przypadkach obserwuj zmiany zabarwienia. Napisać obserwacje, wnioski i równania reakcji chemicznych.

Ćwiczenie 5

Wpływ wydzielania się produktów trudno rozpuszczalnych, łatwo lotnych, słabo dysocjowanych na równowagę reakcji chemicznych

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
1 mol/L $CrCl_3$ 2 mol/L $NH_3 \cdot H_2O$ 2 mol/L HCl 0,1 mol/L CH_3COONa 0,1 mol/L HCl Na_2CO_3 krystaliczny - Błękit bromotymolowy	- Probówki - Pipety - Cylinder miarowy	



Wykonywanie ćwiczenia:

1. Otrzymywanie produktu trudno rozpuszczalnego.
Do probówki wprowadzić 2 mL 1 molowego roztworu CrCl_3 , a następnie dodać 3 mL 2 molowego roztworu amoniaku – do wytrącenia osadu wodorotlenku chromu(III).
2. Otrzymywanie produktu łatwo lotnego.
Do probówki wsypać szczyptę Na_2CO_3 i dodać kilka mL wody w celu rozpuszczenia soli. Do otrzymanego roztworu dodać kroplami 2 molowy roztwór HCl . Zwrócić uwagę na intensywność wydzielania się gazu.
3. Otrzymywanie produktu słabo zdysocjowanego.
Do probówki wprowadzić 2 mL 0,1 molowego roztworu octanu sodu i 2 krople błękitu bromotymolowego. Następnie dodawać po kropli 0,1 molowy roztwór kwasu solnego. Obserwować zmianę zabarwienia roztworu.

Ćwiczenie 6

Wpływ obecności katalizatora na szybkość reakcji chemicznych

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• H_2O_2 (30%, perhydrol) • MnO_2 (braunsztyn) • Węgiel aktywny	• Probówki • Palnik • Łyzeczka • Łuczywko	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY

Wykonanie ćwiczenia:

Do trzech probówek wlać ostrożnie perhydrol do 1/3 wysokości. Do pierwszej z probówek wrzucić grudkę braunsztynu, do drugiej trochę węgla aktywnego, a trzecią pozostawić jako porównawczą. Sprawdzić żarzącym się łuczywkiem intensywność wydzielania się gazu.



Ćwiczenie 7

Wpływ inhibitora na szybkość reakcji

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L MnSO_4 0,1 mol/L KMnO_4 - nasycony roztwór kwasu szczawiowego 1 mol/L roztwór H_2SO_4	- Probówki - Statyw - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do dwóch probówek wprowadzić po 0,5 mL 0,1M roztworu KMnO_4 , 1M roztworu H_2SO_4 i nasyconego roztworu kwasu szczawiowego. Do jednej z probówek dodać 0,5 mL 0,1M roztworu MnSO_4 . Porównać szybkość przebiegu reakcji w obu probówkach. Podać równanie reakcji kwasu szczawiowego z manganianem(VII) potasu. Wyjaśnić, dlaczego w probówce nie zawierającej MnSO_4 szybkość reakcji wzrasta.

Ćwiczenie 8

Autokataliza

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Winian sodowo-potasowy $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ krystaliczny 6% H_2O_2 CoCl_2 krystaliczny	- Zlewki - Cylinder miarowy - Palnik - Siatka porcelanowa - Trójnóg - Termometr - Bagietka - Waga laboratoryjna	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne STOP NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY



Wykonanie ćwiczenia:

Odważyć na wadze laboratoryjnej 0,1g chlorku kobaltu i przesypać do małej zlewki, a następnie rozpuścić go w 2,5 mL wody destylowanej. Pozostawić tak przygotowany roztwór do dalszej części ćwiczenia. Odważyć na wadze analitycznej 2,5g winianu sodowo-potasowego, przesypać go do zlewki o pojemności 250 mL i rozpuścić w 30 mL wody destylowanej. Następnie do zlewki dodać 10 mL 6% roztworu H_2O_2 . Zlewkę postawić na siatce nad płomieniem palnika i ogrzać do temperatury 70°C . Zdjąć zlewkę z trójnogu i dodać do niej wcześniej przygotowany roztwór chlorku kobaltu. Zapisać obserwacje oraz równanie reakcji.

Ćwiczenie 9

Zatruwanie katalizatora

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 3% roztwór H_2O_2 • 0,5 mol/L HgCl_2 • drożdże	• Probówki • Statyw • Pipeta • Waga laboratoryjna • Bagietka	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ  STOSUJ OKULARY OCHRONNE  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY  Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Na wadze laboratoryjnej odważyć 0,5g drożdży. Przełożyć je do małej zlewki, dodać do niej 10 mL wody destylowanej, wymieszać bagietką do utworzenia się zawiesiny. Pozostawić do dalszej części ćwiczeń. Przygotować trzy probówki i ponumerować je. Do każdej z nich odmierzyć po 1 mL 3% roztworu H_2O_2 . Do pierwszej probówki wlać około 0,5 mL zawiesiny drożdży, do drugiej dodajemy mieszaninę składającą się z 0,5 mL zawiesiny drożdży i kilku kropel 0,5 molowego roztworu HgCl_2 (mieszaninę przygotowujemy krótko przed jej użyciem). Roztwór w trzeciej probówce służy do porównania. Mieszaninę zawartość probówek i mierzymy szybkość rozkładu H_2O_2 .



Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. Atkins P.W., Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2001
3. Atkins P.W., Podstawy chemii fizycznej, PWN, Warszawa 1999
4. Whittaker A. G., Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2003
5. R. Lewandowski, Pracownia preparatyki nieorganicznej, WSiP Warszawa 1997
6. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996



IX. Analiza jakościowa biopierwiastków.

Zagadnienia

- Biopierwiastki: mikro i makroelementy
- Reakcje charakterystyczne biopierwiastków

Ćwiczenie 1

Reakcje charakterystyczne miedzi(II)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 2 mol/L CuSO_4 • 0,5 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ • 0,5 mol/L NaOH • 0,5 mol/L KI • 0,5 mol/L Na_2HPO_4 • 0,5 mol/L $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	• Siatka porcelanowa • Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE  STOSUJ OKULARY OCHRONNE  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY  Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do pięciu wgłębień na płytce porcelanowej nalać po 5 kropli 2 molowego roztworu siarczanu(VI)miedzi(II). Do kolejnych roztworów miedzi dodawać kroplami pozostałe odczynniki wymienione w instrukcji (do jednego wgłębienia z roztworem jeden odczynnik). Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.



Ćwiczenie 2

Reakcje charakterystyczne cynku

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L ZnSO₄ 0,5 mol/L NH₃*H₂O 0,5 mol/L NaOH 0,5 mol/L Na₂HPO₄ 0,5 mol/L K₃[Fe(CN)₆] 0,5 mol/L K₄[Fe(CN)₆] 0,5 mol/L (NH₄)₂[Hg(SCN)₄]	- Siatka porcelanowa - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do sześciu wgłębień na płytce porcelanowej nalać po 5 kropli 2 molowego roztworu siarczynu(VI) cynku(II). Do kolejnych roztworów cynku dodawać kroplami pozostałe odczynniki wymienione w instrukcji (do jednego wgłębienia z roztworem jeden odczynnik). Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 3

Reakcje charakterystyczne manganu(II)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L MnSO₄ 0,5 mol/L NH₃*H₂O 0,5 mol/L NaOH 0,5 mol/L Na₂CO₃ 0,5 mol/L Na₂HPO₄ 6 mol/L CH₃COOH - HNO₃ stężony - PbO₂ stały	- siatka porcelanowa - Pipeta - Probówka - Łapa do probówek	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ŻADNY WYŁOŻENIA OGNIA, NIEPOWOLNE WYKORZYSTANIE OGNIA NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY WIELEPIECZNE SUBSTANCJE I PREPARATY CHEMICZNE

Ćwiczenie ze stężonym kwasem azotowym(V) należy wykonać pod dygestorium!



Wykonanie ćwiczenia:

Do trzech wgłębień na płytce porcelanowej nalać po 5 kropli 2 molowego roztworu siarczanu(VI) manganu(II). Do kolejnych roztworów manganu dodawać kroplami roztwory amoniaku, wodorotlenku sodu i węglanu sodu (do jednego wgłębienia z roztworem jeden odczynnik). Zaobserwować zmiany i zapisać odpowiednie równania reakcji. Na wadze analitycznej odważyć 0,2g tlenku ołowiu (IV). Do probówki wlać 1mL 2- molowego roztworu siarczanu(VI) manganu(II), a następnie 10 kropli stężonego kwasu azotowego (V). Przesypać do probówki odważony wcześniej tlenek ołowiu (IV). Zaobserwować zmiany i zapisać odpowiednie równania reakcji (reakcja Cruma). Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu siarczanu(VI) manganu(II), a następnie kilka kropli 0,5-molowego roztworu wodorofosforanu(V) disodu do momentu wytrącenia się osadu. Dodawać kroplami 2-molowy roztwór kwasu octowego do otrzymania klarownego roztworu. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 4

Reakcje charakterystyczne żelaza(III)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 2 mol/L FeCl_3 • 0,5 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ • 0,5 mol/L NaOH • 0,5 mol/L NH_4SCN • 0,5 mol/L Na_2HPO_4 • 0,5 mol/L $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ • 0,5 mol/L $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ • 2 mol/L HCl • 0,5 mol/L CH_3COONa • 2 mol/L CH_3COOH • 2 mol/L HNO_3	• siatka porcelanowa • Probówki • Pipeta • Trójnóg • Siatka • Zlewka	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne ZAKAZ WYLEWANIA KWAŁÓW, WODNYCH ROZTWORÓW SŁABIEJĄCYCH ZAPACHÓW (OP) NIE WYLEWAJ ODPADÓW DO ZLEWU UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY WIECZYSTKOWE SUBSTANCJE I PREPARATY CHEMICZNE



Wykonanie ćwiczenia:

Do czterech wgłębień na płytce porcelanowej nalać po 5 kropli 2 molowego roztworu chlorku żelaza(III). Do kolejnych roztworów żelaza(III) dodawać kroplami: do 1-wszego 0,5-molowy roztwór amoniaku, do drugiego 0,5-molowy roztwór wodorotlenku sodu, do trzeciego 0,5- molowy roztwór heksacyjanożelazianu(III) potasu, a do czwartej 0,5-molowy roztwór tiocyjanianu amonu. Zaobserwować zmiany i zapisać odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku żelaza(III), a następnie kilka kropli 0,5- molowego roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu do momentu wytrącenia się osadu. Dodawać kroplami 0,5-molowy roztwór wodorotlenku sodu aż do otrzymania klarownego roztworu. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku żelaza(III), a następnie kroplami 0,5-molowy roztwór wodorofosforanu(V) sodu do momentu wytrącenia osadu. Osad podzielić na dwie części. Do jednej dodawać kroplami 2-molowy roztwór kwasu azotowego(V), a do drugiej 2 mL 2-molowego roztworu kwasu octowego. Zaobserwować zmiany i zapisać odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku żelaza(III), a następnie kilka kropli 0,5- molowego roztworu octanu sodu do momentu pojawienia się czerwono-brunatnego zabarwienia. Probówkę umieścić na łaźni wodnej i ogrzewać. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 5

Reakcje charakterystyczne wapnia

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L CaCl_2 0,5 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,5 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,5 mol/L $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 0,5 mol/L Na_2HPO_4 2 mol/L CH_3COOH 2 mol/L HNO_3 0,5 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	- Probówki - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne UWAGA! WYSOKIE TEMPERATURY



Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku wapnia(II) i 1 mL 0,5-molowego roztworu węglanu amonu. Probówkę ogrzać na łaźni wodnej. Do wystudzonej probówki nalać kilka kropli 2-molowego roztworu kwasu azotowego(V). Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku wapnia(II), a następnie kilka kropli 0,5-molowego roztworu szczawianu amonu do momentu wytrącenia się osadu. Osad podzielić na dwie części. Do jednej dodawać kroplami 2-molowy roztwór kwasu azotowego, a do drugiej 2-molowy roztwór kwasu octowego. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku wapnia(II), 1 mL 0,5-molowego roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu i 0,5 mL 0,5-molowego roztworu chlorku amonu. Probówkę ogrzać na łaźni wodnej. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku wapnia(II) i 1 mL 0,5-molowego roztworu wodorofosforanu(V) disodu. Osad podzielić na dwie części. Do jednej dodawać kroplami 2-molowy roztwór kwasu azotowego, a do drugiej 2-molowy roztwór kwasu octowego. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Do probówki wlać 1 mL 2-molowego roztworu chlorku wapnia(II), 1 mL 0,5-molowego roztworu wodorofosforanu(V) disodu i 0,5 mL 0,5-molowego roztworu amoniaku. Osad podzielić na dwie części. Do jednej dodawać kroplami 2-molowy roztwór kwasu azotowego, a do drugiej 2-molowy roztwór kwasu octowego. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 6

Reakcje charakterystyczne magnezu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 2 mol/L MgCl_2 • 0,5 mol/L NaOH • 0,5 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ • 0,5 mol/L • 2 mol/L NaOH	• Pipeta • Łapa do probówek • Probówki	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE  STOSUJ OKULARY OCHRONNE  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY  Stosuj rękawice ochronne



Wykonanie ćwiczenia:

Do trzech probówek wlać po 1 mL 2-molowego roztworu chlorku magnezu. Do pierwszej probówki dodawać kroplami 0,5-molowy roztwór wodorotlenku sodu, do drugiej 0,5-molowy roztwór węglanu amonu - aż do otrzymania osadu, a później do rozpuszczenia osadu w nadmiarze odczynnika. Do trzeciej probówki dodawać kroplami 0,5-molowy roztwór magnezonu aż do otrzymania niebieskiego osadu, a następnie zalkalizuj roztwór dodając 2-molowy roztwór wodorotlenku sodu. Zapisać zaobserwowane zmiany i odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 7

Reakcje charakterystyczne dla wybranych kationów i anionów

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- roztwory zawierające jony: Cu^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, NH_4^+, CrO_4^{2-}, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 2-molowego roztworu $\text{NH}_3(\text{aq})$ - alkoholowy roztwór dimetylogliksymu - alkohol amylowy (pentan-1-ol) NH_4SCN krystaliczny 10% $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. 0,1% roztworu aluminonu 0,5 mol/L H_2SO_4 0,5 mol/L NaOH - odczynnik NESSLERA - papierki uniwersalne	- Probówki - Statyw - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne



Wykonanie ćwiczenia:

Nr	Kation	Warunki przeprowadzania reakcji:
1.	Cu^{2+}	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony Cu^{2+} . Do roztworu dodawać kroplami 2-molowego roztworu $\text{NH}_3(\text{aq})$ w nadmiarze aż do rozpuszczenia wytrącającego się jasnoniebieskiego osadu.
2.	Ni^{2+}	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony Ni^{2+} oraz 1-2 krople alkoholowego roztworu dimetylogliksymu (Odczynnik Czugajewa).
3.	Co^{2+}	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony Co^{2+} . Dodać 1-2 krople alkoholu amylowego (pentan-1-ol) oraz 2 kryształki stałego NH_4SCN .
4.	Fe^{3+}	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony Fe^{3+} . Do roztworu dodać 2 kryształki stałego NH_4SCN .
		W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony Fe^{3+} oraz kroplę roztworu 10% $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
5.	Al^{3+}	Do 3 kropeł 0,1% roztworu aluminonu dodać 2 krople roztworu zawierającego jony Al^{3+} ; reakcję przeprowadzić w probówce.
6.	CrO_4^{2-}	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony CrO_4^{2-} . Do roztworu dodawać kroplami roztworu H_2SO_4 do zmiany zabarwienia roztworu.
7.	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Do roztworu dodawać kroplami roztworu NaOH do zmiany zabarwienia roztworu.
8.	NH_4^+	W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony NH_4^+ . Do roztworu dodać 2 krople odczynnika NESSLERA.
		W probówce umieścić 2-3 krople roztworu zawierającego jony NH_4^+ . Do roztworu dodać 4-5 kropeł roztworu NaOH , następnie ogrzewać. Zwilżony papierek uniwersalny zbliżyć do wylotu probówki.



Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. Z. Szmał, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
3. L. Pajdowski, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 1999.
4. A Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa 2023.
5. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.



X. Analiza jakościowa jonów toksycznych.

Zagadnienia

- Jony toksyczne
- Podatność na biokumulację
- Uszkodzanie budowy łańcucha kwasów nukleinowych

Ćwiczenie 1

Reakcje charakterystyczne kadmu(II)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 2 mol/L CdCl_2 • 0,5 mol/L NH_3 • 0,5 mol/L NaOH • 0,5 mol/L NaOH • 0,5 mol/L Na_2HPO_4 • 2 mol/L HNO_3 • 2 mol/L CH_3COOH	• Probówki • Łapa do probówek • Statyw na probówki	

Wykonanie ćwiczenia:

Do czterech probówek nalać po 1 mL 2-molowego roztworu chlorku kadmu. Do dwóch pierwszych probówek dodać kroplami 0,5- molowy roztwór wodorotlenku sodu. Następnie do jednego z osadów dodać nadmiar wodorotlenku sodu i zaobserwować czy osad się rozpuści.

Do drugiego osadu dodać 4 mL 0,5- molowego roztworu amoniaku. Obserwuj zmiany i zapisz odpowiednie równania reakcji.



Do trzeciej probówki z roztworem chlorku kadmu dodawać kroplami 0,5-molowy roztwór amoniaku aż do wytrącenia osadu, a następnie rozpuścić osad w nadmiarze odczynnika.

Zanotuj obserwacje i zapisz odpowiednie równania reakcji.

Do czwartej probówki z roztworem chlorku kadmu dodawać kroplami 0,5-molowy roztwór wodorooortofosforanu(V) disodu do wytrącenia się osadu. Następnie osad podzielić na dwie probówki. Do jednej dodać 1 mL 2-molowego roztworu kwasu azotowego(V), a do drugiej 1 mL 2-molowego roztworu kwasu octowego. Obserwuj zmiany i zapisz odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 2

Reakcje charakterystyczne rtęci(II)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,5 mol/L NaOH 0,5 mol/L KI	- Siatka porcelanowa - Pipeta	

Wykonanie ćwiczenia:

Do trzech wgłębień na płytce porcelanowej nalać po 5 kropli 2-molowego roztworu azotanu(V) rtęci(II). Do kolejnych roztworów rtęci dodawać kroplami: do 1-wszego wgłębienia 0,5-molowy roztwór amoniaku, do drugiego 0,5-molowy roztwór wodorotlenku sodu, a do trzeciego 0,5-molowy roztwór jodku potasu. Obserwuj zmiany. Czy we wszystkich przypadkach wytrąciły się osady? Czy były one rozpuszczalne w nadmiarze odczynnika? Zapisz odpowiednie równania reakcji.



Ćwiczenie 3

Reakcje charakterystyczne ołowiu(II)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 mol/L NH_3 0,5 mol/L NaOH 0,5 mol/L HCl 0,5 mol/L H_2SO_4 0,5 mol/L KI 0,5 mol/L K_2CrO_4 0,5 mol/L K_2CrO_4 0,5 mol/L $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ HCl stężony $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ stały 2 mol/L NaOH	- Pipeta - Probówka - Łapa do probówek - Statyw do probówek - Palnik - Trójnóg - Siatka nad palnik - Zlewka	

Ćwiczenie ze stężonym kwasem solnym należy wykonać pod dygestorium!

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki nalać 0,5 mL 2- molowego roztworu azotanu(V) ołowiu. Dodaj kroplami 3 mL 0,5- molowy roztwór amoniaku. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

To samo wykonać stosując wodorotlenek sodu zamiast amoniaku.

Do trzeciej probówki nalać 0,5 mL 2- molowego roztworu azotanu(V) ołowiu. Dodaj kroplami 2 mL 0,5- molowego roztworu kwasu solnego. Osad podzielić na dwie probówki. Pierwszą ogrzać na łaźni wodnej. Po ogrzaniu pozostawić do ostudzenia. Do drugiej **pod dygestorium** dodać kroplami 10 kropeł stężonego kwasu solnego. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Do kolejnej probówki nalać 0,5 mL 2- molowego roztworu azotanu(V) ołowiu. Dodaj kroplami 2 mL 0,5- molowego roztworu kwasu siarkowego(VI). Następnie dodać niewielką ilość stałego octanu amonu. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Do dwóch probówek nalać po 0,5 mL 2- molowego roztworu azotanu(V) ołowiu. Do pierwszej probówki dodać 2 mL 0,5- molowego roztworu chromianu potasu, a do drugiej nalać 2 mL 0,5- molowego roztworu dichromianu potasu. Do obu probówek dodać po 2 mL 2- molowego roztworu wodorotlenku sodu. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji. Do następnej probówki nalać 0,5 mL 2- molowego roztworu azotanu(V) ołowiu. Dodaj kroplami 2



mL 0,5-molowego roztworu jodku potasu. Osad podzielić na dwie probówki. Pierwszą ogrzać na łaźni wodnej. Po ogrzaniu pozostawić do ostudzenia. Do drugiej dodać kroplami nadmiar roztworu jodku potasu. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Ćwiczenie 4

Reakcje charakterystyczne chromu(III)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,5 mol/L NH_3 0,5 mol/L NaOH 3% H_2O_2 2 mol/L HCl - eter dietylowy - stęż. H_2SO_4	- Probówki - Pipeta - Palnik - Trójnóg - Siatka na palnik	

Ćwiczenie ze stężonym kwasem siarkowym(VI) należy wykonać pod dygestorium!

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlej 0,5 mL 2 molowego roztworu siarczanu(VI) chromu(III), a następnie 2 mL

0,5-molowego roztworu wodorotlenku sodu. Osad podzielić na dwie probówki. Do jednej dodawać kroplami 0,5-molowego roztworu wodorotlenku sodu aż do rozpuszczenia się osadu, a do drugiej 2 mL 2 molowego roztworu kwasu solnego. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Do drugiej probówki wlej 0,5 mL 2 molowego roztworu siarczanu(VI) chromu(III), a następnie dodaj kroplami 0,5-molowy roztwór amoniaku do momentu wytrącenia osadu. Kontynuuj dodawanie roztworu amoniaku. Czy osad się rozpuścił? Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Do kolejnej probówki wlej 0,5 mL 2 molowego roztworu siarczanu(VI) chromu(III), a następnie dodaj kroplami 0,5-molowy roztwór wodorotlenku sodu aż do momentu wytrącenia osadu. Kontynuuj dodawanie roztworu wodorotlenku sodu. Czy osad się rozpuścił? Następnie dodać 1 mL 3-molowego roztworu nadtlenku wodoru. Probówkę umieścić na łaźni wodnej i ogrzewać do zmiany barwy ogrzewanego roztworu. Probówkę ochłodzić. Dodać **pod dygestorium** 5 kropli stężonego kwasu siarkowego(VI). Następnie do probówki dodać 2 mL 3-procentowego nadtlenku wodoru oraz 5 kropli eteru. Całość wstrząsnąć. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.



Ćwiczenie 5

Reakcje charakterystyczne baru

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
2 mol/L BaCl_2 0,5 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,5 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,5 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,5 mol/L H_2SO_4 0,5 mol/L CaSO_4 0,5 mol/L K_2CrO_4 0,5 mol/L $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,5 mol/L Na_2HPO_4 0,5 mol/L $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 2 mol/L HCl 6 mol/L CH_3COOH HNO_3 stężony H_2SO_4 stężony	- Siatka porcelanowa - Probówki - Pipeta	

Ćwiczenie ze stężonym kwasem siarkowym(VI) i stężonym kwasem azotowym(V) należy wykonać pod dygestorium!

Wykonanie ćwiczenia:

Do czterech wgłębień na płytce porcelanowej nalać po 5 kropli 2 molowego roztworu chlorku baru(II). Do kolejnych roztworów chlorku baru dodawaj kroplami: do 1-wszego 0,5-molowy roztwór amoniaku, do drugiego 0,5-molowy roztwór siarczynu(VI) wapnia, do trzeciego 0,5-molowy roztwór wodorooortofosforanu(V) disodu, a do czwartej 0,5-molowy roztwór amoniaku (5 kropli) i 0,5-molowy roztwór heksacyjanożelazianu(II) potasu. Obserwuj zmiany. Czy we wszystkich przypadkach wytrąciły się osady? Czy były one rozpuszczalne w nadmiarze odczynnika? Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Do probówki nalać 0,5 mL 2-molowego roztworu chlorku baru. Dodaj kroplami 0,5-molowy roztwór kwasu siarkowego(VI) aż do wytrącenia się osadu. Osad podzielić na dwie części. **Pod dygestorium** do pierwszego osadu dodać kilka kropli stężonego kwasu azotowego(V), a do



drugiego kilka kropli stężonego kwasu siarkowego(VI), Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji. Do drugiej probówki nalać 0,5 mL 2-molowego roztworu chlorku baru(II). Dodaj kroplami 0,5-molowy roztwór węglanu amonu aż do wytrącenia się osadu. Osad podzielić na dwie części. Do pierwszego osadu dodać kilka kropli 2-molowego roztworu kwasu solnego, a do drugiego kilka kropli 6-molowego kwasu octowego. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji. Do dwóch kolejnych probówek nalać po 0,5 mL 2- molowego roztworu chlorku baru(II). Do pierwszego roztworu soli baru dodaj kroplami 0,5-molowy roztwór chromianu(VI) potasu, a do drugiego – dichromianu(VI) potasu aż do wytrącenia się osadów. Do osadu chromianu(VI)baru dodać kilka kropli 2-molowego roztworu kwasu solnego. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji. Do następnej probówki nalać 0,5 mL 2-molowego roztworu chlorku baru. Dodaj kroplami 0,5-molowy roztwór szczawianu amonu aż do wytrącenia się osadu. Osad podzielić na dwie części. Do pierwszego osadu dodać kilka kropli 2- molowego roztworu kwasu solnego, a do drugiego kilka kropli 6-molowego kwasu octowego. Obserwuj zmiany. Zapisz odpowiednie równania reakcji.

Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
3. L. Pajdowski, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 1999.
4. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus, Chemia nieorganiczna. Podstawy, PWN, Warszawa 2002.
5. A Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa 2023.
6. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.
7. T.W.G.Solomons, B.F.Craig, A.S.Scott, Chemia organiczna, PWN, Warszawa 2022.



XI. Równowagi w roztworach elektrolitów.

Zagadnienia

- Zjawisko dysocjacji: stała i stopień dysocjacji
- Elektrolity słabe i mocne
- Efekt wspólnego jonu Reakcje strącania osadów
- Iloczyn rozpuszczalności
- Odczynnik grupowy w klasycznej analizie chemicznej

Ćwiczenie 1

Określenie stężenia jonów wodorowych w roztworach

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 1 mol/L HCl • 1 mol/L CH₃COOH • 1 mol/L NaOH • 1 mol/L NH₃·H₂O	• Probówki • Pipeta • Papierki uniwersalne/ metr	pH-  PRZECZYTAJ INSTRUKCJĘ  Stosuj rękawice ochronne  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY

Wykonanie ćwiczenia:

Przygotuj cztery probówki. Do każdej z nich, po kolei nalej po 1 mL 1 molowe roztwory kwasu solnego, kwasu octowego, wodorotlenku sodu i wodorotlenku amonu. Oznacz wartość pH roztworów za pomocą papierka uniwersalnego (albo pehametru). Obserwacje przedstaw w postaci tabeli.

Roztwór	Zabarwienie papierka uniwersalnego	Wartość pH roztworu	C ₀	[H ⁺]/[OH ⁻]



Ćwiczenie 2

Stopień i stała dysocjacji kwasu octowego

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
1 mol/L CH_3COOH	- Probówki - Pipeta - Statyw - Zlewki	

Wykonanie ćwiczenia:

Z 1-molowego roztworu kwasu octowego przygotuj 50 mL 0,1-molowego roztworu kwasu octowego i 50 mL 0,01-molowego roztworu. Oznacz wartości pH roztworów za pomocą papierka uniwersalnego. Oblicz stężenia jonów wodorowych odpowiadające oznaczonym wartościom pH. Oblicz jaka część kwasu uległa dysocjacji na jony w roztworze 1 mol/L,

0.1 mol/L i 0.01 mol/L. Stopień dysocjacji roztworów wyraż w procentach. Oblicz stałą dysocjacji dla roztworów kwasu octowego.

Ćwiczenie 3

Stopień i stała dysocjacji wodnych roztworów amoniaku

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
1 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	- Probówki - Statyw - Pipeta - Zlewki	



Wykonanie ćwiczenia:

Z 1-molowego roztworu wodorotlenku amonowego przygotuj 50 mL 0,1-molowego roztworu wodorotlenku amonowego i 50 mL 0,01-molowego roztworu. Oznacz wartości pH roztworów za pomocą papierka uniwersalnego. Oblicz stężenia jonów wodorotlenowych i wodorowych odpowiadające oznaczonym wartościom pH. Oblicz jaką część zasady uległa dysocjacji na jony w roztworze 1-molowym, 0,1-molowym i 0,01-molowym. Stopień dysocjacji roztworów wyraż w procentach. Oblicz stałą dysocjacji dla roztworów wodorotlenku amonowego.

Wyniki doświadczenia 2 i 3 przedstaw w postaci tabeli.

Roztwór	Stężenie roztworu	pH	[H ⁺]	[OH ⁻]	α	K _{dys.} doświadczalna	K _{dys.} tablicowa

Ćwiczenie 4

Reakcje wytrącania osadów

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L AgNO₃ 1 mol/L MgCl₂ - mol/L NaOH 0,1 mol/L FeCl₃ - mol/L CaCl₂ 1 mol/L Na₂CO₃ 0,5 mol/L CrCl₃ 1 mol/L NaCl	- Probówki - Statyw - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE  Stosuj rękawice ochronne  STOSUJ FARTUCH OCHRONNY

Wykonanie ćwiczenia:

- Do probówki należy odmierzyć 1 mL 0,1-molowego roztworu AgNO₃ i dodawać kroplami 1molowy roztwór NaCl. Zaobserwować i zanotować zachodzące zmiany. Napisać równanie reakcji w formie jonowej.



- Do kolejnej probówki należy odmierzyć 1 mL 1molowego roztworu MgCl_2 i dodawać kroplami 1molowy roztwór NaOH . Zaobserwować i zanotować zachodzące zmiany. Napisać równanie reakcji w formie jonowej.
- Z 0,1molowego roztworu FeCl_3 podobnie jak poprzednio wytrącić wodorotlenek żelaza (III). Zanotować obserwacje i zapisać jonowo równanie reakcji.
- Do kolejnej probówki należy odmierzyć 1 mL 2molowego roztworu CaCl_2 i dodawać kroplami 1molowy roztwór Na_2CO_3 . Zaobserwować i zanotować zachodzące zmiany. Napisać równanie reakcji w formie jonowej.
- Do następnej probówki należy odmierzyć 1 mL 0,5 molowy roztwór CrCl_3 i dodawać kroplami 1 molowy roztwór NaOH , unikając nadmiaru zasady. Zaobserwować i zanotować zachodzące zmiany. Napisać równanie reakcji w formie jonowej.

Otrzymane osady pozostawić do kolejnego doświadczenia.

Ćwiczenie 5

Rozpuszczanie osadów

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Osady otrzymane w poprzednim ćwiczeniu • 2 mol/L 25% $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ • NH_4Cl nasycony	• Probówki • Statyw • Pipeta	

Wykonanie ćwiczenia:

Zlać wodę z nad otrzymanych w poprzednim doświadczeniu osadów. Następnie osady (oprócz osadu węglanu wapnia) podzielić na dwie części – umieścić każdy w dwóch probówkach.

- Do jednej części osadu chlorku srebra dodać 1 cm³ 2molowego roztworu kwasu solnego, a do drugiej części 2-3 cm³ 25-procentowego roztworu amoniaku. Który osad się rozpuszcza? Napisać reakcję rozpuszczania osadu AgCl .
- Do jednej części osadu wodorotlenku magnezu dodawać kroplami 2 molowy roztwór kwasu solnego aż do rozpuszczenia się osadu, a do drugiej części nasycony roztwór chlorku amonu. Napisać równania reakcji rozpuszczania osadu wodorotlenku magnezu.



- Do jednej części osadu wodorotlenku żelaza (III) dodawać 2-molowy roztwór kwasu solnego, a do drugiej części nasycony roztwór chlorku amonu. Który osad się rozpuszcza? Napisać reakcję rozpuszczania osadu wodorotlenku żelaza (III). Porównać rozpuszczalność obu wodorotlenków.
- Osad węglanu wapnia zadawać kroplami 2molowego roztworu kwasu solnego. Zanotować obserwacje i napisać równanie reakcji.
- Do jednej części osadu wodorotlenku chromu dodawać kroplami 2 molowy roztwór kwasu solnego, a do drugiej części 1molowy roztwór wodorotlenku sodu. Który osad się rozpuszcza? Napisać reakcję rozpuszczania osadu wodorotlenku chromu. Jak reagują z kwasami i zasadami wodorotlenki amfoteryczne?

Ćwiczenie 6

Efekt wspólnego jonu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• 1 mol/L CH_3COOH • 1 mol/L CH_3COONa • Oranż metylowy	• Probówki • Statyw • Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać 5 mL 1-molowego roztworu kwasu octowego. Następnie dodać dwie krople oranżu metylowego. Dodawać kroplami roztwór 1 molowy octanu sodu. Obserwować zmiany zabarwienia roztworu. Napisać równania reakcji wyjaśniające zaobserwowaną zmianę zabarwienia wskaźnika.



Ćwiczenie 7

Wpływ wspólnego jonu na rozpuszczalność chlorku sodu

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Nasycony roztwór NaCl - Stęż. HCl	- Probówki - Statyw - Pipeta	

Uwaga: ćwiczenie należy wykonywać pod dyktando!

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wlać 1 mL nasyconego roztworu chlorku sodu. Kroplami dodać stężony kwas solny. Zaobserwować zmiany. Uzasadnić zaobserwowane zmiany z uwzględnieniem iloczynu rozpuszczalności soli i równaniami odpowiednich reakcji.

Ćwiczenie 8

Dobór odczynników rozpuszczających osady

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,1 mol/L $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 2 mol/L Na_2CO_3 0,5 mol/L SrCl_2 0,5 mol/L NiCl_2 0,5 mol/L CuSO_4 0,5 mol/L $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,5 mol/L KCl 0,5 mol/L Na_2HPO_4 0,5 mol/L $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 1 mol/L CH_3CSNH_2 (AKT) 2 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 2 mol/L NaOH 2 mol/L HCl	- Probówki - Statyw - Pipeta	

Wykonanie ćwiczenia:



Stosując niewielkie ilości (około 1 mL) odpowiednich odczynników, wytrącić w pięciu kolejnych probówkach osady następujących soli: PbCl_2 , $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$, NiS , SrCrO_4 , $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Zawartość każdej probówki (roztwór z osadem) podzielić na dwie części. Dobrać dla każdego z osadów odczynniki, które spowodują jego całkowite rozpuszczenie. Wyniki przedstawić w postaci tabeli.

Roztwory soli	Odczynnik strącający	Wytrącony osad	Odczynniki Roztwarzające osad	Produkty reakcji roztwarzania
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$			1.	
			2.	
CuSO_4			1.	
			2.	
NiCl_2			1.	
			2.	
SrCl_2			1.	
			2.	
KCl			1.	
			2.	

Ćwiczenie 9

Wpływ warunków na wytrącanie i rozpuszczalność wodorotlenków, węglanów i fosforanów (V) wybranych metali

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,5 mol/L NaNO_3 0,5 mol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 mol/L $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 mol/L $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 3 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3 mol/L NH_4Cl 2 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 2 mol/L $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	- Probówki - Statyw - Pipeta	 PRZECZYTAJ INSTRUKCJE STOSUJ OKULARY OCHRONNE STOSUJ FARTUCH OCHRONNY Stosuj rękawice ochronne



Wykonanie ćwiczenia:

Do czterech ponumerowanych probówek wprowadzić po 1 mL 0,5 molowe roztwory następujących soli: azotanu(V) sodu, azotanu(V) wapnia, azotanu(V) magnezu i azotanu(V) glinu. Do każdej probówki dodawać po kropli 1 mL 3 molowego roztworu amoniaku. Obserwować kolejność powstawania osadów. Do wszystkich probówek dodać po 1 mL 3-molowego roztworu NH_4Cl . Obserwować zachodzące zmiany. Do probówek, w których nie ma osadu, dodać 1 mL 2-molowego roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Zaobserwować zmiany. Następnie do probówek, w których nie ma osadu, dodać 1 mL 2 molowego roztworu $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ i obserwować powstawanie osadu. Wyniki przedstawić w postaci tabeli.

Odczynnik strącający	Roztwór soli			
	Zaznacz, czy wytrąca się osad i jaka jest jego barwa			
	NaNO_3	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$				
NH_4Cl				
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$				
$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$				

Napisać równania reakcji oraz objaśnić zachodzące zmiany. Na podstawie obserwacji zaproponować metodę rozdzielania mieszaniny soli sodu, magnezu, wapnia i glinu. Wyjaśnij, co to jest odczynnik grupowy w klasycznej analizie kationów i anionów.

Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. Z. Szmał, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
3. L. Pajdowski, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 1999.
4. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus, Chemia nieorganiczna. Podstawy, PWN, Warszawa 2002.
5. A Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa 2023.
6. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.
7. T.W.G.Solomons, B.F.Craig, A.S.Scott, Chemia organiczna, PWN, Warszawa 2022.



XII. Otrzymywanie i właściwości związków kompleksowych.

Zagadnienia

- Związek kompleksowy
- Atom centralny
- Ligandy, liczba koordynacyjna
- Nomenklatura związków kompleksowych
- Teoria pola krystalicznego
- Kompleksy nisko i wysokospinowe
- Kompleksy chelatowe
- Entropowy efekt chelatowania
- Trwałość kompleksów
- Izomeria kompleksów

Ćwiczenie 1

Kompleksy Ni(II) z etylenodiaminą

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
• Etylenodiamina (en) • $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (nasycony roztwór)	• Zlewki - 100 mL • Pipety	

Wykonanie ćwiczenia:

Do każdej z trzech zlewek na 100 mL wlewamy po 60 mL: wody destylowanej i 16 mL nasyconego roztworu $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Następnie dokładnie mieszając i jednocześnie obserwując barwę roztworu wprowadzamy do pierwszej, drugiej i trzeciej zlewki odpowiednio po 1 mL, 2 mL, 3 mL etylenodiaminy.



Ćwiczenie 2

Amoniakalne kompleksy miedzi(II)

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (stały) - Stęż. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 2 mol/L Na_2CO_3	- Zlewki - Pipety - Bagietka - lejek Büchnera - kolba ssawkowa	

Uwaga! Ćwiczenie wykonywać pod dygestorium!

Wykonanie ćwiczenia:

Odważyć na wadze 2g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ i rozpuścić w zlewce zawierającej 7 mL 25% wodnego roztworu amoniaku umieszczonej na łaźni wodnej. Roztwór ochłodzić, a następnie stopniowo dodawać etanol (7 mL) mieszając roztwór. Mieszaninę pozostawić na 30 minut, a następnie przesączyć otrzymane kryształy. Preparat wysuszyć na bibule. Rozpuścić w dwóch probówkach zawierających 5 mL wody destylowanej, 0,2g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ oraz 0,2g otrzymanego kompleksu. Następnie dodać do probówek 2 mL 2 molowego roztworu Na_2CO_3 . Wyjaśnić zachodzące reakcje.

Ćwiczenie 3

Kompleksy Cu(II) z etylenodiaminą

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
- Etylenodiamina (en) 0,5 mol/L CuSO_4	- Pipety - probówki	



Do trzech probówek wlać po 1 mL 0,5 M roztworu wodnego CuSO_4 . Następnie do poszczególnych probówek wprowadzić: 1, 2, i 3 cm³ roztworu etylenodiaminy. Do probówek I i II wprowadzić odpowiednio 2 i 1 mL wody destylowanej tak, aby w każdej probówce znajdowała się taka sama objętość roztworu. W ten sposób zostaną uzyskane roztwory charakteryzujące się stosunkiem Cu^{2+} :en 1:1, 1:2 i 1:3. Zaobserwować zmiany barwy w poszczególnych probówkach. Wyciągnąć wnioski i napisać równania reakcji tworzących się kompleksów.

Otrzymywanie wybranych związków kompleksowych i badanie ich trwałości

Odczynniki	Sprzęt laboratoryjny	Ostrzeżenie
0,3 mol/L $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 2 mol/L NaOH 2 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,1 mol/L AgNO_3 2 mol/L HCl - Stęż. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 1 mol/L H_2SO_4, 0,3 mol/L KI	- Probówki - Statyw - Pipety	

Wykonanie ćwiczenia:

Do probówki wprowadzić 10 kropli 0,3 mol/L roztworu $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ i 5 kropli 2 mol/L roztworu NaOH. Wytrąca się niebieski, galaretowaty osad $\text{Cu}(\text{OH})_2$, do którego powoli należy wkraplać 2 mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ aż do całkowitego jego rozpuszczenia. Roztwór zabarwia się na kolor ciemnoniebieski. Roztwór pozostawić do kolejnych doświadczeń.

Do probówki wprowadzić 10 kropli 0,1 mol/L roztworu AgNO_3 i 4 krople 2 mol/L roztworu HCl . Wytrąca się biały osad AgCl , do którego powoli należy wkraplać stężony roztwór $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ aż do całkowitego jego rozpuszczenia. Otrzymany bezbarwny roztwór pozostawić do kolejnych doświadczeń.



c) Otrzymywanie $[\text{BiI}_4]^-$, $[\text{BiI}_5]^{2-}$, $[\text{BiI}_6]^{3-}$

Do probówki wprowadzać 2 krople 0,3 mol/L roztworu $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ i powoli dodawać powoli 0,3 mol/L KI (około 20 kropli). Początkowo wytrąca się brunatny osad BiI_3 , który następnie rozpuszcza się w nadmiarze roztworu KI. Roztwór zabarwia się na kolor pomarańczowy. Powstaje mieszanina anionów $[\text{BiI}_4]^-$, $[\text{BiI}_5]^{2-}$, $[\text{BiI}_6]^{3-}$. Roztwór pozostawić do kolejnych doświadczeń.

d) Rozkład kompleksów przez rozcieńczanie

Otrzymany w punkcie c) rozcieńczyć wodą destylowaną aż do pojawienia się osadu BiI_3 . Napisać reakcje rozkładu badanych kompleksów.

e) Rozkład kompleksów w wyniku reakcji zobojętnienia

Do roztworu zawierającego jony kompleksowe $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ dodawać powoli kroplami 1 mol/L roztwór H_2SO_4 aż do pojawienia się osadu $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Napisać reakcje rozkładu badanego kompleksu.

f) Rozkład kompleksów przez reakcję strącenia

Do roztworu zawierającego jony kompleksowe $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ dodawać powoli kroplami 0,3 mol/L roztwór KI aż do pojawienia się żółtego osadu AgI. Napisać równanie zachodzącej reakcji.

Literatura

1. M. J. Sienko, R. A. Plane, Chemia. Podstawy i zastosowanie. WNT Warszawa 1993
2. Z. Szmal, T. Lipiec, Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej, PZWL Warszawa 1996
3. L. Pajdowski, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 1999.
4. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus, Chemia nieorganiczna. Podstawy, PWN, Warszawa 2002.
5. A Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa 2023.
6. L.Jones, P.Atkins, L.Leroy, Chemia ogólna, PWN, Warszawa 2020.
7. T.W.G.Solomons, B.F.Craig, A.S.Scott, Chemia organiczna, PWN, Warszawa 2022.

