

**Ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotu nauczania:
„Chemia Ogólna i Nieorganiczna”
dla studentów I roku Kierunku Farmacja**

*Instrukcja wykonania ćwiczenia nr 1
Podstawowe obliczenia chemiczne
i czynności laboratoryjne*

Opracowanie:
mgr inż. Monika Kawka-Człapińska

Łódź 2022

Podstawowe jednostki i prawa chemiczne

W obliczeniach chemicznych stosujemy jednostki masy i objętości przyjęte przez Farmakopeę Polską (FP XII) i zgodne z międzynarodowym układem jednostek SI. Pomimo, iż podstawową jednostką objętości jest metr sześcienny (m^3) to w farmacji i medycynie posługujemy się następującymi jednostkami:

Jednostki masy	Jednostki objętości
kilogram (kg)	
gram (g)	litr (L)
miligram (mg)	mililitr (mL)
mikrogram (μg)	mikrolitr (μL)

W farmacji używa się następujących przeliczników jednostek, które również mogą być stosowane podczas ćwiczeń laboratoryjnych:

1 kg	$10^3 g = 10^6 mg = 10^9 \mu g$
1 L	$1 m^3 = 10^3 mL = 10^6 \mu L$
1 L wody*	1 kg wody
1 mL	20 kropli
1 łyżeczka	5 mL
1 łyżka stołowa	15 mL

*Odczynniki dostępne w pracowni są roztworami wodnymi (chyba, że informacja na butelce mówi inaczej). Przyjmujemy, że 1 mL roztworu wodnego również odpowiada 20 kroplom, jak w przypadku wody. Dokładniej natomiast 1 L wody waży 1000g (1 kg) w temperaturze 4°C.

Mol – jednostka liczności materii; jest to ilość substancji zawierającej tyle cząstek (atomów, cząsteczek, jonów, elektronów, itp.), ile atomów zawartych jest w 12 g izotopu węgla ^{12}C .

Liczba Avogadro – liczba cząstek (jonów, atomów, cząstek) zawartych w jednym molu dowolnej substancji, wynosi $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Masa molowa (M) [g/mol] – masa jednego mola cząstek substancji, równa liczbowo masie atomowej dla pierwiastka lub cząsteczkowej dla związku chemicznego.

Objętość molowa [L/mol] – objętość jednego mola atomów lub cząsteczek substancji. Dla gazów jest ona w przybliżeniu stała i wynosi 22,4 L/mol w warunkach normalnych (temperatura $T = 273,15 \text{ K}$, ciśnienie $p = 101325 \text{ Pa}$).

Prawo stałości składu – stosunek mas pierwiastków w związku chemicznym jest stały i charakterystyczny dla danego związku.

Prawo zachowania masy – w układzie zamkniętym masa produktów reakcji równa jest masie substratów.

Gęstość [d lub ρ] jest to stosunek masy ciała (m) do jego objętości (V): Gęstość można wyrażać w różnych jednostkach; w praktyce gęstość ciał stałych i cieczy podaje się w [g/mL], a gazów w [g/L].

$$d = \frac{m}{V}$$

FPXII lub  – symbole obecne na butelkach z odczynnikami lub przy wzorze związku oznaczają, że dana substancja jest substancją farmakopealną zgodnie z Farmakopeą Polską XII jako właściwa substancja lecznicza albo pomocnicza lub odczynnik stosowany w farmakopealnych metodach analizy.

Roztwory i stężenia

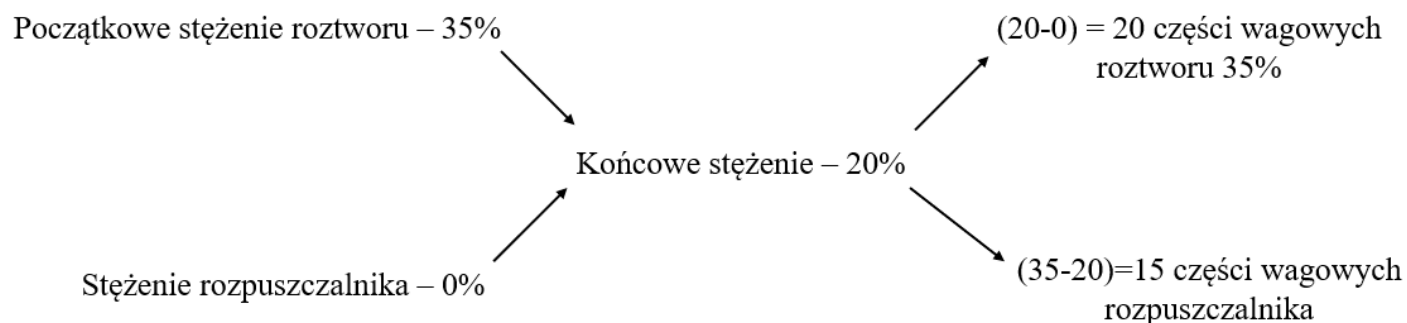
Roztwór jest mieszaniną jednorodną, składającą się z substancji rozpuszczonej, jednej lub kilku, i rozpuszczalnika lub kilku rozpuszczalników mieszających się ze sobą. W roztworach ciekłych rozpuszczalnikiem jest ciecz (woda, alkohol, benzyna, aceton itd.), a substancją rozpuszczoną ciała stałe, ciecze i gazy. Szczególnym przypadkiem roztworu jest **roztwór nasycony**, który zawiera maksymalną ilość substancji rozpuszczonej w danej temperaturze i przy danym ciśnieniu zewnętrznym.

Wielkością określającą ilościowo skład roztworu jest stężenie roztworu. Do najbardziej podstawowych dla farmaceuty należą stężenie molowe i stężenie procentowe.

Stężenie procentowe jest to stosunek masy składnika (m_s) do masy całego roztworu (m_r), inaczej jest to liczba gramów substancji zawarta w 100 g roztworu.

$$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$$

Podczas **rozcieńczania** roztworów obliczenia masy rozpuszczalnika i masy roztworu w celu otrzymania roztworu o podanym stężeniu najłatwiej wykonać korzystając ze **schematu krzyżowego**, pamiętając, że rozpuszczalnik to roztwór 0 %. W celu uzyskania roztworu o określonym stężeniu, zamiast roztworu o wyższym stężeniu i czystego rozpuszczalnika można użyć roztworów tego samego związku w tym samym rozpuszczalniku o stężeniu wyższym i niższym niż założone.



Stężenie molowe jest stosunkiem liczby moli substancji rozpuszczonej (n_s) do objętości roztworu (V) wyrażonej w litrach. Inaczej jest to ilość moli substancji jaka zawarta jest w 1 L roztworu. Ilość moli jest to stosunek masy substancji (m_s) rozpuszczonej wyrażonej w gramach do masy molowej (M) tej substancji. Jednostką stężenia molowego jest mol/L.

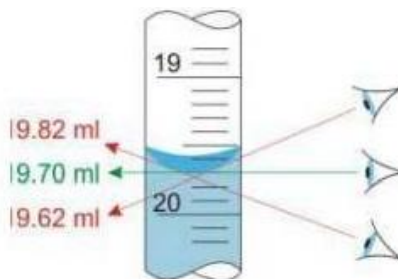
$$C_m = \frac{n_s}{V} \qquad n_s = \frac{m_s}{M}$$

Czasami również można się spotkać z zapisem 2-molowy, 0,5-molowy, 5-molowy, 0,1-molowy roztwór na opakowaniu i oznacza on, że 1 litr roztworu zawiera odpowiednio: 2 mole, 0,5 mola, 5 moli lub 0,1 mola substancji.

Przebieg ćwiczenia

1. Osady łatwo wytrącające się

Do odmierzania objętości cieczy z małą dokładnością wykorzystywany jest cylinder miarowy. Przy odczytywaniu podziałek cylindra, należy zwracać uwagę na to, ażeby oczy obserwatora znajdowały się na jednym poziomie z brzegiem menisku – unika się wtedy błędu spowodowanego paralaksą (błąd w odczytywaniu wskazań przyrządu, wynikający z nieodpowiedniego ustawienia oka względem podziałki urządzenia wskazującego) (Rys 1.). Odczytów w cylindrze w przypadku cieczy bezbarwnych, przezroczystych dokonujemy wg dolnego brzegu menisku, a w przypadku roztworów ciemnych, takich jak np. nadmanganian potasu - według górnego. Należy pamiętać, że objętości naczyń i roztworów zmieniają się wraz ze zmianą temperatury, toteż na każdym naczyniu, cylindrze powinna być podana temperatura, dla której zostało ono wykalibrowane. W większości krajów przyjęto obecnie jako normalną temperaturę dla naczyń miarowych 20°C. Tylko w tej temperaturze naczynie ma pojemność nominalną.



Rysunek 1: Błąd paralaksy.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka wirówkowa
- ✓ Roztwór azotanu baru ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$)
- ✓ Roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki nalać 2 mL roztworu azotanu baru ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$)
- Dodać 5 kropli roztworu kwasu siarkowego (H_2SO_4) i dokładnie wymieszać
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzącej reakcji w postaci jonowej
- Probówkę podpisać i pozostawić wraz z zawartością (będzie wykorzystana w innym ćwiczeniu)

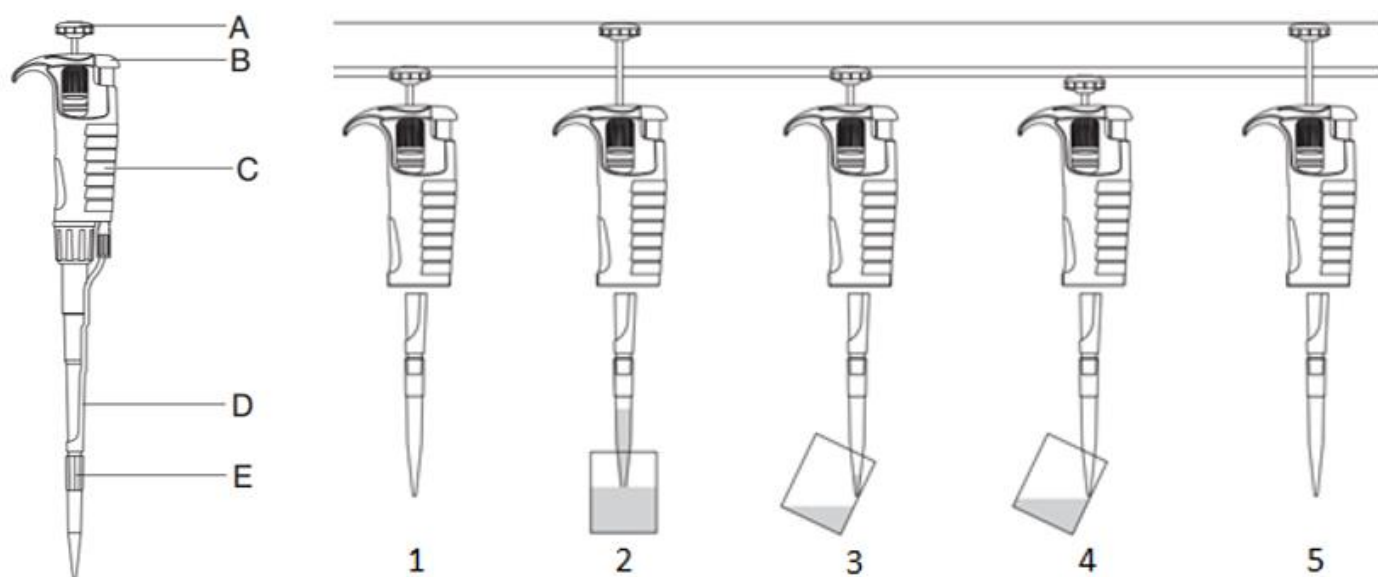
2. Osady trudno wytrącające się

Do dokładniejszego odmierzania objętości bądź odmierzania bardzo małych ilości substancji stosujemy pipety automatyczne. Jednakże, aby objętość była prawidłowa konieczne jest przestrzeganie kilku zasad poprawnego korzystania z tego urządzenia. Najważniejsze jest, aby pipetę trzymać zawsze pionowo w trakcie pracy, w szczególności, gdy w końcówce znajduje się ciecz i nie pobierać żadnej substancji, gdy nie ma założonej końcówki, w przeciwnym razie pobierana ciecz dostanie się do mechanizmu pipety co spowoduje jej zniszczenie. Nie należy odkładać pipety, jeżeli w końcówce znajduje się ciecz. Pobieranie i wydawanie cieczy należy wykonywać powoli i płynnie. Zbyt szybkie pobranie cieczy (szczególnie dużych ilości) może spowodować dostanie się jej do mechanizmu pipety, a zbyt szybkie naciśnięcie przycisku pipetowania może skutkować rozprysnięciem cieczy poza naczynie, a co za tym idzie niedokładne odmierzenie ilości. Przy zmianie pobieranej cieczy, końcówka musi zostać zmieniona na nową. Głębokość zanurzenia końcówki w pobieranej cieczy powinna być możliwie mała i stała w trakcie pobierania. Każda pipeta automatyczna posiada zakres pojemności, które można pobrać z jej pomocą i nie należy ustawiać objętości poza nominalne wartości. Podczas pipetowania cieczy o gęstości większej lub napięciu powierzchniowym mniejszym niż woda (np. surowice lub rozpuszczalniki organiczne), warstwa cieczy osiada na wewnętrznej ścianie końcówki. Warstwa ta może być

źródłem błędu pomiaru. Ponieważ objętość tej warstwy pozostaje w przybliżeniu stała podczas kolejnych pipetowań z tą samą końcówką, błędu tego można uniknąć tworząc taką warstwę przed pierwszym pipetowaniem. W tym celu należy wykonać jeden pełny cykl pipetowania danej cieczy do tego samego naczynia. Po takim postępowaniu warstwa cieczy znajdzie się w końcówce zapewniając lepszą dokładność i powtarzalność kolejnych pipetowań.

Korzystanie z pipety automatycznej:

- Ustawić objętość pipety za pomocą pokrętki w przycisku pipetowania (Rys. 2, A) lub pokrętki nastawy objętości (w zależności od rodzaju pipety automatycznej); wszystkie cyfry muszą być dobrze widoczne w okienku na rękojeści (Rys. 2, C)
- Na trzon (Rys. 2, D) pipety nałożyć końcówkę (Rys. 2, E)
- Nacisnąć przycisk pipetowania do pierwszego oporu (Rys. 2, 1)
- Trzymając pipetę pionowo zanurzyć końcówkę w pobieranej cieczy
- Powolnym, płynnym ruchem zwolnić przycisk pipetowania (Rys. 2, 2)
- Trzymając pipetę odchyloną od pionu pod kątem od 10 do 40 stopni przyłożyć koniec końcówki do ścianki naczynia
- Powolnym, płynnym ruchem wcisnąć przycisk pipetowania do pierwszego oporu (Rys. 2, 3)
- Po upływie około sekundy wcisnąć przycisk pipetowania do końca w celu usunięcia z końcówki pozostałości cieczy (Rys. 2, 4)
- Trzymając wciśnięty przycisk pipetowania wyjąć pipetę przesuwając końcówkę po ściance naczynia
- Zwolnić przycisk pipetowania do pozycji początkowej (Rys. 2, 5)
- Zrzucić końcówkę do pojemnika znajdującego się na stole wciskając przycisk wyrzutnika (Rys. 2, B)



Rysunek 2: Z lewej - budowa pipety automatycznej A-przycisk pipetowania, B-przycisk wyrzutnika, C-rękojeść, D-trzon, E-kończówka; z prawej - schemat pobierania cieczy za pomocą pipety automatycznej.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka wirówkowa
- ✓ Bagietka
- ✓ Roztwór chlorku wapnia (CaCl_2)
- ✓ Roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki nalać 2 mL roztworu chlorku wapnia (CaCl_2)
- Dodać 0,5 mL roztworu kwasu siarkowego i dokładnie wymieszać
- W przypadku braku pojawienia się osadu wziąć bagietkę i pocierać ścianki probówki, aż do momentu pojawienia się osadu bądź wyraźnego zmętnienia
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzącej reakcji w postaci jonowej
- Probówkę podpisać i pozostawić wraz z zawartością (będzie wykorzystana w innym ćwiczeniu)

UWAGA! Przy pocieraniu bagietką należy pamiętać o trzymaniu probówki pod kątem 45° oraz należy uważać, aby nie uderzyć w dno probówki ponieważ może to spowodować jej pęknięcie. Do tego celu nie należy używać metalowej szpatułko-łyżeczki.

3. Dekantacja

Dekantacja jest jednym ze sposobów oddzielenia roztworu od osadu i polega ona na zlaniu cieczy z nad osadu. Czynność tę wykonuje się na mieszaninie odstaniej, poprzez ostrożne pochylanie naczynia tak, aby nadmiar roztworu wypływał jak najwolniej, a roztwór, który nadal znajduje się w naczyniu, wykonywał jak najmniejszy ruch i nie wzburzał osadu z dna. Można też ostrożnie odessać roztwór za pomocą pipety.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

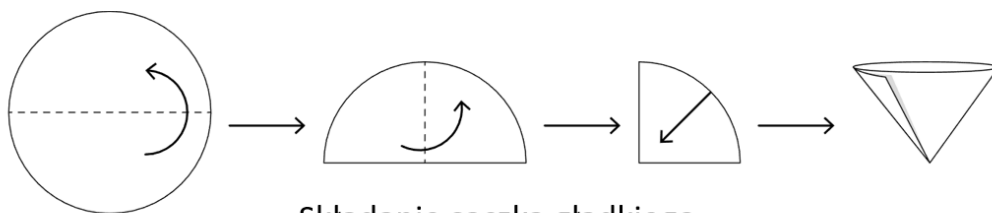
- ✓ Probówka
- ✓ Probówka z osadem siarczanu baru (BaSO_4) z doświadczenia 1
- ✓ Pipeta plastikowa

Wykonanie doświadczenia

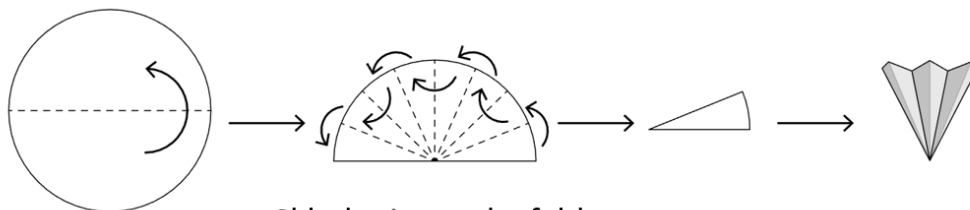
- Podnieść obie probówki na wysokość oczu
- Delikatnie przelać większość roztworu do czystej probówki tak, aby osad pozostał w probówce, w której się znajdował
- Resztę roztworu odpipetować
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje

4. Sączenie

Innym sposobem na oddzielenie osadu od roztworu, który można zastosować od razu po wytrąceniu osadu bez konieczności czekania, aż osiądzie on na dnie jest sączenie. Jest ono szczególnie przydatne podczas rozdzielania małej ilości osadów, bardzo drobnych osadów lub gdy potrzebny jest przesącz, który nie posiada pozostałości osadu. Sączenie polega na przepuszczaniu mieszaniny substancji stałej i cieczy przez materiał porowaty, którym jest sączonek. Jego warstwa przepuszcza ciecz, a zatrzymuje substancję stałą dzięki temu, że jego pory są mniejsze od cząstek ciała stałego. Najpopularniejszym rodzajem jest sączonek gładki. Sporządza się go z kawałka bibuły, który składa się na cztery części, a następnie przymierza do lejka, tak aby róg oparł się o jego dno. Wystającą ponad brzeg lejka bibułę należy uciąć nożyczkami wzdłuż łuku o promieniu około 0,5 cm krótszym niż brzeg lejka. Złożony sączonek rozchyla się w kształt stożka, tak aby po jednej stronie pozostała pojedyncza, a po drugiej potrójna warstwa bibuły. Przy szybkim sączeniu stosuje się sączki fałdowane, które otrzymuje się poprzez wielokrotne składanie bibuły wyciętej w kształt koła wzdłuż promienia. W odróżnieniu od sączków zwykłych nie przylegają one całą powierzchnią do lejka, lecz jedynie na zgięciach, dzięki czemu sączenie jest szybsze. Rysunek pokazujący sposób składania sączków znajduje się na następnej stronie (Rysunek 3).



Składanie sączka gładkiego



Składanie sączka fałdowanego

Rysunek 3: Schemat składania sączka gładkiego (na górze) oraz sączka fałdowanego (na dole).

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Zlewka
- ✓ Probówka z osadem siarczanu wapnia (CaSO_4) z doświadczenia 2
- ✓ Bibuła filtracyjna
- ✓ Nożyczki
- ✓ Lejek szklany
- ✓ Statyw na lejek

Wykonanie doświadczenia

- Bibułę filtracyjną złożyć na cztery części i wyciąć sączek o odpowiednim promieniu
- Dopasować sączek do lejka, tak aby dokładnie przylegał do ścian, a jego róg znajdował się na dnie lejka
- Dopasowany sączek zwilżyć dokładnie wodą destylowaną z tryskawki jednocześnie przyciskając go lekko do ścianek lejka
- Lejek z sączkiem umieścić w statywie na lejek
- Pod statywem umieścić zlewkę, tak aby odpływ lejka przylegał do jej ścianki
- Porcjami nalewać roztwór z probówki na sączek, tak aby poziom cieczy był zawsze poniżej brzegu sączka
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje

UWAGA! Dopychanie sączka bagietką, dotykanie rogu sączka (szczególnie po zwilżeniu) lub zbyt mocne uciskanie może skutkować rozerwaniem się sączka i przejściem osadu do przesączu. Osad odsączany nie powinien nigdy wypełniać więcej niż połowę pojemności sączka.

5. Całkowite wytrącanie osadu, wirowanie

W preparatyce laboratoryjnej szczególnie istotne jest sprawdzenie całkowitości wytrącenia osadów, ponieważ jony, które nie zostały związane w postaci osadu mogą utrudniać lub uniemożliwić analizę innych jonów obecnych w roztworze np. przy wykonywaniu analiz kationów bądź anionów. Bardzo przydatna do tego celu jest wirówka. Odwirowanie osadu znacznie przyspiesza dekantację, gdyż osad nie opada samoistnie. Następuje to pod wpływem działania siły odśrodkowej na cząsteczki osadu, które osadzają się na spodzie probówki wirówkowej. Należy jednak pamiętać, że probówki wkładane powinny być zimne (chyba, że instrukcja mówi inaczej) i wypełnione maksymalnie do połowy objętości. Istotne jest również rozmieszczenie probówek w wirówce, zawsze należy zwracać uwagę, czy po przeciwległej stronie znajduje się przeciwwaga. Może to być inny roztwór badany, bądź probówka z wodą. Wszystkie probówki umieszczone w wirówce w jednym czasie muszą mieć zbliżoną objętość roztworów, aby nie doszło do uszkodzenia wirówki.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka wirówkowa
- ✓ Roztwór azotanu srebra (I) (AgNO_3)
- ✓ Roztwór kwasu solnego (HCl)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna
- ✓ Wirówka

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki nalać 1,5 mL roztworu azotanu srebra (I) (AgNO_3)
- Dodać 2 krople roztworu HCl i dokładnie wymieszać
- Odwirować korzystając z instrukcji znajdującej się obok wirówki
- Do czystej probówki zlać roztwór znad osadu, osad wyrzucić do zlewki
- Do roztworu ponownie dodać 2 krople roztworu HCl . Powyższe czynności powtarzać, aż osad nie wytrąci się po dodaniu kwasu solnego co będzie świadczyć o jego całkowitym wytrąceniu
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzącej reakcji w postaci jonowej

6. Osady rozpuszczalne w nadmiarze odczynnika

Bardzo istotne jest dodawanie odczynników po kropli, ponieważ niektóre reagenty wytrącają osady, które bardzo łatwo rozpuszczają się w nadmiarze odczynnika z wytworzeniem jonów kompleksowych.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka
- ✓ Roztwór azotanu bizmutu (III) ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$)
- ✓ Roztwór jodku potasu (KI)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki nalać 0,5 mL roztworu azotanu bizmutu (III) ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$)
- Dodać 10 kropli roztworu jodku potasu (KI) i dokładnie wymieszać
- Do wytrąconego osadu dodawać nadmiar roztworu KI , aż do rozpuszczenia się osadu
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej

UWAGA! Czasami, aby osad rozpuścił się należy dodać dużą ilość nadmiaru odczynnika. Nadmiar odczynnika dodawać powoli, po kropli.

7. Obsługa palnika

Do ogrzewania i prażenia w pracowni stosuje się różnego typu palniki gazowe, których zasada działania jest taka sama, a obsługa każdego z nich jest bardzo zbliżona. Palnik składa się z rurki metalowej, do której od dołu dopływa gaz przez wąską dyszę. Gaz miesza się z powietrzem, które jest zasysane przez otwór znajdujący się w dolnej części palnika. Ilość dopływającego powietrza można regulować w zależności od typu palnika za pomocą ruchomego pierścienia z wyciętymi otworami bądź poprzez obniżanie lub podnoszenie metalowego krążka osadzonego na gwincie. Przy całkowicie zamkniętym dopływie powietrza gaz spala się wysokim płomieniem świecącym i kopącym o stosunkowo niskiej temperaturze. Wraz z otwarciem dopływu powietrza płomień palnika zaczyna się zmieniać i wzrasta jego temperatura. Gdy dopływ powietrza jest odpowiednio duży powstaje tzw. płomień „huczący”, składający się z dwóch stożków, z których wewnętrzny, barwy niebieskiej, jest stosunkowo chłodny ($300\text{--}500^\circ\text{C}$), natomiast zewnętrzny, jasnofioletowy, osiąga temperaturę około 1500°C . Najgorętsza część płomienia znajduje się w odległości kilku

milimetrów od stożka wewnętrznego. Zbyt mocne odkręcenie dopływu powietrza może spowodować zgaszenie bądź „przeskoczenie” płomienia w głąb palnika, do wylotu dyszy. Dzieje się też tak, gdy podczas zapalania palnika jest otwarty dopływ powietrza. Przeskoczenie płomienia można łatwo rozpoznać po charakterystycznym dźwięku oraz po zmianie wyglądu płomienia – staje się on wąski, wysoki oraz nie zajmuje całego przekroju palnika. Palnik, w którym płomień „przeskoczył” lub zgasł należy natychmiast zgasić poprzez zakręcenie dopływu gazu, w przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia palnika co może nieść ze sobą poważne konsekwencje również zdrowotne.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Palnik gazowy
- ✓ Zapałki

Wykonanie doświadczenia

- Upewnić się, że dostęp powietrza jest zamknięty. Jeśli nie jest – zamknąć
- Odkręcić zawór znajdujący się w dolnej części palnika przy węży gumowym umożliwiając dopływ gazu do palnika. Jeżeli palnik nie posiada zaworu krok ten pominąć
- Przygotować zapałkę do zapalenia palnika
- Odkręcić kurek gazowy
- Zapalić zapałkę i zbliżyć ją do wylotu palnika
- Powoli zwiększać dopływ powietrza, aż do pojawienia się niebieskiego stożka i charakterystycznego „huczącego” dźwięku
- Zakręcić dopływ powietrza
- Zakręcić kurek gazowy
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory płomienia i dźwięki

UWAGA! Należy pamiętać, że przed zgaszeniem palnika zamykamy dostęp powietrza!

8. Ogrzewanie w płomieniu palnika

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka wysoka, duża
- ✓ Roztwór chlorku amonu (NH_4Cl)
- ✓ Roztwór wodorotlenku sodu (NaOH)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna
- ✓ Palnik gazowy
- ✓ Zapałki
- ✓ Łapa drewniana

Wykonanie doświadczenia

- Do dużej probówki odmierzyć 1 mL roztworu chlorku amonu (NH_4Cl) a następnie dodać 0,5 mL NaOH i dokładnie wymieszać
- Odpalić palnik i ustawić odpowiednią intensywność płomienia
- Probówkę umieścić w łapie drewnianej pamiętając, aby znajdowała się ona około 1,5 cm od wylotu probówki
- Upewnić się, że probówka z zewnątrz jest sucha, w przeciwnym razie po kontakcie z płomieniem pęknie
- Probówkę pod kątem 45° umieścić tuż nad płomieniem palnika i podgrzewać delikatnie wstrząsając probówką, aż do pojawienia się zapachu amoniaku
- Zgasić palnik
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej

UWAGA! Wylot probówki kierujemy w stronę okna bądź wyciągu, nigdy w kierunku innych osób i siebie. Przegrzanie się cieczy spowodowane np. zbyt długim trzymaniem probówki w jednym miejscu może skutkować wyrzuceniem roztworu z probówki.

9. Ogrzewanie w łaźni wodnej

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Dwie duże probówki
- ✓ Roztwór azotanu miedzi (II) ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$)
- ✓ Roztwór siarczanu kadmu (CdSO_4)
- ✓ Roztwór tioacetamidu (CH_3CSNH_2 , amidu kwasu tiooctowego, AKT)
- ✓ Roztwór wodny amoniaku ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna
- ✓ Zlewka
- ✓ Palnik gazowy
- ✓ Trójnóg
- ✓ Siatka porcelanowa
- ✓ Zapalki

Wykonanie doświadczenia

- Przygotować dwie duże probówki i podpisać markerem symbolami „A” i „B” jak najbliżej wylotu probówki
- Do probówki „A” odmierzyć około 2 mL roztworu azotanu miedzi (II) ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$), a do probówki „B” odmierzyć tą samą objętość roztworu siarczanu kadmu (CdSO_4)
- Do obu probówek dodać po 15 kropli roztworu AKT i dokładnie wymieszać
- Dużą zlewkę wypełnić do połowy wodą, a następnie postawić na siatce porcelanowej znajdującej się na trójnogu
- Odpalić palnik i po odpowiednim ustawieniu płomienia wsunąć delikatnie palnik pod trójnóg z siatką tak, aby płomień znajdował się po środku siatki
- Do uprzednio przygotowanej zlewki z wodą wstawić obie próbówki z roztworami i grzać przez około 10-15 minut
- W przypadku braku osadu w probówce „B” dodać 5 kropli wody amoniakalnej ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), dokładnie wymieszać i kontynuować grzanie dodatkowo przez 5 minut
- Wyłączyć palnik
- Zlewkę z wodą oraz probówki pozostawić do wystygnięcia
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej

UWAGA! Gorące szkło laboratoryjne po kontakcie z zimną wodą pęka. Przed myciem należy szkło pozostawić do wystygnięcia.

10. Odparowywanie

UWAGA! Doświadczenie wykonywane pod wyciągiem, w czteroosobowych grupach!

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Parownicza
- ✓ Roztwór tetraboranu sodu ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)
- ✓ Stężony kwas siarkowy (H_2SO_4)
- ✓ Metanol (CH_3OH)
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna
- ✓ Palnik gazowy

- ✓ Trójnóg
- ✓ Siatka porcelanowa
- ✓ Łapa drewniana
- ✓ Zapałki

Wykonanie doświadczenia

- Do parowniczkę nalać 1 mL roztworu tetraboranu sodu ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)
- Parowniczkę umieścić na siatce na trójnogu znajdującym się pod wyciągiem
- Odpalić palnik i po odpowiednim ustawieniu płomienia wsunąć delikatnie palnik pod trójnóg z siatką tak, aby płomień znajdował się pośrodku siatki
- Po odparowaniu roztworu do sucha za pomocą łapy drewnianej zdjąć parowniczkę z siatki i pozostawić pod wyciągiem aż do ostygnięcia
- Zgasić palnik
- Wziąć parowniczkę i udać się do pokoju przygotowawczego
- Postawić parowniczkę jak najbliżej butelki ze stężonym kwasem siarkowym (H_2SO_4)
- Dodać 5 kropli H_2SO_4 uważając, żeby nie dotknąć ani nie podnosić butelki (łapiemy tylko za gruszkę na końcu kropplomierza)
- Parowniczkę przestawić na środek blatu pod wyciągiem i dodać 1 mL metanolu (CH_3OH)
- Delikatnie poruszając parowniczką wymieszać zawartość
- Podpalić zawartość parowniczkę – zielony płomień oznacza obecność jonów boranowych
- Zgasić płomień przy pomocy metalowej płytki do gaszenia płomienia
- Parowniczkę pozostawić do wystygnięcia
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworu i płomienia, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej

11. Sporządzanie roztworu o danym stężeniu

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Zlewka
- ✓ Stały chlorek sodu (NaCl)
- ✓ Waga
- ✓ Szpatułka-łyżeczka
- ✓ Szkiełko zegarkowe
- ✓ Bagietka
- ✓ Areometr
- ✓ Pipeta plastikowa

Wykonanie doświadczenia

- Wykonać niezbędne obliczenia
- Szkiełko zegarkowe położyć na wadze i wytarować
- Za pomocą szpatułka-łyżeczki odważyć obliczoną ilość NaCl
- Szkiełko zegarkowe odstawić na blat a na jego miejsce postawić na wadze zlewkę
- Wytarować wagę
- Nalać obliczoną ilość wody destylowanej
- Zlewkę zestawić z wagi i wsypać wcześniej odważoną sól
- Dokładnie wymieszać bagietką do rozpuszczenia
- Wykonać drugą część doświadczenia – zatężanie bądź rozcieńczanie

Wariant I – zatężanie

- Wykonać niezbędne obliczenia
- Szkiełko zegarkowe położyć na wadze i wytarować
- Za pomocą szpatułko-łyżeczki odważyć obliczoną ilość NaCl
- Naważkę dodać do wcześniej przygotowanego roztworu i dokładnie wymieszać
- Przełąć roztwór do dużego cylindra miarowego
- Do cylindra z roztworem delikatnie włożyć areometr tak aby swobodnie unosił się w roztworze
- Odczytać wartość gęstości z podziałki areometru
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej oraz wartością odczytaną z pomiaru gęstości
- We wnioskach odnieść się do pomiarów gęstości roztworów o różnych stężeniach wykonanych przez innych studentów

Wariant II – rozcieńczanie

- Wykonać niezbędne obliczenia
- Mały cylinder miarowy postawić na wadze i wytarować
- Odważyć obliczoną ilość wody
- Odważoną wodę przełąć do wcześniej przygotowanego roztworu i dokładnie wymieszać
- Przełąć roztwór do dużego cylindra miarowego
- Do cylindra z roztworem delikatnie włożyć areometr tak aby swobodnie unosił się w roztworze
- Odczytać wartość gęstości z podziałki areometru
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej oraz wartością odczytaną z pomiaru gęstości
- We wnioskach odnieść się do pomiarów gęstości roztworów o różnych stężeniach wykonanych przez innych studentów

UWAGA! Aby dokładnie odważyć ciecz należy w pierwszej kolejności nalać do zlewki stojącej na wytarowanej wadze ilość roztworu jak najbardziej zbliżoną do zakładanej, a następnie dodawać pipetą po kropli, aż do uzyskania określonej masy. W przypadku, gdy masa roztworu przekroczy masę zakładaną, odpipetowujemy nadmiar.