Projekt "Operacja - Integracja 3.0!" - III etap wdrażania Zintegrowanego Programu Uczelni jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, umowa nr FERS.01.05-IP.08-0226/23-00

Materiały dydaktyczne (SKRYPT)

dla studentów kierunku

Farmacja

Do przedmiotu

Chemia ogólna i nieorganiczna

Autorzy:

Dr n. farm. Angelika Adamus-Grabicka
Dr n. farm. Małgorzata Fabijańska
Mgr inż. Monika Kawka-Człapińska
Dr n. farm. Andrzej Łazarenkow
Dr hab. n. med. Joanna Sikora, profesor UM
Dr n. farm. inż. Dominik Żyro

Łódź, 2026

Niniejszy materiał dydaktyczny (skrypt) powstał w ramach realizacji przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi projektu pt.: "Operacja - Integracja 3.0!" - III etap wdrażania Zintegrowanego Programu Uczelni, który jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, umowa nr FERS.01.05-IP.08-0226/23-00

Ćwiczenie nr 1
Podstawowe obliczenia chemiczne i czynności laboratoryjne

Wstęp teoretyczny

Podstawowe jednostki i prawa chemiczne

W obliczeniach chemicznych stosuje się jednostki Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI), oraz jednostki pozaukładowe dopuszczone do stosowania wraz z SI, zgodnie z zasadami przyjętymi w Farmakopei Polskiej XIII (FPXIII). Jednostką objętości w układzie SI jest metr sześcienny (m^3), jednak w praktyce farmaceutycznej, medycznej i laboratoryjnej objętość najczęściej wyraża się w litrach (L) oraz oraz mniejszych jednostkach, takich jak mililitr (mL) i mikrolitr (µL). Najczęściej stosowane jednostki masy i objętości przedstawiono w tabelach 1-3.

Nazwa jednostki	Symbol	Przeliczenie względem grama	Zapis dziesiętny
kilogram	kg	$1\ kg = 10^3\ g$	1 kg = 1000 g
gram	g	$1\ g = 10^0\ g$	1 g = 1 g
miligram	mg	$1\ mg = 10^{-3}\ g$	1 mg = 0,001 g
mikrogram	µg	$1\ \mu g = 10^{-6}\ g$	1 µg = 0,000 001 g
nanogram	ng	$1\ ng = 10^{-9}\ g$	1 ng = 0,000 000 001 g

Tabela 1: Jednostki masy i ich przeliczenia

Nazwa jednostki	Symbol	Przeliczenie względem litra	Zapis dziesiętny
metr sześcienny	m^3	$1\ m^3 = 10^3\ L$	1 m^3 = 1000 L
litr	L	$1\ L = 10^0\ L$	1 L = 1 L
mililitr	mL	$1\ mL = 10^{-3}\ L$	1 mL = 0,001 L
mikrolitr	µL	$1\ \mu L = 10^{-6}\ L$	1 µL = 0,000 001 L
nanolitr	nL	$1\ nL = 10^{-9}\ L$	1 nL = 0,000 000 001 L

Tabela 2: Jednostki objętości i ich przeliczenia

Wielkość	Wartość orientacyjna	Zastrzeżenie
1 L wody	około 1 kg	Zależy od temperatury; gęstość wody jest bliska 1,000 g/mL w temperaturze około 4 °C.
1 mL wody	około 20 kropli	Zależy od rodzaju kroplomierza, temperatury i właściwości cieczy.
1 łyżeczka	około 5 mL	Miara orientacyjna, nie laboratoryjna.
1 łyżka stołowa	około 15 mL	Miara orientacyjna, nie laboratoryjna.

Tabela 3: Orientacyjne zależności stosowane w praktyce.

Uwaga! Podane przeliczenia dotyczące kropli, łyżeczki i łyżki stołowej mają charakter orientacyjny i nie mogą zastępować pomiaru wykonanego za pomocą odpowiedniego sprzętu laboratoryjnego.

Mol – jednostka SI ilości substancji. Jeden mol zawiera dokładnie $6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ obiektów elementarnych. Liczba ta jest ustaloną wartością liczbową stałej Avogadra N_A wyrażonej w jednostce mol^{-1} i jest nazywana liczbą Avogadra. Ilość substancji, symbol *n*, układu jest miarą liczby obiektów elementarnych danego rodzaju. Obiektem elementarnym może być atom, cząsteczka, jon, elektron, każda inna cząstka lub danego rodzaju grupa cząstek.

Stała Avogadra – stałą definiującą jednostkę ilości substancji, równą dokładnie $6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}. Liczbę obiektów elementarnych N w próbce można obliczyć na podstawie ilości substancji n i stałej Avogadra N_A, korzystając z zależności $N = n \cdot N_A$.

Warto przy tym odróżnić:

- **stała Avogadra** $N_A \rightarrow 6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$,
- **liczba Avogadra** → sama wartość $6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}$, **bez jednostki**.

Masa molowa (M) [g/mol] – to wielkość fizyczna określająca, jaka masa przypada na jeden mol danej substancji, definiowana jako iloraz masy substancji *m* i ilości substancji *n*.

$$M = \frac{m}{n}$$

Objętość molowa [L/mol] – objętość przypadająca na 1 mol substancji. Dla gazów jest ona w przybliżeniu stała i wynosi 22,4 L/mol w warunkach normalnych (temperatura T = 273,15 K, ciśnienie p = 101325 Pa).

Prawo stałości składu – czysty związek chemiczny zawiera tworzące go pierwiastki zawsze w stałych, charakterystycznych dla tego związku stosunkach masowych, niezależnie od pochodzenia związku i sposobu jego otrzymania.

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

Gęstość [d] jest to stosunek masy ciała (m) do jego objętości (V): Gęstość w SI to kg/m^3 ; w praktyce gęstość ciał stałych i cieczy podaje się w [g/mL], a gazów w [g/L].

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

FPXIII lub – symbole obecne na butelkach z odczynnikami lub przy wzorze związku oznaczają, że dana substancja jest substancją farmakopealną zgodnie z Farmakopeą Polską XIII jako właściwa substancja lecznicza albo pomocnicza lub odczynnik stosowany w farmakopealnych metodach analizy (np. OD - odczynnik, RM – roztwór mianowany – roztwór o dokładnie określonym stężeniu).

Roztwory i stężenia

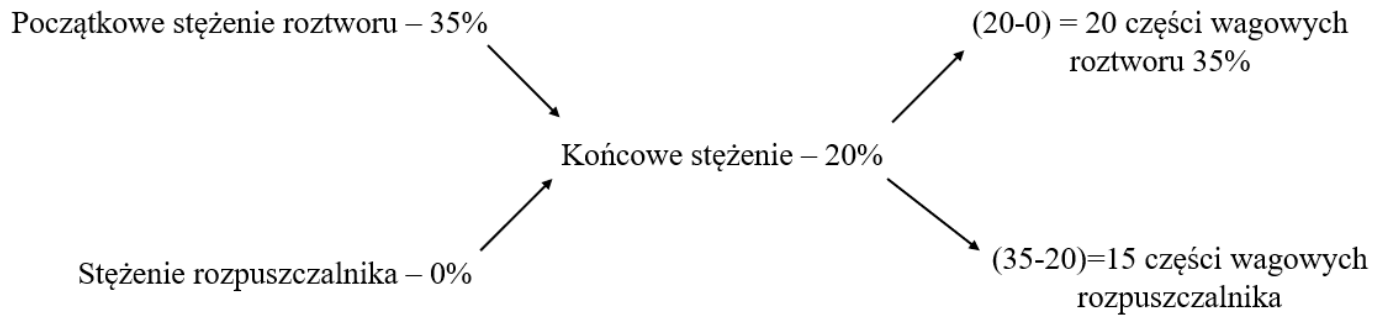
Roztwór jest mieszaniną jednorodną, składającą się z substancji rozpuszczonej, jednej lub kilku, i rozpuszczalnika lub kilku rozpuszczalników mieszających się ze sobą. W roztworach ciekłych rozpuszczalnikiem jest ciecz (woda, alkohol, benzyna, aceton itd.), a substancją rozpuszczoną ciała stałe, ciecze 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 jego stężenie. Do stężeń często stosowanych w farmacji należą między innymi stężenie procentowe masowe, wykorzystywane w recepturze aptecznej, oraz stężenie molowe, stosowane w analizie chemicznej leków.

Stężenie procentowe masowe 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 o znanym stężeniu procentowym masowym masę rozpuszczalnika oraz masę roztworu wyjściowego można obliczyć za pomocą schematu krzyżowego, przyjmując, że czysty rozpuszczalnik odpowiada roztworowi o stężeniu 0% (m/m). 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.



Schemat krzyżowy

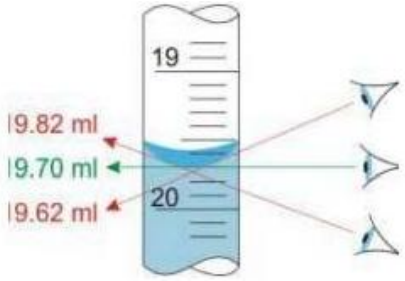
Stężenie molowe jest stosunkiem **ilości substancji wyrażonej w molach** (n_s) do objętości roztworu (V) wyrażonej w litrach. Inaczej jest to ilość moli substancji jaka zawarta jest w 1 L roztworu. Liczba moli jest to stosunek masy substancji (m_s) rozpuszczonej wyrażonej w gramach do masy molowej (M)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

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

Podstawowe czynności laboratoryjne

Odmierzanie objętości cieczy za pomocą cylindra miarowego

Do odmierzania objętości cieczy z ograniczoną dokładnością wykorzystywany jest cylinder miarowy. Podczas pomiaru cylinder należy ustawić pionowo na poziomej powierzchni. Przy odczytywaniu podziałek cylindra, należy zwracać uwagę na to, aby 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.). W przypadku bezbarwnych, przezroczystych cieczy objętość odczytuje się względem dolnego brzegu menisku. W przypadku roztworów ciemnych, takich jak np. nadmanganian potasu, dla których dolna część menisku nie jest wyraźnie widoczna, odczytu dokonuje się względem jego górnej części. 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.

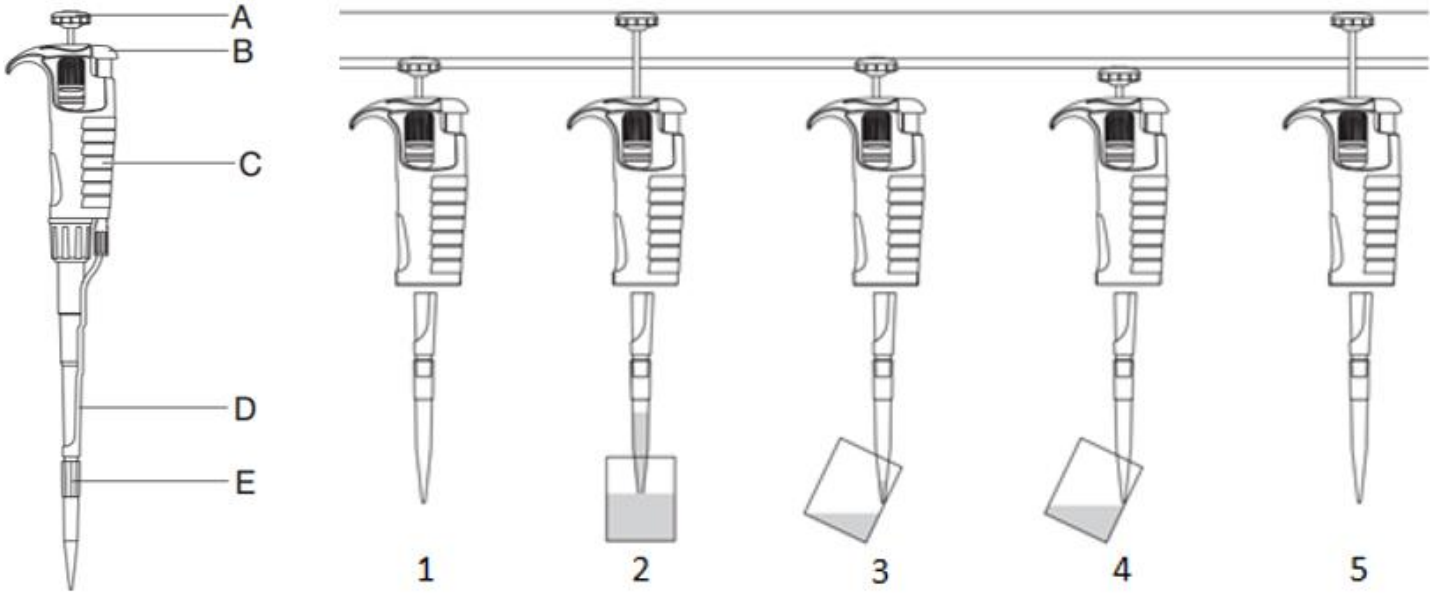
Odmierzanie objętości cieczy za pomocą pipety automatycznej

Do dokładniejszego odmierzania objętości bądź odmierzania bardzo małych objętości 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 rozpryśnięciem cieczy poza naczynie, a co za tym idzie niedokładne odmierzenie ilości. Przy zmianie pobieranej cieczy, końcówka musi zostać zmieniona na nową. Końcówkę należy zanurzyć na niewielką, stałą głębokość, odpowiednią do jej rozmiaru i pobieranej objętości, tak aby podczas aspiracji nie doszło do zassania powietrza. 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 ściance końcówki. Warstwa ta może być źródłem błędu pomiaru. Ponieważ objętość tej warstwy pozostaje w przybliżeniu stała podczas kolejnych pipetowań z tą samą końcówka, 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 pokrętła w przycisku pipetowania (Rys. 2, A) lub pokrętła nastawy objętości (w zależności od rodzaju pipety automatycznej); wszystkie cyfry muszą być dobrze widoczne w okienku na rękojeści (Rys. 2C)
- Na trzon (Rys. 2D) pipety nałożyć końcówkę (Rys. 2E)
- 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)
- Po całkowitym zwolnieniu przycisku odczekać około jednej sekundy, utrzymując końcówkę zanurzoną w cieczy, a następnie wyjąć ją pionowo z naczynia.
- Trzymając pipetę pionowo przyłożyć koniec końcówki do ścianki naczynia
- Powolnym, płynnym ruchem wcisnąć przycisk pipetowania do pierwszego oporu (Rys. 2,3)

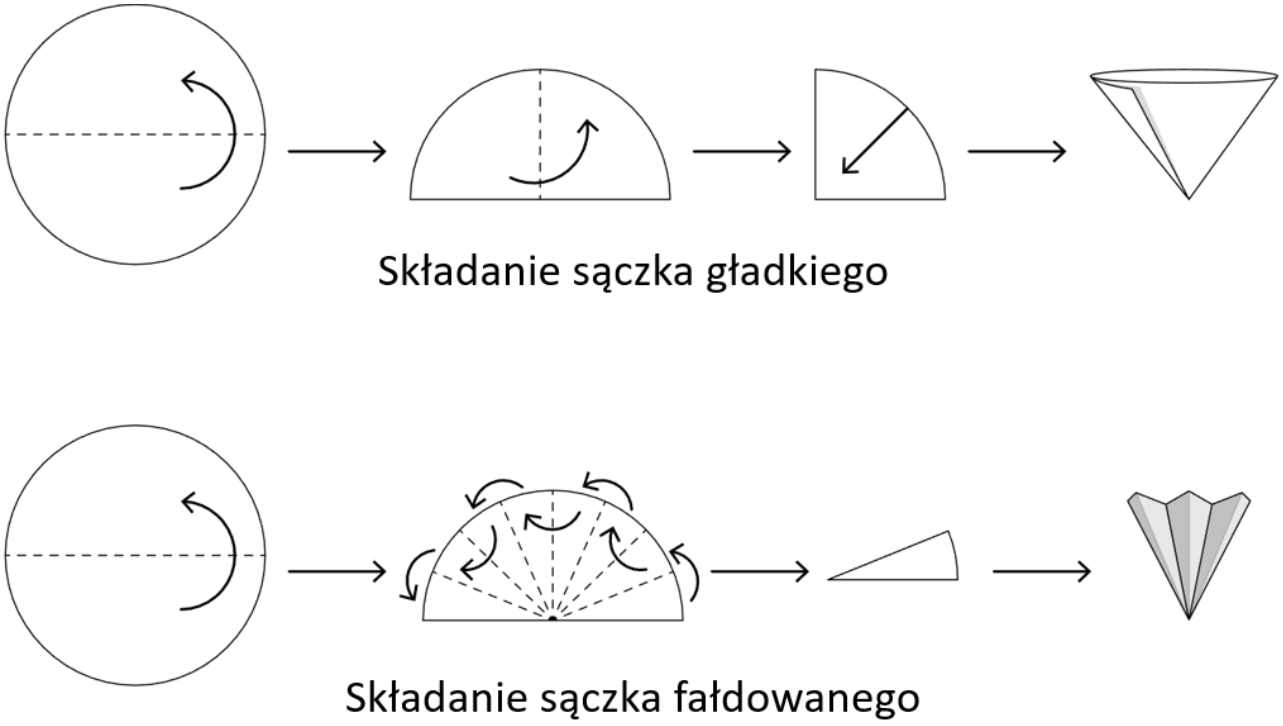
- Po upływie około sekundy wcisnąć przycisk pipetowania do końca w celu usunięcia z końcówki pozostałości cieczy (Rys. 2,4)
- Trzymając wciśnięty przycisk pipetowania wyjąć pipetę przesuwając końcówkę po ściance naczynia
- Zwolnić przycisk pipetowania do pozycji początkowej (Rys. 2,5)
- Zrzucić końcówkę do właściwego, oznakowanego pojemnika na odpady wciskając przycisk wyrzutnika (Rys. 2B)



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

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 sączek. Jego warstwa przepuszcza ciecz, a zatrzymuje substancję stałą dzięki temu, że jego pory są mniejsze od cząstek ciała stałego. Najpopularniejszym rodzajem jest sączek 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 sączek 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 gładkich nie przylegają one całą powierzchnią do lejka, lecz jedynie na zgięciach, dzięki czemu sączenie jest szybsze.



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

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, które wykorzystywane są w farmakopealnych metodach analizy. Aby to zrobić konieczne jest, czasami kilkukrotne oddzielenie osadu od roztworu. Dekantacja jest jednym ze sposobów oddzielenia roztworu od osadu i polega ona na zlaniu cieczy znad osadu. Czynność tę wykonuje się na mieszaninie odstanej, 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. Można również wykorzystać do tego celu wirówkę. Odwirowanie osadu znacznie przyśpiesza 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 podaje 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.

Praca pod dygestorium (wyciągiem)

Dygestorium jest urządzeniem służącym do bezpiecznej pracy z substancjami, które mogą wydzielać szkodliwe, drażniące lub nieprzyjemne opary. Działający wyciąg usuwa zanieczyszczone powietrze ze strefy pracy, ograniczając narażenie użytkownika na działanie potencjalnie niebezpiecznych substancji.

Podczas wykonywania doświadczeń wymagających zastosowania dygestorium należy przestrzegać następujących zasad:

- **Uruchomienie wyciągu** – Przed rozpoczęciem pracy należy sprawdzić, czy wyciąg dygestorium jest włączony. Jeżeli wyciąg nie pracuje, należy uruchomić go za pomocą przycisku **„OK”**, znajdującego się na panelu sterowania po prawej stronie dygestorium.
- **Ustawienie szyby** – Szybę dygestorium należy podnieść maksymalnie do wysokości oznaczonej po lewej stronie. **Nie należy przekraczać wyznaczonego poziomu**, ponieważ podniesienie szyby powyżej oznaczenia powoduje wyłączenie wyciągu.
- **Rozpoczęcie pracy** – Materiały, sprzęt oraz odczynniki niezbędne do wykonania doświadczenia należy umieścić wewnątrz dygestorium, w obszarze objętym działaniem wyciągu. Następnie szybę należy opuścić do wysokości zapewniającej dobrą widoczność wykonywanych czynności oraz odpowiednią ochronę użytkownika.
- **Zakończenie pracy** – Po zakończeniu doświadczenia należy podnieść szybę, wyjąć z dygestorium wykorzystane materiały i sprzęt, a następnie zamknąć szybę.
- **Wyłączenie wyciągu** – Wyciąg dygestorium należy pozostawić włączony przez cały czas trwania ćwiczeń laboratoryjnych. **Wyłączenie wyciągu następuje dopiero po zakończeniu ćwiczeń**, zgodnie z poleceniem prowadzącego.

Uwaga: Prawidłowe ustawienie szyby oraz zapewnienie ciągłej pracy wyciągu są niezbędne do zachowania właściwych warunków bezpieczeństwa podczas pracy w dygestorium.

Przebieg ćwiczenia

1.Osady łatwo wytrącające się

Cel ćwiczenia

Celem doświadczenia jest przeprowadzenie reakcji strącania siarczanu baru, obserwacja powstającego osadu oraz zapisanie równania reakcji w postaci cząsteczkowej i jonowej skróconej.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór azotanu baru ($Ba(NO_3)_2$)
- ✓ Roztwór kwasu siarkowego (🌫H_2SO_4)
- ✓ Probówka
- ✓ Cylinder miarowy

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki nalać 2 mL roztworu azotanu baru ($Ba(NO_3)_2$) odmierzonego za pomocą cylindra miarowego
- Dodać 5 kropli roztworu kwasu siarkowego (H_2SO_4) i dokładnie wymieszać
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować obserwacje, zwracając uwagę na wygląd roztworów i osadu
- Zapisać równanie reakcji w postaci cząsteczkowej i jonowej skróconej
- **Sformułuj wniosek: Wyjaśnij, w jaki sposób mieszanie roztworów wpływa na szybkość i równomierność wytrącania osadu.**
- Probówkę podpisać i pozostawić wraz z zawartością (będzie wykorzystana w innym ćwiczeniu).

2.Osady trudno wytrącające się

Cel ćwiczenia

Celem doświadczenia jest przeprowadzenie reakcji strącania siarczanu wapnia, obserwacja powstającego osadu oraz zapisanie równania reakcji w postaci cząsteczkowej i jonowej skróconej.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

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

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki nalać 2 mL roztworu chlorku wapnia ($CaCl_2$) odmierzonego za pomocą cylindra miarowego
- Dodać 0,5 mL roztworu kwasu siarkowego odmierzonego pipetą automatyczną i dokładnie wymieszać
- W przypadku braku pojawienia się osadu wziąć bagietkę i pocierać ścianki probówki, aż do momentu pojawienia się osadu bądź wyraźnego zmętnienia. **Czynność tę wykonywać nad blatem stołu.**
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzącej reakcji w postaci jonowej
- **Sformułuj wniosek: Dlaczego podczas wytrącania osadów trudno wytrącających się pocieramy ścianki probówki bagietką?**
- 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. Sączenie

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest opanowanie sposobu przygotowania sączka gładkiego oraz wykonanie rozdzielenia osadu od cieczy metodą sączenia.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

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

Wykonanie doświadczenia

- Bibułę filtracyjną złożyć na cztery części i wyciąć sączek o odpowiednim promieniu
- Dopasować sączek do lejka, tak aby dokładnie przylegał do ścianek, a jego wierzchołek 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 przenosić **mieszaninę zawierającą osad** po bagietce na sączek, tak aby poziom cieczy był zawsze poniżej brzegu sączka
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje
- **Sformułuj wniosek: Dlaczego sączek powinien być dopasowany do lejka i zwilżony przed sączeniem? Jakie mogą być skutki jego niewłaściwego ułożenia lub uszkodzenia?**

UWAGA! Nie dociskać sączka bagietką ani nie naciskać na jego wierzchołek, zwłaszcza po zwilżeniu. Uszkodzenie bibuły może spowodować przedostanie się osadu do przesączu. Mieszaninę należy wlewać porcjami, utrzymując poziom cieczy poniżej górnej krawędzi sączka. Jeśli osadu jest dużo, należy użyć większego sączka lub podzielić mieszaninę na porcje.

4.Całkowite wytrącanie osadu, wirowanie

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nauka oddzielania osadu od roztworu za pomocą wirowania oraz sprawdzania czy wytrącanie osadu było całkowite.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka z osadem siarczanu baru ($BaSO_4$) z doświadczenia 1
- ✓ Roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4)
- ✓ Probówki
- ✓ Cylinder miarowy
- ✓ Wirówka

Wykonanie doświadczenia

- Probówkę z osadem siarczanu baru otrzymanym w doświadczeniu 1 delikatnie wymieszać i odwirować w wirówce zgodnie z instrukcja obsługi wirówki.
- Do czystej probówki zlać pewnym ruchem roztwór znad osadu
- W razie przedostania się osadu do roztworu, czynności powtórzyć
- Do klarownej cieczy znad osadu dodać 2 krople roztworu kwasu siarkowego. Delikatnie wymieszać i obserwować, czy powstaje osad.
- Jeżeli pojawi się osad, ponownie odwirować mieszaninę i powtórzyć próbę z kwasem siarkowym. Czynności powtarzać do chwili, gdy dodanie kolejnych kropli kwasu nie spowoduje wytrącenia osadu.
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzącej reakcji w postaci jonowej
- **Sformułuj wniosek: Czy jeżeli osad się nie wytrącił konieczne jest odwirowanie roztworu? Dlaczego?**

5.Osady rozpuszczalne w nadmiarze odczynnika

Niektóre odczynniki powodują wytrącenie osadu, który rozpuszcza się po dodaniu nadmiaru tego samego odczynnika wskutek tworzenia jonów kompleksowych. Dlatego odczynnik należy dodawać stopniowo i obserwować zmiany po każdej porcji. W tym doświadczeniu jony jodkowe najpierw wytrącają jodek bizmutu(III), a następnie, dodane w nadmiarze, powodują jego rozpuszczenie.

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest sprawdzenie rozpuszczalności osadu w nadmiarze odczynnika.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Roztwór azotanu bizmutu (III) ($Bi(NO_3)_3$)
- ✓ Roztwór jodku potasu (KI)
- ✓ Probówka
- ✓ Mieszadło Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Do probówki dodać 5 kropli roztworu azotanu bizmutu (III) ($Bi(NO_3)_3$)
- Dodać 2 krople roztworu jodku potasu (KI) i dokładnie wymieszać zawartość probówki za pomocą mieszadła typu vortex. Zanotować barwę powstałego osadu
- Dodawać kolejne krople roztworu jodku potasu, mieszając po każdej porcji, aż osad się rozpuści. Zanotować barwę otrzymanego roztworu
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów i osadów, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej
- **Sformułuj wniosek: Dlaczego nie jest wskazane dodawanie od razu większych ilości nadmiaru odczynnika?**

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

6.Obsługa palnika

Do ogrzewania i prażenia 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 kopcącym 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 (300-500°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 ławo 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.

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nauka obsługi palnika gazowego.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Palnik gazowy typu Bunsena, Teclu lub podobny
- ✓ Zapałki

Wykonanie doświadczenia

- Upewnić się, że dostęp powietrza jest zamknięty. Jeśli nie jest – zamknąć.
- Odkręcić żółty kurek gazowy znajdujący się na blacie. W tym celu w pierwszej kolejności naciskamy na kurek, a dopiero później przekręcamy
- Zapalić zapałkę i zbliżyć ją do wylotu palnika
- Odkręcić zawór znajdujący się w dolnej części palnika przy wężu gumowym umożliwiający dopływ gazu do palnika.
- Powoli zwiększać dopływ powietrza, aż do pojawienia się niebieskiego stożka na płomieniu głównym i charakterystycznego „huczącego" dźwięku, płomień podtrzymujący nadal będzie się palił.
- Zakręcić dopływ powietrza
- Zakręcić żółty kurek gazowy znajdujący się na blacie (po całkowitym zakręceniu kurek powinien odskoczyć w górę, będzie słychać kliknięcie)
- Zakręcić zawór znajdujący się w dolnej części palnika przy wężu gumowym

UWAGA! Należy pamiętać, że po zamknięciu w pierwszej kolejności zaworu znajdującego się w dolnej części palnika przy wężu gumowym, gaśnie tylko płomień główny, podtrzymujący nadal się pali, co umożliwia ponowne zapalenie płomienia głównego bez użycia zapałki.

7.Ogrzewanie w płomieniu palnika

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest opanowanie techniki bezpiecznego ogrzewania roztworu w probówce nad płomieniem palnika gazowego.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

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

Wykonanie doświadczenia

- Do dużej probówki odmierzyć pipetą automatyczną 1 mL roztworu chlorku amonu (NH_4Cl), a następnie dodać 0,5 mL roztworu NaOH również pipetą automatyczną 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 ogrzewać delikatnie wstrząsając probówką, aż zwilżony papierek uniwersalny zbliżony do wylotu probówki zabarwi się na zielono
- Zgasić palnik
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, zwracając uwagę na kolory roztworów, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej
- **Sformułuj wniosek: Dlaczego podczas ogrzewania probówkę należy stale przesuwać nad płomieniem, zamiast ogrzewać ją przez dłuższy czas w jednym miejscu?**

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.

8.Sporządzanie roztworu o danym stężeniu

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia przyrządzenie roztworu o określonym stężeniu na podstawie podanej receptury.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Stały chlorek sodu (NaCl)
- ✓ Bagietka
- ✓ Papierek do odważania
- ✓ Pipeta plastikowa
- ✓ Szpatułko-łyżeczka
- ✓ Zlewka
- ✓ Waga

Wykonanie doświadczenia

- Wykonać niezbędne obliczenia
- Papierek położyć na wadze i wytarować
- Za pomocą szpatułko-łyżeczki odważyć obliczoną ilość NaCl
- Papierek odstawić na blat, a na jego miejsce postawić na wadzę zlewkę
- Wytarować wagę
- Odważyć 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 roztworu

Wariant I – zatężanie

- Wykonać niezbędne obliczenia
- Papierek położyć na wadze i wytarować
- Za pomocą szpatułko-łyżeczki odważyć obliczoną ilość NaCl
- Naważkę dodać do wcześniej przygotowanego roztworu i dokładnie wymieszać bagietką
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej
- **Sformułuj wnioski: Wymień dwie metody zatężania roztworów.**

Wariant II – rozcieńczanie

- Wykonać niezbędne obliczenia
- Zlewkę postawić na wadze i wytarować
- Dokładnie odważyć obliczoną ilość wody do zlewki i wymieszać bagietką
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje, wraz z równaniem zachodzących reakcji w postaci jonowej
- **Sformułuj wnioski: Wymień dwie metody zatężania roztworów.**

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 wody przekroczy masę zakładaną, odpipetowujemy nadmiar.