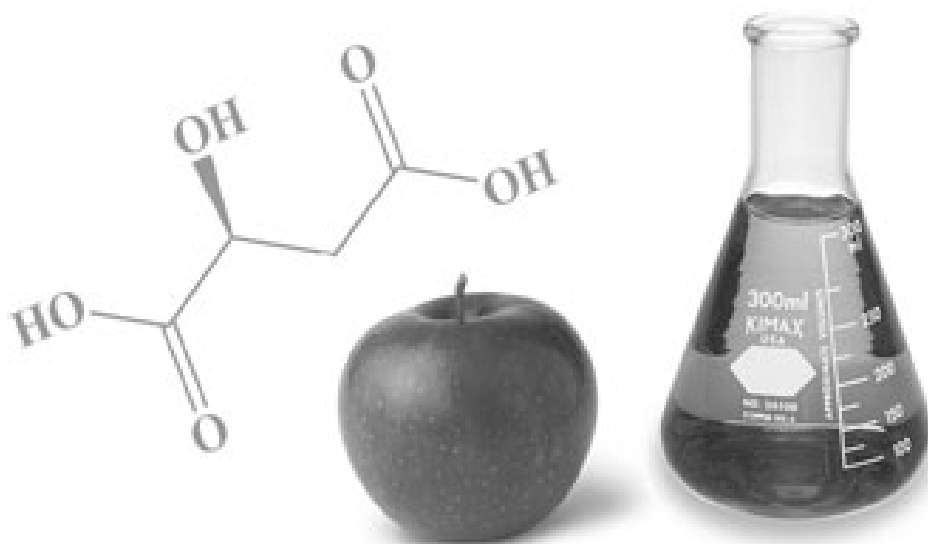
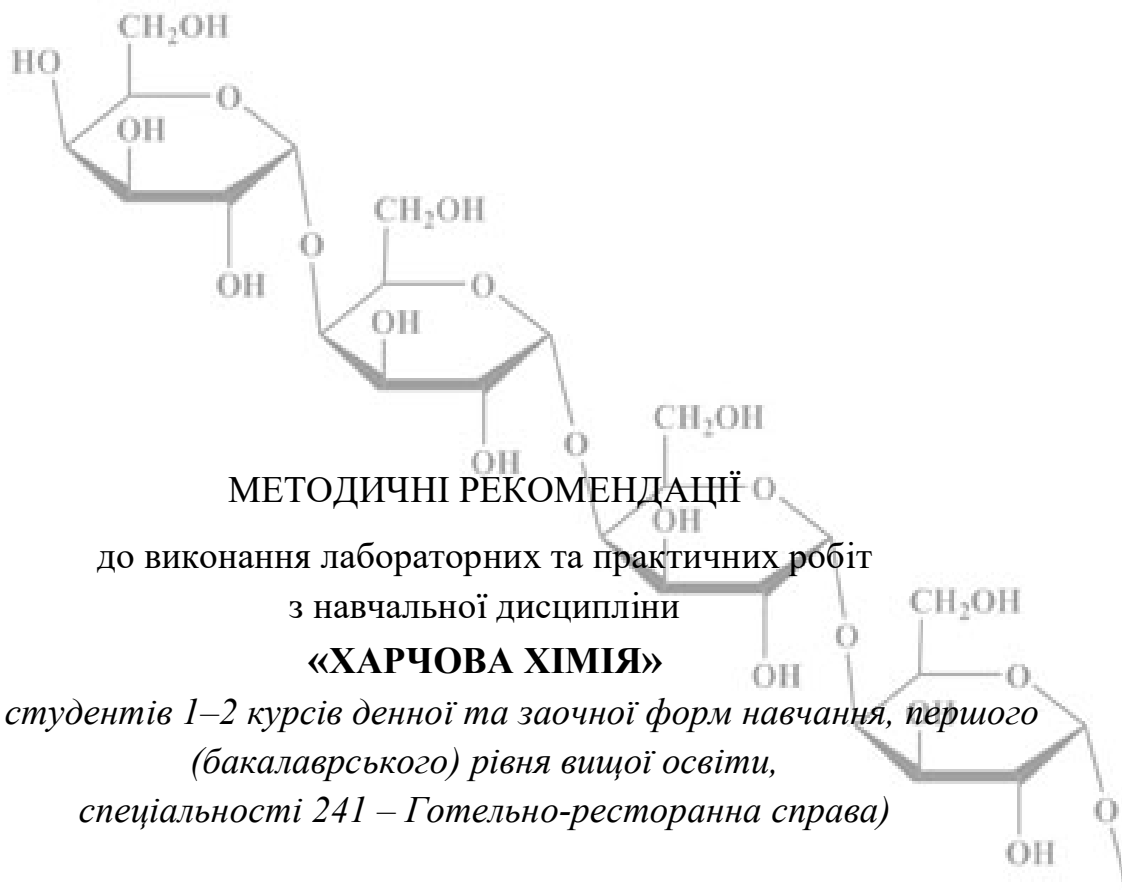


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**



**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2021**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних та практичних робіт з навчальної дисципліни «Харчова хімія» (для студентів 1–2 курсів денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 241 – Готельно-ресторанна справа) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: І. С. Зайцева, О. О. Мураєва, Т. Д. Панайотова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 62 с.

Укладачі: канд. хім. наук І. С. Зайцева,  
канд. хім. наук О. О. Мураєва,  
канд. хім. наук Т. Д. Панайотова,

*Рецензент*

**С. В. Нестеренко**, кандидат технічних наук, доцент кафедри хімії Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою хімії, протокол № 3 від 24.10.2017.*

## ЗМІСТ

Загальні зауваження.....	4
Загальні правила роботи в хімічній лабораторії і техніки безпеки.....	5
Перша допомога при нещасних випадках.....	6
Лабораторна робота 1 Основні класи неорганічних сполук.....	7
Лабораторна робота 2 Вивчення властивостей елементів та їх сполук залежно від їх розташування в періодичній системі Д. І. Менделєєва.....	9
Лабораторна робота 3 Способи приготування розчинів.....	12
Лабораторна робота 4 Вивчення властивостей розчинів електролітів.....	22
Лабораторна робота 5 Визначення рН.....	26
Лабораторна робота 6 Гідроліз солей.....	28
Лабораторна робота 7 Визначення твердості води.....	30
Лабораторна робота 8 Визначення вмісту нітратів.....	34
Лабораторна робота 9 Спирти та етери.....	39
Лабораторна робота 10 Альдегіди та кетони.....	41
Лабораторна робота 11. Одноосновні карбонові кислоти.....	43
Лабораторна робота 12 Естери та жири.....	45
Лабораторна робота 13 Вуглеводи. Властивості моносахаридів.....	48
Лабораторна робота 14 Властивості низькомолекулярних полісахаридів. Дисахариди (Біози).....	50
Лабораторна робота 15 Властивості високомолекулярних полісахаридів.....	52
Лабораторна робота 16 Білкові речовини.....	54
Лабораторна робота 17 Хроматографія.....	58

## ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Метою цих вказівок є набуття студентами навичок наукового експериментування і дослідницького підходу до вивчення предмета й закріплення теоретичного матеріалу. Наведений матеріал повинен бути базою для вивчення основних спецдисциплін відповідно до програми навчання студентів, які навчаються за спеціальністю 241 – Готельно-ресторанна справа.

Вивчення курсу харчової хімії неможливо без проведення лабораторних робіт. Лабораторні роботи – форма навчального заняття, в процесі якого студент під керівництвом викладача особисто проводить хімічні досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень і, відповідно, більш глибокого засвоєння теоретичного матеріалу. При цьому студент набуває навичок роботи з лабораторним обладнанням та реактивами, вміння узагальнювати і аналізувати отримані результати, виконувати хімічні розрахунки, опановує методику експериментальних досліджень. Правильно поставлені досліди дозволяють простежити закономірності хімічних процесів, дослідити вплив різних чинників на перебіг тієї чи іншої хімічної реакції, експериментально підтвердити властивості хімічних речовин, а також закласти основи хімічного мислення.

На початку кожної лабораторної роботи наведені контрольні запитання і вправи, відповідь на які дозволяють студентам удосконалити своє розуміння теоретичних і практичних знань з відповідних тем дисципліни. Самостійне опрацювання рекомендованого матеріалу дозволить студенту свідомо виконувати кожну лабораторну роботу.

Студентам слід заздалегідь готуватися до лабораторного заняття. Виконанню лабораторної роботи передуює співбесіда з викладачем. Підготовку необхідно починати з вивчення теоретичного матеріалу, виконання завдань, які наведені перед лабораторною роботою. Перед виконанням роботи слід зрозуміти мету роботи, ознайомитися з методикою проведення дослідів.

Звіт про виконану лабораторну роботу студент повинен оформити в лабораторному журналі. Звіт повинен містити такі відомості:

- назва роботи та дата її виконання;
- мета роботи;
- номер і назва дослідів;
- короткий опис ходу роботи із зазначенням умов проведення дослідів;
- хімічні рівняння, розрахунки, таблиці, спостереження;
- висновки.

## ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Під час роботи в лабораторії необхідно знати і суворо дотримуватися встановлених правил:

1. Робоче місце необхідно тримати в чистоті й порядку, не загроможувати сторонніми для даної роботи предметами та обладнанням;

2. Не можна брати речовини руками і пробувати на смак. Сухі реактиви слід брати за допомогою шпателя, розчини – піпеткою. Для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку;

3. Надлишки реактивів не виливати і не висипати назад у посуд, з якого вони були взяті; їх слід поміщати у посуд для зливу або спускати із струмом води в каналізацію;

4. Реактиви загального користування не слід забирати на свій робочий стіл; потрібно дотримуватися встановленого порядку в розташуванні склянок із реактивами як загального, так і індивідуального користування;

5. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин;

6. Склянку з рідиною тримають так, щоб етикетка завжди була зверху і рідина не потрапляла на неї;

7. При використанні рідких реактивів корок або кришку слід тримати в руці чи покласти на стіл так, щоб сторона корку, яка входить у горло склянки, або внутрішня частина кришки не торкалися столу;

8. У разі попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце великою кількістю води, а потім 3 %-вим розчином соди (натрій гідрокарбонату);

9. У разі попадання лугу на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім розбавленим розчином оцтової кислоти;

10. Не користуватися невідомими реактивами (без написів і етикеток або з сумнівними етикетками);

11. У всіх дослідах використовувати дистильовану воду. Не плутати пробки від склянок з різними реактивами;

12. Особливої обережності необхідно дотримуватися під час роботи з отруйними та шкідливими речовинами, з концентрованими кислотами і лугами. Працювати з ними слід у витяжній шафі;

13. Нагріваючи рідини, тримати пробірку отвором від себе і людей, що знаходяться поруч;

14. Визначати запах речовини слід, не вдихаючи пари повними грудьми, а направляючи їх до себе легким рухом руки;

15. Роботи з кислотами і лугами проводити так, щоб реактиви не потрапляли на одяг, обличчя, руки. Наливаючи розчин у пробірку, її потрібно тримати на деякій відстані від себе;

16. Готуючи розчини сульфатної кислоти необхідно лити концентровану кислоту в воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризкування кислоти;

17. Не слід чіпати, включати або вимикати без дозволу рубильник і електричні прилади, займатися сторонніми справами, проводити досліди, які не пов'язані з даною лабораторною роботою;

18. Після закінчення роботи студент повинен вимити посуд, привести робоче місце в порядок і здати його лаборантові.

### **ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ НЕЩАСНИХ ВИПАДКАХ**

1. При пораненні склом видалити уламки з рани, змастити краї рани розчином йоду і перев'язати.

2. При попаданні розчинів кислот або лугів на шкіру реактив необхідно змити великою кількістю води. У випадку поранення кислотою промити вражене місце 3 % розчином натрій гідрогенкарбонату, а у випадку попадання розчину лугу – 2 % розчином оцтової кислоти. При важких опіках треба звернутись до лікувального закладу.

3. При термічному опіку уражене місце необхідно обробити етиловим спиртом або 2–5 % розчином калій перманганату після чого накласти суху стерильну пов'язку. При важких опіках треба звернутись до лікувального закладу.

4. При попаданні реактивів в очі їх треба промити великою кількістю води, а потім звернутися до лікаря.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

## ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСНОВНИХ КЛАСІВ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** найважливіші класи неорганічних сполук, їх номенклатура, типи хімічних реакцій, формулювання законів збереження маси, сталості складу, закону Авогадро.

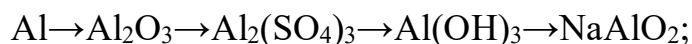
### II Виконати вправи

1. Визначити масу й об'єм газів водню і кисню (н. у.), що потрібні для утворення 9 г води.

2. Визначити масову частку Нітрогену в сполуках:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NH}_3$ .

3. Визначити молярну масу тривалентного металу, якщо відомо, що при згорянні 5 г цього металу утворюється 9,44 г оксиду.

4. Навести реакції перетворень:



### III Робота в лабораторії

#### Дослід 1 Вивчення властивостей кальцій оксиду

У пробірку вносять невелику (на шпателі) кількість кальцій оксиду і додають 5–10 мл води, розмішують і випробують реакцію середовища 1–2 краплями розчину фенолфталеїну. Результат випробування занотують до лабораторного журналу. Роблять висновок про кислотні або лужні властивості кальцій оксиду.

#### Дослід 2 Вивчення властивостей карбон(IV) оксиду

У будь-який спосіб добутий карбон (IV) оксид барботувати крізь вапняну воду, в котру додається розчин фенолфталеїну. Спостерігати за зміною кольору розчину та утворенням осаду.

Записати рівняння відповідних реакцій та зробити висновки.

#### Дослід 3 Одержання купрум(II) оксиду

У пробірку з 5–10 мл 10 % водного розчину купрум(II) сульфату додати 5–10 мл 10 % розчину натрій гідроксиду. Спостерігати за утворенням осаду і

його кольором. Вміст пробірки нагріти. До лабораторного журналу записати спостереження, рівняння реакцій і висновки.

#### **Дослід 4 Одержання нерозчинних основ та вивчення їх властивостей**

У пробірку з 5–10 мл води додати 5–10 мл 10 % водного розчину солі ферум(III) хлориду і 3–5 мл 10 % водного розчину натрій гідроксиду. В ту саму пробірку додати розчин хлоридної кислоти. Звернути увагу на розчинення осаду. Спостереження і відповідні рівняння реакції записати до лабораторного журналу.

#### **Дослід 5 Одержання та вивчення властивостей амфотерних основ**

У дві пробірки з 2–3 краплями розчину алюміній сульфату додати таку ж кількість розчину натрій гідроксиду. Спостерігати утворення осаду алюміній гідроксиду. В першу пробірку додати 5–6 крапель розчину HCl, в другу – таку ж кількість розчину NaOH. Спостерігати розчинення осаду в обох пробірках. Записати рівняння відповідних реакцій. Зробити висновки про властивості алюміній гідроксиду.

#### **Дослід 6 Утворення осаду нерозчинної солі**

У пробірку з 1–2 мл розчину барій хлориду (концентрація 0,05 моль/л) додати 3–5 мл розчину натрій сульфату (концентрація 0,05 моль/л).

Результати спостережень і відповідні рівняння реакцій записати до лабораторного журналу.

### **Контрольні запитання**

1. Дати визначення понять оксидів, гідроксидів, кислот, солей.
2. Навести по 3 приклади сполук кожного класу з відповідною назвою всіх речовин.
3. Чому дорівнює стала Авогадро, що вона показує?
4. Як формулюють закон Авогадро й висновки з нього?



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

### ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇХ СПОЛУК ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ РОЗТАШУВАННЯ В ПЕРІОДИЧНІЙ СИСТЕМІ

Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** теоретичні основи, що лежать в основі квантово-механічного вчення про будову атомів хімічних елементів, уміти вільно оперувати значеннями квантових чисел при визначенні кількості енергетичних рівнів, підрівнів, орбіталей і електронів на них, визначати властивості елементів залежно від електронної будови атомів, пояснювати періодичність властивостей елементів.

#### II Виконати вправи

1. Скласти схему розподілу електронів за квантовими комірками в атомах Кальцію і Скандію. Порівняти будову атомів цих елементів і їх властивості.

2. Указати, в яких періодах, групах і підгрупах періодичної системи містяться елементи з будовою зовнішніх оболонок  $4s^2 4p^4$  та  $3d^6 4s^2$ . Навести назви й порядкові номери цих елементів.

3. Серед конфігурацій  $3d^4 4s^2$ ,  $5s^2 5d^8$ ,  $3d^{10} 4s^0$ ,  $4f^{14}$  указати неможливі. В чому причина неможливості визначених конфігурацій у незбудженому стані атому?

#### III Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Взаємодія натрію з водою

Порцелянову чашку наповнюють дистильованою водою приблизно до 1/4 її об'єму. У воду кидають невеликий шматочок натрію (користуючись пінцетом!). Після закінчення реакції в розчин додають 1–2 краплини фенолфталеїну, відмічають забарвлення розчину. До лабораторного журналу занотовують спостереження щодо перебігу реакції, рівняння реакції та висновки.

##### Дослід 2 Взаємодія металу магнію з водою

У пробірку, на третину заповнену водою, занурюють зачищений від оксидної плівки шматочок магнію і додають кілька краплин розчину фенолфталеїну. За відсутністю забарвлення розчину роблять висновок про відсутність помітної реакції між магнієм і водою за кімнатної температури.

Потім пробірку вносять до полум'я газового пальника. Фіксують зміни, що відбуваються в пробірці (забарвлення розчину, утворення газу). Складають відповідні рівняння реакції. Порівнюють умови перебігу цієї реакції з аналогічною реакцією натрію з водою (див. Дослід 1). Висновок про спільні й розбіжні властивості натрію і магнію пояснюють електронною будовою їх атомів і їх розташуванням у періодичній системі.

### **Дослід 3 Амфотерні властивості алюмінію**

#### ***Дослід 3.1 Взаємодія алюмінію з кислотами***

У дві пробірки помістити по маленькому шматочку алюмінієвого дроту і додати в одну пробірку 8–10 крапель розчину розведеної хлоридної або сульфатної кислоти, а в другу – 2–3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Порівняти перебіг реакцій в обох пробірках, скласти рівняння реакції, зробити висновок про металічні властивості алюмінію і умови ефективного розчинення алюмінію в сульфатній кислоті.

#### ***Дослід 3.2 Взаємодія алюмінію з лугами***

У пробірку зі шматочком алюмінієвого дроту додати 3–5 мл натрій гідроксиду (концентрація 2 моль/л). Скласти рівняння реакції, зробити висновок про властивості алюмінію.

Порівняти результати дослідів 3.1 і 3.2, зробити висновок про амфотерність алюмінію, зумовлену електронною будовою його атомів і розташуванням у періодичній системі.

### **Дослід 4 Одержання алюміній гідроксиду і вивчення його властивостей**

У дві пробірки налити по 1–2 мл розчину алюміній сульфату (або хлориду) концентрацією 0,0 моль/л і додати декілька крапель розчину їдкого натру концентрацією 2 моль/л.

Спостерігайте утворення осаду, складіть рівняння реакції. Далі рідину з обох пробірок обережно злити, а до осадів додати: в одну пробірку 1–2 мл розчину хлоридної кислоти, у другу – 1–2 мл розчину їдкого натру (обидві речовини концентрацією 2 моль/л). Спостереження занотувати до журналу, скласти рівняння реакцій, зробити висновок про амфотерні властивості алюміній гідроксиду.

### **Дослід 5. Порівняння окисних властивостей галогенів**

В одну пробірку з 3–4 краплями органічного розчинника (ефір, толуол, бензол, тощо) додати 4–5 мл 0,5 М розчину калій (натрій) броміду, в другу пробірку з 3–4 краплями органічного розчинника додати 4–5 мл 0,5 М розчину калій (натрій) йодиду. В пробірку з бромідом додати 4–5 мл хлорної води, в пробірку з йодидом – 4–5 мл бромної води. Рідину у кожній пробірці добре

перемішати скляною паличкою. За забарвленням шару органічного розчинника визначити, який галоген утворився в кожній пробірці у вільному стані. Скласти відповідні рівняння реакцій, порівняти окислювально-відновні властивості хлору, броду та йоду і зробити висновок про зміну окислювально-відновних властивостей елементів залежно від їх розміщення в періодичній системі.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте визначення електронегативності елемента. Яким чином значення відносної електронегативності елемента характеризує металічні або неметалічні властивості елемента? В якого з елементів періодичної системи найбільш яскраво виражені неметалічні властивості? Відповідь мотивуйте уявленнями про будову атомів елементів.

2. Як змінюються хімічні властивості елементів зі зростанням порядкового номера в періодичній системі в межах одного періоду (малого і великого)? Відповідь мотивуйте уявленнями про будову атомів.

3. Наведіть приклади амфотерних елементів, причину амфотерності елементів і їх розташування в періодичній системі поясніть будовою атомів цих елементів.

4. Як змінюється енергія іонізації, спорідненість до електрону й радіус атомів у періоді, групі й підгрупі періодичної системи?

5. Як змінюються властивості елементів головних підгруп зі збільшенням порядкового номера елементів, як це пов'язано з електронною будовою атомів?

6. Яка послідовність заповнення електронами підрівнів залежно від суми головного і орбітального квантових чисел?

7. Хлор і Манган розташовані в одній групі періодичної системи. Якого висновку можна дійти про спільні й розбіжні властивості цих елементів?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

### СПОСОБИ ПРИГОТУВАННЯ РОЗЧИНІВ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** розчини, способи вираження їхнього складу. Концентрація розчинів: молярна, масова й мольна частка, моляльність розчиненої речовини в розчині.

#### II Виконати вправи

1. Розрахуйте масову частку калій нітрату в розчині, якщо в 420 г води розчинили 180 г  $\text{KNO}_3$ .

2. Скільки мілілітрів 70 % розчину оцтової кислоти (оцтова есенція) густиною  $1,069 \text{ г/см}^3$  знадобиться, для приготування 1 літру 9 % розчину оцтової кислоти (оцет) густиною  $1,011 \text{ г/см}^3$ ?

3. Скільки мілілітрів 37 % розчину  $\text{HCl}$  (густина  $1,19 \text{ г/см}^3$ ) потрібно взяти, для приготування 200 мл 0,1 М розчину  $\text{HCl}$ ?

#### III Робота в лабораторії

Для проведення лабораторних дослідів використовують спеціальний хімічний посуд. Цей посуд виготовляють зі спеціального хімічного скла (тонкостінного або товстостінного), що має підвищену термічну і хімічну стійкість. Посуд з тонкостінного скла повинен бути хімічно- і термічностійким. Термостійкий посуд виготовляють з жаростійкого скла або кварця. Таке скло може витримувати різкі перепади температури і контакт із агресивними речовинами. Тільки флуоридна (плавикова) кислота і концентровані розчини лугів здатні зруйнувати хімічне скло.

Хімічний лабораторний посуд можна поділити на такі групи:

- посуд загального призначення (повинен бути в кожній лабораторії);
- посуд спеціального призначення (використовують при проведенні певних хімічних операцій);
- мірний посуд (використовують для відмірювання об'єму рідин і газів);
- керамічний (порцеляновий) посуд.

**Пробірки** – це вузькі циліндричної форми посудини із закругленим дном.

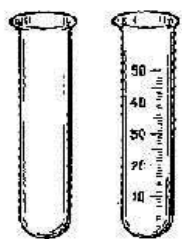


Рисунок 1 – Пробірки

Пробірки бувають різної величини та діаметра і з різного скла. Використовують пробірки для проведення дослідів з невеликими кількостями реактивів. Розчин у пробірці повинен займати не більше третини її об'єму, щоб рідину було легко розмішати. Пробірки можна нагрівати на відкритому полум'ї, використовуючи спеціальний тримач.

**Хімічні стакани** бувають двох видів: з носиками і без носиків.

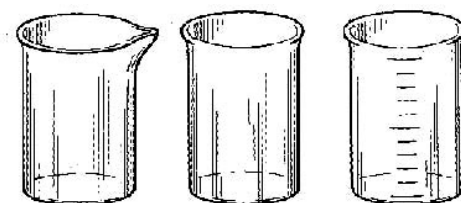


Рисунок 2 – Хімічні стакани

Хімічні стакани використовують для приготування розчинів, для проведення реакцій і зважування речовин. Нагрівати стакани із звичайного скла на полум'ї не можна – від цього вони тріскаються. Нагрівання слід проводити тільки через сітку, вкриту азбестом, або на водяній бані. Рідину в стакані перемішують або плавними круговими рухами, або скляною паличкою (не торкаючись нею стінок стакана!), або на магнітній мішалці. Стакани з речовинами не можна нагрівати на відкритому полум'ї, але можна користуватися електричними плитками. Дно стакану при цьому повинно бути сухим.

**Склянки для зберігання реактивів.** Під час наливання рідин беріть посудину з реактивом так, щоб етикетка спрямовувалась у бік долоні, знімайте краплю з краю шийки посудини, оскільки рідина, стікаючи по склу, псуватиме етикетку.

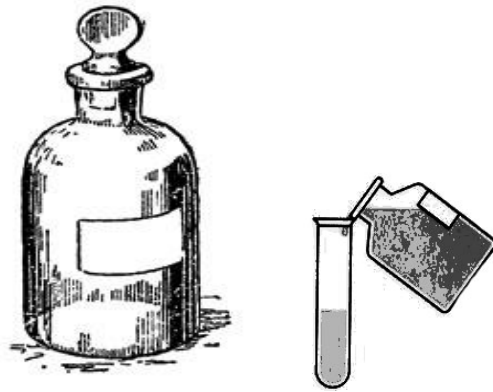


Рисунок 3 – Склянка для зберігання реактиву

**Бюкси** – це маленькі скляночки з пришліфованою скляною кришкою, які використовують для висушування сипучих матеріалів, а також як ємність для зважування твердих та рідких речовин.



Рисунок 4 – Бюкс

**Колби** різного об'єму (від 25 см<sup>3</sup> до 5 дм<sup>3</sup>), форми та товщини стінок використовують для приготування і зберігання розчинів, для проведення реакцій.

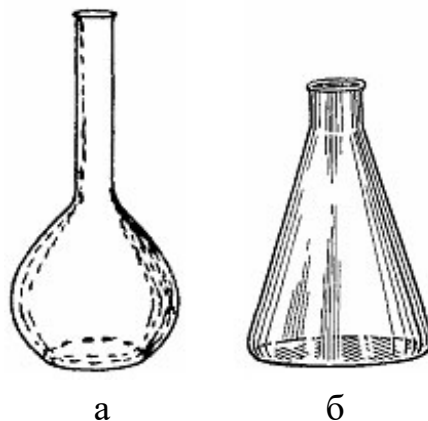


Рисунок 5 – Колби:

а – плоскодонна; б – конічна Ерленмеєра

Конічні колби широко застосовують при аналітичних роботах (титруванні).

**Лійки** різних конструкцій і розмірів мають різні призначення. Хімічні лійки служать для переливання рідин, для проведення фільтрування, пересипання порошків (лійки з короткою і широкою трубкою).

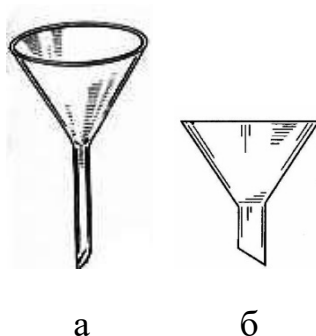


Рисунок 6 – Лійки:  
а – для рідин; б – для сипучих речовин

**Крапельниці** різної форми використовують для зберігання та дозування індикаторів та розчинів деяких речовин.

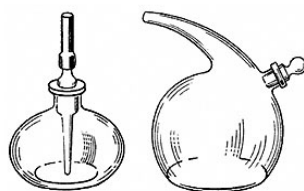


Рисунок 7 – Крапельниці

**Кристалізатори** – тонкостінні скляні плоскодонні посудини різних діаметрів і ємності. Їх застосовують в процесах кристалізації для охолодження насичених розчинів, для збирання газів методом витіснення води. Нагрівати кристалізатори можна тільки на водяній бані, оскільки вони виготовлені із товстого скла.

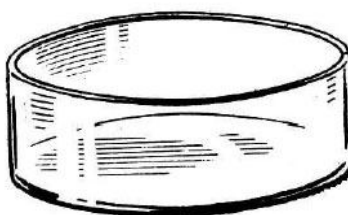


Рисунок 8 – Кристалізатор

**Ексикатори** – прилади для повільного висушування і зберігання речовин, що легко вбирають вологу із повітря. У нижню частину ексикатора поміщають осушувачі ( $P_2O_5$ ,  $CaCl_2$  (безводн.),  $H_2SO_4$  (конц.)). Над ними кладуть фарфорову пластину з отворами, на яку поміщають посудини з речовинами, які висушуються.

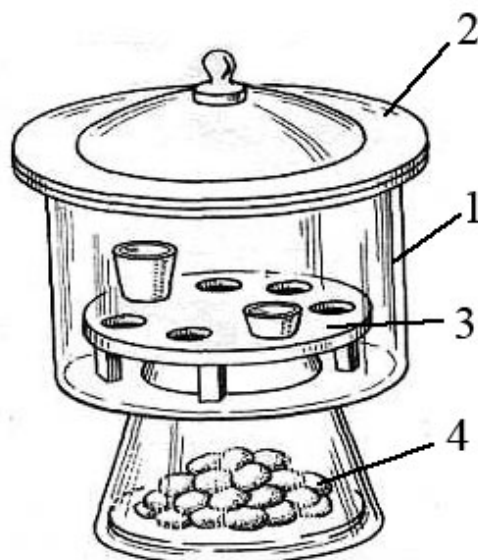


Рисунок 9 – Ексикатор:

- 1 – резервуар; 2 – пришліфована кришка;  
3 – фарфорова пластина; 4 – осушувач

Ексикатори виготовлені з товстого скла, тому їх не можна сильно нагрівати. Ексикатори закривають скляними кришками, краї яких притерті до верхньої частини циліндра.

### Мірний посуд

Мірним називають посуд, який застосовують для вимірювання об'ємів рідини. Його поділяють на два типи:

1. Посуд для приблизного вимірювання об'єму: мірні циліндри, мензурки, градуйовані стакани та колби.

2. Посуд для точного вимірювання об'ємів: мірні колби, бюретки і піпетки. Посуд такого типу не можна нагрівати (вимірювати об'єми гарячих розчинів і сушити в сушильній шафі). Він не призначений для зберігання розчинів.

**Мірні циліндри** – скляні товстостінні посудини з нанесеними на зовнішній стінці поділками, які використовують для вимірювання приблизних об'ємів рідин. Вони бувають різної ємності: від 5–10 мл до 1 л і більше. Щоб відміряти потрібний об'єм рідини, її наливають у мірний циліндр до тих пір, поки нижній меніск не досягне рівня потрібної поділки.

**Мензурки** – це посудини конічної форми, на стінках яких є шкала ділення. Вони дуже зручні для відстоювання каламутних рідин, коли осад збирається в нижній звуженій частині мензурки.



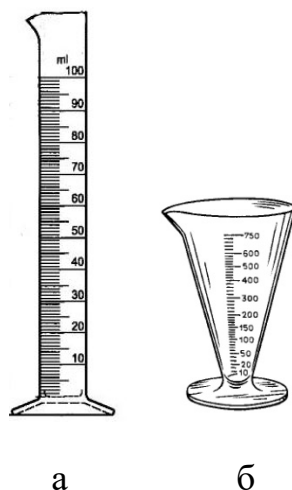


Рисунок 10 – Мірний посуд для приблизного вимірювання об'ємів:  
а – мірний циліндр; б – мензурка

**Мірні колби** (рис. 11) – плоскодонні колби з подовженим, вузьким горлом, на яке нанесена кругова позначка. Об'єм розчину до кругової позначки визначає місткість мірної колби.

На практиці використовують мірні колби місткістю від 25 мл до 2000 мл. Мірні колби застосовують для приготування розчинів точної концентрації з фіксаналів або за точною наважкою речовини, а також для розбавлення розчинів.

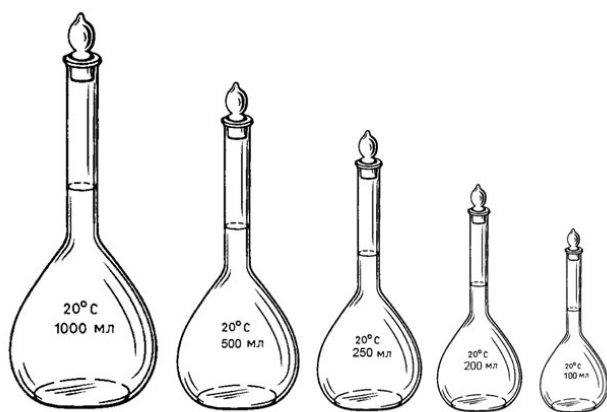


Рисунок 11 – Мірні колби

У мірних колбах **категорично** не дозволяється нагрівати й довгий час зберігати розчини, здійснювати хімічні реакції. При приготуванні розчину мірну колбу потрібно брати тільки за горло і обов'язково вище позначки, щоб не змінити температуру розчину. Розчин або воду наливають до позначки таким чином, щоб вигнутий меніск рідини торкався позначки своєю нижньою частиною. При цьому позначка колби повинна знаходитися точно на рівні очей.

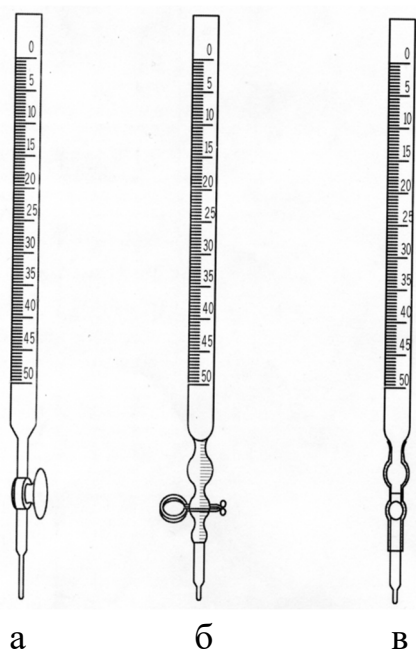


Рисунок 12 – Бюретки:  
а – із краном; б – із затискачем Мора;  
в – зі скляною кулькою

**Бюретки** – градуйовані скляні трубки, що мають однаковий діаметр по всій довжині. Вони закріплюються вертикально на лабораторному штативі. Застосовують для виміру точних об'ємів рідин при титруванні. Бюретки бувають з різними затворами: з краниками, затискачами Мора і зі скляними кульками. На зовнішній стінці по всій довжині бюретки нанесено поділки в 0,1 мл. У бюретку з краном можна наливати всі рідини, за винятком лугів, які можуть викликати заїдання притертого крана. Для роботи з лугами застосовують безкранові бюретки з гумовою насадкою.

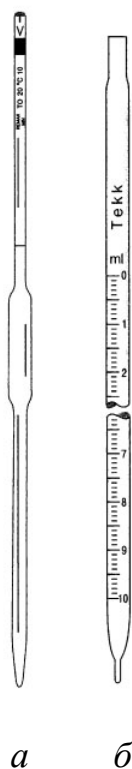


Рисунок 13 – Піпетки:  
а – піпетка Мора;  
б – градуйована піпетка

**Піпетки** – скляні трубки з розширенням у середній частині – «піпетки з кулькою» – «піпетки Мора» (рис. 13 а). У верхній частині піпетки є одна кругова позначка, яка визначає її місткість (1, 5, 10, 20, 25, 50, 100 мл), а її нижня частина витягнута в капіляр («носик» піпетки). Піпетка такої форми призначена для точного відбору проб розчинів певного об'єму (аліквот).

У лабораторній практиці застосовують також **градуйовані піпетки** (рис. 13, б).

Це градуйовані циліндричні скляні трубки з відтягнутим кінцем, які мають різні значення ціни поділки. Такі піпетки використовують, як правило, для допоміжних операцій.

**Фарфоровий посуд** має ряд переваг перед скляним: він більш міцний, не боїться сильного нагрівання. Недоліками виробів із фарфору є те, що вони важкі, непрозорі і значно дорожчі скляних.

**Випарювальні чашки** (рис. 14, а) широко застосовуються в лабораторіях. Вони бувають різних ємностей, з діаметром від 3–4 см до 50 см і більше. В середині чашки обов'язково покриті глазур'ю, зовні глазур доходить до 1/3–1/2 висоти від краю. Хоча фарфорові чашки можна нагрівати на голому полум'ї, але краще при випарюванні застосовувати азбестовані сітки або водяні бані, так як нагрівання в цьому випадку рівномірніше.

**Тиглі** – фарфоровий посуд з фарфоровими кришками (рис. 14, б). В тиглях прожарюють різні речовини. Фарфорові тиглі можна нагрівати до температури не вище 1200 °С; таку температуру можна одержати, якщо прожарювання вести в муфельній печі.

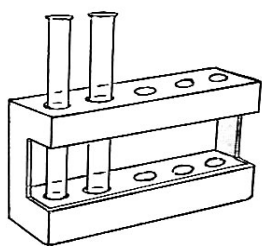


Рисунок 14 – Керамічний (порцеляновий) посуд:

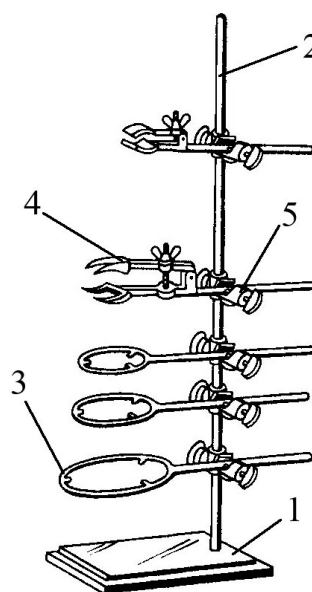
а – випарювальна чашка; б – тигель; в – ступка з товкачиком

**Ступки** застосовують для подрібнення твердих речовин. У ступці (рис. 14, в) речовини можна тільки розтирати, але не товкти.

При виконанні дослідів в хімічній лабораторії найчастіше використовують таке хімічне обладнання (рис. 15): штатив для пробірок, пробіркотримач, штатив металевий, спиртівка, газові пальники, терези, термометр, азбестові сітки.

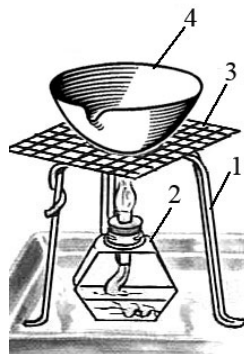


штатив для пробірок



штатив металевий:

1 – підставка; 2 – стрижень;  
3 – кільце; 4 – лапка; 5 – муфта



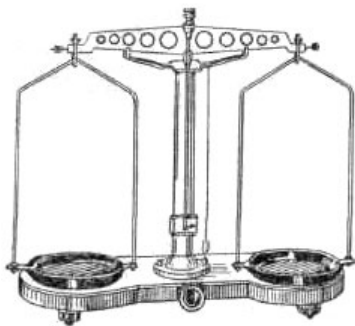
1 – тринога,  
2 – спиртівка,  
3 – азбестова сітка,  
4 – випарювальна  
чашка



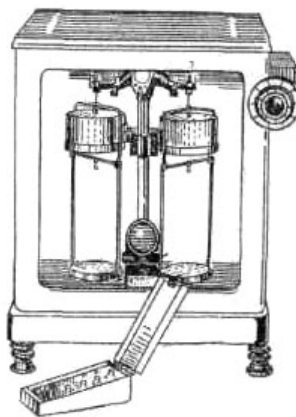
пробіркотримач



шпатель

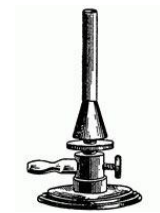


а



б

Терези: а – технічні, б – аналітичні



газовий пальник  
Бунзена

Рисунок 15 – Хімічне обладнання

### Дослід 1 Приготування розчину натрій хлориду ваговим способом

Приготувати 100 г розчину натрій хлориду з масовою часткою розчиненої речовини 9 %.

Розраховують наважку NaCl, необхідну для приготування 9 % розчину масою 100г.

Розраховану наважку беруть на аналітичних терезах у попередньо зваженому бюксі.

Зважують необхідну масу дистильованої води в попередньо зваженій конічній колбі. Якщо на практиці не потребують високої точності, зважувати воду немає потреби. Необхідний об'єм води відміряють за допомогою мірного циліндра, розрахувавши його за формулою:

$$V = \frac{m}{\rho},$$

де  $V$  – об'єм води, мл;

$m$  – відповідна маса дистильованої води, г;

$\rho$  – густина води за даної температури, г/мл (довідникові дані).

Наважку додають з бюксу до колби з водою. Коли сіль повністю розчиниться, отримаємо розчин з необхідною масовою часткою

### **Дослід 2 Приготування розчину натрій хлориду об'ємним способом (методом розведення)**

Приготувати 100 мл 0,9 % (густина 1,0046 г/см<sup>3</sup>) розчину натрій хлориду з 9 % розчину натрій хлориду (густина 1,0633 г/см<sup>3</sup>).

Розраховують об'єм 9 % розчину солі, який знадобиться, щоб приготувати 100 мл 0,9 % розчину натрій хлориду.

До мірної колби на 100 мл з бюретки наливають розрахований об'єм 9 % розчину NaCl, дистильованою водою доводять до позначки. Перемішують рідину в колбі й отримують 0,9 % розчин натрій хлориду.

### **Дослід 3 Приготування 1М розчину натрій хлориду ваго-об'ємним способом**

Приготувати 100 мл розчину натрій хлориду з молярною концентрацією 1 моль/л.

Розраховують наважку NaCl, необхідну для приготування цього розчину.

Розраховану наважку зважують на аналітичних терезах у попередньо зваженому бюксі.

В мірну колбу на 100 мл висипають наважку NaCl. Бюкс двічі ополіскують дистильованою водою і отриманий розчин зливають у колбу. Дистильованою водою доводять об'єм розчину до позначки.

### **Контрольні запитання**

1. Які способи вираження складу розчину Ви знаєте?
2. За якою формулою розраховують молярну концентрацію? Який розчин називають 1 М?
3. Що показує відсоткова концентрація?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

### ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** розчини електролітів, теорія електролітичної дисоціації, кількісні характеристики процесу дисоціації (ступінь дисоціації, константа дисоціації слабких електролітів), закон розведення Оствальда, властивості розчинів електролітів.

#### II Виконати вправи

1. При розчиненні 0,01 моль оцтової кислоти у воді 20 % розчинених молекул розпалися на йони. Скільки окремих часток (йонів, молекул) розчиненої речовини міститься в розчині?

2. На скільки йонів продисоціює молекула електроліту, якщо його ступінь дисоціації дорівнює 72 %, а розчин, який вміщує 0,05 моль електроліту в 1000 г води, кристалізується за температури  $-0,227\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кріоскопічна стала води  $1,86\text{ }^{\circ}\text{C кг/моль}$ .

3. Розчин, який вміщує 2,1 г калій гідроксиду в 250 г води, кипить за температури  $100,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Чому дорівнює ізотонічний коефіцієнт для цього розчину? Ебуліоскопічна стала води  $0,52\text{ }^{\circ}\text{C кг/моль}$ .

4. Яким повинен бути осмотичний тиск 0,1 М розчину калій хлориду, якщо його ступінь дисоціації у водному розчині 80 %, а температура розчину  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

#### III Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Електропровідність розчинів електролітів

Для визначення електропровідності розчинів електролітів використовують прилад, схема якого наведена на рис. 16.

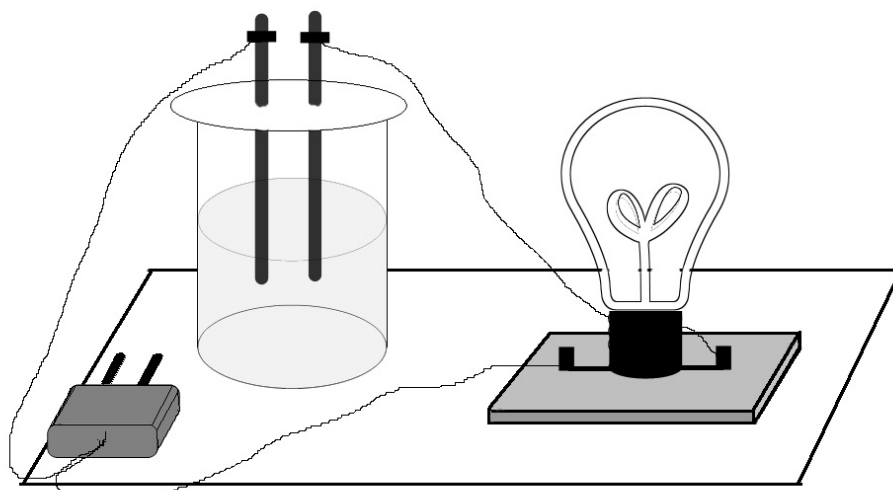


Рисунок 16 – Прилад для вивчення електропровідності розчинів електролітів

Прилад для визначення електропровідності складається з двох графітових електродів однакової довжини, з'єднаних з електричною лапчкою і склянки для розчину, що досліджується.

Для вимірювання електропровідності наливають у склянки послідовно по 20–25 мл дистильованої, водопровідної води, а також 0,1 М розчинів електролітів (хлоридної та ацетатної кислот, натрій гідроксиду, амоній гідроксиду, натрій ацетату), розчин цукру.

У кожену склянку послідовно занурюють електроди (на одну і ту ж глибину при кожному вимірюванні), далі вмикають прилад у мережу змінного струму і спостерігають, як світиться лампочка. Яскравість світла лампочки пропорційна електропровідності розчину. Перед кожним наступним вимірюванням нового розчину електроди ретельно промивають дистильованою водою.

На підставі отриманих результатів порівняйте електропровідність розчинів хлоридної та ацетатної кислот, натрій гідроксиду та амоній гідроксиду. Поясніть, чому розчин амоній ацетату є кращим провідником електричного струму, ніж розчини оцтової кислоти та амоній гідроксиду.

У лабораторному журналі запишіть рівняння дисоціації усіх електролітів, вирази констант дисоціації слабких електролітів.

**Дослід 2 Хімічна рівновага в розчинах електролітів**  
***Зміщення рівноваги дисоціації слабких електролітів.***  
***Вплив однойменного йону сильного електроліту на***  
***ступінь дисоціації слабого електроліту***

**Дослід 2.1** У дві пробірки налейте по 1 мл 0,1 М розчину оцтової кислоти. У кожену пробірку додайте по 1 краплі розчину індикатора (метилоранжу). Занотуйте спостереження.

Одну пробірку залиште для порівняння, в іншу додайте декілька кристалів натрій ацетату і перемішайте розчин скляною паличкою. Порівняйте колір та інтенсивність забарвлення індикатора у двох пробірках.

Занотуйте спостереження, напишіть рівняння реакцій дисоціації натрій ацетату, оцтової кислоти, вираз константи дисоціації оцтової кислоти. У висновках визначте вплив однойменних йонів на ступінь дисоціації слабкої кислоти.

**Дослід 2.2** У дві пробірки, що містять по 1 мл 0,1 М розчину амоніаку, додайте по 1 краплі розчину фенолфталеїну. Яке забарвлення з'являється і яке середовище в розчині? Занотуйте спостереження. Одну пробірку залиште для порівняння, в іншу додайте декілька кристалів амоній хлориду і перемішайте розчин скляною паличкою. Порівняйте інтенсивність забарвлення індикатора у двох пробірках. Занотуйте спостереження, напишіть рівняння процесу дисоціації амоній ацетату, амоній гідроксиду, вираз константи дисоціації амоній гідроксиду. У якому напрямку зміщується рівновага реакції дисоціації амоній гідроксиду? У висновках визначте вплив однойменних йонів на ступінь дисоціації слабкої кислоти.

**Дослід 3 Йонні реакції (реакції обміну) у розчинах**  
**сильних електролітів**

**Дослід 3.1 Йонні реакції з утворенням малорозчинних солей**

У три пробірки налейте по 10–15 крапель розчину барій хлориду. В першу додайте декілька крапель розчину натрій сульфату, в другу – розчину сульфатної кислоти, в третю – розчину алюміній сульфату. Відзначте спостереження та напишіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формах.

**Дослід 3.2 Йонні рівняння з утворенням малорозчинних кислот**

У пробірку налейте 5–7 крапель розчину натрій силікату і додайте до нього декілька крапель хлоридної кислоти до утворення осаду малорозчинної кислоти. Відзначте спостереження та напишіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формах.



### **Дослід 3.3 Йонні реакції з утворенням малорозчинних основ**

У пробірку налейте 5–7 крапель розчину купрум(II) сульфату і додайте до нього декілька крапель розчину натрій гідроксиду до утворення осаду малорозчинної основи. До лабораторного журналу занотуйте спостереження та напишіть рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

### **Дослід 3.4 Йонні рівняння з утворенням слабких електролітів**

В одну пробірку налейте 7–10 крапель розчину натрій карбонату і додайте до нього декілька крапель хлоридної кислоти. У другу пробірку налейте 4–5 крапель амоній хлориду, додайте декілька крапель натрій гідроксиду та трохи нагрійте пробірку. Відзначте спостереження та напишіть рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

### **Дослід 4. Порівняння хімічної активності кислот**

В одну пробірку налейте 4–6 крапель 2 М розчину оцтової кислоти, в іншу – стільки ж 2 М розчину хлоридної кислоти. В обидві пробірки додайте приблизно однакові грудки мармуру або крейди. Відзначте спостереження та напишіть рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

### **Контрольні запитання**

1. Які речовини називають електролітами, а які – неелектролітами?
2. Що таке йони і чим вони відрізняються від атомів і молекул?
3. Поняття про сильні та слабкі електроліти. Навести приклади.
4. Ступінь та константа дисоціації, зв'язок між ними. Математичний вираз закону Оствальда.
5. Які фактори впливають на ступінь дисоціації?
6. Для яких електролітів спостерігається ступінчаста дисоціація. Навести приклади.
7. Реакції в розчинах електролітів. Правила складання йонних рівнянь.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

### ВИЗНАЧЕННЯ рН

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** дисоціація води, йонний добуток води, водневий показник та його значення в різних середовищах, індикатори.

#### II Виконати вправи

1. Яка концентрація йонів  $H^+$  і  $OH^-$  у розчинах з  $pH = 7$ ,  $pH = 4$ ,  $pH = 9$ ? Яка реакція середовища?
2. Знайти  $pH$  0,1 М розчину  $HCl$  і 0,01 М розчину  $NaOH$  (дисоціацію  $HCl$  і  $NaOH$  вважати повною).
3. Розрахувати  $pH$  оцту (9 % розчин оцтової кислоти у воді), якщо густина розчину 1,011 г/см<sup>3</sup>, а константа дисоціації оцтової кислоти  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

#### III Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Оцінка рН розчинів за допомогою індикаторів

1. У три пробірки налейте по 10–15 крапель *дистильованої води* (нейтральне середовище) і додайте: в *першу* пробірку – 1 краплю лакмусу; в *другу* – 1 краплю фенолфталеїну; в *третю* – 1 краплю метилоранжу. Зафіксуйте забарвлення кожного індикатора у воді.

2. У три пробірки налейте по 8–10 крапель *хлоридної кислоти*  $HCl$  (кислотне середовище) і внесіть по 1 краплі розчинів лакмусу, метилоранжу, фенолфталеїну. Зафіксуйте забарвлення індикаторів у кислоті.

3. У три пробірки налейте по 8–10 крапель *лугу*  $NaOH$  (лужне середовище). В *першу* внесіть 1 краплю лакмусу, в *другу* – 1 краплину метилоранжу, в *третю* – 1 краплю фенолфталеїну. Зафіксуйте забарвлення кожного індикатора у лужному середовищі.

Результати усіх спостережень занотуйте в таблицю 1.

Таблиця 1 – Забарвлення індикаторів в різних середовищах

Індикатор	Забарвлення індикатора		
	В кислоті	В дистильованій воді	В лузі
лакмус			
метилоранж			
фенолфталеїн			

## Дослід 2 Визначення рН розчинів електрометричним методом

Визначення рН розчину проводять електрометричним методом за допомогою йономера лабораторного І-160М.

Електрометричний метод визначення рН базується на вимірюванні електрорушійної сили гальванічного ланцюга, складеного із двох електродів: хлорсрібного (електрод порівняння, потенціал якого є сталим і не залежить від концентрації йонів Гідрогену) і скляного електрода (індикаторний електрод, потенціал якого залежить від концентрації йонів Гідрогену в досліджуваному розчині).

**1. Визначення рН питної води.** В хімічний стакан на 50 мл за температури  $20 \pm 5$  °С наливають  $40 \pm 5$  мл досліджуваної питної води і занурюють електроди. Очікують протягом 3–5 хвилин і занотовують значення рН води, що з'являється на дисплеї йономіру.

Порівнюють значення рН досліджуваної води з нормативним значенням рН, яке згідно до ГОСТ 2874-82 повинно бути в межах 6,5–8,5.

**2. Визначення рН молока.** В хімічний стакан на 50 мл за температури  $20 \pm 5$  °С наливають  $40 \pm 5$  мл молока і занурюють електроди. Очікують протягом 3–5 хвилин і занотовують значення рН молока, що з'явиться на дисплеї йономіру.

рН цільного коров'ячого молока повинно бути в межах 6,47-6,67.

## Дослід 3 Буферні розчини

**Дослід 3.1** В хімічний стакан на 100 мл наливають 50 мл буферного розчину ( $0,025\text{m KН}_2\text{PО}_4$ ,  $0,025\text{m Na}_2\text{HPO}_4$ ), який має рН = 6,86. Додають 2–3 краплини розчину метилового жовтогарячого (занотовують спостереження), а потім краплями додають 0,1 М розчин хлоридної кислоти доти, доки забарвлення не стане рожевим. Записують кількість витрачених крапель 0,1 М розчину хлоридної кислоти до появи рожевого забарвлення.

В інший хімічний стакан на 100 мл наливають 50 мл дистильованої води, яка має рН  $\approx 6,5$ . Додають до неї, як у попередньому досліді, 2–3 краплини розчину метилового жовтогарячого (занотовують спостереження), а потім краплями – 0,1 М розчин хлоридної кислоти доти, доки забарвлення не стане рожевим. Записують кількість витрачених крапель 0,1 М розчину хлоридної кислоти до появи рожевого забарвлення.

Порівнюють кількість крапель 0,1 М розчину хлоридної кислоти, витраченої в обох випадках, і роблять висновки про буферну дію буферних розчинів при додаванні сильної кислоти.

**Дослід 3.2** В хімічний стакан на 100 мл наливають 50 мл буферного розчину ( $0,05\text{m KН}_3\text{C}_4\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), який має рН = 1,68. Додають до нього

1–2 краплини розчину фенолфталеїну (занотовують спостереження), а потім краплями додають 0,1 М розчин натрій гідроксиду доти, доки забарвлення не стане рожевим. Записують кількість витрачених крапель 0,1 М розчину натрій гідроксиду.

В інший хімічний стакан на 100 мл наливають 50 мл 0,02 М розчину хлоридної кислоти ( $\text{pH} \approx 1,68$ ). Додають до нього, як у попередньому досліді, 1–2 краплини розчину фенолфталеїну (занотовують спостереження), а потім краплями – 0,1 М розчин натрій гідроксиду доти, доки забарвлення не стане рожевим. Записують кількість витрачених крапель 0,1 М розчину натрій гідроксиду.

Порівнюють кількість крапель 0,1 М розчину натрій гідроксиду, витраченого в обох випадках, і роблять висновки про буферну дію буферних розчинів при додаванні лугу.

### **Контрольні запитання**

1. Що буде з йонною рівновагою води й ступенем її дисоціації при додаванні лугу або сильної кислоти?
2. Водневий показник ( $\text{pH}$ ), його значення у кислих, нейтральних і лужних середовищах.
3. Що називають буферним розчином?
4. Що таке буферна дія буферного розчину?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6**

### **ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ**

#### **I Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** гідроліз солей, ступінь гідролізу і фактори, що впливають на ступінь гідролізу солей.

#### **II Виконати вправи**

1. Яку реакцію середовища мають водні розчини алюміній нітрату, амоній карбонату, натрій сульфату, амоній хлориду?
2. Яка сіль ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  чи  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) має більшу ступінь гідролізу? Наведіть молекулярні та йонні рівняння реакцій гідролізу цих солей.

### III Робота в лабораторії

#### Дослід 1 Реакції середовища розчинів різних солей

Приготуйте п'ять ретельно вимитих дистильованою водою пробірок та налейте в них по 3–5 мл дистильованої води. Першу пробірку залиште як контрольну, а в інші чотири внесіть приблизно по 0,2–0,3 г кристалів солей:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  та  $\text{KCl}$ . Перемішайте вміст пробірок і визначте рН одержаних розчинів і води за допомогою *універсального індикатора*. Дані дослідів запишіть в таблицю 2.

Таблиця 2 – Результати спостережень

Формула солі	Забарвлення універсального індикатора	Реакція середовища	рН розчину
$\text{Na}_2\text{CO}_3$			
$\text{AlCl}_3$			
$\text{CH}_3\text{COONH}_4$			
$\text{KCl}$			

Складіть рівняння гідролізу солей в молекулярній та йонній формах. Поясніть, чому розчини калій хлориду та амоній ацетату мають  $\text{pH} \approx 7$ ?

#### Дослід 2 Фактори, що впливають на ступінь гідролізу солей.

##### Дослід 2.1 Взаємозв'язок між силою слабого електроліту, що утворює сіль, та ступенем гідролізу солі

У дві пробірки налейте до 1/2 їхнього об'єму дистильованої води. В одну пробірку насипте один мікрошпатель натрій сульфату ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), в другу – стільки ж натрій карбонату ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Вміст пробірок перемішайте скляною паличкою та додайте до розчинів солей по одній краплі розчину фенолфталеїну. Порівняйте інтенсивність кольору індикатора в обох пробірках. Яка з солей гідролізує більшою мірою? Відповідь мотивуйте, порівнявши значення констант дисоціації кислот  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

##### Дослід 2.2 Вплив температури на ступінь гідролізу солі

Дослід виконують за наступною схемою:

1. У дві пробірки налейте на 1/2 її місткості дистильованої води і додайте 2–3 краплі розчину фенолфталеїну. Зафіксуйте забарвлення.
2. До обох пробірок додайте по одному мікрошпателю натрій ацетату. Чи змінився колір індикатора і чому?

3. Підігрійте одну з цих пробірок, а іншу залиште для порівняння. Як змінюється інтенсивність забарвлення індикатора при нагріванні розчину солі?

4. Охолодіть пробірку під струменем води і спостерігайте зміну забарвлення розчину. В якому напрямі зміщується рівновага реакції гідролізу при охолодженні розчину?

Поясніть спостереження. Рівняння реакції гідролізу та висновок про вплив температури на ступінь гідролізу занести до журналу.

### **Дослід 3 Повний гідроліз солей**

До 5–6 крапель розчину солі ферум(III) хлориду додайте такий самий об'єм розчину натрій карбонату. Яка сполука феруму(III) утворюється в результаті гідролізу? Складіть рівняння реакції гідролізу  $\text{FeCl}_3$  в молекулярній і йонній формах. Чому з водних розчинів не можна одержати алюміній карбонат, ферум(III) сульфід та алюміній сульфід?

### **Контрольні запитання**

1. Що називають гідролізом солей?
2. Які солі гідролізуються? Навести приклади.
3. Які наслідки гідролізу?
4. Які фактори впливають на ступінь гідролізу солей?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ ВОДИ**

#### **I Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** властивості солей кальцію і магнію (гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів); загальна, тимчасова й постійна твердість води; методи усунення твердості води.

#### **II Виконати вправи**

1. Тимчасова твердість води 4 ммоль/л. Скільки грамів кальцій гідрокарбонату міститься в 10 л води?

2. Скільки грамів кальцинованої соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  потрібно додати до 10 л води, щоб зменшити її твердість на 2 ммоль/л?

3. Скласти рівняння реакції процесів, що відбуваються при додаванні до води гашеного вапна й кальцинованої соди.

4. У 1 м<sup>3</sup> води міститься 55,5 г  $\text{CaCl}_2$  й 120 г  $\text{MgSO}_4$ . Чому дорівнюватиме загальна твердість води?

### III Робота в лабораторії

Твердість води зумовлена наявністю в ній розчинених солей переважно кальцію і магнію. Розрізняють загальну, карбонатну, некарбонатну, а також кальцієву і магнієву твердість води.

**Карбонатна твердість води** зумовлена наявністю гідрогенкарбонатів кальцію і магнію, **некарбонатна твердість води** – наявністю солей кальцію і магнію з аніонами сильних кислот (в основному хлоридами й сульфатами).

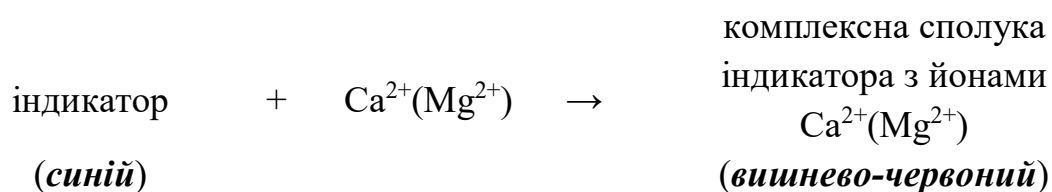
**Кальцієва твердість** зумовлена наявністю солей кальцію.

**Магнієва твердість** зумовлена наявністю солей магнію.

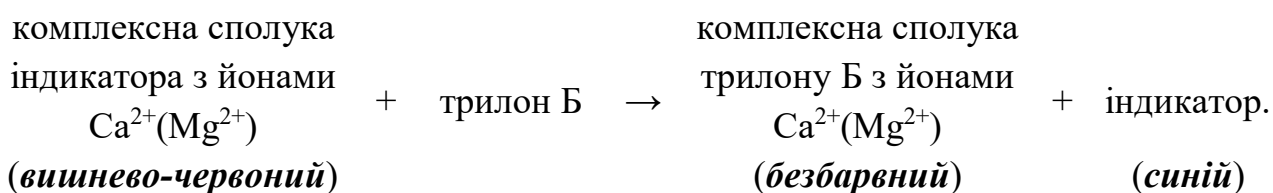
**Загальна твердість води** – це сума кальцієвої і магнієвої твердості.

Згідно з ГОСТ 2874-82 для питної води загальна твердість повинна бути не більше 7 ммоль/л. Згідно з ДСанПіН 383–96 загальна твердість води відноситься до показників фізіологічної повноцінності води і має бути в межах 1,5–7 мг–екв/л (ммоль/л).

Загальну твердість води ( $T_{\text{заг}}$ ) визначають комплексометричним методом, який ґрунтується на утворенні міцної комплексної сполуки трилону Б з йонами кальцію і магнію. Пробу води титрують трилоном Б у присутності індикатора еріохрому чорного Т у лужному середовищі при  $\text{pH} \geq 9,2$ . Трилон Б утворює з йонами кальцію і магнію міцні безбарвні комплексні сполуки. Еріохром чорний Т також утворює комплексні сполуки з йонами кальцію і магнію вишнево-червоного кольору, але ці сполуки менш стійкі, ніж сполуки кальцію і магнію з трилоном Б:



Тому, якщо до проби води, яка вміщує йони кальцію і магнію при  $\text{pH} \geq 9,2$ , додати еріохром чорний Т, то проба води забарвиться у вишнево-червоний колір. Під час титрування цієї проби води трилоном Б забарвлення через деякий час зміниться на синє внаслідок утворення більш міцних безбарвних комплексних сполук трилону Б з йонами кальцію і магнію і вивільнення аніонів індикатора, забарвлених у синій колір:



**Визначення вмісту йонів кальцію** проводять також комплексометричним методом при  $\text{pH} \geq 12$ . При такому  $\text{pH}$  утворюється

тільки комплексна сполука йонів кальцію з трилоном Б, а йони магнію зв'язуються в малорозчинний магній гідроксид. Титрування кальцію розчином трилону Б проводять у присутності індикатора мурексиду, що з йонами кальцію утворює слабку комплексну сполуку, забарвлену в рожевий колір. При титруванні трилоном Б рожевий колір змінюється на ліловий.

Концентрацію **магнію** розраховують як різницю між загальною твердістю води і вмістом кальцію.

### Дослід 1 Визначення загальної твердості води

У конічну колбу на 250 мл відбирають піпеткою 50 мл води, додають 5 мл амонійного буферного розчину ( $\text{pH} \geq 9,2$ ), 10–15 мг сухого еріохрому чорного Т, збовтують і титрують 0,05 н розчином трилону Б до переходу вишнево-червоного кольору розчину в синій. Титрування виконують мінімум два рази.

Загальну твердість води обчислюють за формулою:

$$T_{\text{заг}} = \frac{c(1/2\text{Трилону Б}) \cdot V(\text{Трилону Б}) \cdot 1000}{V_{\text{H}_2\text{O}}}, \text{ ммоль/л,}$$

де  $c(1/2\text{Трилону Б})$  – молярна концентрація еквівалента розчину трилону Б, моль/л;

$V(\text{Трилону Б})$  – об'єм розчину трилону Б, витрачений на титрування, мл;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  – об'єм проби води, мл.

### Дослід 2 Визначення кальцієвої твердості води

У конічну колбу на 250 мл відбирають піпеткою 50 мл води, додають 2 мл 10 % розчину NaOH для створення  $\text{pH} \geq 12$ , 10–15 мг мурексиду, збовтують і титрують 0,05 н розчином трилону Б до переходу забарвлення з рожевого в лілове.

Концентрацію йонів кальцію, ммоль/л та мг/л, обчислюють за формулами:

$$T(1/2\text{Ca}^{2+}) = \frac{c(1/2\text{Трилону Б}) \cdot V(\text{Трилону Б}) \cdot 1000}{V_{\text{H}_2\text{O}}}, \text{ ммоль/л,}$$

$$Y(\text{Ca}^{2+}) = T(1/2\text{Ca}^{2+}) \cdot M(1/2\text{Ca}^{2+}), \text{ мг/л,}$$

де  $M(1/2\text{Ca}^{2+})$  – молярна маса еквівалента кальцію, що дорівнює:

$$M(1/2\text{Ca}^{2+}) = f_{\text{екв.}}(\text{Ca}^{2+}) \cdot M(\text{Ca}^{2+}) = 1/2 \cdot 40,08 = 20,04 \text{ г/моль.}$$



Концентрацію йонів магнію обчислюють за формулами:

$$T(1/2Mg^{2+}) = T_{заг} - T(1/2Ca^{2+}), \text{ ммоль/л,}$$

$$Y(Mg^{2+}) = T(1/2Mg^{2+}) \cdot M(1/2Mg^{2+}),$$

де  $M(1/2Mg^{2+})$  – молярна маса еквівалента магнію, що розраховується як

$$M(1/2Mg^{2+}) = f_{екв.}(Mg^{2+}) M(Mg^{2+}) = 1/2 \cdot 24,30 = 12,15 \text{ г/моль.}$$

### Дослід 3 Визначення карбонатної (тимчасової) твердості води

**Карбонатну (тимчасову) твердість води визначають методом нейтралізації.**

У колбу місткістю 250 мл піпеткою відбирають 100 мл аналізованої проби води, додають 3–5 крапель індикатора метилового жовтогарячого, відмічають забарвлення розчину. Бюретку заповнюють 0,1 н розчином хлоридної кислоти. Кислоту із бюретки повільно додають до проби води при постійному збовтуванні до переходу жовтого кольору в жовтогарячий. Занотують об'єм кислоти (мл), який витрачено на титрування. Дослід повторюють мінімум два рази.

Карбонатну твердість води обчислюють за формулою:

$$T_{карб} = \frac{c(HCl) \cdot V(HCl) \cdot 1000}{V_{H_2O}}, \text{ ммоль/л,}$$

де  $c(HCl)$  – молярна концентрація еквівалента кислоти, моль/л;

$V(HCl)$  – об'єм розчину кислоти, витрачений на титрування, мл;

$V_{H_2O}$  – об'єм проби води, мл.

Некарбонатну твердість води  $T_{некарб.}$  розраховують за формулою:

$$T_{некарб.} = T_{заг.} - T_{карб.}, \text{ ммоль/л}$$

Результати занотують в таблицю 3. Роблять висновки про придатність води для питних цілей.

Таблиця 3 – Експериментальні дані

$T_{заг.}$	$T_{карб.}$	$T_{некарб.}$

### Контрольні запитання

1. Присутністю яких солей зумовлена загальна, карбонатна й некарбонатна твердість води?

2. Які індикатори використовують у комплексонометричному методі визначення йонів кальцію і магнію у воді? На чому засноване їх використання?

3. В якому середовищі проводять комплексонометричне визначення загальної твердості води, чим це пояснюється? Поясніть дію амонійної буферної суміші.

4. Які йони заважають визначенню загальної твердості води комплексонометричним методом?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

### ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** методи визначення нітратів, джерела потрапляння в харчі, вплив нітратів на життєдіяльність, харчові добавки.

#### II Виконати вправи

1. Стічні води хімічного комбінату відповідають санітарним нормам із вмісту нітратної кислоти (30 мг/л). Розрахуйте масову частку та молярну концентрацію  $\text{HNO}_3$  у стічних водах (густина дорівнює приблизно 1 г/мл). Скільки нітратної кислоти (кг) потрапляє до каналізації з комбінату, якщо об'єм промислових викидів становить кожнодобово  $75 \text{ м}^3$ .

2. Зберігання корисного добрива – амоній нітрату на відкритому майданчику, а не на складі під дахом, спричинило аварію. Під час зливи 15 т  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  розчинилося у дощовій воді й було змито у водоймище, що знаходиться поряд. Чи виживе риба у цьому водоймищі ємкістю  $7000 \text{ м}^3$ , якщо токсична масова частка нітрату амонію у воді дорівнює 0,08 %? (Густина дорівнює приблизно 1 г/мл).

3. Якщо у ґрунті є надлишок азотних добрив, то у плодах, ягодах, корнеплодах можуть накопичуватися шкідливі для здоров'я солі – нітрати. Потрапляючи у травну систему людини, вони відновлюються до нітритів, а це загрожує отруєнням: нітрити окиснюють гемоглобін крові, який стає не здатним до переносу кисню. Найбільш за всіх здатні накопичувати нітрати кріп, салат і петрушка, меншою мірою буряк, капуста та морква. Картопля, томати, яблука практично не накопичують нітратів, їх вміст у цих продуктах рідко перевищує 100 мг/кг (з розрахунку на  $\text{KNO}_3$ ). Чи можна вживати в їжу капусту, що містить в 1 кг  $2,4 \cdot 10^{-3}$  моль  $\text{KNO}_3$ , якщо припустима норма 500 мг/кг?

### **III Робота в лабораторії**

#### **Дослід 1 Якісне визначення вмісту нітратів в рослинних соках**

##### **1. Приготування контрольного розчину.**

В пробірку наливають 1 мл 1 % розчину калій нітрату, додають 6 крапель 1 % розчину дифеніламіну в концентрованій сульфатній кислоті. Отриманий розчин витримують протягом 1 години 20 хвилин, після чого фіксують колір забарвлення розчину (він повинен стати яскраво синім).

##### **2. Приготування проб рослинних соків.**

Готують рослинні соки огірка, капусти, томату, редису: плоди подрібнюють і вичавлюють з них натуральні соки (використання водних екстрактів не рекомендується). Вичавлювати соки слід окремо з кожної частини плоду, тому що вміст нітратів може суттєво відрізнятися в різних його частинах. Наприклад, лист капусти містить меншу кількість нітратів, ніж серцевина капусти.

В чотири пробірки наливають по 1 мл рослинних соків і додають 6 крапель 1 % розчину дифеніламіну в концентрованій сульфатній кислоті. Залишають розчини на 1 годину 20 хвилин.

Через 1 годину 20 хвилин порівнюють забарвлення розчинів соку із забарвленням контрольного розчину. Вміст нітратів оцінюють наступним чином: якщо нітрати відсутні, то сік не змінює забарвлення; якщо вміст нітратів незначний, то сік забарвлюється у світло-синій колір. Якщо спостерігається синє забарвлення, подібне до забарвлення в контрольній пробірці, то в плодах вміст нітратів вищий за норму.

#### **Дослід 2 Електрометричне визначення вмісту нітратів в овочах (кількісне визначення)**

Електрометричний метод визначення вмісту нітратів базується на вимірюванні електрорушійної сили гальванічного ланцюга, складеного із двох електродів: мембранного йоноселективного електроду (індикаторний електрод, потенціал якого залежить від концентрації нітрат-іонів у досліджуваному розчині) і хлоридсрібного (електрод порівняння, потенціал якого є сталим і не залежить від концентрації нітрат-іонів).

Розрізняють 4 види аналізованих об'єктів:

- сушені овочі та фрукти;
- овочі родини хрестоцвітних (капуста);
- інші овочі;
- соки, напої, коктейлі.

Залежно від того, до якої групи належить аналізований об'єкт, його піддають певній обробці.

1. Для визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$ -іонів **в овочах і фруктах** 10,00 г продукту подрібнюють за допомогою м'ясорубки або терки, заливають 50 мл екстрагуючого розчину (1 % розчин алюмокалієвих галунів ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )) і збовтують протягом 5 хвилин, після чого пробу вважають придатною для проведення подальшого визначення.

2. Для визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$ -іонів **в сушених овочах** їх подрібнюють, заливають подвійною порцією екстрагуючого розчину і нагрівають на водяній бані протягом 5 хвилин.

3. При дослідженні **овочей родини хрестоцвітних** пробу готують як описано у пункті а. Для приготування екстрагуючого розчину до 1 л 1% розчину алюмокалієвих галунів додають 1 г  $\text{KMnO}_4$  і 0,6 мл концентрованої сульфатної кислоти.

4. Для визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$ -іонів **в соках та напоях** до 100 мл соку додають 1 г алюмокалієвих галунів. Проба придатна для проведення подальшого визначення.

Перед виконанням аналізу необхідно провести калібровку йоноселективного електроду. Нітратний електрод калібрують за розчинами з концентраціями калій нітрату 0,0001 М, 0,001 М, 0,01 М і 0, 1М, для яких відомі значення  $p\text{NO}_3$  (табл. 4). Розчини для калібровки повинні обов'язково містити 1 % алюмокалієвих галунів.

Таблиця 4 – Значення  $p\text{NO}_3$  та  $\gamma_{\pm}$  для розчинів  $\text{KNO}_3$

Концентрація $c(\text{KNO}_3)$ , моль/л	$\gamma_{\pm}$	$p\text{NO}_3$
0,0001	0,98	4,0
0,001	0,96	3,02
0,01	0,90	2,05
0,1	0,76	1,13

Після калібровки проводять безпосередньо аналіз на вміст нітратів у пробі. У стакан місткістю 50 мл наливають досліджуваний розчин, занурюють електроди, термометр і записують показання приладу.

Розрахунок концентрації нітрат-іонів проводять за формулами:

$$c(\text{NO}_3^-) = \frac{10^{-p\text{NO}_3}}{\gamma}, \text{ (моль/л)},$$

$$X(\text{NO}_3^-) = \frac{c(\text{NO}_3^-) \cdot 62 \cdot V_{\text{р-ну}} \cdot 1000}{m_{\text{прод.}}}, \text{ (мг/кг)}$$

де  $c(\text{NO}_3^-)$  – молярна концентрація нітрат-іонів у досліджуваному розчині, моль/л;

$\gamma$  – коефіцієнт активності, який необхідно взяти з таблиці 4;

$X(\text{NO}_3^-)$  – концентрація нітрат-іонів у досліджуваному продукті харчування, мг/кг;

62 – молярна маса нітрат-йона, г/моль;

$V_{\text{р-ну}}$  – об'єм екстрагуючого розчину, мл;

$m_{\text{прод.}}$  – маса досліджуваного продукту харчування, яку взяли для аналізу, г.

Отримані результати порівняти з даними таблиці 5.

Таблиця 5 – Допустимі рівні вмісту нітратів у продуктах рослинного походження

Харчовий продукт	Вміст нітратів, мг/кг			
	з відкритого ґрунту		із закритого ґрунту	
	для України <sup>1</sup>	СанПіН 42-123-4619-88	для України <sup>1</sup>	СанПіН 42-123-4619-88
1	2	3	4	5
Картопля рання (до 1 вересня)	240	250	–	–
пізня	120	250	–	–
Капуста білоголова рання (до 1 вересня)	800	900	–	–
пізня	400	500	–	–

Продовження таблиці 5

Морква рання (до 1 вересня)	600	400	–	–
пізня	300	250	–	–
Томати	100	150	200	300
Огірки	200	150	400	400
Буряк столовий	1400	1400	–	–
Цибуля ріпчаста	90	80	–	–
Цибуля-пір'я	400	600	800	800
Редис, редька	1200	–	–	–
Зелені культури (салати, шпинат, щавель, капуста салатна <sup>2</sup> , петрушка, селера, кінза, кріп тощо	1500	2000	3000 <sup>3</sup>	3000
Дині	90	90	–	–
Кавуни	60	60	–	–
Перець солодкий	200	200	–	400
Кабачки до 1 серпня <sup>4</sup>	400 600	400 –	– –	– –
Баклажани	300	–	–	–
Овочі консервовані для дитячого харчування <sup>5</sup>	50	50	–	–
Консервовані фруктові соки і пюре <sup>5</sup>	–	50	–	–
Консерви овочеві і фруктоовочеві <sup>5</sup>	–	200	–	–
Виноград столових сортів	60	60	–	–
Яблука	60	60	–	–
Груші	60	60	–	–

- 1 – Гранично допустимий вміст нітратів в продукції рослинництва для України затверджений 21 квітня 1988р., з доповненням і змінами № 5-08-13/777 від 12.07.88;
- 2 – капуста салатна – до 1 червня;
- 3 – крім капусти салатної;
- 4 – Лист МОЗ УРСР № 5-08-13/712 від 02.07.1990р.;
- 5 – доповнення до СанПіН № 4722-88 від 14.11.88 р.

### **Контрольні запитання**

1. Від яких факторів навколишнього середовища залежить накопичення нітратів у харчових продуктах?
2. Як зменшити вміст нітратів у харчових продуктах у домашніх умовах?
3. Які наслідки для здоров'я людини матиме вживання харчових продуктів із вмістом нітратів, що перевищує норму?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9**

### **СПИРТИ ТА ЕТЕРИ**

#### **I Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** гомологічний ряд насичених одноатомних спиртів; класифікація; ізомерія та номенклатура; способи одержання; фізичні та хімічні властивості; етери; номенклатура, одержання, властивості; двоатомні та триатомні спирти; одержання, властивості, використання в харчовій промисловості.

#### **II Виконати вправи**

1. Виведіть ізомери амілового спирту складу  $C_5H_{11}OH$  і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. З 2-метилпропан-1-олу отримайте: а) натрій алкоголят; б) галогенпохідне; в) етер; г) естер. Дайте назву всім речовинам.
3. Напишіть рівняння реакцій окиснення спиртів: а) етилового спирту; б) етандіолу.
4. Напишіть можливі рівняння реакцій (залежно від температури й співвідношення компонентів), що перебігають при нагріванні пропанолу-2 з сульфатною кислотою.

### III Робота в лабораторії

#### Дослід 1 Розчинність спиртів.

У 3–4 пробірки вміщують по 2–3 краплини різних спиртів (етилового, бутилового, амілового тощо), додають до кожної дистильовану воду. До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

#### Дослід 2 Встановлення наявності води у спирті

У суху пробірку вміщують невелику кількість кристалів безводного купрум(II) сульфату (кристали білого кольору) і додають 4–5 крапель етилового спирту. Суміш добре збовтують і трохи нагрівають. Якщо спирт не містить води, розчин залишається безбарвним, а якщо в спирті міститься вода, розчин набуває забарвлення. До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

*Примітка.* Безводний купрум(II) сульфат (готує лаборант) одержують при нагріванні кристалогідрату купрум(II) сульфату  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  блакитного кольору в фарфоровій чашці або тиглі в полум'ї пальника з одночасним перемішуванням кристалів скляною паличкою. Нагрівання продовжують до повного знебарвлення кристалів і закінчення виділення водяної пари. Зневоднений купрум(II) сульфат зберігають у щільно закритій склянці в ексікаторі, щоб запобігти контакту з вологою повітря.

#### Дослід 3 Відношення спиртів до індикаторів

**1. Випробування розчинів спиртів на лакмус.** У водні розчини спиртів різної будови (1:1) занурюють лакмусовий папір. Занотовують спостереження.

**2. Встановлення рН водних розчинів спиртів.** У пробірку з водним розчином етилового спирту вміщують універсальний індикаторний папір. За шкалою знаходять рН водного розчину спирту. Роблять висновки про індивідуальні властивості спиртів.

#### Дослід 4 Одержання купрум гліцерату

У пробірку наливають 1 мл 1 М розчину купрум(II) сульфату і 1 мл 2 М розчину натрій гідроксиду. До осаду, що утворився, додають декілька крапель гліцерину.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

#### Дослід 5 Окиснення спиртів

У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сульфатної кислоти (2 н розчин) і 4 краплини калій



біхромату (4 н розчин). Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають у полум'ї пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

### **Дослід 6 Одержання діетилового етеру**

У суху пробірку (**обережно, по стінках!!!**) вміщують послідовно по 4 краплі етилового спирту і концентрованої сульфатної кислоти. Записують спостереження. Потім вміст пробірки (**обережно!!!**) нагрівають у полум'ї пальника до побуріння розчину, після чого нагрівання припиняють. **Обережно** додають ще 4 краплі етилового спирту (**не нахилитись над пробіркою!!!**).

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Опишіть промислові способи добування етилового спирту та гліцерину.
2. Вкажіть за допомогою яких реакцій можна відрізнити первинні спирти від вторинних і третинних.
3. За допомогою якої реакції можна виявити гліцерин?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10**

### **АЛЬДЕГІДИ ТА КЕТОНИ**

#### **I Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** будова, ізомерія та номенклатура альдегідів і кетонів; добування альдегідів, їх фізичні та хімічні властивості; полімеризація та конденсація альдегідів; якісні реакції на альдегіди; альдегіди в харчовій происловості.

#### **II Виконати вправи**

1. Напишіть усі можливі структурні формули альдегідів і кетонів складу  $C_5H_{10}O$ . Дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. Який альдегід і яким способом можна отримати з 2-метилпропан-1-олу?

3. Напишіть рівняння реакцій взаємодії пропіонового альдегіду з ціанідною кислотою.

4. Напишіть рівняння реакцій одержання бутан-2-ону: а) із вторинного спирту; б) за реакцією Кучерова.

5. Напишіть рівняння реакцій приєднання водню до: а) 2-метилпропаналу; б) бутан-2-ону. Дайте назви отриманим сполукам.

### III Робота в лабораторії

#### Дослід 1 Одержання альдегідів зі спиртів

1. У полум'ї пальника розжарюють спіраль з мідного дроту довжиною 3-4 см (**тримаючи її тигельними щипцями!!!**) до почервоніння, охолоджують її на повітрі. Процес розжарювання спіралі виконують декілька разів, перемежаючи його з процесом охолодження до моменту утворення на поверхні спіралі достатньо товстого шару купрум(II) оксиду чорного кольору.

Розжарену спіраль (після останнього нагрівання) швидко занурюють у пробірку зі спиртом (**не нахиляйтесь над пробіркою!!!**) і одразу нещільно закривають корком. При цьому спирт бурхливо закипає, з'являється запах альдегіду, змінюється колір мідної спіралі.

**Примітка.** Коли бурхливе кипіння спирту закінчиться, корок вставляють щільніше й охолоджують пробірку в стакані з холодною водою. Після охолодження спіраль виймають, а вміст пробірки переливають до іншої пробірки і додають до неї приблизно рівну кількість дистильованої води. Отриманий водно-спиртовий розчин оцтового альдегіду використовують для подальших дослідів.

2. У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сульфатної кислоти (2 Н розчин) і 4 краплини калій біхромату (2 Н розчин). Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають у полум'ї пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

#### Дослід 2 Якісні реакції альдегідів

##### Дослід 2.1 Реакція «срібного дзеркала» – окиснення альдегідів амоніачним розчином аргентум(I) оксиду

У знежирену розчином луку і промиту спочатку холодною, а потім гарячою водою пробірку вміщують 4 краплі 0,2 М розчину аргентум нітрату і 2 краплі 2 М розчину амоніаку. Утворений бурий осад аргентум(I) оксиду розчиняють, у надлишку (2-4 краплі) 2 М розчину амоніаку. Потім додають

2 краплі 40 %-вого розчину формальдегіду або оцтового альдегіду (отриманого в досліді 1), обережно й повільно нагрівають пробірку у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження і висновки.

### **Дослід 2.2 Окиснення альдегідів купрум(II) гідроксидом**

У пробірку вміщують 5 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду, додають 5 крапель дистильованої води і 3 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. До утвореного осаду купрум(II) гідроксиду додають 2 краплі 40 % розчину формальдегіду, збовтують. Верхній шар розчину нагрівають полум'ям пальника до кипіння, а нижній шар залишають для порівняння холодним.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Який механізм реакцій приєднання по карбонільній групі?
2. Які речовини одержують при взаємодії альдегідів і кетонів з відновниками й окисниками?
3. У чому відміна в хімічних властивостях альдегідів і кетонів?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11**

### **ОДНООСНОВНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ**

#### **I Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** ізомерія та номенклатура одноосновних карбонових кислот; будова карбоксильної групи; добування та властивості насичених одноосновних кислот; вищі жирні насичені й ненасичені карбонові кислоти: будова, властивості.

#### **II Виконати вправи**

1. Напишіть структурні формули таких кислот: 2-метилмасляної, оцтової,  $\alpha$ -бромпропіонової. Дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кислоти з формулою  $C_5H_{11}COOH$  і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
3. Наведіть схеми реакції взаємодії етанолу з  $PCl_5$ , продукту взаємодії з  $KCN$  та водою.

### III Робота в лабораторії

#### Дослід 1 Розчинність у воді одноосновних карбонових кислот

Дослід проводять послідовно з мурашиною, оцтовою, масляною, стеариною та іншими карбоновими кислотами.

В окремі пробірки вміщують по 5–6 крапель різних рідких кислот або по декілька кристалів твердих кислот. Додають до всіх пробірок по 10–12 крапель води і добре збовтують їх вміст. До лабораторного журналу занотовують спостереження.

Якщо будь-яка з вищезгаданих кислот не розчиняється, пробірку з нею нагрівають. Гарячі розчини кислот охолоджують і відмічають зміни, які в них мали місце.

Якщо якась кислота (наприклад, стеаринова) не розчиняється навіть при нагріванні, то до пробірки додають 5–6 крапель розведеного розчину луку до повного розчинення кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій взаємодії кислоти з лугом і висновки.

#### Дослід 2 Кислотні властивості карбонових кислот

1. У три пробірки вміщують по 2–4 краплі 0,1 М розчину оцтової кислоти. До першої додають 1 краплю метилового жовтогарячого, до другої – краплю фенолфталеїну; до третьої занурюють універсальний індикаторний папір і за шкалою визначають рН розчину оцтової кислоти.

2. У пробірку вміщують 2–4 краплі 0,1 М розчину оцтової кислоти і додають невеликий шматочок магнію. До отвору пробірки підносять запалену скіпу.

3. У пробірку вміщують 3–4 краплі 0,1 М розчину оцтової кислоти і додають 0,1–0,2 г натрій карбонату. До отвору пробірки підносять запалену скіпу.

4. У пробірку вміщують невелику кількість кристалів натрій ацетату і додають 2–4 краплі розбавленої (1 М) сульфатної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

#### Дослід 3 Різниця в окиснюваності мурашиної кислоти та її гомологів

1. У одну пробірку вміщують декілька кристалів натрій форміату, додають 2 краплі 0,1 н розчину калій перманганату та 3 краплі 1 М розчину сульфатної кислоти. Отвір пробірки закривають корком з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють до іншої пробірки з баритовою водою

(насичений розчин  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ). Вміст першої пробірки нагрівають у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

2. Аналогічно проводять дослід з 0,1 М розчином оцтової кислоти.

До лабораторного журналу занотують спостереження та висновки.

### Контрольні запитання

1. У чому виявляються кислотні властивості карбонових кислот?

2. Які характерні властивості має мурашина кислота?

3. Які речовини утворюються при гідруванні олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот?

4. Поясніть, чому при додаванні розчину натрій пальмітату до водопровідної води випадає осад?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

### ЕСТЕРИ ТА ЖИРИ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** одержання та властивості естерів; естери багатоатомних спиртів; жири, їх склад і будова; хімічні перетворення жирів; мила; миюча дія мил.

#### II Виконати вправи

1. Напишіть схеми реакцій одержання естерів: пропілметаноату, бутилацетату, тригліцериду олеїнової кислоти.

2. Напишіть схему реакції лужного гідролізу тригліцериду олеїнової, пальмітинової і стеаринової кислот.

3. Напишіть рівняння реакції гідрування естеру гліцерину та лінолевої кислоти.

4. Напишіть схему реакції гідролізу тригліцериду пальмітинової кислоти з наступною дією соди.

### **III Робота в лабораторії**

#### **Дослід 1 Одержання етилового естеру оцтової кислоти**

У суху пробірку вміщують приблизно 20 краплин (~ 1 мл) крижаної етанової кислоти, додають 50–60 краплин (~ 1,5 мл) етилового спирту та 8–10 краплини концентрованої сульфатної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають до появи запаху естеру.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій.

#### **Дослід 2 Одержання ізоамілового естеру оцтової кислоти**

У суху пробірку вміщують приблизно 20 краплин (~ 1 мл) крижаної етанової кислоти, додають 30–36 краплин (~ 0,9 мл) ізоамілового спирту (3-метилбутан-1-олу) та 5 краплин концентрованої сульфатної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають до побуріння розчину та появи запаху естеру.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

#### **Дослід 3 Порівняння розчинності рослинних масел у рідких розчинниках.**

##### **Екстрагування масел з фільтрувального паперу**

Беруть 3–4 клаптика фільтрувального паперу (залежно від кількості розчинників) розміром 3,5×3,5 см і змочують центральну частину кожного папірця соняшниковою олією так, щоб утворилася масна пляма розміром близько 6 мм у діаметрі.

Беруть декілька капілярів, заповнюють їх різними розчинниками (етиловий спирт, бензол, гексан, тощо). Тримаючи капіляр перпендикулярно до поверхні папірця, на масну пляму наносять розчинник таким чином, щоб утворилася пляма діаметром 18–20 мм. Повторюють ці дії з кожним розчинником. Дають усім розчинникам випаруватися. Якщо олія розчиняється у певному розчиннику то, після випарування останнього, у центрі залишиться кружальце чистого знежиреного паперу, внаслідок екстрагування розчинником олії з паперу, а олія, що залишилася, розташується на периферії плями у вигляді розпливчастих концентричних кіл.

Якщо розчинник погано або зовсім не розчиняє соняшкову олію (наприклад, спирт), то після випарування розчинника масна пляма залишиться майже без змін – екстрагування олії не відбувається.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

#### **Дослід 4 Омилання жирів у водно-спиртовому розчині**

**Дослід 4.1.** У широку пробірку вміщують 2 г жиру (свинячий, баранячий, тощо) і додають 6 мл 15 % розчину лугу. Суміш перемішують скляною

паличкою і нагрівають на водяній бані до початку кипіння. Омилення ведуть 3-5 хв., доки розчин не стане однорідним.

Для визначення кінця омилення декілька крапель нагрітої суміші відбирають у пробірку; додають 4–5 мл дистильованої води і нагрівають при збовтуванні в полум'ї пальника. Омилення можна вважати повним, коли суміш розчиняється у воді повністю, без виділення крапель жиру. За наявності крапель жиру суміш продовжують нагрівати на водяній бані ще деякий час.

До отриманої густої рідини додають 6–7 мл попередньо підігрітого насиченого розчину кухонної солі. Рідина мутніє і на поверхні утворюється шар мила. Пробірку охолоджують під струменем холодної води. Мило твердіє і його відокремлюють.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, схему реакції омилення жиру (тригліцериду стеаринової кислоти) та висновки.

**Дослід 4.2.** Готують концентрований розчин лугу: до пробірки обережно додають приблизно 0,6 г натрій гідроксиду та розчиняють у 1,6 мл дистильованої води. Потім у широку пробірку вміщують 4,8 г соняшникової олії додають концентрований розчин лугу, суміш обережно збовтують і нагрівають на водяній бані. Омилення ведуть приблизно 30 хв.

### **Дослід 5 Гідроліз мила.**

У пробірку наливають 5–10 мл дистильованої води і додають 2–3 краплини фенолфталеїну. Універсальним індикаторним папером за шкалою визначають рН.

До тієї ж пробірки додають ~ 0,5–1 г подрібненого мила, ретельно збовтують. Фіксують, яким стає забарвлення розчину мила, визначають за шкалою рН.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть найважливіші способи добування естерів.
2. Які речовини утворюються у процесі лужного гідролізу естеру? Наведіть приклади.
3. Які речовини утворюються у процесі лужного гідролізу твердих жирів гідроксидами натрію і калію?
4. Як відбувається гідрогенізація рослинних олій?
5. Чому природна тверда вода знижує миючу дію мила?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

### ВУГЛЕВОДИ. ВЛАСТИВОСТІ МОНОСАХАРИДІВ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** класифікація, будова та ізомерія вуглеводів; моносахариди, їх класифікація, номенклатура, ізомерія; альдегідна й напівацетальна форми; фізичні та хімічні властивості моносахаридів; окремі представники моносахаридів.

#### II Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули (ациклічна й напівацетальна форми) глюкози та фруктози. Визначить, скільки асиметричних атомів карбону мають ці моносахариди?

2. Наведіть проєкційні формули  $\alpha$ - та  $\beta$ -глюкози,  $\alpha$ - та  $\beta$ -фруктози.

#### III Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Проба Моліша – взаємодія моносахаридів з $\alpha$ -нафтолом (доведення присутності вуглеводів)

У декілька пробірок послідовно вміщують наявні моносахариди (глюкоза, фруктоза, тощо) і додають 8–12 крапель дистильованої води до повного розчинення. До отриманих розчинів моносахаридів додають 2–4 краплі свіже приготовленого 10 % спиртового розчину  $\alpha$ -нафтолу. Суміш мутніє, внаслідок виділення важкорозчинного у воді  $\alpha$ -нафтолу. Далі (**обережно!!!**) по стінках пробірок додають 6–10 крапель концентрованої сульфатної кислоти, важкий шар якої осідає на дно пробірки, майже не змішуючись з водою. На межі розподілу утворюється характерне фіолетове забарвлення у вигляді кільця або при збовтуванні в усьому об'ємі розчину.

До лабораторного журналу занотують спостереження, висновки.

##### Дослід 2 Доведення наявності спиртових (гідроксильних) груп в глюкозі

У пробірку послідовно вміщують 2–3 краплі 1 % розчину глюкози, 10–12 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду та 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. Вміст пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакції утворення сахарату міді, висновки.



### **Дослід 3 Доведення наявності альдегідної групи в глюкозі – відновлення солей міді**

У пробірку вміщують 2–3 краплі 5 % розчину глюкози 10–12 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду, додають та 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. Вміст пробірки збовтують. Нагрівають полум'ям пальника до кипіння. Спостерігають утворення жовтогарячого забарвлення, а при подальшому нагріванні – червоного осаду  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

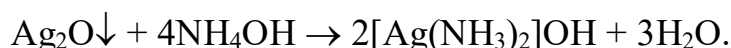
До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### **Дослід 4 Окиснення моносахаридів амоніачним розчином аргентум(I) оксиду – реакція «срібного дзеркала»**

У ретельно вимиту пробірку послідовно вміщують 2 краплі 0,2 М розчину аргентум нітрату та краплями 2 М розчин амоніаку до розчинення утвореного на початку осаду аргентум(I) оксиду (надлишок амоніаку в розчині знижує чутливість реакції). Додають 2 краплі 5 % розчину глюкози й обережно нагрівають пробірку до початку почорніння розчину. Далі реакція йде без нагрівання.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції окиснення глюкози й одержання одноосновної оксикислоти.

#### **Примітка:**



Кетози (наприклад, фруктоза) в таких м'яких умовах не окиснюються.

### **Дослід 5 Окиснення моносахаридів розчином Фелінга (якісна реакція на альдегідну групу)**

У дві пробірки вміщують по 6 крапель 5 % розчинів глюкози й фруктози і додають по 2 краплі реактиву Фелінга (суміш рівних об'ємів 7 % розчину купрум(II) сульфату, 34,6 % розчину сегнетової солі і 10 % розчину натрій гідроксиду), збовтують. Обидві пробірки вміщують до киплячої бані, де нагрівають упродовж 4–5 хв. до появи червоного осаду  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Наведіть схему таутомерного перетворення карбонільної форми глюкози в напівацетальну.

## **Дослід 6 Реакція Селіванова – взаємодія моносахаридів з резорцином (якісна реакція на кето-групу)**

У пробірку вміщують декілька кристалів резорцину, 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти й 2 краплі 5 % розчину фруктози. Вміст пробірки нагрівають до початку кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміну забарвлення розчину), висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Які функціональні групи містяться в молекулах моносахаридів глюкози та фруктози?
2. З якими речовинами і за яких умов глюкоза взаємодіє в ациклічній формі?
3. Який гідроксил має назву напівацетального?
4. Як довести присутність у молекулі глюкози гідроксильних груп?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14**

### **ВЛАСТИВОСТІ НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ. ДИСАХАРИДИ (БІОЗИ)**

#### **I Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** класифікація дисахаридів; відновлюючі і невідновлюючі дисахариди; будова лактози, мальтози, цукрози; інверсія цукрози; поширення дисахаридів у природі.

#### **II Виконати вправи**

1. Напишіть рівняння реакцій гідролізу цукрози (структурні формули).
2. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна розпізнати цукрозу й мальтозу.

#### **III Робота в лабораторії**

##### **Дослід 1 Доведення наявності гідроксильних груп у цукрозі**

У пробірку послідовно вміщують 2 краплі 1 % розчину цукрози, 10 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду, 8–10 крапель дистильованої води і 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. Колір розчину стає синім, унаслідок утворення комплексної сполуки.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

## **Дослід 2 Кислотний гідроліз цукрози**

У пробірку вміщують 2 краплі 1 % розчину цукрози, 2 краплі 2 М розчину хлоридної кислоти, 6 крапель дистильованої води. Пробірку вміщують до киплячої водяної бані і нагрівають упродовж 15–20 хв. до повного гідролізу цукрози. Після цього гідролізований розчин порівну розливають у дві пробірки.

До першої пробірки з гідролізованою цукрозою додають 4–5 крапель луку (до лужної реакції на лакмус), 3–4 краплі води і 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. В полум'ї пальника нагрівають верхню частину синього розчину до появи жовтогарячого забарвлення й червоного осаду  $\text{Cu}_2\text{O}$ , що свідчить про утворення глюкози.

До другої пробірки з гідролізованою цукрозою додають кілька кристалів резорцину, 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти і нагрівають до появи червоного забарвлення, що свідчить про утворення фруктози.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції гідролізу сахарози, висновки.

## **Дослід 3 Взаємодія цукрози з розчином Фелінга**

У пробірку вміщують 8–10 крапель 1 % розчину цукрози, додають до нього 10–12 крапель розчину Фелінга, збовтують. Пробірку вміщують до киплячої водяної бані, де нагрівають протягом 3–4 хв.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

## **Контрольні запитання**

1. Які властивості притаманні дисахаридам та моносахаридам?
2. Чому мальтоза відновлює аміачний розчин аргентум(I) оксиду, а цукроза – ні?
3. Яка причина розчинення купрум(II) гідроксиду в розчині сахарози?
4. Які продукти утворюються при гідролізі мальтози?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

### ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** вищі полісахариди, їх поширення в природі; склад і будова полісахаридів; крохмаль, його будова й властивості; гідроліз клітковини.

#### II Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули фрагментів крохмалю.
2. Напишіть структурні формули фрагментів клітковини.

#### III Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Реакція крохмалю з йодом

У пробірку вміщують 2–3 краплі 2 % розчину крохмального клейстеру і 1 краплю 0,05 М розчину йоду. Спостерігають зміну забарвлення розчину. Отриманий розчин нагрівають до кипіння. При цьому спостерігають зникнення забарвлення при кипінні та його виникнення при охолодженні розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки

##### Дослід 2 Гідроліз крохмалю кислотами

У сім пробірок вміщують по 4 краплі розбавленої йодної води (розчин йоду в 0,1 М розчині йодиду калію) і встановлюють їх у штатив. У окрему пробірку вміщують 10–12 крапель 2 % крохмального клейстеру, 3–4 краплі 1 М розчину сульфатної кислоти, збовтують і вміщують пробірку до киплячої водяної бані.

Кожні 30 с відбирають піпеткою з капіляром одну краплю розчину і додають її послідовно до кожної з семи пробірок з йодною водою. Спостерігається поступова зміна забарвлення розчинів. Усі зміни занотовують до таблиці:

#### № проби

#### Забарвлення

перша

друга

третя

четверта

п'ята

шоста

сьома

Світло-жовте (забарвлення йодної води)

Розчин, що залишився в пробірці, охолоджують, додають 2–3 краплі фенолфталеїну і нейтралізують розчином лугу до малинового забарвлення, додають 1–2 краплі розчину Фелінга, нагрівають. З'являється жовтогаряче забарвлення, що свідчить про утворення глюкози.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, що до поступової зміни забарвлення розчину, схему гідролізу крохмалю від розчинного крохмалю до кінцевого продукту – глюкози.

### **Дослід 3 Утворення декстрину з крохмалю**

У пробірку вміщують 0,15–0,20 г сухого крохмалю і обережно нагрівають до початку пожовтіння порошку. Згодом вміст пробірки охолоджують і додають до отриманого декстрину 2–3 мл холодної дистильованої води і енергійно збовтують протягом 1–2 хв. До отриманої суміші додають 1–2 краплі розчину йоду.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

### **Дослід 4 Кислотний гідроліз клітковини**

У пробірку вміщують невеликий шматочок фільтру і додають 4 краплі концентрованої сульфатної кислоти ( $\rho = 1,82$  г/мл), перемішують скляною паличкою до утворення безбарвного густого розчину. Пробірку на 3–5 хв. вміщують до киплячої водяної бані (для повного гідролізу клітковини). Потім у другу пробірку піпеткою відбирають 2 краплі розчину гідролізованої клітковини, додають 8 крапель 2 М розчину натрій гідроксиду, 1 краплю реактиву Фелінга, збовтують і нагрівають до появи забарвлення розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, схему гідролізу клітковини.

### **Контрольні запитання**

1. Вкажіть, чим відрізняється будова крохмалю від будови клітковини?
2. За допомогою якої якісної реакції можна довести присутність крохмалю?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 16

### БІЛКОВІ РЕЧОВИНИ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** будова, ізомерія та номенклатура амінокислот; добування, фізичні й хімічні властивості амінокислот; окремі представники амінокислот; поліпептиди; білки: загальна характеристика, якісні реакції; будова білків: первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка; значення білків.

#### II Виконати вправи

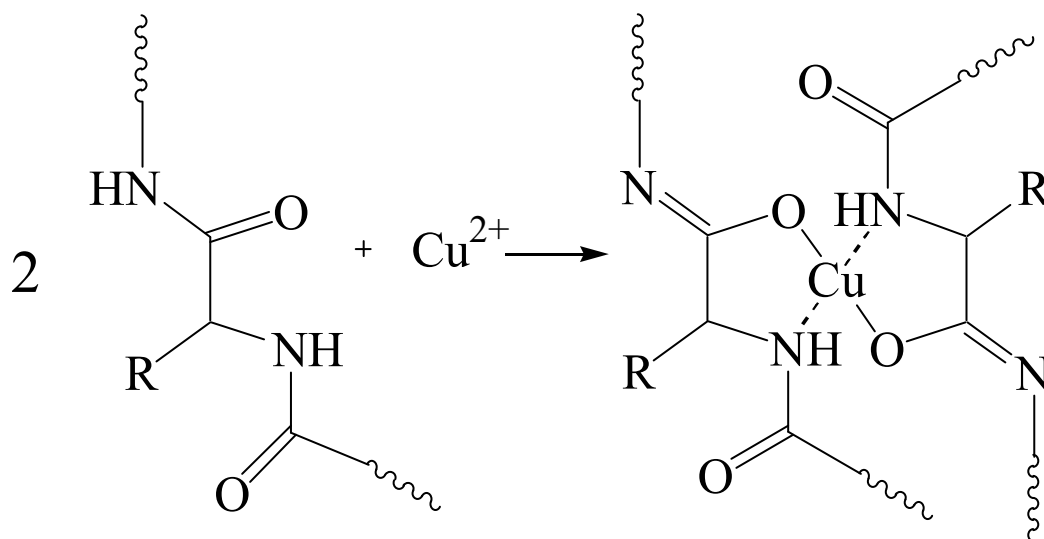
1. Напишіть рівняння реакції взаємодії амінооцтової та  $\beta$ -амінопропіонової кислот з хлоридною кислотою й етиловим спиртом.

2. Напишіть рівняння реакції добування трипептидів з гліцину (амінооцтова кислота) та аланіну ( $\alpha$ -амінопропіонова кислота) з різною послідовністю залишків амінокислот.

#### III Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Якісні реакції білків

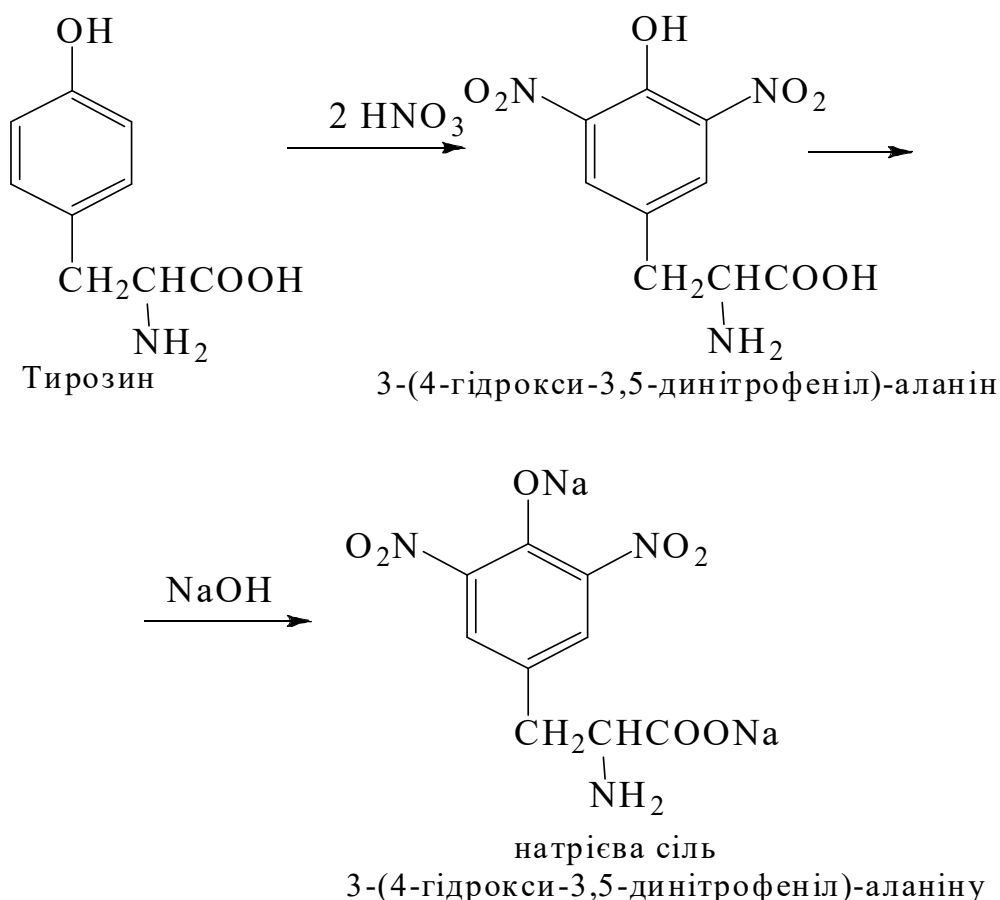
**1. Біуретова реакція.** При дії на білки розчинами солей міді (мідного купоросу) в лужному середовищі з'являється фіолетове забарвлення, зумовлене утворенням комплексу білку з йонами  $\text{Cu}^{2+}$ .



У пробірку вміщують 4 краплі розчину білку, по 2 краплі 20 % розчину натрій гідроксиду та 5 % розчину купрум(II) сульфату.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

**2. Ксантопротеїнова реакція.** Цією реакцією виявляють наявність у білка ароматичних ядер.



У пробірку вміщують 6 крапель водного розчину білка та 2 краплі концентрованої нітратної кислоти. Пробірку нагрівають полум'ям пальника до появи жовтого кольору, внаслідок нітрування залишків ароматичних амінокислот білкової молекули з утворенням полінітросполук. Далі вміст пробірки охолоджують і додають 2–4 краплі натрій гідроксиду.

До лабораторного журналу занотовують спростереження й висновки.

**3. Реакція на Сульфур.** При кип'ятінні 30 % лужного розчину білка з розчином плюмбум(II) ацетату випадає коричнево-чорний осад плюмбум(II) сульфіді. Ця реакція дає можливість виявляти в білковій молекулі залишки амінокислот, що містять Сульфур – цистин, цистеїн, метіонін.

**Примітка. Розчини білків готують таким чином:**

*Розчин яєчного білка.* Білок одного курячого яйця змішують із 120–150 мл дистильованої води в склянці при сильному збовтуванні. Суміш фільтрують крізь змочений водою клаптик випраного полотна. У фільтрат переходить яєчний альбумін з невеликими домішками глобуліну, а на полотні залишається головна частина глобуліну.

## **Дослід 2 Оборотне висаджування білків з розчинів (висолювання білків)**

Оборотне висаджування білків, тобто осаджування без зміни структури молекули білка, відбувається при додаванні до них солей лужних металів, магнію, амонію. Добуті осади білків знову легко розчиняються у воді або в розведених водних розчинах солей.

У пробірку вміщують по 4 краплі розчину білка й насиченого розчину амоній сульфату, збовтують. Занотовують спостереження. Далі 2–3 краплі каламутного розчину вміщують у другу пробірку та додають 3–4 краплі дистильованої води, збовтують.

До журналу занотовують спостереження та висновки.

## **Дослід 3 Денатурація (зсідання) білків**

**1. Зсідання білків при нагріванні.** В пробірку вміщують 8 крапель розчину білка і нагрівають полум'ям пальника до закипання. Занотовують спостереження. Вміст пробірки охолоджують, додають 2 краплі 2 н розчину амоній сульфату і знову нагрівають до кипіння. Занотовують спостереження і висновки.

**2. Зсідання білків під дією важких металів.** У дві пробірки вміщують по 6 краплин розчину білка. До однієї пробірки додають 2 краплі насиченого розчину купрум(II) сульфату, до другої – 2 краплі 2 н розчину плюмбум(II) ацетату.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

**3. Зсідання білків під дією концентрованих мінеральних кислот.** В пробірку вміщують 4 краплі концентрованої нітратної кислоти, обережно по стінці, попередньо нахиливши пробірку, додають 4 краплі розчину білка. Пробірку встановлюють у штативі і спостерігають, що відбувається на межі розподілу розчину білка й кислоти. Потім збовтують вміст пробірки і занотовують спостереження та висновки до лабораторного журналу.

## **Дослід 4 Відкриття амонійного нітрогену в білках**

В пробірку наливають 4 краплі розчину білка і додають 8 крапель концентрованого розчину лугу. Суміш нагрівають полум'ям пальника та кип'ятять 2–3 хв. У результаті розкладу білка лугом виділяється амоніак, який можна зафіксувати за запахом, а також за допомогою вологого рожевого лакмусового паперу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.



### **Дослід 5 Виділення казеїну з молока**

Молоко містить специфічний білок казеїн, що містить фосфор. Вміст цього білка в молоці становить 80 % від загальної кількості білків. Казеїн має кислотні властивості й міститься в молоці у вигляді розчинної кальцієвої солі. При підкисленні білок випадає в осад у вигляді білих пухких пластівців, що легко відфільтровуються.

В хімічний стакан на 50 мл наливають 3 мл молока, доливають 7 мл дистильованої води і при інтенсивному перемішуванні додають краплями 1 % розчин хлоридної кислоти (10–15 крапель) до утворення пухкого осаду. Витримують суміш протягом 5 хвилин, і додають 10 мл дистильованої води, потім витримують протягом інших 5 хвилин. Через 5 хвилин фільтрують суміш крізь паперовий фільтр.

Невелику кількість осаду переносять у колбу, додають 6 мл 10 % розчину натрій гідроксиду і кип'ячать на піщаній бані 1 годину. Після цього колбу охолоджують, додають краплями нітратну кислоту (10–30 крапель) до кислої реакції. При цьому утворюється осад високомолекулярних продуктів неповного гідролізу білка. Суміш фільтрують.

Фільтрат ділять на 2 частини: з першою проводять біуретову реакцію (див. дослід 1), до другої частини додають 10 крапель молібденової рідини і нагрівають (з метою виявлення фосфору в складі казеїну).

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Які кольорові реакції білків Вам відомі?
2. Що таке первинна, вторинна, третинна та четвертинна структура білка?
3. Що є остаточним продуктом гідролізу білків?
4. У чому виявляються труднощі вивчення і синтезу білків?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17

### ХРОМАТОГРАФІЯ

#### I Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** хроматографія як метод розділення суміші речовин; як метод якісного аналізу, види хроматографії, межі застосування різних видів хроматографії.

#### II Робота в лабораторії

##### Дослід 1 Приготування екстракту хлорофілу

Кілька промитих і висушених листів шпинату (вага приблизно 2 г) розтирають у ступці, додають суміш 3 мл етанолу та 6 мл петролейного ефіру і знову розтирають суміш. Суміш переносять у пробірку, додають рівний об'єм насиченого водного розчину натрій хлориду, збовтують, дають відстоятися і відділяють нижній прозорий водний шар. Повторюють процедуру промивання екстракту розчином натрій хлориду кілька разів для видалення спирту – до тих пір, поки промивний розчин не стане прозорим (приблизно три рази).

##### Дослід 2 Розділення рослинних барвників за допомогою колонкової хроматографії

До хроматографічної колони, наповненої адсорбентом – цукровою пудрою (10–12 см по висоті), додають 3 мл отриманого екстракту хлорофілу, а одразу після всмоктування – обережно невелику кількість елюента – ксилену (суміш ізомерів). Спостерігають переміщення забарвлених речовин вздовж адсорбенту. Не допускаючи повного всмоктування елюента і потрапляння бульбашок повітря у адсорбент (це може знизити ефективність розділення), додають ще елюента на повну довжину колони. Через певний час спостерігають розділення забарвлених компонентів суміші – різні речовини по-різному утримуються адсорбентом і, відповідно, переміщуються з різною швидкістю (рис. 17). При задовільному результаті на виході колони можна спостерігати два або три забарвлених шари – один жовтий (каротин) та один або два зелених (два види хлорофілу – А та В). Замінюючи склянку-приймач, збирають окремо розчини забарвлених компонентів; кожний розчин виливають на чашку Петрі і висушують.

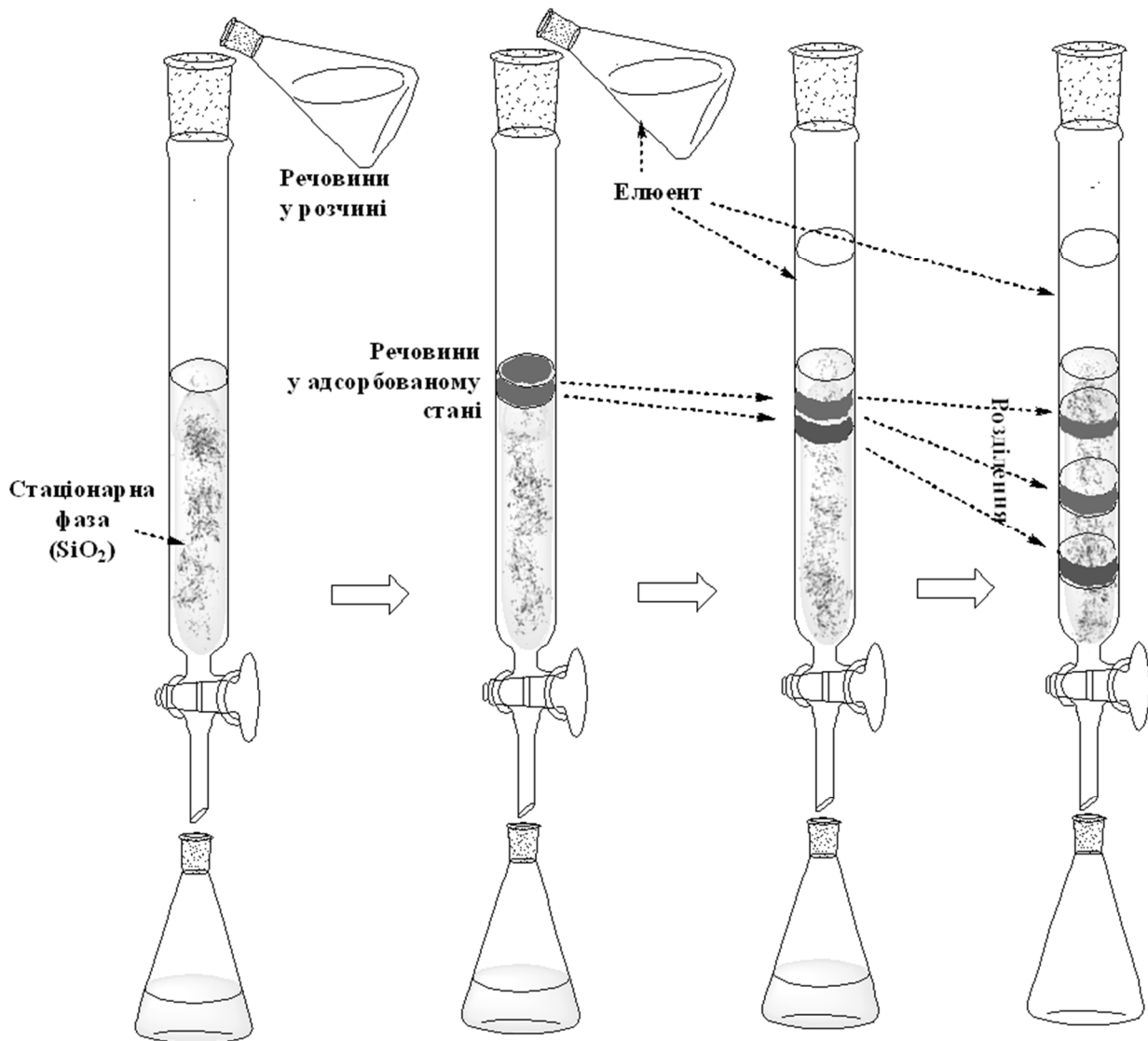


Рисунок 17 – Розділення речовини за допомогою колоночної хроматографії

### Дослід 3 Якісний аналіз рослинних барвників за допомогою тонкошарової хроматографії

На смугу спеціальної хроматографічної пластини Sorbfil UV-254 (алюмінієва поверхня з закріпленим шаром адсорбента – силікагелю з домішкою барвника з люмінесценцією при УФ-опроміненні 254 нм) за допомогою капіляра на уявну стартову лінію (1 см від краю) наносять мінімальну кількість отриманого екстракту хлорофілу (бажано, щоб розмір плями не перевищував 3 мм). Пляму висушують і за необхідності (для більшої видимості) повторюють процедуру нанесення). Після висушування пластину ставлять у хроматографічну камеру, в якій налито елюент – суміш петролейний ефір : ацетон 3:1 на 0,5 см висоти камери. Камеру закривають і залишають, поки елюент не підніметься вздовж пластини, залишивши до краю приблизно 2 см. Далі пластину витягують, швидко відмічають олівцем фінішну лінію

елюента і висушують. Зазвичай вдається розгледіти п'ять плям – для кожної визначають величину  $R_f$  – відстань від плями до стартової лінії поділеної на відстань від фінішної лінії до стартової (рис. 18).

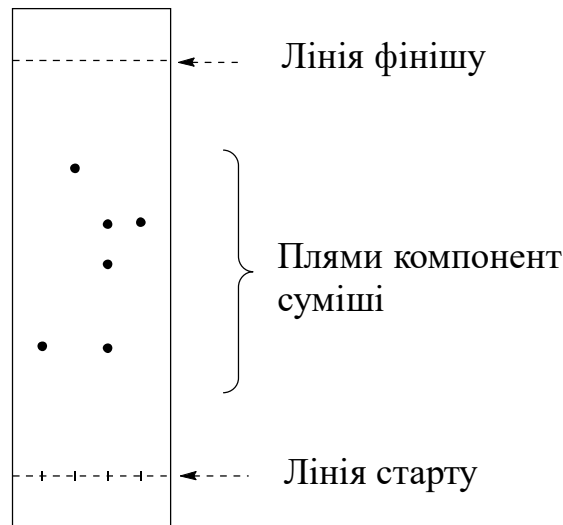
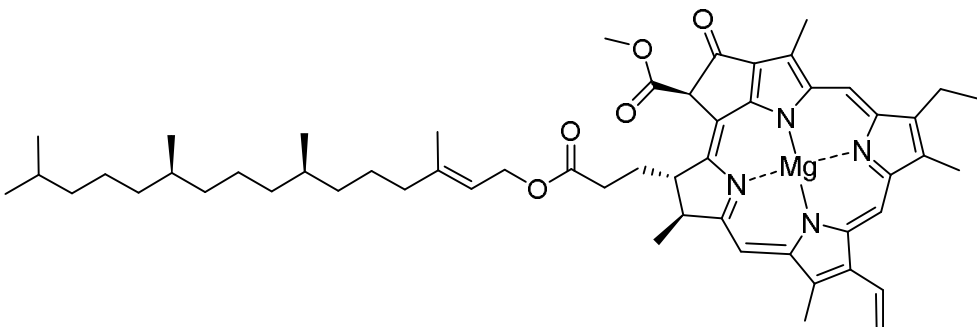
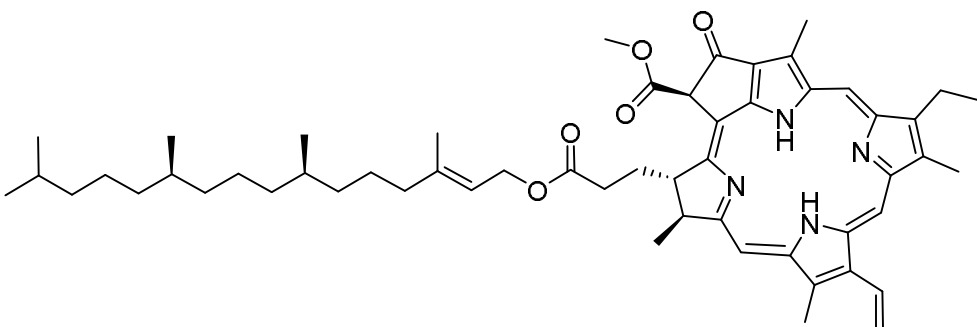
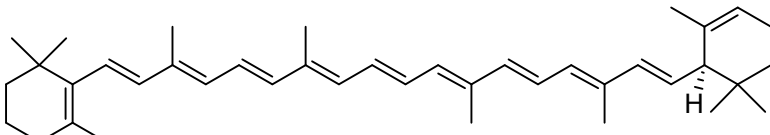


Рисунок 18 – Тонкошарова хроматограма  
Порівняти результати з наведеними в таблиці 6.

Таблиця 6 – Склад зеленого пігменту хлорофілу

$R_f$	Колір	Речовини
0,56	жовтий	<p>Лютеїн, неоксантин</p>
0.61	світло-зелений	<p>Хлорофіл В</p>

Продовження таблиці 6

0,67	темно-зелений	<p>Хлорофіл А</p>  <p>The structure shows a central magnesium atom coordinated by four nitrogen atoms in a porphyrin-like ring. A long phytol side chain is attached to one of the propionate side groups. Other side groups include a vinyl group, a methyl group, and a phytyl ester group.</p>
0,84	сірий	<p>Феофітин</p>  <p>The structure is identical to Chlorophyll A, but the central magnesium atom is replaced by a hydrogen atom, and the phytyl ester group is absent.</p>
0,95	жовтий	<p>Каротин</p>  <p>The structure shows a long chain of conjugated double bonds with methyl groups at the ends of the chain.</p>

**Дослід 4 Якісний аналіз соняшникової олії  
методом тонкошарової хроматографії.**

На смугу спеціальної хроматографічної пластини Sorbfil нанести пробу досліджуваного зразка рафінованої соняшникової олії за допомогою капіляра на уявну стартову лінію (1 см від краю). Після висушування пластину ставлять у хроматографічну камеру, в якій налито елюент – суміш петролейний ефір : ацетон 20:1 на 0,5 см висоти камери. Камеру закривають і залишають, поки елюент не підніметься вздовж пластини, залишивши до краю приблизно 2 см. Пластинку дістати пінцетом і висушити на повітрі. Для виявлення плям пластинку внести до камери з йодом, або до сушильної шафи, в якій просушити декілька хвилин за температури 110 °С, до появи темних плям.

Розрахувати значення  $R_f$  для виявлених плям і визначити, яка фракція відповідає триацилгліцеринам зі значення  $R_f = 0,4$ .

**Контрольні запитання**

1. Які види хроматографії Вам відомі?
2. Для чого використовують різні види хроматографії?

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до виконання лабораторних та практичних робіт  
з навчальної дисципліни

**«ХАРЧОВА ХІМІЯ»**

*(для студентів 1–2 курсу денної та заочної форм навчання, першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти,  
спеціальності 241 – Готельно-ресторанна справа)*

Укладачі : **ЗАЙЦЕВА** Інна Сергіївна,  
**МУРАЄВА** Ольга Олексіївна,  
**ПАНАЙОТОВА** Тетяна Дмитрівна

Відповідальний за випуск *Т. Д. Панайотова*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. С. Зайцева*

План 2018, поз. 174 М

---

Підп. до друку 30.05.2019. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 3,6.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.