

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт

з дисципліни

**«ХІМІЯ»**

*(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання,  
спеціальностей 263 – Цивільна безпека, 263 – Охорона праці,  
275 – Транспортні технології)*

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Хімія» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання, спеціальностей 263– Цивільна безпека, 263 – Охорона праці, 275 – Транспортні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. О. Мураєва, Т. Д. Панайотова, І. С. Зайцева, С. В. Нестеренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 43 с.

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

Рецензент : канд. техн. наук, доц. К. Б. Сорокіна

*Рекомендовано кафедрою хімії, протокол № 5 від 26.12.14*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Загальні правила роботи і техніки безпеки для працюючих у хімічній лабораторії. Хімічний посуд і обладнання.....	5
Лабораторна робота № 1. Основні класи неорганічних сполук.....	10
Лабораторна робота № 2. Вивчення властивостей елементів та їх сполук залежно від їх розташування в періодичній системі Д. І. Менделєєва.....	13
Лабораторна робота № 3. . Вивчення швидкості хімічних реакцій і хімічної рівноваги.....	15
Лабораторна робота № 4. Вивчення властивостей розчинів електролітів.....	19
Лабораторна робота № 5. Окисно-відновні реакції .....	21
Лабораторна робота № 6. Властивості металів .....	23
Лабораторна робота № 7. Гальванічні елементи.....	24
Лабораторна робота № 8. Корозія металів.....	26
Лабораторна робота № 9. Захист металів від корозії.....	28
Лабораторна робота № 10. Насичені вуглеводні – алкани.....	30
Лабораторна робота № 11. Ненасичені вуглеводні – алкени, алкіни.....	31
Лабораторна робота № 12. Спирти і прості етери.....	33
Лабораторна робота № 13. Альдегіди і кетони.....	35
Лабораторна робота № 14. Одноосновні карбонові кислоти.....	37
Лабораторна робота № 15. Ароматичні вуглеводні.....	38
Лабораторна робота № 16. Властивості фенолів.....	40

## ВСТУП

Ці методичні вказівки для виконання лабораторних робіт призначені для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей 263 – Цивільна безпека», 263 – Охорона праці, 275 – Транспортні технології.

Метою опанування навчальної дисципліни «Хімія» є вивчення головних хімічних закономірностей, засад і фундаментальних основ загальної та органічної хімії, формування у студентів навичок наукового експериментування і дослідницького підходу до вивчення предмету та закріплення теоретичного матеріалу;

У процесі вивчення хімії велика увага приділяється виконанню лабораторних робіт, які надають можливість студентам набути практичних навичок та вмінь для виконання хімічних дослідів.

На початку кожної лабораторної роботи наведені контрольні питання і вправи, відповіді на які дозволяють студентам удосконалити своє розуміння теоретичних і практичних знань з відповідних тем.

## **ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА РОБОТИ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ ПРАЦЮЧИХ У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ. ХІМІЧНИЙ ПОСУД І ОБЛАДНАННЯ**

Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно суворо дотримуватися таких загальних правил безпеки:

1. Студенти обов'язково повинні працювати в халатах, вони зобов'язані підтримувати чистоту й порядок на робочому місці в лабораторії.

2. Слід точно дотримуватись порядку й послідовності операцій, вказаних у даних методичних вказівках. Не дозволяється приступати до виконання лабораторної роботи доти, доки студент не опанує всієї техніки її проведення.

3. Склянки з реактивами загального користування повинні знаходитись на визначеному місці; забороняється їх переносити на робочі столи. Слідкуйте за тим, щоб на всіх банках з реактивами були етикетки з написом назви речовини та її концентрації. Перед і після використання скляного посуду, його слід ретельно вимити.

4. Працювати в лабораторії слід обережно, не проливати і не просипати реактиви. Надлишки реактивів суворо забороняється зсипати чи зливати назад у склянку з чистими реактивами.

5. Досліди з легкозаймистими, леткими, вогнебезпечними, токсичними речовинами, або речовинами, які мають неприємний запах, слід проводити подалі від відкритого полум'я і у витяжній шафі.

6. Забороняється зливати в раковину залишки кислот, лугів, вогнебезпечні рідини й рідини з сильним запахом; їх треба зливати в спеціальні склянки.

7. Категорично забороняється пробувати на смак або запах хімічні речовини, або пити воду з хімічного посуду.

8. Забороняється під час нагрівання рідин і твердих речовин у пробірках спрямовувати їх отвором на себе, або в бік студентів, які знаходяться поряд; забороняється нахилитись над склянками, або заглядати в пробірку зверху, щоб уникнути нещасного випадку в разі можливого викиду нагрітої речовини або уламків скла.

9. Прилади, які необхідно нагрівати, або з яких будуть виділятися гази не слід залишати закритими.

10. Категорично забороняється вмикати без дозволу викладача будь-які прилади й рубильники.

11. При всіх роботах, коли можливе розбризкування їдких речовин (переливання кислот, лугів, або подрібнення чи розтирання в ступках, сплавлення та ін.) необхідно одягати захисні окуляри.

12. Для попередження бурхливого закипання і викиду рідини, яка нагрівається до кипіння, необхідно користуватись «кипільками» (шматочками подрібненого фарфору або скляні кільки). «Кипільки» забороняється додавати в нагріту до кипіння рідину, їх слід вносити тільки в холодну рідину.

13. Під час розведення концентрованих кислот, особливо сульфатної, слід лити її у воду, а не навпаки.

14. У разі виникнення непорозумінь стосовно виконання дослідів лабораторної роботи необхідно припинити роботу й звернутися до викладача.

15. На робочому місці категорично забороняється вживати їжу та пити воду. Після закінчення роботи необхідно як слід вимити руки.

16. По закінченню роботи необхідно привести в порядок своє робоче місце.

17. У разі нещасного випадку слід негайно звернутися до викладача.

### **Техніка безпеки при роботі з газовими пальниками**

Підчас використання газових пальників, слід пам'ятати, що газ є отруйною і вибухонебезпечною речовиною. Неправильне й неохайне поводження з газовими пальниками може спричинити отруєння, пожежу, вибух. Потрібно спершу запалити сірник, а потім відкрити кран надходження газу. Слідкуйте за тим, щоб газ не проскочив у середину пальника. Якщо газ або зникає, або стає подовженим і горіння супроводжується свистінням, то це означає, що горіння відбувається всередині гумової трубки, що може привести до її займання. В цьому випадку негайно закрийте кран, зачекайте, поки пальник охолоне, і лише після цього знову запалюйте його, попередньо зменшивши приток повітря. В разі появи запаху газу в лабораторії негайно повідомте про це керівника практики, загасіть вогонь, відчиніть двері й вікна, вийдіть з лабораторії!!!

### **Допомога при термічних і хімічних опіках**

У разі термічного опіку (полум'ям пальника або нагрітими предметами) уражене місце необхідно негайно протерти ватою, намоченою етиловим спиртом або розчином перманганату калію. В разі сильного опіку потрібно накласти стерильну пов'язку або накрити обпечене місце чистою тканиною і обов'язково звернутись до лікаря.

Концентровані кислоти (хлоридна, сульфатна, нітратна тощо) та луги (їдкий натр, їдкий калій) при потраплянні на шкіру або в очі можуть завдати дуже тяжкі хімічні опіки. При опіках шкіри кислотою уражене місце слід негайно промити великою кількістю води, потім 3–5%- ним розчином питної соди (гідрокарбонатом натрію) і знову ретельно промити водою. При потраплянні кислот або кислотної пари в очі, або до ротової порожнини, треба багаторазово промити їх струменем води, потім розчином питної соди та знову водою. При опіках шкіри їдкими лугами слід добре промити уражене місце водою (до зникнення відчуття слизькості), а потім 3–5% – ним розчином оцтової (або борної) кислоти. В разі опіку очей лугом треба їх промивати під струменем води не менше 15 хвилин і негайно звернутися до лікаря.

## Хімічний скляний посуд

В хімічних лабораторіях найбільш поширене застосування має мірний скляний посуд (мірні конічні колби, бюретки, піпетки, мірні циліндри, стакани й мензурки тощо), який має певні функції та особливості в роботі (рис. 1).

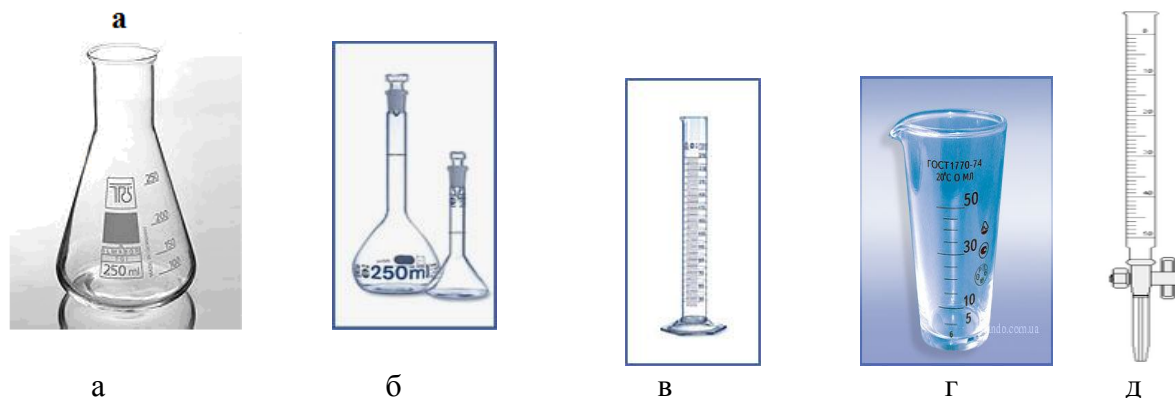


Рисунок 1 – Мірний скляний посуд:  
а – конічна колба; б – мірна колба; в – циліндр; д – мензурка

*Конічні колби* (рис. 1, а) – плоскодонні колби місткістю 200–500 мл. Використовують для проведення реакцій.

*Мірні колби* (рис. 1, б) – 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 50, 100, 250, 500, 1000 мл. Мірні колби застосовують для приготування розчинів точної концентрації з фіксаналів або за точною наважкою речовини, а також для розведення розчинів.

*Мірні градуйовані циліндри* (рис. 1, в) й *мензурки* (рис. 1, г) використовуються для грубого відмірювання об'єму рідини, існують різної ємкості: 5, 10, 25, 50, 100, 150, 250, 500, 1000 мл.

*Бюретки* (рис. 1, д) – градуйовані скляні трубки, що мають однаковий діаметр по всій довжині. Вони закріплюються вертикально на лабораторному штативі. В нижній частині бюретки мають скляний кран або гумову трубку зі скляною кулькою (або затискувачем), які з'єднані зі скляним капіляром для витоку розчину. Бюретки призначені для титрування або для вимірювання невеликих об'ємів розчинів у серійних аналізах.

Широке поширення в лабораторному практикумі мають також хімічні стакани, крапельниці, бюкси, лійки (рис. 2).

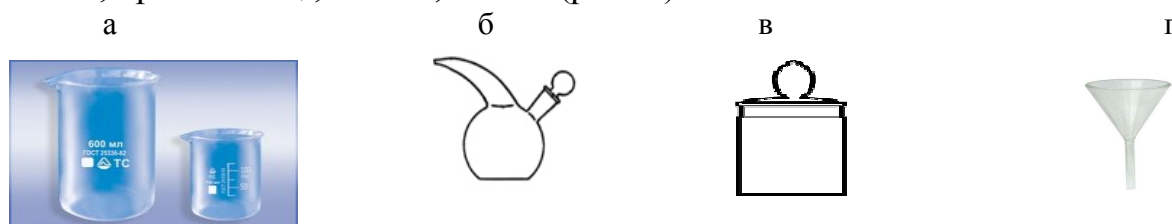


Рисунок 2 – Складний посуд:  
а – хімічні стакани; б – крапельниця; в – бюкс; г – лійка

*Хімічні стакани* (рис. 2, а) бувають різної ємкості (від 50 до 1000 мл), їх використовуються для допоміжних робіт з водними розчинами й органічними рідинами.

*Крапельниці* (рис. 2, б) використовують для дозування індикаторів і повільного додавання реагенту до реакційної суміші.

*Бюкс* – стаканчик з притертою пробкою (рис. 2, в) використовують для зважування, висушування і зберігання речовин.

*Лійка лабораторна* (рис. 2, г) використовують для переливання рідин або їх фільтрування крізь паперові фільтри.

Необхідним скляним посудом є також промивалки, ексикатори, кристалізатори (рис. 3).



Рисунок 3 – Скляний посуд:  
а – промивалка; б – ексикатор; в – кристалізатор

*Промивалка* (рис. 3, а) призначена для промивання осадів, посуду й приготування розчинів.

*Ексикатор* (рис. 3, б) – посуд, у якому підтримують певну вологість повітря (звичайно близьку до нуля), виготовлений з товстого скла. Використовують для повільного висушування за кімнатної температури й зберігання гігроскопічних сполук.

*Кристалізатор* (рис. 3, в) – тонкостінний плоскодонний скляний посуд для перекристалізації речовин; застосовують у лабораторній практиці.

### Миття хімічного посуду

Хімічний посуд перед проведенням дослідів обов'язково необхідно ретельно вимити. Посуд вважається чистим, якщо після виливання з нього води на внутрішній поверхні посуду не залишається крапель.

Новий або мало забруднений посуд достатньо вимити водою з додаванням до неї будь-якого миючого засобу, промити декілька разів водопровідною водою і ополоснути дистильованою водою.

Для миття забрудненого скляного посуду використовують наступні миючі засоби:

1. *Розчин соди*  $Na_2CO_3$ . Рекомендують використовувати гарячий 30–40 %-вий розчин  $Na_2CO_3$ . Після миття посуд промивають декілька разів водопровідною водою і ополіскують дистильованою водою.



2. *Хромово суміш* – дуже ефективний миючий розчин. Рецептів приготування хромової суміші багато, наприклад: дихромат калію – 60 г, концентрована сульфатна кислота 80 мл, вода – 270 мл). Забруднений посуд заповнюють на 1/3–1/4 хромовою сумішшю, обертальними рухами змочують усі стінки посуду, залишають стояти 1–2 хв. Після чого зливають хромову суміш назад у склянку (ні в якому разі не у водопровідну раковину!), посуд дуже ретельно промивають водопровідною водою, а потім 2–3 рази ополіскують дистильованою.

Сушити скляний посуд потрібно не завжди. Вимитий посуд часто достатньо перевернути до гори дном і дати воді збігти. Хімічний посуд ніколи не витирають рушником зсередини. В разі потреби висушування скляного посуду, це роблять у сушильній шафі (окрім мірного посуду, котрий забороняється висушувати нагріванням). Використовувати висушений в шафі посуд можна тільки після повного його остигання і прийняття температури приміщення.

### Лабораторне обладнання

Для нагрівання речовин у хімічних лабораторіях використовують спиртівки, електричні плитки із закритою спіраллю, водяні бані, а при наявності газу – газові пальники (рис. 4). Можна користуватися і сухим паливом, спалюючи його на спеціальних підставках.

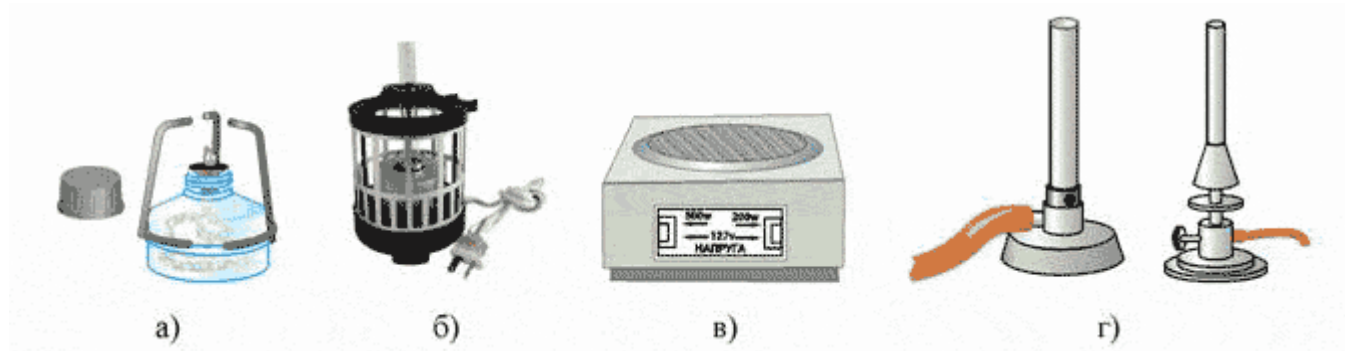


Рисунок 4 – Нагрівальні прилади:

*а – спиртівка; б – електрична баня з штативом для пробірок;*

*в – електрична плита; г – газові пальники*

Велике значення під час виконання хімічних експериментів має *допоміжне приладдя*: металевий штатив, штатив для пробірок, тигельні щипці, азбестова сітка (рис. 5).

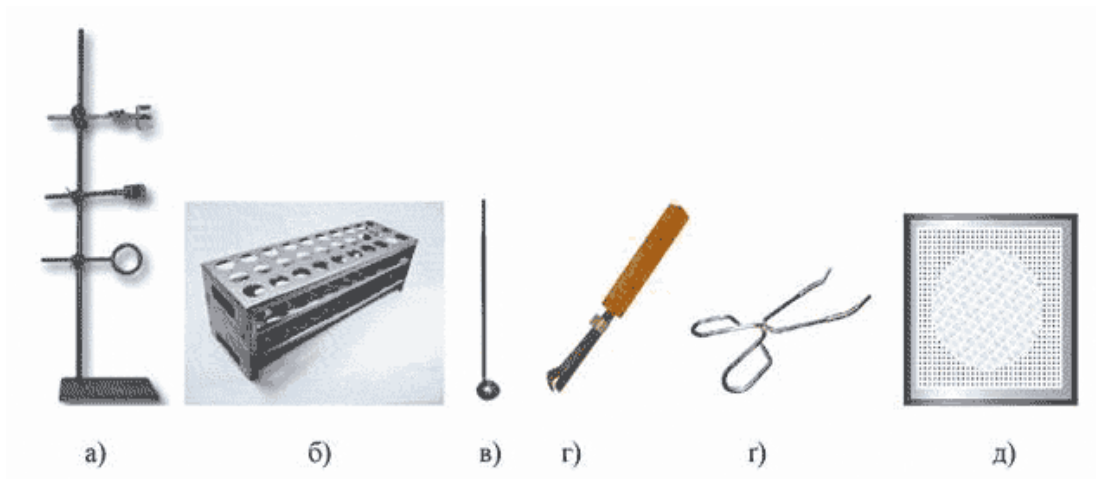


Рисунок 5 – Лабораторне обладнання:

*а – штатив металевий; б – штатив для пробірок; в – металева ложечка для спалювання речовин; г – тримач для пробірок; ґ – тигельні щипці; д – азбестова сітка*

## Лабораторна робота № 1

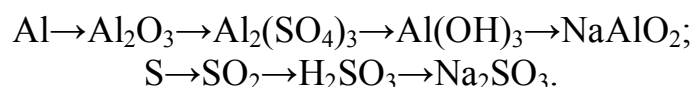
### ОСНОВНІ КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

#### 1.1 Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і теоретичні питання:** найважливіші класи неорганічних сполук, їх номенклатура, графічне зображення формул сполук різних класів, типи хімічних реакцій, стехіометричні розрахунки за рівняннями реакцій.

#### 1.2 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. Наведіть по 3 приклади сполук кожного класу неорганічних сполук (основи, кислоти, солі, оксиди). Дайте назву всім сполукам.
5. Здійсніть перетворення:



6. Обчисліть масу солі, яка утворюється внаслідок взаємодії 40 г натрій гідроксиду із нітратною кислотою.

### 1.3 Робота в лабораторії

#### Дослід 1. Встановлення забарвлення індикаторів у кислому й лужному середовищах

У дві пробірки (№ 1, № 2) вміщують по 20 краплин 0,1М розчину HCl, у дві інші (за такими ж номерами) – по 20 краплин 0,1М розчину NaOH. До пробірок за № 1 (з кислотою і лугом) додають 1–3 краплини розчину *метилового оранжевого*, до пробірок за № 2 – 1–3 краплини розчину *фенолфталеїну*. До таблиці 1 занотовують, яке забарвлення мають метиловий оранжевий і фенолфталеїн у кислотному й лужному середовищі.

Таблиця 1 – Зміна кольору індикаторів в різних середовищах

Назва індикатора	Колір індикатора в різних середовищах	
	у кислому середовищі	у лужному середовищі
Метиловий оранжевий		
Фенолфталеїн		

#### Дослід 2. Властивості кислот

**а) взаємодія розчину хлоридної кислоти з металами.** У пробірку наливають 1–2 мл 0,1М розчину хлоридної кислоти, додають 1–2 шурки металу (магній або цинк). До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки. Які продукти реакції утворюються? До якого типу реакцій належить ця реакція?

**б) взаємодія кислот з основними оксидами.** У пробірку шпателем вміщують невелику кількість порошку кальцій оксиду, додають 1–2 мл 0,1М розчину хлоридної кислоти? Які продукти реакції утворюються? До якого типу реакцій належить ця реакція? До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

**в) взаємодія кислот з основами (реакція нейтралізації).** У дві пробірки наливають по 10 краплин 0,1М розчину натрій гідроксиду. До однієї пробірки додають 1–2 краплини розчину фенолфталеїну, до другої – 1–2 краплини метилоранжу і фіксують забарвлення кожного розчину луку. До кожної пробірки поступово по краплях додають 0,1М розчин хлоридної кислоти до зміни забарвлення. До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміну забарвлення розчинів), рівняння реакції. Обґрунтуйте, чому цю реакцію називають реакцією нейтралізації?

**г) взаємодія кислот з солями слабких кислот.** У дві пробірки наливають по 2 мл 0,1М розчину хлоридної кислоти, до першої пробірки додають невелику кількість натрій ацетату, а до другої – натрій карбонату. Які продукти

реакції утворюються? До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки. З якими солями реагують кислоти?

### **Дослід 3. Добування основ і вивчення їх властивостей**

**Гідроксиди (основи)** поділяються на розчинні і нерозчинні. Розчинні основи (луги) – це гідроксиди лужних і лужноземельних металів. У промисловості розчинні основи добувають електролізом розчину відповідних солей лужних або лужноземельних металів, а в лабораторних умовах – взаємодією відповідного металу з водою. Ця реакція відбувається бурхливо з розбризкуванням лугу, що отримують. Розчинні основи можна також отримати при взаємодії *основних* оксидів з водою.

**а) добування кальцій гідроксиду.** У пробірку наливають 2–4 мл дистильованої води, додають 2–3 краплини фенолфталеїну (фіксують забарвлення), далі до пробірки додають невелику кількість кальцій оксиду і фіксують зміну забарвлення розчину. Спостереження і відповідну реакцію занотовують до лабораторного журналу, роблять висновок про кислотні або лужні властивості отриманого продукту, металічні або неметалічні властивості кальцію.

#### **б) взаємодія лугів з солями – утворення нерозчинних основ.**

У пробірку з 5–10 мл води додають 5–10 мл 10%-вого водного розчину солі ферум(III) і 3–5 мл 10%-вого водного розчину натрій гідроксиду. Спостереження і відповідне рівняння реакції занотовують до лабораторного журналу, роблять висновок, за яких умов розчини солей реагують з розчинами лугів.

#### **в) взаємодія основ з кислотами (реакція нейтралізації) – див. досл. 1в.**

### **Дослід 4. Добування і властивості середніх солей**

**Солі** – складні речовини, які складаються з йонів металічних елементів та кислотних залишків. Приклади солей:  
NaCl – натрій хлорид, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – магній нітрат, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – алюміній сульфат  
Солі можна розглядати як продукти заміщення атомів Гідрогену в кислотах на атоми металів. Наприклад, кухонну сіль NaCl, можна розглядати як продукт заміщення атому Гідрогену хлоридної кислоти HCl на атом Натрію.

Методів добування солей багато, бо вони утворюються внаслідок хімічної взаємодії неорганічних сполук різних класів між собою та з простих речовин.

**а) добування барій сульфату.** У пробірку наливають 1–2 мл 0,05 М розчину барій хлориду і додають 3–5 мл 0,05 М розчину натрій сульфату. Занотовують до лабораторного журналу спостереження, рівняння реакції,

роблять загальний висновок про методи добування солей, беручи до уваги висновки дослідів 1 і 2.

**б) взаємодія солей з металами.**

У пробірку наливають 1–2 мл розчину купрум (II) сульфату і занурюють шматочок цинку. Спостереження і відповідне рівняння реакції занотують до лабораторного журналу.

**Контрольні запитання**

1. Що називають атомом, молекулою?
2. Чому дорівнює стала Авогадро, що вона показує?
3. Чому дорівнює молярний об'єм любого газу?
4. Яку реакцію називають реакцією нейтралізації?
5. Виберіть речовину, що не буде взаємодіяти з сульфатною кислотою:  
а) Hg; б) Zn; в) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; г) Cu(OH)<sub>2</sub>.
6. Що є ознакою кислот, лугів і солей?

**Лабораторна робота № 2**

**ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇХ СПОЛУК,  
ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ РОЗТАШУВАННЯ В ПЕРІОДИЧНІЙ СИСТЕМІ  
Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА**

**2.1 Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і теоретичні питання:** основи квантово-механічного вчення про будову атомів хімічних елементів; квантові числа; правила і принципи заповнення електронних орбіталей; періодичний закон Д.І. Менделєєва; властивості елементів в періодах і групах залежно від електронної будови атомів.

**2.2 Виконати вправи**

1. Внаслідок взаємодії двовалентного металу масою 6 г з хлоридною кислотою, виділився водень кількістю речовини 0,25 моль. Визначіть, який це метал.

2. Вказати, в яких періодах, групах та підгрупах періодичної системи містяться елементи з будовою зовнішніх оболонок  $3p^6 4s^2$ ,  $4s^2 4p^4$ . Навести назви й порядкові номери цих елементів, кількість протонів, нейтронів та електронів. До яких електронних сімейств відносяться ці елементи? Яку валентність вони мають.

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

4. Хлор і Манган розташовані в одній групі періодичної системи. До яких (s, p, d, f) елементів відносять Хлор і Манган? Якого висновку можна дійти про спільні й розбіжні властивості цих елементів?

### 2.3 Робота в лабораторії

#### Дослід 1. Вивчення зміни властивостей елементів у періоді – взаємодія металів з водою

*а) взаємодія натрію з водою.* Фарфорову чашку наповнюють дистильованою водою приблизно до 1/4 її об'єму. У воду кидають невелику платівку металу натрію (обов'язково використовувати пінцет!). По закінченні реакції у розчин додають 1–2 краплини фенолфталеїну, відмічають забарвлення розчину. До лабораторного журналу заносять спостереження щодо перебігу реакції, рівняння реакції і висновки.

*б) взаємодія магнію з водою.* У пробірку, на третину заповнену водою, кидають зачищену від оксидної плівки платівку металу магнію і додають кілька краплин розчину фенолфталеїну. За відсутності забарвлення розчину роблять висновок про відсутність помітної реакції між магнієм і водою за кімнатної температури. Потім пробірку вносять у полум'я газового пальника. Фіксують зміни, що відбуваються у пробірці (забарвлення розчину, утворення газу). Складають відповідні рівняння реакції. Порівнюють умови перебігу цієї реакції з аналогічною реакцією натрію з водою (див. Дослід 1а).

*в) взаємодія алюмінію з водою.* У пробірку, на третину заповнену водою, кидають зачищену платівку металу алюмінію і додають кілька краплин розчину фенолфталеїну. Фіксують забарвлення розчину за кімнатної температури. Далі пробірку вносять у полум'я газового пальника. Фіксують забарвлення розчину під час нагрівання. Складають відповідні рівняння реакції. Порівнюють умови перебігу цієї реакції з аналогічними реакціями натрію та магнію з водою (див. Дослід 1 а, б).

Висновок про спільні й розбіжні властивості натрію, магнію та алюмінію пояснюють електронною будовою їх атомів та їх розташуванням в періодичній системі, роблять висновок про характер зміни властивостей вивчених елементів в межах періоду.

#### Дослід 2. Вивчення властивостей елементів у групах – порівняння окисних властивостей галогенів

В одну пробірку з 3-4 краплями органічного розчинника додають 4–5 мл 0,5 М розчину калій броміду, в другу пробірку з 3–4 краплями органічного розчинника додають 4–5 мл 0,5 М розчину калій йодиду. У пробірку з калій бромідом додають 4–5 мл хлорної води, в пробірку з калій

йодидом – 4–5 мл бромної води. Рідину у кожній пробірці добре перемішують скляною паличкою. За забарвленням шару органічного розчинника (що не змішується з водою) визначають, який галоген утворюється в кожній пробірці у вільному стані. Складають відповідні рівняння реакцій порівнюють окислювально-відновні властивості хлору, бромну та йоду і роблять висновок про зміну окислювально-відновних властивостей елементів однієї підгрупи залежно від розміщення в періодичній системі.

### **Дослід 3. Вивчення амфотерних властивостей алюміній гідроксиду**

#### **а) добування алюміній гідроксиду**

У дві пробірки наливають по 1–2 мл розчину алюміній сульфату (або хлориду) концентрацією 0,01 моль/л і додають декілька краплин розчину їдкого натру концентрацією 2 моль/л. Спостерігають утворення осаду, складають рівняння реакції.

#### **б) вивчення амфотерних властивостей алюміній гідроксиду**

Далі рідину з обох пробірок (дослід 3, а) обережно зливають, а до осадів додають: в одну пробірку – 2 мл розчину хлоридної кислоти, в другу – 1–2 мл розчину їдкого натру (обидві речовини концентрацією 2 моль/л). Спостереження занотують до журналу, складають рівняння реакцій, роблять висновок про амфотерні властивості алюміній гідроксиду.

### **Контрольні запитання**

1. Як змінюються хімічні властивості елементів із збільшенням заряду ядра в періодичній системі в межах одного періоду (малого і великого)? Відповідь мотивуйте уявленнями про будову атомів.

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

3. Як змінюються властивості елементів головних підгруп періодичної системи хімічних елементів? Як це пов'язане з електронною будовою атомів?

## **Лабораторна робота 3**

### **ВИВЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ І ХІМІЧНОЇ РІВНОВАГИ**

#### **3.1 Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** швидкість хімічної реакції, гомогенні й гетерогенні реакції, залежність швидкості гомогенних і гетерогенних реакцій від різноманітних факторів, порушення хімічної рівноваги під впливом тих чи інших факторів.

### 3.2 Виконати вправи

1. У скільки разів зміниться швидкість реакції  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  при збільшенні концентрації кожної вихідної речовини відповідно в два й три рази?

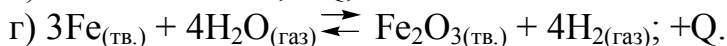
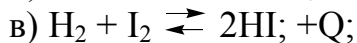
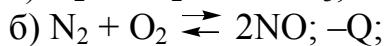
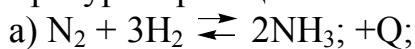
2. Як зміниться швидкість прямої реакції при взаємодії Карбон(II) оксиду і хлору згідно з рівнянням  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ , якщо концентрація Карбон(II) оксиду, що дорівнює 0,6 моль/л, збільшиться до 1,2 моль/л, а концентрація хлору збільшиться від 0,2 до 0,6 моль/л?

3. П'ятихлористий фосфор дисоціює при нагріванні, згідно з рівнянням

$$\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2.$$

При певній температурі з 2-х моль  $\text{PCl}_5$ , які містяться у закритій посудині місткістю 10 л, продисоціює тільки 1,5 моль. Обчислити константу рівноваги наведеної реакції за цих умов.

4. В який бік зміститься рівновага за умов збільшення або зменшення тиску і температури в реакціях:



### 3.3 Робота в лабораторії

#### Дослід 1. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин

Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин зручно спостерігати на реакції між натрій тіосульфатом  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і сульфатною кислотою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



Таку реакцію можна вважати необоротною, бо внаслідок неї утворюється осад сірки, яка у воді практично нерозчинна. Крім того, у запропонованій реакції поява осаду сірки спостерігається не відразу після додавання сульфатної кислоти в розчин тіосульфату, а через деякий час, отже вимірюючи цей час при різних концентраціях реагуючих речовин, можна кожного разу оцінити швидкість цієї реакції. Для цього беруть три чисті й заздалегідь просушені пробірки і в кожній готують різні за концентрацією розчини натрій тіосульфату таким чином:

– у першу пробірку вносять 4 краплини натрій тіосульфату концентрацією 0,5 моль/л і 8 краплин дистильованої води;

– у другу пробірку – 8 краплин натрій тіосульфату і 4 краплини води;

– у третю – тільки 12 краплин натрій тіосульфату (води не додають).

Потім у першу пробірку додають 1 краплину сульфатної кислоти (1 моль/л) і одночасно вмикають секундомір, за яким відмічають час до появи першої, але помітної опалесценції розчину (*момент появи опалесценції краще спостерігається при боковому освітленні на темному фоні*). Аналогічно



реєструють час появи осаду в другій і третій пробірках, в які також додають по 1 краплині сульфатної кислоти. Умови й результати досліду занотовують до таблиці 2, роблять висновки про залежність швидкості реакції від концентрації реагентів.

Таблиця 2

Номер Пробірки	Число крапель розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Число крапель води	Число крапель розчину $\text{H}_2\text{SO}_4$	Час до появи опалесценції, с

### Дослід 2. Залежність швидкості хімічної реакції від температури

Для встановлення залежності швидкості хімічної реакції від температури можна скористатися реакцією, що наведена в Досліді 1.

Готують термостат, для чого лабораторний стакан місткістю 200–300 мл на дві третини заповнюють водою. Стакан накривають кришкою з трьома отворами. У першому отворі розміщують термометр, кінець якого занурюють у воду, в другому отворі – пробірку з сульфатною кислотою концентрацією 1 моль/л, у третьому отворі – пробірку з розчином натрій тіосульфату, утвореному з 8 краплин розчину натрій тіосульфату (концентрація 0,5 моль/л) і 4 краплин води. Далі відмічають температуру води у термостаті, після чого (не виймаючи пробірок) піпеткою з пробірки із сульфатною кислотою додають 1 краплину сульфатної кислоти в пробірку з розчином тіосульфату натрію (одночасно вмикаючи секундомір) і реєструють час до появи опалесценції. Другий дослід виконують аналогічно першому, але за температури на 10°C вище (для підвищення температури до термостату додають гарячу воду). Умови й результати досліду наводять у таблиці 3. За результатами досліду роблять висновок про вплив температури на швидкість хімічної реакції.

Таблиця 3

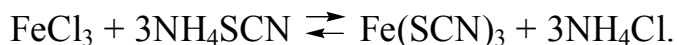
Номер Пробірки	Число крапель $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Число крапель $\text{H}_2\text{SO}_4$	Температура розчину, °C	Час до появи опалесценції, с

### Дослід 3. Вплив поверхні реагуючих речовин на швидкість хімічної реакції в гетерогенній системі

Беруть дві, по можливості однакові (розміром з горошину) грудки крейди ( $\text{CaCO}_3$ ). Одну грудку непошкодженою розміщують в одній пробірці, другу – спочатку товчуть у ступці, а потім розміщують у другій пробірці. До обох пробірок одночасно додають по 10–15 краплин хлоридної кислоти (густина 1,19 г/см<sup>3</sup>). До лабораторного журналу занотовують візуальні спостереження, рівняння реакції, роблять висновки.

#### Дослід 4. Вплив концентрації реагуючих речовин на зміщення хімічної рівноваги

Зміщення хімічної рівноваги за умов зміни концентрації реагуючих речовин зручно спостерігати на реакції взаємодії між ферум (III) хлоридом і амоній тіоціанатом:



Внаслідок цієї реакції утворюється добре розчинений у воді ферум (III) тіоціанат  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  червоного кольору. За зміною інтенсивності кольору ферум (III) тіоціанату можна оцінювати зміну його концентрації в розчині, а отже, і напрям зміщення хімічної рівноваги.

У чотирьох пробірках розміщують по 5–8 краплин розчинів ферум (III) хлориду і амоній тіоціанату (концентрація розчинів 0,001 моль/л). Рідину в пробірках перемішують скляною паличкою, після чого пробірки розташовують у штативі. Першу пробірку залишають як контрольну, в другу – додають 1 краплину насиченого розчину ферум (III) хлориду, в третю – 1 краплину насиченого розчину амоній тіоціанату, у четверту – невелику (на шпателі) кількість кристалів амоній хлориду. Далі порівнюють забарвлення розчинів у кожній пробірці з інтенсивністю забарвлення у першій (контрольній) пробірці. Спостереження і висновки наводять у таблиці 4.

Таблиця 4

Номер пробірки	Додана речовина	Зміна кольору розчинів у пробірках	Напрямок зміщення хімічної рівноваги

Наводять рівняння константи рівноваги реакції, що досліджується і головні чинники зміщення цієї рівноваги.

#### Контрольні запитання

1. Як впливає на швидкість хімічної реакції зміна концентрацій реагуючих речовин?
2. Що розуміють під константою швидкості хімічної реакції, від яких чинників вона залежить?
3. Як впливає на швидкість хімічної реакції зміна температури й тиску?
4. Принцип Ле-Шательє (формулювання, приклади).
5. Яке значення в гетерогенних реакціях має розвиненість поверхні реагуючих речовин?

## Лабораторна робота 4

### ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

#### 4.1 Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** особливості використання законів Вант-Гоффа і Рауля для розчинів електролітів, теорія електролітичної дисоціації, сильні й слабкі електроліти, ступінь дисоціації, константа дисоціації слабких електролітів, активність йонів у розчині.

#### 4.2 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 у розчині?

2. Складіть формули солей: а) калій карбонат; б) магній сульфат; в) купрум (II) хлорид. Напишіть реакцію добування магній сульфату реакцією нейтралізації

3. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій між розчинами калій карбонатом і сульфатною кислотою; між розчинами кальцій хлоридом і натрій карбонатом.

4. У 2 л водного розчину міститься 4,42 г алюміній нітрату. Густина розчину 1,06 г/см<sup>3</sup>. Розрахуйте процентну та молярну концентрації алюміній нітрату в розчині.

5. Що є ознакою кислот, основ та солей з точки зору електролітичної дисоціації?

#### 4.3 Робота в лабораторії

##### Дослід 1 (груповий). Електропровідність розчинів електролітів

Для вивчення електропровідності розчинів різних речовин використовують прилад, схема якого наведена на рисунку 1.

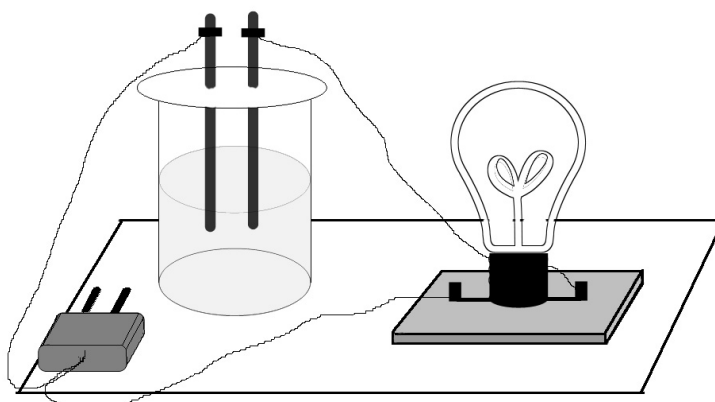


Рисунок 1 – Прилад для вивчення електропровідності розчинів

Посудом для розчинів електролітів є склянки на 50–100 мл, електроди – вугільні.

Електропровідність вимірюють таким чином: наливають у склянки по 20–25 мл 0,1М розчинів електролітів (хлоридної й оцтової кислот, натрій або калій гідроксиду, амоній гідроксиду, цукру), а також водопровідної і дистильованої води.

У кожену склянку послідовно занурюють електрод (на одну і ту ж глибину при кожному вимірюванні), далі вмикають прилад у мережу змінного струму і спостерігають за яскравістю світла лампочка, яка пропорційна електропровідності розчину. Перед кожним вимірюванням електропровідності нового розчину електроди добре промивають у дистильованій воді.

До лабораторного журналу занотовують рівняння дисоціації усіх електролітів, вирази констант дисоціації слабких електролітів, роблять висновки про силу кожного електроліту.

## **Дослід 2. Йонні реакції (реакції обміну) у розчинах сильних електролітів**

**а) йонні реакції з утворенням малорозчинних солей.** У три пробірки вміщують по 10–15 краплин розчину хлориду барію. В одну з них додають декілька краплин розчину натрій сульфату, до другої – розчину сульфатної кислоти. Занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### **б) йонні рівняння з утворенням малорозчинних кислот та основ**

В одну пробірку вміщують 5–7 краплин розчину натрій силікату і додають до нього декілька краплин хлоридної кислоти до утворення осаду малорозчинної кислоти. В іншу пробірку вміщують 5–7 краплин ферум (III) хлориду і додають до нього декілька краплин розчину натрій гідроксиду до утворення осаду слабкої основи. Занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

**в) йонні рівняння з утворенням слабких електролітів.** В одну пробірку вміщують 7–10 краплин розчину карбонату натрію і додають до нього декілька краплин хлоридної кислоти. У другу пробірку вміщують 4–5 краплин амоній хлориду, додають декілька краплин натрій гідроксиду та трохи нагрівають пробірку. Занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

## **Дослід 3. Порівняння хімічної активності кислот**

В одну пробірку вміщують 4–6 краплин 2 М розчину оцтової кислоти, в іншу – стільки ж 2 М розчину хлоридної кислоти. В обидві пробірки додають приблизно однакові грудки мармуру або крейди. Занотовують спостереження, рівняння реакцій, роблять висновки що до сили обох кислот.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке сильні й слабкі електроліти?
2. Що таке ступінь дисоціації електроліту, від яких факторів вона залежить?
3. Що таке константа дисоціації? Як константа дисоціації пов'язана зі ступенем дисоціації?

# Лабораторна робота 5

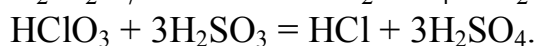
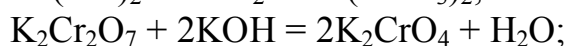
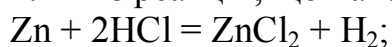
## ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

### 5.1 Самостійна підготовка

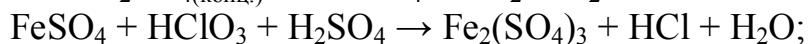
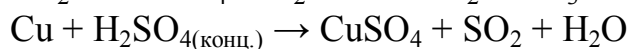
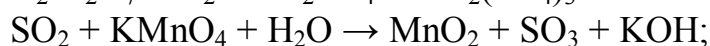
**Засвоїти поняття та визначення:** окисно-відновні реакції, ступінь окиснення, принцип підбору коефіцієнтів в окисно-відновних реакціях, найважливіші окисники і відновники, окисно-відновні потенціали та їх роль у розв'язанні питання про можливість і напрямок перебігу реакцій.

### 5.2 Виконати вправи

1. Які з реакцій, що наведені нижче, є окисно-відновними і чому?:



2. Підберіть коефіцієнти у схемах окисно-відновних реакцій, визначте відновник і окисник, зазначте, яку роль виконують сполуки сірки в цих реакціях:



### 5.3 Робота у лабораторії

#### Дослід 1. Прості речовини й елементарні йони в якості окисників і відновників

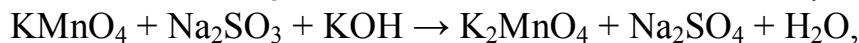
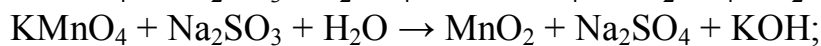
У пробірку з 5–6 краплинами 1М розчину сульфатної кислоти кидають шматочок цинку або магнію. Занотовують спостереження, складають рівняння реакції, визначають, яку роль виконує цинк (магній) у цій реакції, який йон виконує роль окисника.

#### Дослід 2. Міжмолекулярні окисно-відновні реакції. Значення середовища в окисно-відновних процесах

У три пробірки наливають по 3–4 краплі розчину калій перманганату. До першої з них додають 2–3 краплі 1 М розчину сульфатної кислоти, до другої – стільки ж дистильованої води, до третьої – таку ж кількість луку. Далі, до всіх трьох пробірок по декілька кристалів натрій сульфіту ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), розмішують до

повного розчинення кристалів. Через 3–4 хвилини фіксують зміну кольору розчинів і випадіння осаду в одній з трьох пробірок.

Занотовують спостереження, складають схеми окисно-відновних процесів, враховуючи, що колір сполук мангану залежить від його ступеня окиснення (йон  $\text{MnO}_4^{2-}$  – зелений,  $\text{Mn}^{2+}$  – безбарвний,  $\text{MnO}_2$  – випадає у вигляді бурого осаду), підбирають коефіцієнти до рівнянь реакцій:



визначають окисник і відновник.

### **Дослід 3. Внутрішньомолекулярні окисно-відновні реакції. Розклад амоній дихромату**

На азбестову сітку вміщують купкою небагато кристалічного амоній дихромату  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  й обережно нагрівають невеликим полум'ям до початку реакції. Спостерігають зміну кольору й виділення газу. Записують спостереження, складають рівняння реакції, враховуючи, що продуктами реакції є хром (III) оксид, молекулярний азот та вода, визначають окисник і відновник.

### **Контрольні запитання**

1. Які реакції є окисно-відновними? Які процеси називають окисненням, які – відновленням? Які речовини є окисниками, які – відновниками?
2. Як змінюється ступінь окиснення окисника і відновника в окисно-відновних реакціях? Наведіть приклади.
3. Які речовини можуть виявляти тільки окисні властивості, які – тільки відновні, які – і окисні, і відновні?

## Лабораторна робота № 6

### ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

#### 6.1 Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** особливості будови й властивості металів, металічний зв'язок, хімічні властивості металів, поняття про електродні потенціали, стандартний електродний потенціал, залежність значення електродних потенціалів від природи металів, розчинників, концентрації йонів металу в розчині (рівняння Нернста), ряд стандартних електродних потенціалів (електрохімічний ряд напруг).

#### 6.2 Виконати вправи

1. Пластинку з нікелю занурили в розчини натрій хлориду, купрум (II) сульфату, цинк хлориду і плюмбум (II) нітрату. З розчинами яких солей буде взаємодіяти нікель? Напишіть рівняння реакцій, зазначте окисники і відновники у цих реакціях.

2. Залізну пластину занурили у розчин купрум (II) сульфату. Коли пластина заліза вкрилася шаром міді, її вийняли з розчину, обмили, просушили й зважили. Маса пластини збільшилася на 2 г. Яка маса міді виділилася на пластини?

3. Обчислити значення електродних потенціалів залізного електроду, зануреного у 0,01 М розчин ферум (II) сульфату, й нікелевого електроду, зануреного у 0,001 М розчин нікель (II) сульфату. Порівняти обчислені значення електродних потенціалів заліза й нікелю зі стандартними електродними потенціалами цих же металів.

#### 6.3 Робота в лабораторії

##### Дослід 1. Вивчення відновної активності металів

У п'ять пробірок вносять по 18-20 крапель таких розчинів солей: у першу – цинк сульфат, другу – ферум (II) сульфат, третю – олово (II) хлорид, четверту – плюмбум (II) нітрат або ацетат, п'яту – купрум (II) сульфат. Потім у розчини пробірок 2–5 занурюють на 2–3 хвилини по вузькій пластинці металевого цинку і спостерігають, що відбувається у кожній пробірці. Результати спостережень фіксують у таблиці 5.

Таблиця 5

Метали	ZnSO <sub>4</sub>	FeSO <sub>4</sub>	SnCl <sub>2</sub>	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> або Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	CuSO <sub>4</sub>
	1	2	3	4	5
Цинк Zn					
Залізо Fe					
Олово Sn					
Свинець Pb					
Мідь Cu					

Виймають цинкові пластини з пробірок, в розчини 1, 3, 4, 5 занурюють залізні пластинки і спостерігають взаємодію заліза з цими розчинами. Аналогічно спостерігають взаємодію олова, потім свинцю і, нарешті, міді з вказаними розчинами, маючи на увазі, що олов'яні пластинки занурюються у розчини пробірок 1, 2, 4, 5, свинцю – у розчини пробірок 1, 2, 3, 5, міді – у розчини пробірок 1, 2, 3, 4.

Результати усіх спостережень також фіксують у табл. 5. Отримані результати пояснюють відповідними рівняннями окисно-відновних реакцій, для чого застосовується ряд напруг металів. Роблять висновок про відновні властивості металів, що вивчалися.

### **Контрольні запитання**

1. Що називають стандартним електродним потенціалом?
2. Як впливає на значення електродного потенціалу металу концентрація його йонів у розчині?
3. Від чого залежить відновна здатність металів?
4. Яким чином можна дослідним шляхом визначити значення стандартного електродного потенціалу металу?

## **Лабораторна робота № 7**

### **ГАЛЬВАНІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ**

#### **7.1 Самостійна підготовка**

**Засвоїти поняття і визначення:** робота гальванічних елементів, різниця електродних потенціалів і електрорушійна сила (ЕРС) гальванічного елемента, поляризація електродів, концентраційні гальванічні елементи, хімічні джерела електричної енергії, малогабаритні джерела струму, паливні елементи.

#### **7.2 Виконати вправи**

1. Навести рівняння електродних реакцій і обчислити ЕРС елемента, який складено із залізного і свинцевого електродів, занурених відповідно у 0,1М розчини азотнокислих солей цих металів.

2. Розрахуйте ЕРС елемента гальванічного елемента, який складено зі стандартного водневого електрода і свинцевого електроду, зануреного в 0,01 М розчин  $PbCl_2$ . Скласти відповідні рівняння електродних процесів.

3. Визначити напрямок руху електронів у зовнішньому ланцюзі гальванічного елемента, складеного із заліза й нікелю, занурених у розчини  $FeSO_4$  і  $NiSO_4$  відповідно. Скласти рівняння електродних процесів.



### 7.3 Робота в лабораторії

#### Дослід 1. Складання мідно-цинкового гальванічного елемента

Дві склянки місткістю 100 мл заповнюють наполовину: одну – 1 М розчином купрум (II) сульфату, другу – 1 М розчином цинк сульфату. Склянки ставлять поруч і з'єднують електролітичним ключем, тобто склянкою П-подібною трубкою, заповненою розчином калій хлориду в агар-агарі.

У склянці з купрум (II) сульфатом розташовують мідний електрод, у склянці з цинк сульфатом – цинковий електрод. Дроти від електродів замикають на гальванометр або вольтметр. Далі фіксують напрямок електричного струму, що виникає за рахунок різниці електродних потенціалів. Спостереження занотують до лабораторного журналу, визначають анод і катод, наводять відповідні електродні реакції, обчислюють значення електродних потенціалів і ЕРС.

Розраховують ЕРС мідно-цинкового гальванічного елемента за концентрації речовин в обох розчинах 0,01 моль/л. Роблять висновок про вплив концентрації розчинів на ЕРС гальванічного елемента.

#### Дослід 2. Виготовлення залізно-цинкового гальванічних елементів

На лабораторному столі розташовують поруч склянки з 1 М розчинами цинк сульфату і ферум (II) сульфату, в які занурюють цинковий і залізний електроди, електролітичним ключем з'єднують склянки з розчинами, а дроти від електродів замикають на гальванометр або вольтметр. Спостерігають напрямок струму.

Спостереження занотують до лабораторного журналу, порівнюють поляриність залізно-цинкового і мідно-цинкового елементів, для вказаних елементів складають відповідні електродні реакції, розраховують ЕРС.

#### Дослід 3. Складання концентраційного цинкового гальванічного елемента

Дві склянки місткістю 100 мл заповнюють наполовину: одну – 1 М розчином цинк сульфату, другу – 0,1М розчином цинк сульфату. Склянки ставлять поруч і з'єднують електролітичним ключем. У кожену склянку вміщують по цинковому електрод. Дроти від електродів замикають на гальванометр або вольтметр. Далі фіксують напрямок електричного струму, що виникає за рахунок різниці електродних потенціалів. Спостереження занотують до лабораторного журналу, визначають анод і катод, наводять відповідні електродні реакції, обчислюють значення електродних потенціалів і ЕРС.

#### Контрольні запитання

1. Користуючись рядом напруг металів, виберіть два метали, здатні утворити гальванічний елемент з максимально можливою ЕРС.
2. Чим відрізняються сучасні побутові гальванічні елементи від елемента Даніеля-Якобі? Які речовини використовують у таких елементах для виготовлення анодів і катодів?

## Лабораторна робота № 8

### КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

#### 8.1 Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття та визначення:** основні види корозійних руйнувань; хімічна та електрохімічна корозія металів; швидкість корозії; корозія під впливом зовнішнього електричного струму; виникнення корозійних пар; основні чинники, які впливають на швидкість електрохімічної корозії; деполяризатори в кислих та нейтральних середовищах; атмосферна і ґрунтова корозія металів.

#### 8.2 Виконати вправи

1. Написати рівняння реакції анодного і катодного процесів, які відбуваються при корозії вуглецевої сталі у водопровідній воді.

2. Написати рівняння реакцій анодного і катодного процесів, які відбуваються при корозії нікелю, що контактує із сріблом у кислому середовищі (рН=3).

3. В якій з перерахованих пар металів корозія у вологому повітрі буде більшою: 1) Mg–Fe; 2) Fe–Cu; 3) Fe–Zn?

4. Які метали будуть кородувати у кислому середовищі: 1) Mg; 2) Zn; 5) Cu; 4) Ag; 5) Sn?

#### 8.3 Робота в лабораторії

##### Дослід 1. Вплив виникнення корозійних гальванічних пар на швидкість перебігу корозії металів

*а) виникнення корозійної гальванічної пари при контакті двох різних металів.* У пробірку вносять 10–12 крапель 1М сульфатної кислоти і шматочок хімічно чистого цинку. Спостерігають за інтенсивністю виділення водню з кислоти? До лабораторного журналу занотовуються спостереження та рівняння анодного і катодного процесів.

Після цього до шматочка цинку в пробірці доторкаються мідним дротом. Як змінюється інтенсивність виділення водню, на якому з металів це відбувається? До лабораторного журналу занотовують спостереження та рівняння реакцій анодного і катодного процесів у парі цинк-мідь. Визначають напрям передачі електронів, який метал матиме негативний заряд.

*б) виникнення корозійної гальванічної пари при зануренні одного (більш активного) металу в розчин другого (менш активного) металу*

У дві пробірки вносять по 10–12 крапель 1М сульфатної кислоти. В одну з пробірок додають 1–2 краплі розчину купрум (II) сульфату. В обидві пробірки занурюють по шматочку хімічно чистого цинку. Спостерігають за інтенсивністю виділення водню в пробірках. Відзначають, що з'явилося на

поверхні цинку в пробірці з добавкою купрум (II) сульфату. До лабораторного журналу занотовують спостереження, складають рівняння реакцій анодного і катодного процесів.

## **Дослід 2. Вивчення впливу нерівномірної аерації поверхні металу на швидкість корозії**

Зачищають сталю пластинку наждачним папером. На чисту поверхню сталі наносять краплю спеціального розчину, утвореного з розчинів натрій хлориду з масовою часткою 3%, калій гексаціаноферат (III),  $K_3[Fe(CN)_6]$  і фенолфталеїну (2–3 краплі фенолфталеїну на 10 мл розчину).

Спостерігають за появою різного забарвлення у центрі краплі і на її периферії. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій анодного і катодного процесів у гальванічній парі, що виникла на поверхні сталі внаслідок нерівномірної аерації її поверхні під краплею розчину електроліту, визначають анодні і катодні ділянки металу.

*Примітка:* калій гексаціаноферат (III)  $K_3[Fe(CN)_6]$ . додають до розчину як реактив на йони Феруму (II), що виникають у розчині внаслідок перебігу анодного окиснення металу. При цьому утворюється малорозчинна речовина синього кольору.

## **Дослід 3. Корозія металів у лужному середовищі**

У три пробірки налити по 2–3 краплі 30% розчину лугу. У першу пробірку помістити шматочок цинку, у другу – алюмінію, у третю - сталі. Для прискорення реакції пробірки злегка підігріти. Визначити, які метали кородують у лужному середовищі. Написати рівняння реакцій, маючи на увазі, що гідроксиди металів, які мають амфотерні властивості, розчиняються в лугах з утворенням гідроксокомплексів. Підвищення лужності середовища прискорює процес корозії. Що є деполяризатором у даному процесі? Чи зміниться електродний процес (який?) у слабо лужному середовищу. Чому? Чи можна спостерігати явище пасивації алюмінію в сильно кислому середовищі?

## **Дослід 4. Корозія алюмінію в контакті з міддю**

З'єднати мідним провідником пластинки алюмінію і міді. Ретельно очистити контакти. У хімічну склянку налити розчин хлористого калію і додати декілька крапель фенолфталеїну. Занурити в цю склянку з'єднані пластинки алюміній-мідь. Місце контакту повинне бути поза розчином. Уважно спостерігати за розчином у склянці. Указати катод і анод, напрямок переміщення електронів. Чому в склянці з'являється забарвлення? Написати рівняння реакцій, що протікають на аноді і катоді.

## Контрольні запитання

1. Дайте назву головним видам корозії металів залежно від механізму перебігу процесу і розподілу продуктів корозії на поверхні металу.
2. Суть хімічної й електрохімічної корозії металів.
3. Поясніть вплив гетерогенності металу (сталі) на корозійні процеси.
4. Перелічіть чинники, що впливають на швидкість перебігу електрохімічної корозії в нейтральних середовищах.
5. У чому суть атмосферної і ґрунтової корозії металів?
6. Чому термін «корозія» має негативне забарвлення?

## Лабораторна робота № 9

### ЗАХИСТ МЕТАЛІВ ВІД КОРОЗІЇ

#### 9.1 Самостійна підготовка

**Засвоїти поняття і визначення:** захисні покриття (металеві, органічні, хімічні сполуки та ін.); електрозахист (анодний, катодний, протекторний); інгібітори корозії; леговані сталі; економічні аспекти захисту металів від корозії.

#### 9.2 Виконати справи

1. Написати рівняння реакцій анодного і катодного процесів, що відбуваються внаслідок виникнення пар залізо – нікель у вологій атмосфері на сталевій пластинці з пористим нікелевим покриттям.
2. Написати рівняння реакцій анодного і катодного процесів у кислому середовищі сталевій пластини, що контактує зі свинцевим стрижнем.

#### 9.3 Робота в лабораторії

**Дослід 1. Захист металів від корозії анодними і катодними металевими покриттями (корозія оцинкованого і лудженого заліза)**

У дві пробірки (або склянки) наливають на 1/3 ємкості розчин натрій хлориду з масовою часткою 3%. Додають у кожен пробірку по декілька крапель розчину калій гексаціаноферат (III)  $K_3[Fe(CN)_6]$ , який є дуже чутливим реактивом на йони  $Fe^{2+}$ , з якими він утворює інтенсивне синє забарвлення. Вміст пробірок перемішують склянкою паличкою.

У першу пробірку занурюють пластину оцинкованого заліза, на поверхні якого роблять глибокі подряпини, що руйнують покриття до основного металу (який захищаємо), у другу – пластину лудженого заліза, на поверхні якого також заздалегідь зроблено подряпини. Спостерігають до появи синього забарвлення в одній із пробірок.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, складають рівняння реакцій анодного і катодного процесів на поверхнях металів, утворених внаслідок руйнування захисних цинкового й олов'яного покриттів. Пояснюють вплив на швидкість корозії виникнення корозійних гальванічних пар залізо-цинк і залізо-олово. Відмічають напрямок руху електронів у зазначених корозійних парах, роблять висновки.

### **Дослід 2. Захист металів від корозії легуванням. Вплив легування на швидкість корозії металів у розчині хлориду натрію**

Три зразки вуглецевої і хромонікелевої сталі ретельно зачищають наждачним папером, промивають водою і сушать фільтрувальним папером. На чисту поверхню зразків наносять декілька крапель спеціального розчину складу: 3% – вий NaCl, калій гексаціаноферат (III)  $K_3[Fe(CN)_6]$ , фенолфталеїн (2–3 краплі фенолфталеїну на 10 мл розчину).

У робочому журналі занотовують спостереження, складають рівняння реакцій анодного і катодного процесів на вуглецевій і хромонікелевій сталі, роблять висновки про вплив легування на швидкість процесу корозії.

### **Дослід 3. Електрохімічний захист металів від корозії (протекторний захист)**

У дві пробірки (або склянки) наливають розведену оцтову кислоту (0,2–0,4М) і додають по 3–4 краплі розчину калій йодиду. Розчин перемішують паличкою. В одну пробірку занурюють зразок свинцю і цинку, що контактують, у другу – контрольний зразок чистого свинцю. Спостерігають, в якій пробірці з'явиться жовте забарвлення на поверхні свинцю, що свідчить про корозію свинцю.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій анодного і катодного процесів на корозійній гальванічній парі свинець-цинк, а також на чистому свинці. Роблять висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Перелічіть способи захисту металів від корозії.
2. Які металеві покриття називають анодними, а які катодними? Який механізм їх захисної дії в кислих і нейтральних середовищах?
3. Що таке інгібітори корозії? Який механізм їх захисної дії?
4. Навести приклади і пояснити суть механізму протекторного і катодного захисту металів від корозії.
5. Неметалеві покриття. Навести приклади їх застосування для захисту від корозії. Який механізм їх дії?
6. Які з металів можна використовувати як протектор для захисту сталевих конструкцій: 1) Ni; 2) Cu; 3) Zn; 4) Sn?

## Лабораторна робота № 10

### НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ – АЛКАНИ

#### 10.1 Самостійна підготовка

**Проробити такі розділи:** гомологічний ряд алканів; ізомерія та номенклатура. Способи добування, властивості. Природні джерела алканів.

#### Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів гексану і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. З яких галоїдних алкілів за реакцією Вюрца можна отримати 2-метилгексан?
3. Скільки грамів вуглекислого газу і води можна добути при спалюванні 0,2340 г вуглеводню складу  $C_{10}H_{22}$  ?
4. Виведіть структурні формули ізомерів бутилу.

#### 10.2 Робота в лабораторії

##### Дослід 1. Добування метану – синтез Дюма.

У ступці розтирають  $\approx 2$  г безводного натрій ацетату ( $CH_3COONa$ ) з подвійною кількістю натронного вапна (суміш  $NaOH + CaO$ ), переносять у суху пробірку і закривають пробкою з газовідвідною трубкою. Пробірку закріплюють майже горизонтально в штативі. Суміш у пробірці розподіляють по стінці рівномірним шаром.

##### Дослід 2. Вивчення властивостей метану – окислення, бромовання, горіння

Для вивчення дії галогенів і окислювачів за звичайних умов, а також горіння (окислення при високій температурі) роблять таким чином: в одну пробірку-приймач наливають 1–2 мл розчину перманганату калію і 0,5 мл 3%-вого розчину сульфатної кислоти; в другу пробірку-приймач – 1–2 мл бромної води.

Після цього починають нагрівати пробірку з реакційною сумішшю в полум'ї пальника (спочатку обережно, а потім сильніше). З газовідвідної трубки спочатку виділяється, витиснуте утвореним метаном, повітря, а потім – метан. Кінець газовідвідної трубки, з якої виходить метан, по черзі занурюють в першу й другу пробірку-приймачі. Не припиняючи нагрівання суміші в пробірці, підпалюють газоподібний метан, що утворився, біля кінця газовідвідної трубки.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

## Контрольні запитання

1. Назвіть найпоширеніші синтетичні способи добування алканів.
2. Наведіть приклади реакцій утворення галогенопохідних алканів.
3. Що таке гомологічний ряд, гомологічна різниця?
4. Як утворюються одновалентні радикали?

## Лабораторна робота № 11

### НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ – АЛКЕНИ, АЛКІНИ

#### 11.1 Самостійна підготовка

*Проробити такі розділи:* алкени. Гомологічний ряд. Ізомерія та номенклатура. Природа  $\pi$ -зв'язку. Природні джерела алкенів і засоби їх добування. Властивості алкенів. Якісні реакції на подвійний зв'язок. Реакції полімеризації. Ацетиленові вуглеводні – алкіни. Гомологічний ряд. Будова, ізомерія, номенклатура. Способи добування. Властивості.

#### Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів вуглеводню  $C_5H_{10}$  та назвіть їх за систематичною номенклатурою.
2. При нагріванні 3-бром-2-метилпентану в присутності спиртового розчину луку було отримано ненасичений вуглеводень. Напишіть рівняння реакції, дайте назву добутому вуглеводню за систематичною номенклатурою.
3. Розрахуйте молекулярну масу алкену, якщо до 7 г його приєднується 16 г бромів за подвійним зв'язком.
4. Який вуглеводень утворюється, якщо спочатку на пропен подіяти бромом, а потім цю сполуку обробити спиртовим розчином луку? Напишіть відповідні реакції.

#### 11.2 Робота в лабораторії

**Дослід 1. Добування етилену.** Добування етилену здійснюють методом дегідратації етилового спирту. В пробірці змішують 1 мл етилового спирту і **(обережно)** 3 мл концентрованої сульфатної кислоти та невелику кількість піску; пробірку закріплюють майже горизонтально в штативі. Закривають пробкою з газовідвідною трубкою і **(обережно!)** нагрівають суміш полум'ям пальника. Виділений газ підпалюють (рівняння реакції). Далі добутий газ використовують у подальших дослідах.

**Дослід 2. Хімічні властивості алкенів – якісні реакції на подвійний зв'язок**

**а) окислення етилену калій перманганатом в нейтральному середовищі (реакція Вагнера).** Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1), занурюють кінець газовідвідної трубки в іншу пробірку, до якої налито 5 краплин 0,1 Н розчину калій перманганату.

*Примітка.* В результаті реакції розчин калію перманганату знебарвлюється при нестачі  $KMnO_4$ , або стає бурим за рахунок утворення осаду  $MnO_2$ , якщо був надлишок  $KMnO_4$ .

**б) окислення етилену калій перманганатом в кислому середовищі**

Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1) занурюють кінець газовідвідної трубки в пробірку з 0,01% - вим розчином  $KMnO_4$ , підкисленим сульфатною кислотою до повного знебарвлення.

**в) бромовання етилену – реакція приєднання.** Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1, а) занурюють кінець газовідвідної трубки в пробірку з 5 краплями бромної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

**Дослід 3. Добування та вивчення властивостей алкінів**

**а) добування ацетилену (дослід треба проводити у витяжній шафі, бо неочищений ацетилен, здобутий з карбіду кальцію, містить шкідливі речовини з бридким запахом!!).**

Сушу пробірку майже горизонтально закріплюють у штативі. До пробірки кладуть маленький шматочок карбіду кальцію, додають 2–3 краплини води і затикають пробкою з газовідвідною трубкою.

Газ, що виділяється з газовідвідної трубки, підпалюють.

Добутий ацетилен використовують у подальших дослідах (3 б,в, 4).

**б) бромовання ацетилену.** Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 4, а) занурюють у пробірку з 4–5 краплями бромної води.

**в) окислення ацетилену.** Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 3 а) занурюють у пробірку, до якої попередньо було налито по 3-4 краплі калій перманганату і розведеної сірчаної кислоти. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

**Дослід 4. Утворення аргентум ацетиленіду.** В пробірку вмішують 3 краплини 0,2 Н розчину аргентум нітрату і додають 1 краплину концентрованого розчину амоніаку. Утворюється бурий осад аргентум гідроксиду. При додаванні ще 2–3 краплин розчину амоніаку осад розчиняється з утворенням аміачного розчину аргентум оксиду. Крізь цей розчин



пропускають ацетилен. У пробірці утворюється розчин аргентум ацетиленіду. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### Контрольні запитання

1. Дайте визначення для алканів, алкенів та алкінів.
2. Назвіть якісні реакції на подвійний зв'язок.
3. Якою якісною реакцією можна відрізнити метилацетилен від метилетилацетилену?
4. Яке практичне значення мають алкадієни із сполученими подвійними зв'язками?
5. Поясніть ланцюговий механізм реакції полімеризації.

## Лабораторна робота № 12

### СПИРТИ І ПРОСТІ ЕТЕРИ

#### 12.1 Самостійна підготовка

**Проробити такі розділи:** гомологічний ряд насичених одноатомних спиртів. Класифікація. Ізомерія та номенклатура. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Прості етери. Номенклатура, добування, властивості. Двоатомні та триатомні спирти. Добування, властивості, застосування в промисловості.

#### Виконати вправи

1. Виведіть ізомери амілового спирту складу  $C_5H_{11}OH$  і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. Із пропанолу-2 отримайте: а) алкоголят натрію; б) галогенпохідне; в) простий етер; г) складний естер. Назвіть усі речовини.

#### 12.2 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 в спирті.** В суху пробірку вміщують невелику кількість кристалів безводного мідь 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 мідь (II) сульфат (готує лаборант) добувають нагріванням кристалогідрату мідь 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 мідь (II) сульфат зберігають у щільно закритій склянці в ексікаторі, щоб запобігти контакту з вологою повітря.

### Дослід 3. Ставлення індикаторів до спиртів

**а) випробування розчинів спиртів на лакмус.** У водні розчини спиртів різної будови (1:1) занурюють лакмусовий папір. Занотовують спостереження (зміна кольору лакмусу).

**б) 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. Утворення та гідроліз алкоголяту магнію (дослід проводять у витяжній шафі!).** У пробірці змішують маленький шматочок металічного магнію і 1 мл етилового спирту. Пробірку закріплюють майже горизонтально в штативі. Закривають пробкою з газовідвідною трубкою і (**обережно!**) нагрівають суміш полум'ям пальника. Виділений газ підпалюють. До утвореного алкоголяту магнію додають воду і 2-3 краплини фенолфталеїну. Поясніть зміну забарвлення. До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

**Дослід 5. Добування гліцерату міді.** В пробірку наливають 1 мл 2М розчину мідь (II) сульфату і 1 мл 2М розчину гідроксиду натрію. До осаду, що утворився, додають декілька крапель гліцерину. До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

**Дослід 6. Окислення спиртів.** У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сульфатної кислоти (1М розчин) і 4 краплини калій біхромату. Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають полум'ям пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

**Дослід 7. Добування 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 полум'ям пальника до побуріння розчину, після чого нагрівання припиняють. **Обережно** додають 4 краплі етилового спирту (**не нахилитись над пробіркою!**). До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

### Контрольні запитання

1. Вкажіть за допомогою яких реакцій можна відрізнити первинні спирти від вторинних і третинних.
2. Якими реакціями можна виявити наявність гідроксильної групи в спирті?
3. Сформулюйте правило Ельтекова на прикладі ізомеризації вінілового спирту.
4. За допомогою якої реакції можна виявити гліцерин?

## Лабораторна робота № 13

### АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ

#### 13.1 Самостійна підготовка

**Проробити такі розділи:** будова, ізомерія та номенклатура альдегідів і кетонів. Природа карбонільної групи. Добування альдегідів, їх фізичні та хімічні властивості. Реакції з нуклеофільними реагентами, їх механізм: взаємодія з ціанистоводневою кислотою, гідросульфідом натрію, магній галогеналкілами, гідроксиламіном, фенілгідрaziном. Полімеризація та конденсація альдегідів. Якісні реакції на альдегіди. Кетони. Відмінність властивостей кетонів від альдегідів. Окремі представники альдегідів і кетонів, використання в органічному синтезі.

#### 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-метилпропанолу-1?
3. Напишіть рівняння реакцій: а) приєднання водню до пропанового альдегіду і до пентанону-3; б) окиснення бутаналу та пропанону. Назвіть отримані сполуки за систематичною номенклатурою.
4. Напишіть рівняння реакцій добування бутанону з вторинного спирту.

## 13.2 Робота в лабораторії

### Дослід 1. Добування альдегідів із спиртів

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

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

### Дослід 2. Якісні реакції альдегідів

*а) реакція срібного дзеркала – окислення альдегідів аміачним розчином оксиду срібла.* У знежирену розчином лугу 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 гідроксиду розчиняють, додаючи надлишок (2–4 краплі) 2 М розчину амоніаку. Потім додають 2 краплі 40%-вого розчину формальдегіду або оцтового альдегіду (отриманого в досліді 1) і обережно й повільно нагрівають пробірку полум'ям пальника. До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження і висновки.

*в) окислення альдегідів гідроксидом міді.* У пробірку вміщують 5 крапель 2М розчину натрій гідроксиду, додають 5 крапель дистильованої води і 3 краплі купрум (II) сульфату. До утвореного осаду купрум (II) гідроксиду додають 2 краплі 40% - вого 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.

**Дослід 3. Альдольна конденсація.** У пробірку вміщують послідовно по 4 краплі оцтового альдегіду (див. дослід 1) і 2 М розчину натрій гідроксиду. Обережно нагрівають пробірку полум'ям пальника. Рідина поступово буріє, з'являється різкий запах. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### Контрольні запитання

1. Який механізм реакцій приєднання по карбонільній групі?
2. Чим відрізняється електронна структура подвійного зв'язку в карбонільній групі від подвійного вуглець – вуглецевого зв'язку в етилені?
3. Які речовини (за класифікацією) отримують при взаємодії альдегідів та кетонів з воднем та окисниками?
4. У чому відміна в хімічних властивостях альдегідів і кетонів?

## Лабораторна робота № 14

### ОДНООСНОВНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ

#### 14.1 Самостійна підготовка

**Проробити такі розділи:** ізомерія та номенклатура одноосновних карбонових кислот. Будова карбоксильної групи. Добування та властивості насичених одноосновних кислот. Вищі жирні насичені й ненасичені карбонові кислоти. Будова, властивості. Особливості похідних кислот.

#### Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакцій перетворення первинного пропілового спирту в пропанову кислоту.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кислоти з формулою  $C_5H_{11}COOH$  і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
3. Наведіть ряд перетворень з етиловим спиртом, як вихідною речовиною, діючи послідовно  $PCl_5$ ,  $KCN$  та водою.

#### 14.2 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 якась кислота не розчинюється, пробірку з нею нагрівають. Гарячі розчини кислот охолоджують і відмічають зміни, які в них мали місце. Якщо якась кислота (наприклад, стеаринова) не розчинюється 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

а) у три пробірки вміщують по 2–4 краплі 0,1 Н розчину оцтової кислоти. У першу додають 1 краплю метилоранжу, в другу – краплю 1%-вого розчину фенолфталеїну; в третю занурюють універсальний індикаторний папір і за шкалою визначають рН розчину оцтової кислоти.

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

в) у пробірку вміщують 3–4 краплі 0,1М розчину оцтової кислоти і додають 0,1-0,2 г карбонату натрію. До отвору пробірки підносять запалену лучину.

г) у пробірку вміщують невелику кількість кристалів оцтовокислого натрію і додають 2–4 краплі розбавленої (1М) сульфатної кислоти.

До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### **Дослід 3. Утворення й гідроліз ферум(III) ацетату**

У пробірку вміщують декілька кристалів натрій ацетату, 4 краплі води та 2 краплі 0,1н розчину ферум(III) хлориду. Відмічають зміну кольору розчину, після чого розчин нагрівають до кипіння. До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакцій, 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. При яких умовах галоген заміщує гідроксогрупу в кислоті, а при яких – атом Гідрогену в алкільному радикалі? Наведіть приклади.
5. Поясніть, чому при вливанні розчину пальмітату натрію у воду випадає осад?
6. Чим можна пояснити кислотні (в порівнянні з спиртами) властивості карбонових кислот? Як розподіляється електронна густина в карбоксильній групі?

## **Лабораторна робота № 15**

### **АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ**

#### **15.1 Самостійна підготовка**

Проробити такі розділи: будова бензолу. Сучасні електронні уявлення. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія бензольних вуглеводнів. Джерела ароматичних сполук. Способи добування гомологів бензолу. Властивості бензолу та його гомологів. Правила заміщення в бензольному ядрі. Окремі представники ароматичних вуглеводнів, їх застосування. Полімери. Похідні ароматичних вуглеводнів.

#### **Виконати вправи**

1. Напишіть структурні формули всіх ізомерів ароматичних вуглеводнів з молекулярною формулою  $C_9H_{12}$ , дайте їм назву.
2. Напишіть реакцію хлорування бензолу (на холоді в присутності каталізатора).

3. Напишіть структурні формули п-дивінілбензолу, м-етилнітробензолу.
4. Вкажіть способи добування всіх ізомерів нітрохлорбензолу із бензолу за допомогою реакцій заміщення.

## 15.2 Робота в лабораторії

### Дослід 1. Властивості бензолу:

*а) розчинність бензолу в різних розчинниках.* У три пробірки наливають по 3 краплі бензолу. До однієї додають 9 крапель води, до другої – 9 крапель спирту, до третьої – 9 крапель диетилового естеру. Вміст кожної пробірки збовтують. До лабораторного журналу занотують спостереження і висновки.

*б) горіння бензолу.* Дослід проводять у витяжній шафі! В порцелянову чашку вміщують 1–2 краплі бензолу, підпалюють. Занотують спостереження, висновки.

*в) дія бромної води на бензол.* У пробірку вміщують 3 краплі бромної води і 2 краплі бензолу. Вміст пробірки збовтують і дають відстоятися. Нижній шар (бромна вода) знебарвлюється або світлішає, а верхній шар (бензол) забарвлюється в брунатно-жовтий колір. Це пов'язано з екстракцією, тобто з тим, що бром краще розчинюється в бензолі, ніж у воді. До лабораторного журналу занотують спостереження і висновки.

*г) дія перманганату калію на бензол.* У пробірку вміщують 6 крапель води та по 2 краплі 0,1 Н розчину калій перманганату і 2 Н розчину сульфатної кислоти. До отриманого розчину додають 2 краплі бензолу і збовтують. До лабораторного журналу занотують спостереження, висновки.

### Дослід 2. Властивості галогенпохідних бензолу

*а) галоген міститься в бензольному ядрі.* У пробірку вміщують 2 краплі хлорбензолу, 10 крапель води та нагрівають до кипіння. До гарячого розчину додають 1–2 краплі 0,2 М розчину аргентум нітрату. Занотують спостереження.

*б) галоген міститься в бічному ланцюзі.* У пробірку вміщують 1 краплю хлористого бензилу, 5 крапель води, нагрівають до кипіння і додають 1–2 краплі 0,2 М розчину аргентум нітрату. До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### Дослід 4. Нітрування бензолу

У суху пробірку вміщують 2 краплі концентрованої нітратної кислоти та 3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Отриману нітруючу суміш охолоджують і додають 3 краплі бензолу. Пробірку на 2–3 хв. вміщують у

водяну баню, нагріту до 55–60° С, постійно збовтуючи. Після цього виливають реакційну суміш у пробірку з водою. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

### **Дослід 5. Сульфування бензолу**

У пробірку вміщують 3 краплі бензолу і 5 крапель концентрованої сульфатної кислоти. Вміст пробірки нагрівають на киплячій водянній бані, при безперервному збовтуванні. Останнє необхідно для утворення емульсії вуглеводню з кислотою. Після того, як утвориться однорідний розчин, його виливають у пробірку з 10 краплями дистильованої холодної води. Якщо сульфування закінчилося повністю, утворюється прозорий розчин, бо сульфокислоти добре розчиняються у воді.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Намалюйте схему і коротко викладіть сучасні уявлення про будову бензолу.
2. Якими реакціями відрізняється бензол від етиленових вуглеводнів?
3. Скільки ізомерів має триетилбензол?
4. Як одержати бензол із ацетилену?

## **Лабораторна робота № 16**

### **ВЛАСТИВОСТІ ФЕНОЛІВ**

#### **16.1 Самостійна підготовка**

**Проробити такі розділи:** будова, ізомерія та номенклатура фенолів. Добування фенолів. Властивості фенолів: утворення фенолятів, алкілування і ацилування фенолів, дія галогенів, нітратної та сульфатної кислот, каталітичне гідрування. Фенол, його застосування в промисловості. Синтетичні смоли на основі фенолу. Двохатомні та трьохатомні феноли. Ароматичні спирти.

### **Виконати вправи**

1. Напишіть схему вичерпного нітрування фенолу та дайте назву отриманим речовинам.
2. Напишіть рівняння реакції взаємодії натрій резорцинату з хлористим ацетилом.
3. Напишіть схему двох реакцій, що доводять будову хінону. Напишіть рівняння реакції добування бензилового спирту.
4. Напишіть рівняння реакції взаємодії бензилового спирту з металічним натрієм, хлористим воднем, оцтовою кислотою і метиловим спиртом.



## 16.2 Робота в лабораторії

### Дослід 1. Розчинність фенолу у воді

У пробірку послідовно вміщують по 6 крапель рідкого фенолу і дистильованої води, збовтують. Утворюється емульсія фенолу. Вмісту пробірки дають відстоятися. Спостерігається поступове розшарування емульсії: верхній шар – розчин фенолу у воді, нижній – розчин води в фенолі.

Вміст пробірки обережно нагрівають. Утворюється прозорий однорідний розчин. При охолодженні утворюється каламутна рідина. Вміст пробірки залишають для наступних дослідів. До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

**Примітка.** Фенол – безбарвна кристалічна речовина з характерним запахом. Температура плавлення фенолу  $43^{\circ}\text{C}$ . Але ця температура сильно знижується при наявності домішок води (в 100 частинах фенолу може розчинитися 8 частин води), тому при звичайній температурі фенол залишається рідким, утворюючи, так званий, рідкий фенол.

### Дослід 2. Розчинність і кислотні властивості фенолів

У три пробірки послідовно вміщують по 0,05 г пірокатехіну, резорцину та гідрохінону. До кожної пробірки додають по 10 крапель води. Отримані суміші енергійно збовтують. Якщо розчинення якогось фенолу не відбувається, то суміш нагрівають до кипіння, а потім охолоджують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження відповідно розчинності фенолів у воді та висновки.

На синій лакмусовий папір наносять краплями кожний з розчинів фенолів, у тому числі розчин простого фенолу (дослід 1) і визначають реакцію середовища досліджуваних фенолів. Занотовують спостереження та висновки.

Отримані розчини фенолів залишають для наступних дослідів.

### Дослід 3. Утворення та розклад феноляту натрію

а) у пробірку послідовно вміщують по 2 краплі рідкого фенолу (з дослідів 1) і води. До отриманої емульсії фенолу у воді додають 2 краплі 2 Н розчину натрій гідроксиду, збовтують. Занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки;

б) до отриманого прозорого розчину феноляту натрію додають 2–3 краплини 2 М розчину хлоридної кислоти.

Занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### Дослід 4. Реакція фенолів з ферум (III) хлоридом

У різні пробірки вміщують по 3 краплі розчинів фенолів – простого фенолу (з дослідів 1), пірокатехіну, резорцину, гідрохінону (з дослідів 2). В кожну пробірку додають 1–2 краплі 0,1 Н розчину ферум (III) хлориду заліза.

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

### **Дослід 5. Добування трибромфенолу**

У пробірку послідовно вміщують по 2 краплі водного розчину фенолу (з дослідом 1) і насиченого розчину бромної води. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### **Дослід 6. Окислення фенолу**

У пробірку вміщують 2–3 краплі рідкого фенолу (з дослідом 1), додають 2–3 краплі розчину соди, а також 3–4 краплі підкисленого розчину калій перманганату. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### **Дослід 7. Сульфування фенолу**

У пробірку вміщують декілька кристалів фенолу (**шпателем !**), додають 3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Збовтують вміст пробірки – кристали фенолу розчиняються. Реакційну суміш нагрівають на киплячій водяній бані 2–3 хв. Вміст пробірки охолоджують і виливають в іншу пробірку з 10 краплями холодної води. Утворюється однорідний розчин, що майже не має запаху фенолу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій утворення о- і п-фенолсульфо кислоти, висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Поясніть кислотні властивості фенолів.
2. Перерахуйте способи добування фенолу (без схем реакцій).
3. Яким чином у фенолі виявляється взаємний вплив бензольного ядра та гідроксильної групи?
4. Як з фенолу добувають полімери?

*Навчальне видання*

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт

з дисципліни

### «ХІМІЯ»

*(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання,  
спеціальностей 263 – Цивільна безпека, 263 – Охорона праці,  
275 – Транспортні технології)*

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

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання О. О. Мураєва

План 2016, поз. 149 М

---

Підп. до друку 06.12.2016 р.

Формат 60 x 84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 2,5

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017 р.