

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені О.О.БОГОМОЛЬЦЯ**

**Методичні вказівки  
до самостійної доаудиторної роботи та підготовки до  
лабораторних робіт з курсу  
"ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ"  
МОДУЛЬ 1  
ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ**

студента(ки) \_\_\_\_\_

**1-го курсу фармацевтичного факультету**

група № \_\_\_\_\_

**КИЇВ 2021**

**Укладачі:**

**Зайцева Галина Миколаївна, к.х.н., доцент**

**Тимощук Ольга Борисівна, к.х.н., доцент**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
**на засіданні кафедри медичної**  
**та загальної хімії**

**Протокол № 1 від 30.08.2021 р.**

**Порядок виконання самостійної роботи студента:**

- 1) завести зошит, в якому будуть виконуватись завдання**  
**Зошит**  
**для самостійної доаудиторної роботи**  
**з загальної та неорганічної хімії**  
**Модуль 1**  
**студента(ки) \_\_\_\_\_ групи**  
**фармацевтичного факультету**  
**ШБ;**
- 2) записати тему практичного заняття та дату виконання роботи;**
- 3) письмово дати відповіді на запитання до самостійної роботи;**
- 4) ознайомитись з порядком виконання лабораторних дослідів та записати необхідні рівняння реакцій в протоколі лабораторної роботи.**

# ЗМІСТ

№ п.п	Тема	Стор.
<b><i>Змістовний модуль 1. Будова атома та Періодичний закон</i></b>		
1	Атомно-молекулярне вчення. Основні закони хімії. Будова атома та характеристика стану електрона в атомі. Періодичний закон у світлі електронної теорії будови атома.	4
<b><i>Змістовний модуль 2. Будова молекул та хімічний зв'язок</i></b>		
2	Хімічний зв'язок. Будова молекул, метод валентних зв'язків. Метод молекулярних орбіталей	10
3	Класифікація неорганічних сполук. Оксиди.	14
4	Класифікація неорганічних сполук. Кислоти, основи. Класифікація неорганічних сполук. Солі, комплексні сполуки.	17
5	Біороль, токсична дія та застосування неорганічних сполук в медицині та фармації.	21
6	Комплексні сполуки та їх будова. Окисно-відновні процеси, класифікація та умови перебігу.	26
<b><i>Змістовний модуль 3 Теоретичні основи хімічних процесів та їх значення в фармації.</i></b>		
7	Термодинамічні властивості перебігу хімічних реакцій. Кінетичні закономірності перебігу хімічних реакцій. Хімічна рівновага.	33
<b><i>Змістовний модуль 4. Фізико-хімічні властивості розчинів</i></b>		
8	Розчини, загальні уявлення. Величини. Розчини неелектролітів та електролітів. Рівновага у розчинах слабких електролітів.	42
9	Іонні рівноваги. Стійкість комплексних іонів, добуток розчинності. Іонний добуток води. Водневий показник.	46
10	Гідроліз.	51



## Правила техніки безпеки під час роботи в хімічній лабораторії

Перебуваючи в хімічній лабораторії, слід суворо дотримуватись загальних правил поведінки і дисципліни, пам'ятаючи, що їх порушення може призвести до нещасного випадку.

При роботі в хімічній лабораторії студент **ЗОБОВ'ЯЗАНИЙ**:

- ✓ працювати тільки в лабораторних халатах (бажано з бавовни) і лише на своєму робочому місці;
- ✓ підтримувати порядок на робочому столі, не дозволяти захащувати його непотрібними предметами;
- ✓ перед виконанням практичної роботи старанно вивчити порядок проведення дослідів;
- ✓ чітко дотримуватись рекомендацій при виконанні дослідів: брати такі кількості реактивів або розчинів, які вказані в інструкції чи протоколі;
- ✓ якщо не зовсім зрозуміла техніка виконання дослідів, звернутись за поясненням до викладача або лаборанта;
- ✓ з горючими або легкозаймистими речовинами працювати лише у витяжній шафі на значній відстані від полум'я пальника;
- ✓ при визначенні запаху не підносити пробірку або склянку близько до себе, а тримати її на відстані і рухом долоні спрямовувати пари або газ в напрямку обличчя;
- ✓ роботи з концентрованими кислотами або лугами проводити обережно, щоб виключити можливість попадання їх в очі, одержання опіків і пошкодження одягу. В разі потрапляння цих речовин на одяг негайно зняти їх ватним тампоном, ретельно промити водою, а потім – спеціальним розчином. Якщо кислота потрапила на шкіру – негайно змити великою кількістю води, після чого промити уражене місце розчином питної соди, а при потраплянні на шкіру лугів – розведеним розчином ацетатної кислоти;
- ✓ при запалюванні газу:
  - а) перевірити, чи відповідає кран даному пальнику;
  - б) спочатку запалити сірник і тільки після цього відкривати кран (не до кінця!);
  - в) запалений сірник підносити до пальника збоку, а не в центр, оскільки струмінь газу може загасити полум'я;
- ✓ у разі загорання в лабораторії користуватися вогнегасником. Для гасіння бензину, спирту або ефіру користуватися піском, засипаючи ним полум'я;
- ✓ після закінчення роботи вимити хімічний посуд, всі склянки з реактивами акуратно розмістити на полицях, старанно вимити руки.

**КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:**

- ✓ виконувати досліди, не передбачені практикумом;
- ✓ приймати їжу, використовувати хімічний посуд для пиття чи приймання їжі;
- ✓ випробувати на смак хімічні реактиви та їх розчини;
- ✓ нагрівати щільно (герметично) закритий посуд;
- ✓ нагрівати на відкритому полум'ї горючі речовини;
- ✓ ставити гарячі предмети на стіл;
- ✓ надлишок реактивів повертати у відповідну посудину з реактивом;
- ✓ вмикати без дозволу викладача електричні прилади або нагрівальні пристрої;
- ✓ кидати папір, сірники, розбитий посуд у водопровідні раковини.

***У всіх випадках поранень, опіків та отруєнь негайно ставити до відома свого викладача, який допоможе організувати своєчасне надання медичної допомоги.***

## **Правила виконання лабораторних робіт та оформлення їх результатів**

Підготовка та проведення лабораторних робіт охоплює такі етапи.

### ***Теоретичний етап***

На цьому етапі необхідно: на підставі проведеного теоретичного аналізу спланувати хід виконання експерименту. Для цього треба визначити: які реакції слід провести; які фізичні величини при цьому потрібно виміряти; які реактиви, посуд, устаткування, яку установку (прилад) необхідно використати; послідовність виконання всіх дій; у якій формі записувати результати спостережень, вимірювань.

### ***Експериментальний етап***

На цьому етапі необхідно:

- відібрати необхідні для виконання роботи реактиви, устаткування і посуд;
- провести дослід, уважно спостерігаючи за всіма явищами, які відбуваються, виміряти необхідні фізичні величини;
- зробити запис у протоколі лабораторної роботи відповідно до встановленої форми.

### ***Опрацювання експериментальних даних***

На цьому етапі необхідно:

- скласти рівняння хімічних реакцій у різних формах (молекулярній, іонній) відповідно до мети роботи;
- якщо експеримент кількісний, необхідно виконати відповідні обчислення, та побудувати графіки отриманих експериментальних даних.

***Лабораторна робота вважається виконаною лише після її захисту перед викладачем в індивідуальному порядку.***

**Тема 1. Атомно-молекулярне вчення. Основні закони хімії.  
Будова атома та характеристика стану електрону в атомі  
Періодичний закон у світлі електронної будови атома**

**Питання до самостійної доаудиторної роботи:**

1. Що таке атом? З чого складається?
2. Що таке хімічний елемент? У чому полягають відмінності між поняттями «хімічний елемент» та «проста речовина»? Що таке явище алотропії, чим воно зумовлено? Наведіть приклади.
3. Розкрийте зміст величин «атомна маса» та «молекулярна маса» (відносні).
4. Що таке іон? Чим відрізняється аніон від катіона?
5. Порівняйте величини: «молекулярна» і «молярна» маси речовини? Що таке моль?
6. Знайдіть масу 0,2 моль натрій дигідрогенфосфату.
7. Маса  $1,5 \cdot 10^{24}$  молекул речовини 45 г. Знайдіть молекулярну масу речовини.
8. Де більше молекул в 2,8 г кисню чи 2,3 г азоту?
9. Сформулюйте закони збереження маси речовин, сталості складу речовини та простих об'ємних відношень.
10. Сформулюйте закон Авогадро та наслідки з нього. Що таке відносна густина одного газу за іншим?
11. Сформулюйте закон еквівалентів. Чи завжди еквівалент хімічного елемента однакова величина? Наведіть приклади хімічних елементів, еквіваленти яких можуть змінюватись.
12. Де більше молекул міститься за нормальних умов в 3,36 л карбон (IV) оксиді чи 500 мл азоту?
13. Густина газів за повітрям рівна: а) 0,9 б) 2,45. Визначити їх молярні маси.
14. В результаті прожарювання  $\text{CaCO}_3$  масою 1 г отримано  $\text{CaO}$  масою 0,56 г і  $\text{CO}_2$  об'ємом 224 мл (н.у.). Чи підтверджують ці дані закон збереження маси речовин?
15. У складній речовині  $\omega(\text{Na}) = 34,59 \%$ ,  $\omega(\text{P}) = 23,31 \%$  і  $\omega(\text{O}) = 42,10 \%$ . Визначить простішу формулу цієї сполуки.
16. Яку модель атома запропонував Резерфорд?
17. Модель атома гідрогену за теорією Бора. Сформулюйте постулати Бора, основні принципи квантової механіки.
18. Сучасні уявлення про будову атома. Які елементарні частинки називають протонами, нейтронами, електронами?
19. У чому виявляється двоїста корпускулярно-хвильова природа частинок мікросвіту, зокрема, електрона? Гіпотеза Луї де Бройля.
20. Чому неможливо описати рух електрона в атомі за допомогою певної траєкторії? Принцип невизначеності Гейзенберга.

21. Який фізичний зміст квантових чисел (головного, орбітального, магнітного та спінового)? Яка залежність існує між ними? Які два квантових числа характеризують енергію атомної орбіталі?
22. Сформулюйте принцип Паулі та поясніть його значення для створення квантово-механічної моделі електронної будови атома.
23. Сформулюйте правила Клечковського та Хунда та поясніть їх значення для визначення електронної конфігурації (структури) атома.
24. Вкажіть можливі та неможливі електронні стани:  $1s^2$ ,  $3p^4$ ,  $2f^1$ ,  $3d^2$ ,  $4f^16$ ,  $3d^{11}$ ,  $1p^3$ .
25. Який підрівень атома елемента заповнюється раніше –  $4s$  чи  $3d$  – при збільшенні порядкового номера елемента в Періодичній системі?
26. У чому причина періодичного повторення властивостей хімічних елементів? Яке сучасне формулювання Періодичного закону? За якими ознаками хімічні елементи розміщують в одній групі; в одній підгрупі Періодичної системи?
27. Чому перший період містить лише два хімічні елементи, другий та третій – по вісім, а четвертий і п'ятий – по вісімнадцять?
28. У чому полягають особливості розташування в періодичній таблиці  $f$ -елементів?
29. Що характеризує енергія спорідненості до електрона? Як вона змінюється зі збільшенням заряду ядра атома в періоді; у головних підгрупах Періодичної системи? Відповідь обґрунтуйте на прикладах.
30. Які властивості хімічних елементів можна охарактеризувати за допомогою електронегативності елементів? Як її можна оцінити?

### **Практична робота №1**

#### **«Основні поняття та закони хімії»**

**1.1.** Розрахуйте всі величини, для яких у таблиці 1 приведені пусті клітинки на основі приведеної величини.

*Таблиця 1*



Речовина	Кількість речовини n, моль	Маса газу m, г	Об'єм газу (н.у.) V, л	Кількість молекул газу
Cl <sub>2</sub>	0,1			
CO <sub>2</sub>		22		
NO <sub>2</sub>			2,8	
CO	0,2			
H <sub>2</sub> S				9,03·10 <sup>23</sup>
PH <sub>3</sub>		3,4		

1.2. Розрахуйте відносні густини газів ( $D_{x_1/x_2}$ ), та внесіть дані у таблицю 2.

Таблиця 2

$x_1$ це	$D_{x_1/x_2}$ , де $x_2$ це			
	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Повітря
F <sub>2</sub>				
CO				
SO <sub>2</sub>				
NH <sub>3</sub>				

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

## «Електронна будова атома»

1.3. Заповніть у таблиці 3 пусті клітинки.

Таблиця 3

Атом або іон	Електронна формула атома	$\sum m_s$	Атом або іон	Електронна формула атома	$\sum m_s$
	[Ne]3s <sup>1</sup>			[Ne]3s <sup>2</sup>	
S <sup>2-</sup>			Cd <sup>2+</sup>		
	[Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>			[Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	
Cr <sup>3+</sup>			Br <sup>-</sup>		
	[Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>			[Kr]5s <sup>1</sup>	
Si			As		

### Практична робота №2

#### «Періодичний закон»

2.1. Заповніть пусті клітинки таблиці користуючись Періодичною системою.

Таблиця 4

Назва елемента	Електронна формула	Порядковий номер	Період	Група	Підгрупа
		4			
	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>		3	IV	головна
Магній		26			
	[Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>		6	IV	побічна
Аурум		47			
	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>		4	VI	головна
Станум					

## Лабораторна робота №1

### «Вплив електронної будови атомів та іонів на хімічні властивості елементів»

#### Дослід 1.1

№ з/п	Виконання досліду
1	Внесіть у три пробірки 3-4 мл розчину купрум (II) сульфату
1-ша пробірка	Додайте 1 мікрошпатель ошурок магнію.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте 1 мікрошпатель гранули цинку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
3-тя пробірка	Додайте 1 мікрошпатель ошурок заліза.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

Дайте відповідь на питання:

В якому напрямі відбуваються реакції витіснення одних металів іншими з розчинів їх солей

## Лабораторна робота №2

### «Дослідження зміни металічних властивостей елементів зі збільшенням їхнього порядкового номера в групі»

#### Дослід 2.1

№ з/п	Виконання досліду
1	Внесіть у дві пробірки по 2-3 мл розчину алюміній хлориду та обережно по краплях додайте концентрований розчин натрій гідроксиду до утворення осаду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
1-ша пробірка	Додайте розчин сульфатної (сірчаної) кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га	Додайте надлишок концентрованого розчину натрій гідроксиду.

пробірка	
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	Внесіть у дві пробірки по 2-3 мл розчину індій хлориду та обережно по краплях додайте концентрований розчин натрій гідроксиду до утворення осаду
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
1-ша пробірка	Додайте розчин сульфатної (сірчаної) кислоти
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте надлишок концентрованого розчину гідроксиду натрію
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
3	Внесіть у пробірку 1-2 мл розчину борної кислоти та додайте 3-4 краплі розчину метилоранжу
Спостереження	

Дайте відповідь на питання:	
До яких класів неорганічних сполук належать отримані сполуки бору, алюмінію та індію?	
Як змінюються металічні властивості елементів зі збільшенням їхнього порядкового номера в групі?	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



## **Змістовний модуль 2. Будова молекул та хімічний зв'язок**

### **Тема 2. Хімічний зв'язок. Будова молекул, метод валентних зв'язків. Метод молекулярних орбіталей**

#### **Питання до самостійної доаудиторної роботи:**

1. У чому полягає причина утворення хімічного зв'язку? Яка його природа?
2. Який хімічний зв'язок називають ковалентним? Як за допомогою методу валентних зв'язків (МВЗ) можна обґрунтувати утворення ковалентного зв'язку?
3. Який ковалентний зв'язок називають полярним? Що є кількісною мірою полярності зв'язку?
4. Який механізм утворення хімічного зв'язку називають донорно-акцепторним?
5. Що таке кратність хімічного зв'язку? У чому полягає відмінність між  $\sigma$ - та  $\pi$ -зв'язками?
6. Що розуміють під гібридизацією атомних орбіталей? Які орбіталі здатні гібридизуватися?
7. Який хімічний зв'язок називають іонним? Які властивості іонного зв'язку відрізняють його від ковалентного?
8. Що таке координаційне число атома? Чому координаційне число атома нітрогену в молекулі  $\text{NH}_3$  – 3, а атома хрому в сполуці  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$  – 6? Відповідь обґрунтуйте.
9. Що таке диполь? Що називають дипольним моментом зв'язку? Яка з наведених молекул –  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  або  $\text{HI}$  – і чому має найбільше значення дипольного моменту?
10. Які молекули називають полярними? Чи може неполярна молекула мати полярні ковалентні зв'язки між атомами? Наведіть приклади.
11. Що називають ступенем окиснення та як його визначають? Наведіть приклади.
12. У бік якого атома хімічного елементу будуть зміщені спільні електронні пари у сполуках:  $\text{OF}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SiH}_4$ ?
13. Чому молекула  $\text{BF}_3$  має площинну будову, а молекула  $\text{NF}_3$  – пірамідальну?
14. В яких із приведених молекул:  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{C}_4\text{H}_6$ ,  $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ,  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ ,  $\text{CCl}_4$  – присутній тільки  $\sigma$ -зв'язок?
15. В яких із наведених молекул:  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ,  $\text{CH}_3\text{Br}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{HCN}$  – присутній  $\pi$ -зв'язок?
18. Поясніть суть методу молекулярних орбіталей (МО) та назвіть основні його положення.
19. Які молекулярні орбіталі називають «зв'язувальними», а які «розпушувальними»? Яка їх енергія?
20. Принцип та правила порядку заповнення електронами молекулярних орбіталей.
21. Що таке кратність зв'язку за методом МО?

22. Основи методу молекулярних орбіталей для гомоядерних двохатомних молекул. Енергетичні діаграми.
23. Основи методу молекулярних орбіталей для гетероядерних двохатомних молекул II періоду. Енергетичні діаграми для гетероядерних молекул.
24. На основі методу МО, поясніть чому не існує молекули  $\text{Ne}_2$ .
29. Використовуючи метод МО, серед приведених молекул вкажіть найстійкішу:  $\text{NO}$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{O}_2$ .
30. Використовуючи метод МО, встановіть порядок збільшення енергії хімічного зв'язку в частинках:  $\text{CO}^-$ ;  $\text{CO}$ ;  $\text{CO}^+$ .
31. На основі методу МО встановіть, які з перерахованих частинок не існують:  $\text{He}_2$ ;  $\text{He}_2^+$ ;  $\text{Be}_2$ ;  $\text{Be}_2^+$ .
32. Поясніть зменшення енергії зв'язку при переході від нейтральної молекули  $\text{N}_2$  до іона  $\text{N}_2^-$ .
33. За методом МО напишіть енергетичну діаграму молекули  $\text{B}_2$ . Визначте кратність зв'язку.
34. За допомогою енергетичних діаграм вкажіть найбільш стійку частинку із приведених:  $\text{CN}^+$ ;  $\text{CN}$ ;  $\text{CN}^-$ .

### **Практична робота №3**

#### **«Хімічний зв'язок. Будова молекул»**

##### **3.1. Заповніть запропоновану таблицю.**

*Таблиця 5*

Молекула	Наявність		Гібриди- зація	Полярна чи неполярна молекула	Ступінь окиснення атомів	Координаційні числа атомів (кч) згідно порядку їх у формулі
	$\sigma$ - зв'язку	$\pi$ - зв'язку				
$\text{CO}_2$						
$\text{H}_2\text{O}$						
$\text{BF}_3$						
$\text{CH}_2\text{O}$						
$\text{CCl}_4$						
$\text{CH}_3\text{Cl}$						
$\text{C}_2\text{H}_2$						

CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>						
HCN						
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>						
HCl						
NH <sub>3</sub>						

### Практична робота №4

#### «Метод молекулярних орбіталей»

**4.1.** Зобразіть енергетичні діаграми молекулярних орбіталей для таких гомоядерних двохатомних частинок:

$O_2^-$	$O_2$	$O_2^+$
Кратність зв'язку	Кратність зв'язку	Кратність зв'язку

Дайте відповідь на питання:

Встановіть порядок збільшення:

- а) енергії хімічного зв'язку;
- б) довжини хімічного зв'язку

4.2. Зобразіть енергетичні діаграми молекулярних орбіталей для таких гетероядерних двохатомних частинок:

$\text{NO}^-$	$\text{NO}$	$\text{NO}^+$
Кратність зв'язку	Кратність зв'язку	Кратність зв'язку

Дайте відповідь на питання:	
Встановіть порядок збільшення: а) енергії хімічного зв'язку; б) довжини хімічного зв'язку	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_





### Лабораторна робота №3

#### «Отримання оксидів та їх хімічні властивості»

##### Дослід 3.1. Отримання кислотних оксидів

№ з/п	Виконання дослідів
1	Внесіть у пробірку 2-4 краплі розчину концентрованої сульфатної (сірчаної) кислоти та додайте маленький шматочок вугілля. Обережно нагрійте.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
2	У пробірку набрати 4-6 крапель насиченого розчину натрій нітриту. До нього додати 2 -3 краплі сульфатної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
3	У пробірку внести шматочок сірки та додати 5-6 крапель концентрованої нітратної (азотної) кислоти, ледь-ледь підігріти полум'ям пальника.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
4	Внесіть у пробірку 4-5 крапель натрій карбонату та додайте 5-6 крапель нітратної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

##### Дослід 3.2. Отримання основних оксидів

№ з/п	Виконання дослідів
1	У пробірку набрати 2-3 краплини розчину аргентум нітрату та додати декілька краплин розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	Спалити шматок стрічки магнію на повітрі над фарфоровою чашкою.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

### Дослід 3.3. Отримання амфотерних оксидів

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку набрати 3-4 краплі розчину калій перманганату, додати 3-5 крапель розчину аміаку. Лець підігріти полум'ям пальника.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	В фарфорову чашку помістіть гіркою кристалічний амоній дихромат. Запаленим сірником доторкніться до його поверхні.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
3	У пробірку внести 1-2 мл розчину манган (II) сульфату та додайте такий же самий об'єм розчину калій перманганату.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

### Дослід 3.4. Хімічні властивості оксидів

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку помістіть за допомогою шпателя твердий магній оксид та додайте в 2-3 краплини хлоридної (соляної) кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	Внесіть у дві пробірки за допомогою шпателя твердий цинк оксид.
1-ша пробірка	Додайте розчин сульфатної (сірчаної) кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте надлишок концентрованого розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



## Змістовний модуль 2. БУДОВА МОЛЕКУЛ ТА ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

### Тема 4. Класифікація неорганічних сполук. Кислоти, основи

#### Питання до самостійної доаудиторної роботи:

1. Що таке основи? Методи їх добування та хімічні властивості. Які основи належать до сильних?
2. Які гідроксиди називаються амфотерними? Наведіть приклади. Охарактеризуйте їхні хімічні властивості.
3. Що таке кислоти? Які кислоти називаються оксигеновмісними? Наведіть приклади.
4. Як поділяються кислоти за здатністю до електролітичної дисоціації?
5. Наведіть приклади одноосновних, двоосновних та трьохосновних кислот.
6. Чим відрізняються ізополікислоти від гетерополікислот?
7. Дайте назву кислотам:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ .
8. Навести приклади різних способів одержання кислот, використовуючи такі речовини:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{POCl}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{PBr}_3$ ,  $\text{NOCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
9. Які з металів –  $\text{Mg}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Hg}$  – взаємодіють з хлоридною (соляною) кислотою? Написати рівняння відповідних реакцій.
10. Які з наведених речовин –  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  – реагують з розбавленим розчином сульфатної (сірчаної) кислоти? Написати рівняння відповідних реакцій.
11. При взаємодії яких металів:  $\text{Cu}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$  з водою утворюються основи? Написати рівняння відповідних реакцій.
12. Які з основ –  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – при високих температурах розкладаються? Написати рівняння відповідних реакцій.
13. Які з наведених речовин –  $\text{Mg}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{HNO}_3$  – реагують з водним розчином калій гідроксиду? Написати рівняння відповідних реакцій.
14. Із приведених груп речовин вказати групу, всі речовини якої реагують з лугом:
  - а)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,
  - б)  $\text{SO}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,
  - в)  $\text{ZnO}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,
  - г)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .Написати рівняння відповідних реакцій.
15. Користуючись наведеними речовинами напишіть максимальну кількість способів одержання гідроксидів:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{MnS}$ .
16. Укажіть, які речовини реагують між собою:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{CuCl}_2$ . Напишіть рівняння відповідних реакцій.

## Лабораторна робота №4

### «Одержання кислот і основ. Вивчення їх хімічних властивостей»

#### Дослід 4.1. Отримання основних гідроксидів та вивчення їх хімічних властивостей

№ з/п	Виконання дослідів
1	Невелику кількість кальцій оксиду внесіть у пробірку з водою і перемішайте. Додайте розчин фенолфталеїну.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 4-6 крапель розчину нікель хлориду. До нього додати 4 -5 краплин розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Отриманий осад розділити на дві пробірки.
1-ша пробірка	Додайте невелику кількість нітратної (азотної) кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте надлишок натрій гідроксиду.
Спостереження	
3	У пробірку додайте 4-6 крапель розчину кобальт хлориду. До нього додати 4 -5 краплин розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Отриманий осад розділити на дві пробірки.
1-ша пробірка	Додайте невелику кількість розчину нітратної (азотної) кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте надлишок розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	

#### Дослід 4.2. Отримання амфотерних гідроксидів та вивчення їх хімічних властивостей

№ з/п	Виконання дослідів
1	У пробірку внесіть 4-6 крапель розчину цинк хлориду. До нього додати 4 -5 краплин розчину натрій гідроксиду.

Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Отриманий осад розділити на дві пробірки.
1-ша пробірка	Додайте декілька крапель розчину нітратної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте надлишок розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 4-6 крапель розчину хром (III) хлориду. До нього додати 4 - 5 краплин натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Отриманий осад розділити на дві пробірки.
1-ша пробірка	Додайте декілька крапель розчину нітратної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте надлишок розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

*Дослід 4.3. Отримання кислот та вивчення їх хімічних властивостей*

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку помістіть невелику кількість ( $\approx 0,5$ г) натрій хлориду і долийте 0,5 мл розчину концентрованої сульфатної кислоти. При необхідності пробірку злегка підігрійте.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	

2	У пробірку внесіть 3-4 краплини розчину натрій силікату (полісилікату) і додайте 2-3 краплини розчину хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
3	У пробірку внесіть декілька гранул цинку та додайте 7-8 крапель розчину хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
4	У пробірку налийте 2-3 мл розбавленого розчину сульфатної кислоти і додайте купрум (II) оксиду, нагрійте.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
5	В пробірку налийте 1-2 мл розчину натрій гідроксиду і додайте краплину розчину фенолфталеїну. В цю ж пробірку додайте розчину хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
6	У пробірку внесіть кристалик кальцій карбонату і додайте 4-5 краплин розчину нітратної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
7	Налийте в пробірку 4-5 крапель розчину барій хлориду і додайте сульфатної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



## Змістовний модуль 2. БУДОВА МОЛЕКУЛ ТА ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

### **Тема 5. Класифікація неорганічних сполук. Солі, комплексні сполуки. Біороль, токсична дія та застосування неорганічних сполук в медицині та фармації**

#### Питання до самостійної доаудиторної роботи:

1. Що таке солі? Які бувають солі?
2. Наведіть приклади добування середніх солей та охарактеризуйте їх хімічні властивості.
3. Які солі називаються кислими? Як їх можна отримати? Які особливі хімічні властивості вони проявляють?
4. Які солі називаються основними? Які основні методи їх добування та хімічні властивості?
5. Що таке подвійні, змішані та комплексні солі? Наведіть приклади.
6. Запишіть назви солей з використанням сучасної номенклатури:  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{KBr}$ .
7. Використовуючи наведені нижче речовини напишіть максимальну кількість різних способів одержання солей:  $\text{P}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCN}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $(\text{Na}_2\text{SiO}_3)_n^*$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
8. З якими з наведених речовин – магній сульфат, магній оксид, кальцій хлорид, кисень, нітратна кислота, цинк нітрат, ферум (III) оксид, кальцій силікат, силіцій (IV) оксид, сульфатна кислота, карбонатна кислота – реагує натрій карбонат? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
9. Які реакції відбуваються при прожарюванні таких солей:  $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Sb}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
10. Напишіть рівняння таких перетворень:
  - а)  $\text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NaHS}$ ;
  - б)  $\text{Si} \rightarrow (\text{K}_2\text{SiO}_3)_n \rightarrow (\text{H}_2\text{SiO}_3)_n$ ;
  - в)  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ ;
  - г)  $\text{NO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ ;
  - д)  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3$ ;
  - е)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ ;
  - ж)  $\text{PbO} \rightarrow \text{Na}_2\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Na}_2\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ .
11. Напишіть рівняння таких реакцій:

$\text{NO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$	$\text{NaHSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
$\text{ClO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
$\text{CO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$	$(\text{CuOH})_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
$\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{HCl} \rightarrow$



12. Які хімічні елементи називаються біоелементами, і на які групи вони поділяються за біологічним значенням та за вмістом у організмі людини?
13. Які біометали входять до складу хлорофілу і гемоглобіну?
14. Чому баланс макро- і мікроелементів є важливим чинником нормального функціонування організму? Як він підтримується?
15. Яка речовина є проміжним продуктом метаболізму і розкладається під дією ферменту каталази?
16. Яка хімічна сполука має найбільшу масову частку в організмі людини? Наведіть реакції взаємодії цієї сполуки з металами, неметалами та оксидами.
17. Які хімічні властивості характерні для оксиду магнію, що використовується у медицині при підвищеній кислотності шлункового соку?
18. З якими з наведених сполук:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Fe}$  – реагує хлоридна кислота, що застосовується в медицині для лікування гастритів, диспепсії?
19. Які хімічні властивості характерні для оксидів  $\text{ZnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{CO}_2$ ? Відповідь мотивувати. Для яких цілей використовуються ці оксиди в медицині?
20. Написати рівняння реакцій одержання оксидів  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  та  $\text{SO}_2$ , які є суттєвими атмосферними забрудниками.
21. Які солі входять до складу плазми крові? Наведіть приклади одержання цих солей.
22. Яка кислота бере участь в процесі гідролізу білків у шлунку людини? Наведіть реакції взаємодії цієї кислоти з  $\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})\text{Cl}_2$ ,  $\text{FeOCl}$ ,  $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ .
23. Який оксид з гемоглобіном утворює комплекс, що перешкоджає доступу кисню в організм? Напишіть приклади одержання цього оксиду.
24. Яку сполуку використовують в медицині для промивання ран, обробки опіків? Наведіть реакції взаємодії цієї речовини з хлоридною кислотою та манган (II) сульфатом, а також реакцію розкладу.
25. Купрум (II) сульфат використовується як складова препарату для лікування ендемічного зобу. Напишіть рівняння реакцій цієї сполуки з цинком, натрій сульфідом, сульфатною кислотою, натрій гідроксидом.
26. Алюміній гідроксид використовується в медицині як адсорбуючий, обгортаючий засіб, а також – як антицидний препарат. Напишіть реакції взаємодії цієї сполуки з кислотами та основами.

### **Лабораторна робота №5**

#### **«Отримання та хімічні властивості солей»**

##### *Дослід 5.1. Отримання та хімічні властивості середніх солей*

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку внесіть 4-6 краплин розчину плюмбум (II) нітрату. До нього додати 4 -5 краплин розчину натрій сульфату.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 4-6 крапель розчину аргентум (I) нітрату, додайте 4 -5 краплин розчину натрій броміду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
3	У пробірку внесіть 4-6 крапель розчину барій хлориду та додайте 4 -5 краплин розчину натрій карбонату.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

*Дослід 5.2. Отримання та хімічні властивості кислих солей*

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку налийте 1-2 мл розчину кальцій гідроксиду, додайте по краплинах розчину фосфатної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	До отриманого осаду додайте надлишок розчину фосфатної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 3-4 краплини розчину натрій гідрогенкарбонату, додайте 2-3 краплини розчину барій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

*Дослід 5.3. Отримання та хімічні властивості основних солей*

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку внесіть 4-5 краплин розчину купрум (II) сульфату, додайте декілька

	краплин дуже розбавленого розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Одержаний осад підігрійте.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 4-5 краплин розчину кобальт (II) хлориду, додайте декілька краплин розбавленого розчину натрій гідроксиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	До одержаного осаду додайте хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

*Дослід 5.4. Отримання комплексних солей*

№ з/п	Виконання дослідів
1	У пробірку внесіть 3-4 краплини розчину купрум (II) сульфату, додайте 2-3 мл концентрованого розчину аміаку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 3-4 краплини розчину нікель (II) хлориду, додайте 2-3 мл концентрованого розчину аміаку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

**Лабораторна робота №6**  
**«Класи неорганічних сполук»**

*Дослід 6.1.*

№ з/п	Виконання досліду	
1	У пробірку внесіть 4-6 краплин розчину плюмбум (II) нітрату. До нього додати 4 -5 краплин розчин калій хромату.	
Спостереження		
Молекулярне та іонне рівняння реакції		
Отриманий осад розділіть на 2 пробірки.		
1-ша пробірка	Додайте декілька крапель розчину нітратної кислоти.	
Спостереження		
Молекулярне та іонне рівняння реакції		
2-га пробірка	Додайте декілька крапель розчину натрій гідроксиду. За потреби нагрійте.	
Спостереження		
Молекулярне та іонне рівняння реакції		
2	У дві пробірки покласти по одній гранулі олова.	
1-ша пробірка	Додайте 5-6 краплин концентрованої сульфатної кислоти.	
Спостереження		
Молекулярне та іонне рівняння реакції		
2-га пробірка	Додайте 1 мл концентрованого розчину натрій гідроксиду.	
Спостереження		
Молекулярне та іонне рівняння реакції		
3	Змішайте в пробірці однакові об'єми ( $\approx 0,5$ мл) розчину купрум (II) сульфату та калій йодиду.	
Спостереження		
Молекулярне та іонне рівняння реакції		

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



## Змістовний модуль 2. БУДОВА МОЛЕКУЛ ТА ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

### **Тема 6. Комплексні сполуки та їх будова. Окисно-відновні процеси, класифікація та умови перебігу**

#### **Питання до самостійної доаудиторної роботи:**

1. Які сполуки називають комплексними? Як комплексні сполуки дисоціюють у водних розчинах?
2. Що таке комплексоутворювач, ліганд, координаційне число (кч) комплексоутворювача, дентатність лігандів?
3. Які типи комплексних сполук ви знаєте? Наведіть приклади.
4. Назвіть за систематичною номенклатурою такі комплексні сполуки:  
а)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ,                      б)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ,                      в)  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ,  
г)  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ ,                                      д)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,                      е)  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ .
5. Скласти формули таких комплексних сполук:  
а) триакватрифторокобальт (III);                      б) калій гексаціаноферат (III);  
в) триамінбромоплатина (II) бромід;                      г) калій дийодокупрат (I).
6. Визначте ступені окиснення та координаційні числа комплексоутворювачів в наступних комплексних іонах:  
а)  $[\text{SnF}_6]^{2-}$ ,                      б)  $[\text{Au}(\text{CN})_2\text{Br}_2]^-$ ,                      в)  $[\text{AuCl}_4]^-$ ,                      г)  $[\text{Pt}(\text{OH})_6]^{2-}$ ,  
д)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_3]^{3+}$ ,                      е)  $[\text{Co}(\text{CN})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ ,                      є)  $[\text{Pt}(\text{SO}_3)_4]^{4-}$ ,  
ж)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,                      з)  $[\text{Pt}(\text{NO}_3)_2\text{Cl}_4]^{2-}$ ,                      и)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{CNS}]^{2+}$ .
7. Яку дентатність можуть мати ліганди у монодентатних комплексах, що утворилися із таких іонів і молекул:  $\text{NCS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ?
8. Складіть формули всіх можливих комплексних сполук, використовуючи як комплексоутворювач  $\text{Co}^{3+}$  (координаційне число дорівнює шести), а як ліганди –  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ , іони зовнішньої сфери –  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ .
9. Напишіть рівняння реакцій утворення таких комплексних сполук:  
а)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,                      б)  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ ,                      в)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ .
10. Складіть координаційні формули комплексних сполук за наступними емпіричними формулами:  
а)  $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,                      б)  $\text{Fe}(\text{CN})_3 \cdot 3\text{KCN}$ ,                      в)  $3\text{NaCl} \cdot \text{CrCl}_3$ ,  
г)  $2\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ,                      д)  $\text{SiF}_4 \cdot \text{BaF}_2$ ,                      е)  $3\text{KCN} \cdot \text{Fe}(\text{CN})_3$ ,  
є)  $2\text{Ca}(\text{CN})_2 \cdot \text{Fe}(\text{CN})_2$ ,                      ж)  $\text{KCl} \cdot \text{PtCl}_4 \cdot \text{NH}_3$ ,                      з)  $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ .
11. Перелічіть головні типи ізомерії комплексних сполук.
12. Якими методами користуються для пояснення природи хімічного зв'язку у Які процеси називаються окисно-відновними? Наведіть приклади найважливіших відновників та окисників.
13. Назвіть типи окисно-відновних реакцій. Приведіть приклади.



## Практична робота №6

### «Комплексні сполуки»

6.1. Заповніть запропоновану таблицю

Комплексна сполука	Назва комплексної сполуки	Комплексоутворювач			Ліганд		Внутрішня сфера		Зовнішня сфера		Гібридизація
		Символ	Ступінь окиснення	кч	Формула	Відносний заряд частинки, що стали лігандами	Формула	Відносний заряд	Формула	Відносний заряд орбіталей комплексуювача	
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$											
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$											
$\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$											
$[\text{CoH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_3$											
$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$											
$\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$											
$\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$											
$\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$											

## Лабораторна робота №7

### «Комплексні сполуки»

#### *Дослід 7.1. Одержання комплексів аніонного типу*

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку внесіть 4-6 краплин розчину кобальт (II) нітрату. До нього додати 4 -5 краплин розчину калій роданіду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	У пробірку внесіть 4-6 краплин розчину вісмут (III) нітрату і додайте до нього розчин калій йодиду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	До утвореного осаду додайте розчин калій йодиду
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
3	Внесіть в пробірку 4-5 краплин розчин ферум (III) хлориду і додайте надмір розчину жовтої кров'яної солі ( $K_4[Fe(CN)_6]$ )
Спостереження	Утворення «берлінської лазури» <span style="float: right;">кольору</span>
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
4	Внесіть в пробірку 4-5 краплин розчину ферум (II) хлориду і додайте надмір розчину червоної кров'яної солі ( $K_3[Fe(CN)_6]$ ).
Спостереження	Утворення «турнбулевої сині» <span style="float: right;">кольору</span>
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
<b>Зауважимо</b> , що отримані осади в досліді 3 і 4 мають однаковий склад, і належать до полі ядерних комплексів аніонного типу, де нукліди $Fe^{III}$ зв'язані з нуклідами N, а $Fe^{II}$ – з нуклідами C.	
5	До 2-3 крапель ферум (III) хлориду додайте 1-2 мл розчину калій тіоціаніду.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	



Дослід 7.2. Одержання комплексів катіонного типу

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку внесіть 4-6 краплин розчину кадмій хлориду. До нього додати 4 -5 краплин розчину аміаку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Потім додайте надлишок розчину аміаку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	Внесіть у пробірку 4-5 краплин кобальт (II) хлориду і додайте декілька краплин розчину аміаку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Потім додайте надлишок розчину аміаку.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

Дослід 7.3. Одержання сполуки, яка містить комплексний катіон і комплексний аніон

№ з/п	Виконання досліду
1	Внесіть в пробірку 2 краплини розчину жовтої кров'яної солі ( $K_4[Fe(CN)_6]$ ) і додайте 4 краплини нікель (II) сульфату.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
	Потім додайте до утвореного осаду надлишок розчину аміаку до повного розчинення осаду. Зачекайте 1-2 хвилини.
Спостереження	Утворюються лілові кристали солі $[Ni(NH_3)_6]_2[Fe(CN)_6]$
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

**Лабораторна робота №8**  
**«Окисно-відновні реакції»**

*Дослід 8.1. Вплив рН середовища на окисну здатність калій перманганату*

№ з/п	Виконання досліду
1	У три пробірки внесіть по 4-5 крапель розчину калій перманганату.
1-ша пробірка	Додайте 4-5 крапель розчину сульфатної кислоти та 4-5 краплин розчину натрій сульфату.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	
2-га пробірка	Додайте 4-5 крапель розчину натрій гідроксиду та 4-5 краплин розчину натрій сульфату.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	
3-тя пробірка	Додайте 4-5 краплин розчину натрій сульфату.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	
2	До 3 – 4 краплин розчину пероксиду водню додати 3 – 4 краплини розчину сульфатної кислоти та 3 – 4 краплини розчину калій перманганату.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	

*Дослід 8.2. Окисні властивості калій дихромату*

№ з/п	Виконання досліду
1	У три пробірки внесіть по 4-5 крапель калій дихромату та додайте до нього кілька крапель розчину сульфатної кислоти.
1-ша пробірка	Додайте 3-4 краплини розчину станум (II) хлориду.
Спостереження	
Молекулярне	

рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	
2-га пробірка	Додайте 3-4 краплини розчину калій йодиду.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	
3-тя пробірка	Додайте 4-5 краплин розчину натрій нітриту.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	

*Дослід 8.3. Відновні властивості сполук мангану (II)*

№ з/п	Виконання досліду
1	До 5 – 6 краплин розчину калій перманганату додати стільки ж розчину манган (II) сульфату..
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	

*Дослід 8.4. Відновні властивості хлоридної кислоти*

№ з/п	Виконання досліду
1	У пробірку внесіть невелику кількість кристалічного калій перманганату і додайте декілька краплин розчину концентрованої хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
Окисник	
Відновник	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



### Змістовний модуль 3. Теоретичні основи хімічних процесів та їх значення в фармації

#### **Тема 7. Термодинамічні властивості перебігу хімічних реакцій Кінетичні закономірності перебігу хімічних реакцій. Хімічна рівновага**

##### Питання до самостійної доаудиторної роботи:

1. Як пояснити той факт, що хімічні реакції зазвичай відбуваються з виділенням або поглинанням теплоти?
2. Дайте визначення поняттям: термодинамічна, замкнута та ізольована системи, параметри і функції стану системи.
3. Що таке теплота, робота? Чи належать робота і теплота до функцій стану системи?
4. Що називається ентальпією системи? Чому ентальпію найчастіше використовують у термохімічних рівняннях?
5. Які процеси називають ізобарними, ізохорними, ізотермічними, адіабатичними? Які умови називають стандартними, нормальними?
6. Як формують і математично записують перше начало (закон) термодинаміки?
7. Які рівняння називають термохімічними? Назвіть їх особливості. Сформулюйте закон Гесса, його наслідки.
8. Які процеси називають термодинамічно оборотними та необоротними? Які формулювання другого начала термодинаміки вам відомі? Запишіть його математичний вираз.
9. Що таке ентропія? У якому разі збільшення ентропії є критерієм самодовільного перебігу процесу?
10. Як визначити зміну ентропії у хімічній реакції та фізичному процесі? Чи можливий в ізольованій системі самовільний процес, який супроводжується зменшенням ентропії?
11. У чому полягає третє начало термодинаміки? Що таке стандартна ентропія речовини?
12. Що таке зміна стандартної енергії Гіббса (ізобарно-ізотермічного потенціалу) утворення хімічної сполуки? Які властивості сполук вона характеризує? Наведіть приклади.
13. Якими способами можна обчислити зміну вільної енергії Гіббса у хімічній реакції? Які висновки можна зробити, якщо вона відома?
14. Розрахувати калорійність молока масою 300г, яке містить 2,5 % жирів і 6,5 % вуглеводів та 26,6 % білків, якщо  $\Delta H_{згор(ж)}^0 = -39 \text{ кДж/г}$ ;  $\Delta H_{згор(б)}^0 = -17 \text{ кДж/г}$ ,  $\Delta H_{згор(в)}^0 = -17 \text{ кДж/г}$ .

15. Визначити, чи є самодовільним процес окиснення глюкози при  $T = 298\text{K}$ , якщо  $\Delta H^\circ = -2805\text{кДж}$ ,  $\Delta S^\circ = 310\text{ Дж/К}$ .
16. Що називають швидкістю хімічної реакції? Як її можна визначити?
17. Які основні фактори і як впливають на швидкість хімічної реакції в гомогенній та гетерогенній системах?
18. Що таке константа швидкості хімічної реакції? Який фізичний зміст вона має? Від яких факторів вона залежить? Чи може вона змінюватися у процесі реакції?
19. Наведіть приклади реакції першого, другого, третього та нульового загальних порядків.
20. Чому швидкість реакції сильно зростає під час підвищення температури? Як можна визначити температурний коефіцієнт швидкості хімічної реакції, який у нього фізичний зміст?
21. Сформулюйте закон діючих мас та запишіть його математичний вираз.
22. Наведіть приклади послідовних, паралельних, ланцюгових, спряжених та фотохімічних реакцій.
23. У чому суть теорії хімічної взаємодії Арреніуса? Що таке енергія активації  $E_A$  за теорією Арреніуса, від яких факторів вона залежить? Як впливає величина  $E_A$  на швидкість хімічної реакції?
24. Що таке каталіз, каталізатор, інгібітор? Як впливає каталізатор на швидкість хімічної реакції та на зміну енергії активації процесу?
25. Наведіть приклади гомогенного, гетерогенного та автокаталізу.
26. Проста хімічна реакція проходить відповідно до рівняння  $A + 2B = AB_2$ . Як зміниться швидкість реакції, якщо концентрацію речовини B збільшити в 3 рази, а концентрацію речовини A зменшити вдвічі?
27. У скільки разів збільшиться швидкість хімічної реакції  $A_2 + 2B = 2AB$  при підвищенні температури з 40 до 70°C, якщо температурний коефіцієнт швидкості реакції – 3?
28. Аміак у промисловості одержують з  $H_2$  і  $N_2$ . Нехай початкова концентрація  $[H_2]_{\text{поч.}} = 1,2\text{ моль/л}$ , а  $[N_2]_{\text{поч.}} = 0,3\text{ моль/л}$ . Через деякий час концентрація водню знизилася до 0,6 моль/л. Якою на цей час стала концентрація азоту  $[N_2]_{\text{кінц.}}$ ?
29. Розрахувати швидкість елементарної реакції:  $2A + B = C + D$ , якщо  $[A] = 0,03\text{ моль/л}$ ,  $[B] = 0,01\text{ моль/л}$ , а константа швидкості реакції дорівнює  $0,24\text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$ .
30. На скільки градусів слід підвищити температуру, щоб швидкість реакції  $A + 2B = AB_2$  збільшилася у 8 разів (температурний коефіцієнт швидкості реакції – 2)?
31. Який фізичний зміст константи рівноваги хімічної реакції? Від яких факторів вона залежить? Навести приклади виразів констант рівноваги для гомогенних і гетерогенних процесів.



## Лабораторна робота №9

### «Визначення теплот нейтралізації»

Хід роботи:

1	В склянку Дьюара ємністю 250 мл відміряти за допомогою мірного циліндра 25 мл розчину натрій гідроксиду ( $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль/л}$ ).
2	Обережно занурити в склянку термометр та виміряти початкову температуру розчину ( $T_1$ ).
3	Відміряти мірним циліндром 25 мл розчину сульфатної кислоти ( $c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль/л}$ ).
4	Обережно перемішуючи склянкою паличкою розчин натрій гідроксиду, швидко долити до нього розчин кислоти.
5	Відмітити температуру після зливання розчинів ( $T_2$ ). Результати вимірювань занести в таблицю.
6	Повторити дії, описані у п.п. 1-5, для розчинів наступних кислот: HCl, HNO <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> COOH.

#### Експериментальні дані

Таблиця 7

Кислота	$c(\frac{1}{z}\text{к-ти}),$ моль/л	$T_1, \text{ К}$	$T_2, \text{ К}$	$\Delta T, \text{ К}$	$-\Delta H_{\text{нейтр}}^0, \text{ кДж/моль}$	
					Довідкове значення	Експери- ментальне значення
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					53	
HCl					56	
HNO <sub>3</sub>					56	
CH <sub>3</sub> COOH					47	

#### Опрацювання експериментальних даних

Обчислити значення теплоти нейтралізації для кожної з кислот можна за формулою:

$$\Delta H_{\text{нейтр}}^0 = \frac{C \cdot [V(\text{NaOH}) + V(\text{к-ти})] \cdot \Delta T \cdot \rho}{c(\frac{1}{z}\text{к-ти}) \cdot V(\text{к-ти})},$$

де:  $C$  – теплоємність розчину, яка дорівнює 4,18 кДж/К;

$V(\text{к-ти})$  – об'єм розчину кислоти, л;

$\rho$  – густина розчину, яка приблизно дорівнює 1 кг/л;

$c(\frac{1}{z}\text{к-ти})$  – молярна концентрація еквівалента кислоти, моль/л.

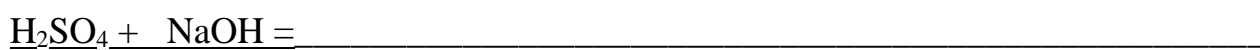
$$\Delta H_{\text{нейтр}}^0 (\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{_____} = \text{кДж/моль}$$

$$\Delta H_{\text{нейтр}}^0 (\text{HCl}) = \text{_____} = \text{кДж/моль}$$

$$\Delta H_{\text{нейтр}}^0 (\text{HNO}_3) = \text{_____} = \text{кДж/моль}$$

$$\Delta H_{\text{нейтр}}^0 (\text{CH}_3\text{COOH}) = \text{_____} = \text{кДж/моль}$$

Запишіть молекулярні, повні та скорочені іонні рівняння реакції нейтралізації кислот.



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

**Висновок:** Схожість та різницю у значеннях теплот нейтралізації кислот можна пояснити таким чином: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

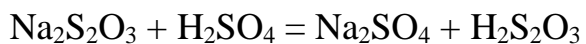
### **Лабораторна робота №10**

#### **«Кінетика взаємодії натрій тіосульфату із сульфатною кислотою»**

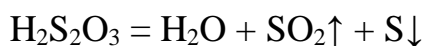
*Дослід 10.1. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин*

Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин вивчають на прикладі самодовільного розкладу тіосульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  при різних її концентраціях, але при сталій температурі. Одержання тіосульфатної кислоти з наступним самодовільним розкладом відбувається згідно рівнянь реакцій:





(швидка реакція);



(повільна реакція).

Швидкість всього процесу визначається швидкістю найбільш повільної, в даному випадку другої реакції.

*Хід роботи:*

1	Заповнити одну бюретку розчином натрій тіосульфату ( $c_0(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ моль/л}$ ), другу – дистильованою водою, третю – розчином сульфатної кислоти ( $c_0(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль/л}$ ).
2	Перенести за допомогою бюреток в першу пробірку 1 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та 4 мл $\text{H}_2\text{O}$ , в другу – 3 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та 2 мл $\text{H}_2\text{O}$ , в третю – 5 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Пробірки струсити.
3	Перенести за допомогою бюреток в три інші пробірки по 5 мл розчину $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
4	Злити попарно приготовлені розчини $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та $\text{H}_2\text{SO}_4$ , перемішати вміст пробірок, зафіксувати час $\tau$ (в секундах) від моменту зливання розчинів до їх помутніння.
5	Одержані дані занести в таблицю.

### Експериментальні дані

Таблиця 8

№ пробірки	V(p-ну), мл			V(суміші), мл	c( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), моль/л	$\tau$ , с	$\nu$ , с <sup>-1</sup>
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$				
1	1	4	5	10			
2	3	2	5	10			
3	5	0	5	10			

### Опрацювання експериментальних даних

Обчислити молярну концентрацію тіосульфату натрію  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , що дорівнює початковій молярній концентрації тіосульфатної кислоти  $c(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  у приготовлених сумішах, за формулою:

$$c_i(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c_i(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{c_0(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V_i(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V_i(\text{суміші})},$$

де:  $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  – об'єм даного розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , л;

$V(\text{суміші})$  – об'єм суміші, що досліджується, л.

$$c_1(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c_1(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{c_0(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V_1(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V_1(\text{суміші})} = \dots =$$

= моль/л

$$c_2(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c_2(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{c_0(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V_2(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V_2(\text{суміші})} = \text{_____} =$$

=                    моль/л

$$c_3(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c_3(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{c_0(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V_3(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V_3(\text{суміші})} = \text{_____} =$$

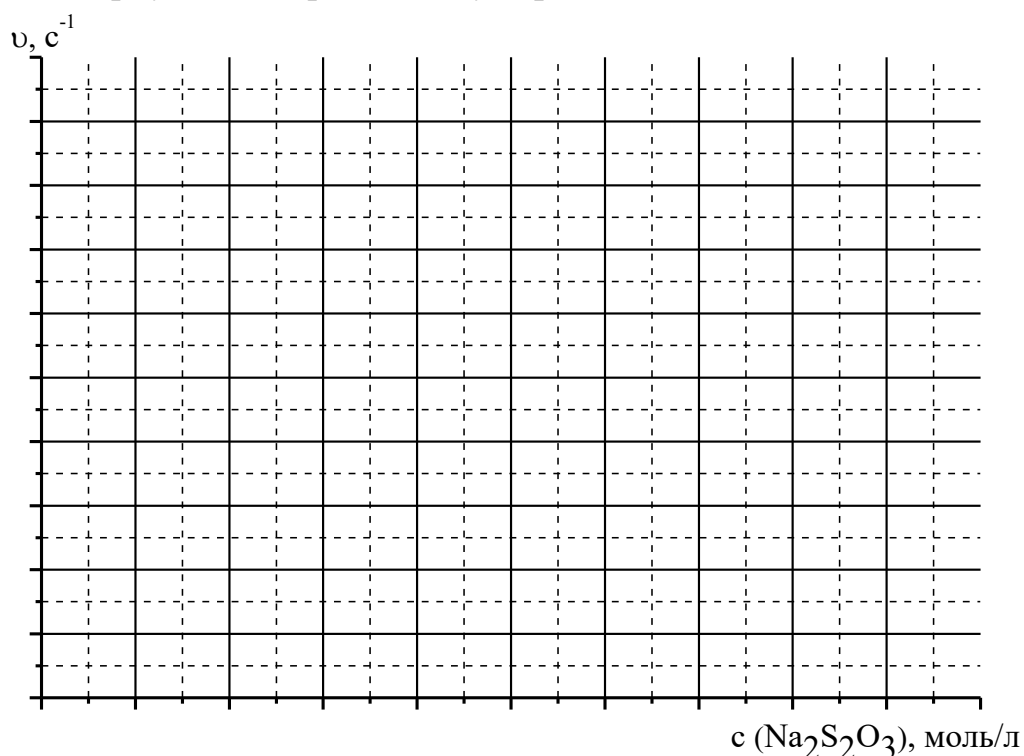
=                    моль/л

Розрахувати швидкість реакції можна за формулою:

$$\vartheta_1 = \frac{1}{\tau_1} = \text{_____} = \text{_____} \text{ с}^{-1} \qquad \vartheta_2 = \frac{1}{\tau_2} = \text{_____} = \text{_____} \text{ с}^{-1}$$

$$\vartheta_3 = \frac{1}{\tau_3} = \text{_____} = \text{_____} \text{ с}^{-1}$$

Побудуйте графік, відклавши на осі ординат величини швидкості реакції, по осі абсцис – молярну концентрацію тіосульфатної кислоти.



**Висновок:** При збільшенні молярної концентрації тіосульфату натрію швидкість реакції \_\_\_\_\_

*Дослід 10.2. Вплив каталізатору на швидкість хімічної реакції*

Як каталізатор розкладу тіосульфатної кислоти використовується 0,5 н розчин купрум (II) сульфату,  $c(\frac{1}{2}\text{CuSO}_4) = 0,5$  моль/л.

*Хід роботи:*

1	Заповнити одну бюретку розчином натрій тіосульфату ( $c_0(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1$ моль/л), другу – дистильованою водою, третю – розчином сульфатної кислоти ( $c_0(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$ моль/л).
2	Перенести за допомогою бюреток в чотири пробірки по 4 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
3	Перенести за допомогою бюреток в чотири інші пробірки по 4 мл розчину $\text{H}_2\text{SO}_4$ . В другу пробірку додайте 1 краплину розчину купрум (II) сульфату, в третю – 2 краплини, в четверту – 3 краплини.
4	Злити попарно приготовлені розчини $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та $\text{H}_2\text{SO}_4$ , перемішати вміст пробірок, зафіксувати час $\tau$ (в секундах) від моменту зливання розчинів до їх помутніння.
5	Одержані дані занести в таблицю.

Експериментальні дані

Таблиця 8

№ досліду	V( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), мл	V ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), мл	Кількість крапель $\text{CuSO}_4$	$\tau$ , с	$\nu$ , с <sup>-1</sup>
1	4	4	0		
2	4	4	1		
3	4	4	2		
4	4	4	3		

Опрацювання експериментальних даних

Розрахувати швидкість реакції можна за формулою:

$$\vartheta_1 = \frac{1}{\tau_1} = \text{---} = \text{с}^{-1}$$

$$\vartheta_2 = \frac{1}{\tau_2} = \text{---} = \text{с}^{-1}$$

$$\vartheta_3 = \frac{1}{\tau_3} = \text{---} = \text{с}^{-1}$$

$$\vartheta_4 = \frac{1}{\tau_4} = \text{---} = \text{с}^{-1}$$

**Висновок:** При збільшенні концентрації каталізатору (комплексних іонів купрум (II)) швидкість реакції \_\_\_\_\_

## Лабораторна робота №11

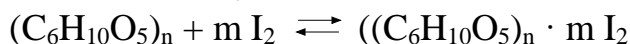
### «Хімічна рівновага»

Дослід 11.1. Вплив концентрації вихідних речовин і продуктів реакції на зміщення рівноваги

№ з/п	Виконання досліду
1	Налийте в колбу місткістю 100 мл по 30-40 мл розчину ферум (III) хлориду з $\omega(\text{FeCl}_3) = 0,05 \%$ і 30-40 мл розчину калій роданіду з $\omega(\text{KSCN}) = 0,1 \%$ та перемішайте суміш.
Спостереження	
Молекулярне рівняння реакції	
	Розлийте утворений розчин в чотири пробірки.
1-ша пробірка	Залиште для порівняння.
2-га пробірка	Додайте 5 мл розчину ферум (III) хлориду з $\omega(\text{FeCl}_3) = 20 \%$ .
Спостереження	
Зміщення рівноваги (вправо, вліво)	
3-тя пробірка	Додайте 5 мл розчину калій роданіду з $\omega(\text{KSCN}) = 20 \%$ .
Спостереження	
Зміщення рівноваги (вправо, вліво)	
4-та пробірка	Додайте приблизно 2 г кристалічного калій хлориду.
Спостереження	
Зміщення рівноваги (вправо, вліво)	

Дослід 11.2. Вплив температури на стан хімічної рівноваги в системі йод-крохмаль

Вплив температури на зміщення хімічної рівноваги вивчають на прикладі реакції взаємодії крохмалю  $((\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n)$  та йоду  $\text{I}_2$ :



№ з/п	Виконання досліду
1	У дві пробірки внесіть по 10 – 15 краплин розчину крохмалю та додайте 5 – 7 краплин розчину йоду.
Спостереження	
1-ша пробірка	Залиште для порівняння.
2-га пробірка	Нагрійте пробірку з розчином
Спостереження	
	Охолодіть пробірку з розчином.
Спостереження	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



## **Змістовний модуль 4. Фізико-хімічні властивості розчинів**

### **Тема 8. Розчини, загальні уявлення. Величини. Розчини неелектролітів та електролітів. Рівновага у розчинах слабких електролітів**

#### **Питання до самостійної доаудиторної роботи:**

1. Яку суміш речовин називають розчином?
2. Що таке розчинена речовина та розчинник? Чи завжди для розчинів, які містять воду, вона є розчинником?
3. Які процеси відбуваються при розчиненні? Виокремте серед них хімічні і фізичні явища.
4. Як потрібно змінити температуру, парціальний тиск, якої речовини додати, щоб насичений розчин кисню у воді став пересиченим, тобто, щоб розчинність кисню зменшилась?
5. Вказати воду, в якій фізична розчинність кисню найбільша:  
а) морська;                    б) річкова;                    в) дистильована;                    г) джерельна.
6. Які величини характеризують кількісний склад розчинів? Як їх розрахувати?
7. Приведіть максимальну кількість співвідношень між різними величинами, що характеризують кількісний склад розчинів.
8. 25 г NaCl розчинили в 100 г води. Визначити масову і молярну частку розчиненої речовини в розчині.
9. До 200 мл водного розчину  $H_2SO_4$  з  $\omega_1(H_2SO_4) = 4,5\%$  додали 50 мл води. Обчислити  $\omega_2(H_2SO_4)$  в одержаному розчині. Густини води і розчину вважати рівними 1 г/мл.
10. В 500 мл розчину міститься 1,58 г калій перманганату. Обчислити масову концентрацію калій перманганату.
11. Натрій сульфат використовується у медицині як послаблюючий засіб. Яка маса кристалогідрату  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  знадобиться для приготування 2 кг розчину з  $\omega(Na_2SO_4) = 3\%$ .
12. Масова концентрація  $H_2SO_4$  дорівнює 1,26 г/л. Обчислити молярну концентрацію цього розчину.  $M(H_2SO_4) = 98$  г/моль.
13. У 200 мл розчину міститься 10 г  $H_2SO_4$ . Розрахувати масову, молярну та молярну концентрацію еквівалента сульфатної кислоти.
14. Змішали 300 мл розчину HCl з  $\omega_1(HCl) = 1,2\%$  і 200 мл розчину з  $\omega_2(HCl) = 0,5\%$ . Обчислити  $\omega_3(HCl)$  в одержаному розчині. Густини розчинів вважати рівними 1 г/мл.
15. Змішали 100 мл розчину HCl з  $c_1(HCl) = 0,15$  моль/л і 200 мл водного розчину HCl з  $c_2(HCl) = 0,05$  моль/л. Обчислити  $c_3(HCl)$  в одержаному розчині.
16. Обчислити молярну та масову концентрації водного розчину  $HClO_4$ , якщо

$\omega(\text{HClO}_4) = 0,35\%$ ;  $M(\text{HClO}_4) = 84,5$  г/моль; густина розчину 1 г/мл.

17. Які речовини належать до електролітів, неелектролітів? Сформулюйте основні положення теорії електролітичної дисоціації С.Арреніуса.
18. Що таке електролітична дисоціація? Які речовини здатні до електролітичної дисоціації? Поясніть причини дисоціації речовин на іони у полярних розчинниках.
19. Що характеризують за допомогою ступеня і константи електролітичної дисоціації? Від яких факторів вони залежать?
20. Розгляньте класи неорганічних речовин (кислоти, основи, солі) з погляду теорії електролітичної дисоціації С.Арреніуса.
21. Який пар називають насиченим? Як змінюється тиск насиченої пари розчину зі збільшенням температури? Сформулюйте та поясніть закони Рауля. До яких розчинів їх можна застосувати?
22. Чому розчини нелетких речовин киплять при більш високій, а замерзають при більш низьких температурах, ніж чисті розчинники?
23. Як можна експериментально визначити і теоретично розрахувати ебуліоскопічну та криоскопічну сталі розчинників? Розкрийте їхній фізичний зміст.
24. Охарактеризуйте явище осмосу та природу осмотичного тиску. Яким законам він підкоряється у розбавлених розчинах неелектролітів?
25. У чому полягають особливості законів Ф.М. Рауля та Я.Х. Вант-Гоффа для розчинів електролітів? Що таке ізотонічний коефіцієнт, у чому його фізичний зміст?
26. Яка кислота більш сильна: мурашина ( $\text{HCOOH}$ ) чи оцтова ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), якщо  $K_d(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$  моль/л, а  $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$  моль/л?
27. Чи змінюється ступінь дисоціації та константа дисоціації оцтової кислоти, якщо до розчину додати сірчану кислоту?
28.  $pK$  ціанідної кислоти 9,10, а  $pK$  ацетатної кислоти 4,75. Яка з наведених кислот сильніша?
29. Обчислити осмотичний тиск розчину, що містить 4,5 г гліцерину в 200 мл розчину при  $25^\circ\text{C}$ .  $R = 8,31 \cdot 10^3$  л·Па/(моль·К);  $M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 92$  г/моль.
30. Обчислити, при якій температурі буде замерзати водний розчин гліцерину, що містить 0,7 моль гліцерину на 1 кг води.  $K_k = 1,86$  кг·К/моль;  $T_{\text{зам}}(\text{H}_2\text{O}) = 273,15$  К;  $M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 92$  г/моль.
31. Молярна концентрація гіпохлоритної кислоти дорівнює 0,04 моль/л. Обчислити молярну концентрацію іонів гідрогену, якщо  $\alpha = 7 \cdot 10^{-4}$ ;  $n = 1$ .

## Лабораторна робота №12

### «Приготування розчину кобальт (II) нітрату розбавленням більш концентрованого розчину»

Одним із методів приготування розчинів є метод розбавлення більш концентрованого розчину. Для приготування розчинів цим методом використовують такий хімічний посуд та приладдя:

- мірні колби;
- піпетки;
- гумові груші.

#### Завдання

Приготувати 100 мл розчину кобальт (II) нітрату з  $c_2(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) = 0,02$  моль/л з більш концентрованого розчину  $c_1(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) = 0,4$  моль/л.

#### Обчислення

Об'єм розчину кобальт (II) нітрату з  $c_1(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) = 0,4$  моль/л, який треба взяти для приготування 100 мл кобальт (II) нітрату з  $c_2(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) = 0,02$  моль/л обчислюють, виходячи з формули:

$$c_1(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) \cdot V_1(Co(NO_3)_2) = c_2(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) \cdot V_2(Co(NO_3)_2)$$

$$V_1(Co(NO_3)_2) = \frac{c_2(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2) \cdot V_2(Co(NO_3)_2)}{c_1(\frac{1}{2}Co(NO_3)_2)} = \text{-----} = \text{л} = \text{мл}$$

#### Приготування розчину:

1	Піпеткою відібрати розрахований об'єм більш концентрованого розчину кобальт (II) нітрату.
2	Перенести вміст піпетки в приготовлену мірну колбу ємністю 100 мл.
3	Заповнити колбу дистильованою водою на 1-2 см нижче позначки.
4	За допомогою піпетки довести рівень рідини (по краплям) до позначки.
5	Добре перемішати вміст колби.

## Лабораторна робота №13

### «Розчини неелектролітів та електролітів»

Дослід 13.1. Порівняння хімічної активності кислот

№ з/п	Виконання дослідів
1	Внесіть у дві пробірки по кілька невеликих шматочків мармуру.
1-ша пробірка	Додайте 5 мл розчину хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте 5 мл розчину оцтової кислоти
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2	Внесіть у дві пробірки по кілька невеликих шматочків цинку.
1-ша пробірка	Додайте 5 мл розчину хлоридної кислоти.
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	
2-га пробірка	Додайте 5 мл розчину оцтової кислоти
Спостереження	
Молекулярне та іонне рівняння реакції	

Дослід 13.2. Зміщення рівноваги дисоціації слабкого електроліту

№ з/п	Виконання дослідів
1	У дві пробірки внесіть по 5 – 10 краплин розбавленого розчину оцтової кислоти. У кожен пробірку додати 1 краплину метилоранжу.
Спостереження	
1-ша пробірка	Залиште для порівняння.
2-га пробірка	Всіпте шпателем ацетат натрію і перемішайте скляною паличкою.
Спостереження	
Дайте відповідь на питання:	
Як і чому змінюється ступінь дисоціації оцтової кислоти?	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_





## Змістовний модуль 4. Фізико-хімічні властивості розчинів

### **Тема 9. Іонні рівноваги. Стійкість комплексних іонів, добуток розчинності. Іонний добуток води. Водневий показник**

#### **Питання до самостійної доаудиторної роботи:**

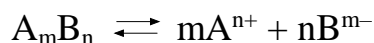
1. Що таке дисоціація внутрішньої сфери комплексу? Наведіть приклади.
2. Запишіть вирази ступеневих та сумарної констант нестійкості для таких комплексів:  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{CoF}_6]^{3-}$ ,  $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ .
3. Який взаємозв'язок між константами стійкості і нестійкості? Від чого залежать величини цих констант?
4. Напишіть рівняння кожної стадії переходу комплексного іона  $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$  в комплексний йон  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ , загальне рівняння повного перетворення  $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$  в  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ , спрощений вираз константи нестійкості іона  $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ .
5. Написати рівняння кожної стадії переходу комплексного йона  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  в комплексний йон  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , загальне рівняння повного перетворення  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  в  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , спрощений вираз константи нестійкості йона  $[\text{FeF}_6]^{3-}$ .
6. Що таке добуток розчинності? Напишіть вирази добутків розчинності для  $\text{AgCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .
7. Добутки розчинності  $\text{AgCl}$  і  $\text{CaCO}_3$  складають відповідно  $1,6 \cdot 10^{-10}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup> та  $4,8 \cdot 10^{-9}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup> при 25°C. Яка сіль є більш розчинною?
8. Чи зміниться ДР та молярна концентрація йонів  $\text{Ba}^{2+}$ , якщо до розчину, що перебуває в рівновазі з осадом  $\text{BaSO}_4$ , додати розчин  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?
9. Якщо до розчину, де присутні іони  $\text{Cl}^-$  та  $\text{I}^-$  додавати розчин  $\text{AgNO}_3$ , то яка сіль випаде в осад першою –  $\text{AgCl}$  чи  $\text{AgI}$ , – враховуючи, що  $\text{ДР}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>,  $\text{ДР}(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>?
10. Чи випаде осад при змішуванні рівних об'ємів розчинів  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  та  $\text{HI}$ , молярні концентрації яких дорівнюють 0,06 моль/л.  $\text{ДР}(\text{PbI}_2) = 8 \cdot 10^{-9}$  моль<sup>3</sup>/л<sup>3</sup>.
11. Добуток розчинності  $\text{CaSO}_4$  дорівнює  $9,0 \cdot 10^{-6}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>. Визначити масову концентрацію кальцій сульфату  $\rho(\text{CaSO}_4)$  в насиченому розчині.
12. Масова концентрація барій сульфату в насиченому розчині дорівнює  $2,4 \cdot 10^{-3}$  г/л. Обчислити добуток розчинності барій сульфату.
13. Чи достатньою є масова концентрація  $\rho(\text{CaHPO}_4) = 2,1 \cdot 10^{-1}$  г/л для утворення в плазмі крові осаду  $\text{CaHPO}_4$ , якщо  $\text{ДР}(\text{CaHPO}_4) = 2,7 \cdot 10^{-7}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>?  $M(\text{CaHPO}_4) = 136$  г/моль.
14. Що таке іонний добуток води? Чи залежить іонний добуток води від присутності в ній кислоти, луку чи солі? Як залежить іонний добуток води від температури?
15. Що таке водневий показник (рН)? Та що таке гідроксильний показник (рОН)?

16. За допомогою водневого показника охарактеризуйте кислотність середовища.
17. Визначте чому дорівнює рН, якщо  $C(\text{OH}^-) = 10^{-3}$  моль/л?
18. Визначіть на скільки одиниць зміниться рН, якщо водний розчин сильної кислоти з  $c(\text{X}) = 0,1$  моль/л розбавити в 1000 разів?
19. Молярна концентрація сірчаної кислоти дорівнює 0,005 моль/л. Визначити рН розчину та молярну концентрацію іонів гідроксиду у розчині, враховуючи, що ступінь дисоціації сірчаної кислоти 100 %.
20. Водневий показник розчину кальцій гідроксиду дорівнює 10. Визначити масу кальцій гідроксиду в 200 мл цього розчину, враховуючи, що ступінь дисоціації електроліту 100 %.
21. Водневий показник артеріальної крові дорівнює 7,40, а венозної - 7,36 (іонний добуток води при температурі 36,6 °С становить  $2,17 \cdot 10^{-14}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>). Визначити молярні концентрації йонів водню в артеріальній та венозній крові.
22. Водневий показник розчину оцтової кислоти дорівнює 3. Визначити загальну молярну концентрацію оцтової кислоти в розчині, враховуючи, що ступінь дисоціації електроліту 0,013.
23. Масова концентрація натрій гідроксиду становить 4 г/л. Визначити рН розчину, враховуючи, що ступінь дисоціації електроліту 100%. Визначити також рН розчинів, які будуть одержані при розведенні цього розчину в 10 та 100 разів відповідно.
24. Обчислити масу натрій гідроксиду, необхідну для приготування 500 мл розчину з рН = 12.
25. Яку масу натрій гідроксиду необхідно взяти для приготування 300 мл розчину з молярною концентрацією  $c(\text{NaOH}) = 0,01$  моль/л? У скільки разів необхідно розбавити цей розчин, щоб одержати розчин з рН = 10 □
26. Яку масу сульфатної кислоти необхідно взяти для приготування 500 мл розчину з  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$  моль/л? У скільки разів необхідно розбавити цей розчин, щоб одержати розчин з рН = 3?

## Лабораторна робота №14

### «Визначення умови утворення осаду»

Для насиченого розчину важкорозчинного електроліту



добуток молярних концентрацій його іонів при даній температурі є величина стала і називається добутком розчинності:

$$ДР(A_m B_n) = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n.$$

У тому випадку, коли добуток молярних концентрацій (ДК) іонів електроліту перевищить його добуток розчинності, утвориться осад.

Умова утворення осаду:

$$ДК(A_m B_n) > ДР(A_m B_n).$$

Порядок виконання досліду:

1	У дві пробірки внесіть по 4 краплі розчину $Pb(NO_3)_2$ з молярною концентрацією $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
2	У першу пробірку внесіть 4 краплі розчину $KCl$ з молярною концентрацією $5,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л.
3	У другу пробірку внесіть 4 краплі розчину $KI$ з молярною концентрацією $5,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л.
4	Занесіть результати спостережень до таблиці.

### Експериментальні дані

Таблиця 9

Електроліт	$c_0(X)$ , моль/л	$V_0(X)$ , мл	Спостереження	ДР, моль <sup>3</sup> /л <sup>3</sup>	ДК, моль <sup>3</sup> /л <sup>3</sup>
$Pb(NO_3)_2$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	0,4			
$KCl$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	0,4			
$KI$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	0,4			
$PbCl_2$				$1,7 \cdot 10^{-5}$	
$PbI_2$				$8,7 \cdot 10^{-9}$	

### Опрацювання експериментальних даних

Складіть молекулярні та іонні рівняння реакцій утворення  $PbCl_2$  та  $PbI_2$ :

---

---

---

---

---

---

---

---

Обчисліть молярні концентрації іонів  $Pb^{2+}$ ,  $Cl^-$  та  $I^-$  при змішуванні рівних об'ємів вихідних розчинів електролітів (враховуючи, що при змішуванні рівних об'ємів розчинів електролітів  $Pb(NO_3)_2$  і  $KCl$ ,  $Pb(NO_3)_2$  і  $KI$  їх концентрації зменшуються вдвічі):

$$c(X) \cdot V(X) = c_0(X) \cdot V_0(X),$$

де  $c_0(X)$  – молярна концентрація речовини  $X$  у розчині до змішування;  
 $V_0(X)$  – об'єм розчину з молярною концентрацією  $c_0(X)$ ;  
 $c(X)$  – молярна концентрація речовини  $X$  у розчині після змішування;  
 $V(X)$  – об'єм розчину з молярною концентрацією  $c(X)$ .

$$V(X) = \quad \text{мл} = \quad \text{л}$$

$$c(Pb^{2+}) = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{моль/л}$$

$$c(Cl^-) = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{моль/л}$$

$$c(I^-) = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{моль/л}$$

Обчисліть добутки молярних концентрацій іонів електролітів  $PbCl_2$  та  $PbI_2$ :

$$DK(PbCl_2) = c(Pb^{2+}) \cdot c(Cl^-)^2 = \quad = \quad \text{моль}^3/\text{л}^3$$

$$DK(PbI_2) = c(Pb^{2+}) \cdot c(I^-)^2 = \quad = \quad \text{моль}^3/\text{л}^3$$

Порівняйте розраховані значення ДК з довідковими значеннями ДР і зробіть висновок про причину утворення осаду.

**Висновок:**  $PbCl_2$  \_\_\_\_\_ в осад, тому що для нього ДК \_\_\_\_\_ ДР;  $PbI_2$  \_\_\_\_\_ в осад, тому що для нього ДК \_\_\_\_\_ ДР.

### Лабораторна робота №15

#### «Залежність рН розчину кислоти від концентрації»

*Порядок виконання дослідів:*

1	У склянку ємністю 50 мл внесіть розчин оцтової кислоти відповідної концентрації.
2	Виміряйте рН розчину за допомогою рН-метра.
3	Занесіть результати спостережень до таблиці.
4	Розрахуйте теоретичне значення рН розчину та занесіть дані до таблиці.
5	Порівняйте отримані експериментально значення з теоретично розрахованими.

## Експериментальні дані

Таблиця 10

№ розчину	с(C H <sub>3</sub> COOH), моль/л	V(C H <sub>3</sub> COOH), мл	Значення рН розчину	
			Експериментальне	Теоретичне
1	0,5	20		
2	0,1	20		
3	0,05	20		
4	0,01	20		

### Обчислення

Визначити теоретичне значення рН кожного розчину оцтової кислоти можна за формулою:

$$\text{pH} = -\lg(\sqrt{C \cdot K_{\text{дис}}}),$$

де С – молярна концентрація оцтової кислоти, моль/л;

$K_{\text{дис}}$  – константа дисоціації оцтової кислоти,  $1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

$$\text{pH}_1 = -\lg(\sqrt{C_1 \cdot K_{\text{дис}}}) = -\lg(\sqrt{0,5 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}) =$$

$$\text{pH}_2 = -\lg(\sqrt{C_2 \cdot K_{\text{дис}}}) = -\lg(\sqrt{0,1 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}) =$$

$$\text{pH}_3 = -\lg(\sqrt{C_3 \cdot K_{\text{дис}}}) = -\lg(\sqrt{0,05 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}) =$$

$$\text{pH}_4 = -\lg(\sqrt{C_4 \cdot K_{\text{дис}}}) = -\lg(\sqrt{0,01 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}) =$$

**Висновок:** при зменшенні концентрації оцтової кислоти рН розчину

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_



## **Змістовний модуль 4. Фізико-хімічні властивості розчинів**

### **Тема 10. Гідроліз**

#### **Питання до самостійної доаудиторної роботи:**

1. Які солі піддаються гідролізу у водних розчинах?
2. Які типи гідролізу можна виділити? Яким чином можна послабити (посилити) гідроліз?
3. Які продукти утворюються при сумісному гідролізі солей? Наведіть приклади цього типу гідролізу.
4. Що називають ступенем гідролізу солі? Який зв'язок існує між ступенем гідролізу, константою гідролізу і концентрацією солі? Чому розчини солей, що можуть гідролізувати, потрібно зберігати концентрованими і за низьких температур?
5. Чому в результаті гідролізу змінюються кислотно-основні властивості середовища? Як їх можна визначити?
6. Написати іонні та молекулярні рівняння першого ступеня гідролізу таких солей: натрій фосфату, натрій гідрогенфосфату, ферум (II) хлориду, цинк ацетату, натрій сульфід, амоній ціанід, алюміній хлориду.
7. Яку реакцію середовища повинні мати розчини таких солей амонію:  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ? Відповідь мотивуйте.
8. Водний розчин якої з солей: натрій сульфату, амоній сульфату, цинк сульфату має найменше значення рН? Відповідь мотивуйте.
9. Водний розчин якої з солей: калій хлориду, амоній ацетату чи натрій карбонату має найбільше значення рН. Відповідь мотивувати.
10. Додавання яких реактивів до розчину  $\text{FeCl}_3$  підсилить гідроліз солі:  
а)  $\text{HCl}$ ;      б)  $\text{NaOH}$ ;      в)  $\text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;      д)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?  
Відповідь мотивуйте.
11. Обчисліть константу гідролізу:  $\text{NaClO}$ , якщо  $K_d(\text{HClO}) = 5 \cdot 10^{-8}$  моль/л.
12. Обчисліть константу гідролізу  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , якщо  $K_d(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л.
13. Обчисліть константу гідролізу  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ , якщо  $K_d(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л, а  $K_d(\text{HNO}_2) = 5,1 \cdot 10^{-4}$  моль/л.
14. Обчисліть рН водного розчину  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , якщо  $K_d(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$  моль/л, а  $c(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,02$  моль/л.
15. Обчислити рН водного розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , якщо  $K_d(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л, а  $c(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,01$  моль/л.
16. Обчислити рН водного розчину  $\text{NH}_4\text{CN}$ , якщо  $K_d(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л, а  $K_d(\text{HCN}) = 7,2 \cdot 10^{-10}$  моль/л.

#### **Лабораторна робота №16**

## «Гідроліз солей»

Дослід 16.1. Визначення реакції середовища різноманітних солей за допомогою індикаторів

Порядок виконання досліду:

1	В одну пробірку внести приблизно 5 мл (чверть пробірки) дистильованої води, в другу – стільки ж розчину $H_2SO_4$ , в третю – $NaOH$ .
2	В кожну пробірку додати з крапельниці по 3-4 краплі розчину індикатора метилового червоного. Розчини перемішати, пробірки поставити в штатив, спостерігати зміну забарвлення індикатора в залежності від реакції середовища.
3	У шість пробірок внести по 5 мл дистильованої води, по 3-4 краплі розчину індикатора метилового червоного та додати на кінчику шпателя сухі солі: в першу – $Na_2CO_3$ , в другу – $CuSO_4$ , в третю – $NaCl$ , в четверту – $Na_2HPO_4$ , в п'яту – $Al_2(SO_4)_3$ , в шосту – $(NH_4)_2CO_3$ .
4	Порівняти забарвлення індикатора метилового червоного в розчинах солей із забарвленням у розчинах $H_2SO_4$ , $NaOH$ та в дистильованій воді.
5	Спостереження занести до таблиці.
6	Те ж саме виконати і з індикатором фенолфталеїном.

### Експериментальні дані

Таблиця 11

Електроліт	Забарвлення індикатора		Реакція середовища в розчинах електролітів
	Метилловий червоний	Фенолфталеїн	
$H_2O$			
$H_2SO_4$			
$NaOH$			
$Na_2CO_3$			
$CuSO_4$			
$NaCl$			
$Na_2HPO_4$			
$Al_2(SO_4)_3$			
$(NH_4)_2CO_3$			

Обробка експериментальних даних

Напишіть іонні та молекулярні рівняння першої стадії гідролізу солей, вкажіть реакцію середовища у водних розчинах солей (кисла, лужна або нейтральна)

Для  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : \_\_\_\_\_

Для  $\text{CuSO}_4$ : \_\_\_\_\_

Для  $\text{NaCl}$ : \_\_\_\_\_

Для  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ : \_\_\_\_\_

Для  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ : \_\_\_\_\_

Для  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ : \_\_\_\_\_

Порівняйте реакцію середовища у водних розчинах солей, визначену на основі аналізу рівнянь реакцій гідролізу, із встановленою дослідним шляхом.

**Висновок:** середовище у водному розчині натрій хлориду \_\_\_\_\_  
у водному розчині купрум (II) сульфату \_\_\_\_\_  
у водному розчині натрій карбонату \_\_\_\_\_  
у водному розчині натрійгідрогенфосфату \_\_\_\_\_  
у водному розчині алюміній сульфату \_\_\_\_\_  
у водному розчині амоній карбонату \_\_\_\_\_

### *Дослід 16.2. Дослідження впливу температури на ступінь гідролізу*

*Порядок виконання досліду:*

1	Налийте у два хімічні стакани на половину їхнього об'єму розчину натрій ацетату з $\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1,5\%$ і додайте по 2-3 краплі розчину фенолфталеїну. Запишіть спостереження до таблиці.
2	Нагрійте один зі стаканів на водяній бані. Запишіть спостереження до таблиці.

Експериментальні дані



Холодний розчин солі		Гарячий розчин солі	
Забарвлення індикатора	Реакція середовища	Забарвлення індикатора	Реакція середовища

Дайте відповідь на питання:	
1. Чому змінюється забарвлення індикатора?	
2. Як залежить ступінь гідролізу солей від температури?	

Дата виконання роботи \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Критерії оцінювання на практичному занятті:

1. Самостійна робота студентів, яка передбачена в темі поряд з аудиторною роботою, оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. Засвоєння тем, які виносяться лише на самостійну роботу, контролюється під час підсумкового модульного контролю ("зараховано" ставиться студенту, що дав більше 50 % правильних відповідей).

2. Робота студента на практичному занятті (0, 1, 2 бали).

3. Захист лабораторної роботи (0, 1, 2 бали).

4. Кінцевий тестовий контроль (0, 1, 2 бали).

0 балів - незадовільна відповідь;

1 бал - давав правильну відповідь з помилками;

2 бали - вичерпна відповідь.

## ІНСТРУКЦІЯ

### З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ

#### У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

- При роботі у хімічній лабораторії студент зобов'язаний :
- Підтримувати порядок на робочому столі
- Перед виконанням практичної роботи старанно вивчити порядок проведення дослідів

- Чітко дотримуватись рекомендацій при виконанні дослідів: брати такі кількості реактивів або розчинів, які вказані в інструкції
- Звернутись до викладача або лаборанта, якщо не зовсім зрозуміла техніка виконання досліду
- З горючими та легкозаймистими речовинами працювати лише у витяжній шафі на значній відстані від полум'я пальника
- Після закінчення роботи вимити хімічний посуд, всі склянки з реактивами акуратно розмістити на полицях, старанно вимити руки

### КАТЕГОРИЧНО ЗАБАРОНЯЄТЬСЯ

- Приймати їжу, використовувати хімічний посуд для пиття чи приймання їжі
- Випробовувати на смак хімічні речовини та їх розчини
- Нагрівати на відкритому полум'ї горючі речовини
- Надлишок реактивів повертати у відповідну посудину з реактивом
- Безладно зливати разом різні реактиви (може відбутися бурхлива реакція з виділенням шкідливих речовин\_
- Вмикати без дозволу викладача або лаборанта електричні прилади чи нагрівальні пристрої