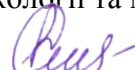


Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини  
Природничо-географічний факультет  
Кафедра хімія, екології та методики їх навчання

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувач кафедри хімії,  
екології та методики їх навчання

 Наталія ГОРБАТЮК

«28» серпня 2023 року

***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**ОК 13 ХІМІЯ КОЛОЇДНО-ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ**

**Галузь знань** 01 Освіта / Педагогіка

**Спеціальність** 014.06 Середня освіта (Хімія)

**Освітня програма** Середня освіта (Хімія)

Робоча програма «Хімія колоїдно-дисперсних систем» для здобувачів вищої освіти освітньої програми Середня освіта (Хімія), спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія).


Розробники: Галушко Сергій Миколайович, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, екології та методики їх навчання.

Кормош Жолт Олександрович, кандидат хімічних наук, професор кафедри хімії, екології та методики їх навчання.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри хімії, екології та методики їх навчання.

Протокол № 1 від «28» серпня 2023 року

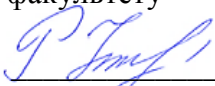
В.о. завідувача кафедри хімії, екології та методики їх навчання

  
\_\_\_\_\_ (підпис) (Наталія ГОРБАТЮК)  
(прізвище та ініціали)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії природничо-географічного факультету.

Протокол № 1 від «29» серпня 2023 року

Голова науково-методичної комісії природничо-географічного факультету

  
\_\_\_\_\_ (підпис) (Інна РОЖІ)  
(прізвище та ініціали)

Пролонговано:

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ІПБ) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ІПБ) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ІПБ) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ІПБ) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни (обов'язкова чи вибіркова)	обов'язкова	обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська	українська
Загальний обсяг у кредитах ЄКТС / годинах	3 / 90	3 / 90
Курс	2	2
Семестр	3	3
Кількість змістових модулів із розподілом:	1	1
Обсяг кредитів	3	3
Обсяг годин, у тому числі:	90	90
Аудиторні:	30	10
Лекційні	14	4
Семінарські / Практичні		
Лабораторні	16	6
Самостійна робота	40	60
Індивідуальні завдання	20	20
Форма семестрового контролю	екзамен	екзамен

## 2. Мета й завдання навчальної дисципліни

Мета: сформулювати теоретичні основи, принципи та закони сучасної колоїдної хімії та фізико-хімії поверхневих явищ, навчити розумінню та аналізу процесів і явищ, які спостерігаються при проведенні колоїдно-хімічних операцій, методам розрахунку для визначення властивостей поверхонь розподілу, дисперсних систем, зокрема їх стабільності, а також методам проведення експериментальних досліджень властивостей дисперсних систем та міжфазних поверхонь та аналізу експериментальних даних.

Завдання: вивчення взаємозв'язку хімічних процесів і фізичних явищ, які їх супроводжують, установлення закономірностей між хімічним складом, будовою речовин та їх властивостями, а також вивчення властивостей гетерогенних високодисперсних систем і процесів, що в них перебігають.

## 3. Компетентності та програмні результати навчання за ОП.

Компетентності за ОП:

**ЗК5.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність) та приймати обґрунтовані рішення.

**ФК 2.** Розуміння ключових хімічних понять, основних фактів, концепцій, принципів і теорій для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти фахову інформацію.

**ФК 9.** Здатність інтерпретувати механізми хімічних реакцій та визначати вплив різних чинників на їх динаміку, використовувати фізико-хімічні закони для передбачення напрямів та розробки умов реалізації хімічних процесів.

**ФК 10.** Здатність застосовувати знання сучасної хімії, хімії природних сполук, хімії гетероциклічних сполук, хімії колоїдно-дисперсних систем, хімії комплексних сполук, кінетики та адсорбції, хімічної безпеки для їх використання для мінімізації техногенного впливу та відновлення порушених природних екосистем, здатність організувати роботу відповідно до вимог забезпечення охорони життя та здоров'я здобувачів освіти.

Програмні результатами навчання за ОП:

**ПРН 8.** Знати концептуальні засади сучасної хімії, хімії колоїдно-дисперсних систем, хімії гетероциклічних сполук, кінетики та адсорбції, хімічної безпеки, з метою пояснення будови та хімічних властивостей органічних та неорганічних сполук, механізму перебігу хімічних реакцій.

**ПРН 13.** Знати хімічні та фізико-хімічні методи аналізу й опису речовин, їх властивостей, явищ, процесів та систем.

**ПРН 16.** Уміти застосовувати знання сучасних підходів і принципів безперервної хімічної освіти та освіти в інтересах сталого розвитку, до їх використання в професійній і соціальній діяльності.

#### **4. Програма навчальної дисципліни**

##### **Змістовий модуль 1. Поверхневі та електроповерхневі явища**

##### **Тема 1. Характеристика дисперсних систем. Дисперсність і термодинамічні властивості. Поверхневі явища**

Класифікація поверхневих явищ. Дисперсність. Ступінь дисперсності. Питома поверхня. Диференціальні та інтегральні криві розподілу часточок за розмірами. Класифікація дисперсних систем. Вплив дисперсності на внутрішній тиск тіл. Рівняння Лапласа. Поверхнева енергія і рівноважні форми тіл. Закон Вульфа. Капілярні явища. Залежність термодинамічної реакційної здатності від дисперсності. Вплив дисперсності на температуру фазового переходу.

##### **Тема 2. Поверхневі явища та адсорбція**

Поверхневі явища та адсорбція. Поверхня поділу фаз. Поверхнева енергія та поверхневий натяг. Поверхнева ентальпія і ентропія. Залежність поверхневого натягу від різних чинників (температури, природи фазоутворюючих речовин, розчинених речовин). Явища, що зменшують поверхню поділу. Самовільна перегонка рідини. Поверхневий тиск. Адгезія і змочування. Розтікання.

Адсорбція на поверхні рідини. Геометричні параметри адсорбата. Приклади застосування адсорбційного рівняння Гіббса. Зв'язок адсорбції з параметрами системи (ізотерма, ізопікна, ізобара, ізостера). Поверхнева активність. Правило Дюкло–Траубе. Енергетичні параметри адсорбції. Залежність адсорбції від концентрації ПАР. Рівняння Ленгмюра, його параметри. Наслідки з рівнянь Гіббса і Ленгмюра. Рівняння Шишковського. Адсорбція на межі двох рідин, що не змішуються. Адсорбція твердим адсорбентом (на межі з газом або розчином). Теорія мономолекулярної адсорбції і теорія БЕТ. Адсорбція електролітів. Вибіркова адсорбція, правило Панета – Фаянса- Гана. Йонообмінна адсорбція. Хроматографія.

##### **Тема 3. Електроповерхневі явища колоїдних систем. Стійкість та коагуляція колоїдних систем. Методи одержання та очистки колоїдних систем**

Адсорбційний та дисоціативний механізм утворення подвійного електричного шару. Заряди та потенціали шару. Електрокінетичні явища у дисперсних системах (електрофорез, електроосмос, потенціал течії і потенціал осадження).

Будова міцели. Використання електрокінетичних явищ для дослідження колоїдних систем і в технологічних процесах.

Види стійкості дисперсних систем (седиментаційна і агрегативна). Термодинамічно і кінетично стійкі дисперсні системи. Чинники агрегативної стійкості дисперсних систем (електростатичний, адсорбційно–сольватний, ентропійний, структурно–механічний, гідродинамічний).

Коагуляція гідрофобних золів. Вплив електролітів. Правило Шульце – Гарді. Кінетика коагуляції. Поріг коагуляції. Гетерокоагуляція (взаємна коагуляція золів, флокуляція, флотація, гетерокоагуляція). Коагуляція сумішшю електролітів. Явище привикання золів. Захисна дія високомолекулярних речовин.

## **Змістовий модуль 2. Властивості дисперсних систем та розчинів ВМС**

### **Тема 4. Структурно–механічні властивості дисперсних систем. Молекулярно-кінетичні та оптичні властивості дисперсних систем**

Структурно–механічні властивості дисперсних систем. Типи структур: конденсаційно – кристалізаційні та коагуляційні. Загальна характеристика гелів. Гелеутворення. Крихкі гелі. Еластичні гелі. Чинники, що впливають на желатинування. Тиксотропія.

Молекулярно–кінетичні властивості колоїдних систем. Броунівський рух. Дифузія. Седиментація. Дифузно–седиментаційна рівновага. Седиментаційний аналіз. Осмотичний тиск. Мембранна рівновага Донана.

Оптичні властивості (ефект Тіндалля, закон Релея). Оптичні методи дослідження дисперсних систем.

### **Тема 5. Грубодисперсні та мікрогетерогенні системи. Системи з довільним міцелоутворенням**

Грубодисперсні та мікрогетерогенні системи. Емульсії. Класифікація емульсій за природою фаз і концентрацією дисперсної фази. Визначення типу емульсії. Властивості емульсій. Способи одержання емульсій. Емульгатори. Обертання фаз емульсій. Руйнування емульсій. Практичне значення.

Піни. Загальна характеристика. Піноутворювачі. Способи утворення та руйнування. Кратність піни. Визначення стійкості піни. Використання.

Суспензії. Їх практичне значення.

Аерозолі. Класифікація, одержання, руйнування аерозолів. Їх значення.

Порошки, їх властивості і значення. Зв'язанодисперсні системи.

Системи з довільним міцелоутворенням.

Класифікація і характеристика поверхнево–активних речовин (ПАР). Розчинні і колоїдні ПАР. Критична концентрація міцелоутворення (ККМ) Термодинаміка і механізм міцелоутворення. Вплив різних чинників на ККМ. Методи її визначення, природа цього явища. Використання ПАР.

### **Тема 6. Фізико – хімічні властивості розчинів ВМС**

Класифікація ВМС. Природні та синтетичні ВМС, їх значення та властивості. Надмолекулярне структуроутворення ВМС. Добування та очищення дисперсних систем та розчинів полімерів. Загальна характеристика колоїдних систем. Конденсаційні та диспергаційні методи їх одержання. Методи очищення колоїдних розчинів.

Набухання ВМС. Ступінь набухання. Тиск набухання. Чинники, що впливають на набухання. Ізоелектрична точка білків та способи її визначення. Старіння гелів. Значення процесів набухання та старіння гелів.

В'язкість розчинів ВМС. Колоїдно – осмотичний тиск в розчинах ВМС.

### **Тема 7. Колоїдно-хімічні основи охорони довкілля**

Методи очищення природних та стічних вод. Опріснення морської води. Екологічні проблеми охорони атмосферного середовища.

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьо го	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Поверхневі та електроповерхневі явища</b>												
Тема 1. Характеристика дисперсних систем. Дисперсність і термодинамічні властивості. Поверхневі явища	10	2		2		6	8					8
Тема 2. Поверхневі явища та адсорбція	10	2		2		6	13	1		2		10
Тема 3. Електроповерхневі явища колоїдних систем. Стійкість та коагуляція колоїдних систем. Методи одержання та очистки колоїдних систем	12	2		4		6	11	1				10
Разом за змістовим модулем 1	32	6		8		18	32	2		2		28
<b>Змістовий модуль 2. Властивості дисперсних систем та розчинів ВМС</b>												
Тема 4. Структурно – механічні властивості дисперсних систем. Молекулярно-кінетичні та оптичні властивості дисперсних систем	8	2		2		4	9	1				8
Тема 5. Грубодисперсні та мікрогетерогенні системи. Системи з довільним	10	2		2		6	10			2		8

міцелоутворенням												
Тема 6. Фізико – хімічні властивості розчинів ВМС	10	2		2		6	9	1				8
Тема 7. Колоїдно-хімічні основи охорони довкілля	10	2		2		6	10			2		8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	38	8		8		22	38	2		4		32
<b>Усього годин</b>	70	14	-	16	-	40	70	4		6		60
<b>Модуль 2</b>												
<b>ІНДЗ</b>	20				20		20				20	
<b>Усього годин</b>	90	14		16	20	40	90	4		6	20	60

### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Визначення розміру часточок «білих золів» оптичним методом. Лабораторна робота.	4 год.	
2.	Адсорбція оцтової кислоти на вугіллі.	2 год.	2 год
3.	Визначення ізоелектричної точки білка.	4 год.	2 год
4.	Вивчення кінетики обмеженого набухання полімерів..	4 год	
5.	Колоїдні розчини та їх властивості. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС.	2 год	2 год
	Усього	16	6

### 7. Самостійна робота

Короткий опис форми самостійної роботи і змісту навчального матеріалу для студентів.

№ з/п	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	На основі теорії колоїдних систем враховувати можливість протікання процесів коагуляції та пептизації при проведенні аналізу.	4 год.	6 год.
2.	На основі особливостей колоїдних систем одержувати колоїдні розчини різними методами та вивчати їх властивості.	4 год.	6 год.
3.	На основі оптичних властивостей колоїдних розчинів встановлювати форму, розміри колоїдних частинок та визначати їх концентрацію.	4 год	6 год.
4.	Використовуючи теорію стійкості колоїдних розчинів, кінетику коагуляції, вивчати процес коагуляції та встановлювати залежність його від різних факторів.	4 год	6 год
5.	На основі вивчення електричних властивостей колоїдних частинок, встановлювати їх будову з метою обґрунтування особливостей колоїдних розчинів	4 год	6 год
6.	Використовуючи теорію мономолекулярної адсорбції Ленгмюра, рівняння Фрейндліха, рівняння полімолекулярної	4 год	6 год.

	адсорбції, визначати основні характеристики, особливості адсорбції на межі «тверде тіло – газ» та «тверде тіло – розчин», застосовувати для хроматографічного методу аналізу.		
7.	Використовуючи рівняння Гіббса, визначати особливості поверхневої активності та адсорбції на межі «розчин – газ»	4 год	6 год.
8.	Використовуючи теорію в'язкості, особливості структури дисперсних систем, експериментальні дані, вивчати реологічні властивості з метою з'ясування природи тиксотропії, синерезису, драглеутворення у хімічних та фізіологічних процесах.	4 год	6 год.
9.	На основі теорії розчинів високомолекулярних сполук вивчати особливості цих систем, визначати молярну масу з метою використання в лабораторній практиці, промисловості, біології.	4 год	6 год.
10.	На основі особливостей та властивостей емульсій одержувати та руйнувати ці системи, з'ясувати їх практичне значення в природі, промисловості, медицині, біології.	4 год	6 год.
	Усього	40	60

### 8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання з «Хімії колоїдно-дисперсних систем» виконуються по варіантам і містять задачі. Номер варіанта визначається останньою цифрою залікової книжки студента. Номери задач відповідно до варіанту приведені у таблиці. Номер задачі складається із двох цифр; перша цифра вказує номер теми з дисципліни, друга – номер задачі у рубриці індивідуальних завдань.

#### Перелік задач, що виконуються індивідуально

№ варіанта	Номер задачі									
	1	1.1	2.1	3.1	4.1	4.11	6.1	6.11	1.5	3.5
2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.1	6.2	6.12	1.6	3.6	4.6
3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.2	6.3	6.13	1.7	3.7	4.7
4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.3	6.4	6.14	1.8	3.8	4.8
5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.4	6.5	6.1	1.9	3.9	4.9
6	1.6	2.1	3.6	4.6	5.5	6.6	6.2	1.1	3.6	4.10
7	1.7	2.2	3.7	4.7	5.6	6.7	6.3	1.2	3.7	4.1
8	1.8	2.3	3.8	4.8	5.7	6.8	6.4	1.3	3.8	4.2
9	1.9	2.4	3.9	4.9	5.8	6.9	6.5	1.4	3.9	4.3
10	1.1	2.5	3.10	4.10	5.9	6.10	6.6	1.5	3.10	4.4

#### ЗАДАЧІ

##### До теми 1

1. Обчислити сумарну поверхню 2,00г платини, подрібненої на правильні кубики з довжиною ребра  $10^{-6}$  см. Густина платини  $21,4 \text{ г/см}^3$ .

2. Обчислити сумарну поверхню 1,00г золота, подрібненого на кубики з довжиною ребра  $5 \cdot 10^{-7}$  см. Густина золота  $19,3 \text{ г/см}^3$ .



3. Обчислити, скільки колоїдних частинок може утворитися з 0,100г срібла, та чому дорівнює загальна площа їх поверхні, якщо кожна частинка являє собою куб з довжиною ребра  $4 \cdot 10^{-6}$  см. Густина срібла  $10,5 \text{ г/см}^3$ .

4. Золь ртуті являє собою сукупність кульок діаметром  $6 \cdot 10^{-6}$  см. Чому дорівнює загальна кількість частинок при подрібненні 1,00г ртуті та загальна площа поверхні цих частинок. Густина ртуті -  $13,546 \text{ г/см}^3$ .

5. У скільки разів зросте площа поверхні зразка срібла в формі кубу з довжиною ребра 0,500 см внаслідок подрібнення його на частинки кубічної форми з довжиною ребра  $5 \cdot 10^{-6}$  см. Густина срібла  $10,5 \text{ г/см}^3$ .

6. Розчин колоїдної камфори містить в  $1 \text{ см}^3$  200 млн кульок діаметром приблизно  $10^{-4}$  см. Розрахувати загальну поверхню кульок камфори в  $200 \text{ см}^3$  цього розчину.

7. Обчислити сумарну поверхню 5г платини, подрібненої на правильні кубики з довжиною ребра  $2,0 \cdot 10^{-6}$  см. Густина платини  $21,4 \text{ г/см}^3$ .

8. Визначити сумарну поверхню частинок, якщо при подрібненні 1,00г сірки одержано частинки кубічної форми з довжиною ребра  $10^{-5}$  см. Густина сірки  $2,07 \text{ г/см}^3$ .

9. Розчин колоїдної камфори містить в  $1 \text{ см}^3$  120млн. кульок діаметром приблизно  $7 \cdot 10^{-5}$  см. Розрахувати загальну поверхню кульок камфори в  $150 \text{ см}^3$  цього розчину.

### До теми 2

1. Визначити поверхневу активність вказаних нижче кислот, якщо поверхневий натяг їх 0,12 М розчинів має такі значення, Н/м : мурашина –  $72,6 \cdot 10^{-3}$ ; оцтова –  $70,8 \cdot 10^{-3}$ ; пропіонова –  $66,2 \cdot 10^{-3}$ ; масляна –  $56,0 \cdot 10^{-3}$ ; ізовалеріанова –  $44,7 \cdot 10^{-3}$ . Поверхневий натяг води дорівнює  $73 \cdot 10^{-3}$  Н/м.

Відповідь:  $3,33 \cdot 10^{-3}$ ;  $18,33 \cdot 10^{-3}$ ;  $56,7 \cdot 10^{-3}$ ;  $141,7 \cdot 10^{-3}$ ;  $235,8 \cdot 10^{-3}$ .

2. Побудувати ізотерму адсорбції карбон (IV) оксиду активованим вугіллям при 231 К і визначити константи емпіричного рівняння Фрейндліха, використовуючи такі експериментальні дані:

Рівноважні тиски, Па.	10,0	44,8	100,0	144,0	250,0	452
Величина адсорбції Г, моль/кг	0,734	1,51	2,186	2,664	3,295	4,023

3.  $25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  0,198 моль/л  $\text{CH}_3\text{COOH}$  збовтували з  $3 \cdot 10^{-3}$  кг вугілля. Після досягнення рівноваги на титрування  $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$  пішло  $11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  0,05 моль/л NaOH. Визначити величину адсорбції.

Відповідь: 0,733 моль/кг.

4. За константами рівняння Ленгмюра  $\Gamma_{\infty}=182 \cdot 10^{-3} \text{ л/кг}$  і  $b=1 \cdot 10^{-3}$ . Обчислити адсорбцію і побудувати ізотерму адсорбції вуглець(IV) оксиду активованим вугіллям при рівноважних тисках газу в інтервалі  $10^3 - 4 \cdot 10^4$  Па.

5. Одержані такі дані з адсорбції на деревному вугіллі оцтової кислоти з водних розчинів ( у всіх випадках об'єм розчину з вугіллям був сталим, 0,2 л) :

Концентрація оцтової кислоти в розчині до добавлення вугілля, моль/л	Концентрація оцтової кислоти, що є в розчині при рівновазі, моль/л	Маса вугілля m, г
0,503	0,434	3,96
0,252	0,202	3,94
0,126	0,0899	4,00
0,0628	0,0347	4,12
0,0314	0,0113	4,04
0,0157	0,00333	4,00

Показати, що ці дані задовольняють ізотермі адсорбції Фрейндліха, де  $x$  – кількість грамів адсорбованої оцтової кислоти. Оцінити сталі  $a$  і  $n$ .

Відповідь:  $a = 0,28$ ;  $n = 2,82$ .

### До теми 3

1. Схематично зобразити будову міцели срібла йодиду з додатним і з від'ємним зарядами та зазначити умови, від яких залежить знак заряду міцели.

2. Написати формули золів AgI, стабілізованого AgNO<sub>3</sub> і Fe(OH)<sub>3</sub>, стабілізованого FeCl<sub>3</sub>. Як заряджені частинки цих золів?

3. Золь залізо(III) гідроксиду добуто в результаті додавання до 8,5×10<sup>-5</sup> м<sup>3</sup> киплячої дистильованої води 1,5×10<sup>-5</sup> м<sup>3</sup> 2%-го розчину FeCl<sub>3</sub>. При цьому залізо(III) хлорид частково гідролізує:



Написати формулу міцели золю Fe(OH)<sub>3</sub>, враховуючи, що при утворенні часточок залізо (III) гідроксиду в розчині присутні йони FeO<sup>+</sup>; H<sup>+</sup>; Cl<sup>-</sup>.

4. Золь срібло броміду добуто змішуванням однакових об'ємів 0,008 М розчину калій броміду і 0,0096 М розчину срібло нітрату. Визначити знак заряду частинок золю і написати формулу міцели золю.

Відповідь: позитивний; [(AgBr)<sub>m</sub>×nAg<sup>+</sup>(n-x)NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]<sup>x+</sup> xNO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

5. Який об'єм 0,029%-го NaCl і 0,001 М AgNO<sub>3</sub> слід змішати, щоб добути незаряджені частинки золю срібло хлориду? Густина розчину натрій хлориду вважати такою, що дорівнює 1×10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>.

Відповідь: 4,96×10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup> 0,001 М AgNO<sub>3</sub> і 10<sup>-6</sup> м<sup>3</sup> 0,029% NaCl.

6. Золь барій сульфату добуто змішуванням однакових об'ємів розчинів барій нітрату і сульфатної кислоти. Написати формулу міцели золю. Чи однакові вихідні концентрації електролітів, якщо в електричному полі гранула переміщується до аноду?

Відповідь: [(BaSO<sub>4</sub>)<sub>m</sub>×nSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(n-2x)H<sup>+</sup>]<sup>2x-</sup> 2xH<sup>+</sup>; в надлишку сульфатна кислота.

7. На коагуляцію 30 м<sup>3</sup> золю гідроксиду алюмінію витрачено 0,33 м<sup>3</sup> 20%-вого розчину NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (густина 1060 кг/м<sup>3</sup>). Обчислити поріг коагуляції золю нітратом амонію.

8. Для коагуляції 100 мл золя гідроксиду заліза знадобилося додати такі кількості кожного з електролітів: 10,5 мл 1 н розчину KCl, 62,5 мл 0,01 н Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і 37 мл 0,001 н розчину Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Визначити знак заряду частинок і пороги коагуляції.

9. Щоб призвести до коагуляції 50 см<sup>3</sup> золя гідроксида заліза треба додати 5,30 см<sup>3</sup> 1 н розчину хлориду калія, або 31,5 см<sup>3</sup> 0,01 н розчину сульфата натрія, або 18,7 см<sup>3</sup> 0,001 н розчину фосфата натрія. Знайти поріг коагуляції кожного електроліта та визначити знак заряду золя.

10. До 5 см<sup>3</sup> золя гідроксида заліза(III) для коагуляції необхідно додати один з наступних розчинів: 4 см<sup>3</sup> 3 н хлориду калія, 0,5 см<sup>3</sup> 0,01 н сульфата калія, 3,9 см<sup>3</sup> 0,0005 н

жовтої кров'яної солі. Визначити поріг коагуляції цих електролітів. В скільки разів коагулююча здатність калію гексацианоферату(II) вища, ніж сульфату та хлориду калію?

#### До теми 4

1. Обчислити молярну масу полістиролу в толуолі за даними віскозіметричних вимірювань (табл.).

Концентрація розчину, $C_0$ (кг/м <sup>3</sup> )		1,70	2,12	2,52	2,95	3,40	$K$	$a$
Час витікання розчину $t$ , с	97,6	115,1	120,2	124,5	129,8	134,9	$1,7 \cdot 10^{-5}$	0,69

2. Обчислити молярну масу полівінілового спирту за даними віскозіметричного методу, якщо:  $[h] = 0,15$ ,  $K = 4,53 \cdot 10^{-5}$ ,  $a = 0,74$ .

3. Обчислити молярну масу поліметилметакрилату за даними віскозіметрії (табл.).

Концентрація розчину	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Зведена в'язкість	0,408	0,416	0,430	0,434	0,442	0,452

$$K = 4,7 \cdot 10^{-5}, a = 0,77.$$

4. Використовуючи константи віскозіметричного рівняння  $K = 5,11 \cdot 10^{-5}$ ,  $a = 0,72$  за даними зведеної в'язкості нейлона у мурашиній кислоті (табл.), обчисліть молярну масу нейлона.

Концентрація нейлону, $C$ , кг/м <sup>3</sup>	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Зведена в'язкість	0,09	0,096	0,104	0,109	0,117

5. Обчисліть молярну масу: а) полістиролу у толуолі за даними

$$[h] = 0,105, K = 1,7 \cdot 10^{-5}, a = 0,69;$$

б) натурального каучуку в бензині:

$$[h] = 0,126, K = 5 \cdot 10^{-5}, a = 0,67;$$

в) нітроцелюлози в ацетоні:

$$[h] = 0,204, K = 0,89 \cdot 10^{-5}, a = 0,9.$$

6. Обчисліть молярну масу перхлорвінілової смоли в циклогексані за віскозіметричними даними (табл.).

Концентрація розчину, $C$ , кг/м <sup>3</sup>	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Питома в'язкість розчину	0,204	0,433	0,678	0,960	1,240

$$K = 6,3 \cdot 10^{-5}, a = 0,67.$$

7. Використовуючи рівняння Релея, порівняти інтенсивності світлорозсіювання двох емульсій з однаковими радіусами частинок і концентраціями: бензол у воді (показник заломлення дорівнює 1,50) і н-пентан у воді (показник заломлення 1,36). Показник заломлення води становить 1,33.

$$\text{Відповідь: } I_1/I_2 = 30,85.$$

8. Знайти середнє зміщення частинок диму амоній хлориду з радіусом  $10^{-6}$  м при 273 К за 5 с. В'язкість повітря вважати такою, що дорівнює  $1,7 \times 10^{-5}$  Па·с. Чи зміниться зміщення, якщо радіус частинок диму зменшиться до  $10^{-7}$  м?

Відповідь:  $4,85 \times 10^{-6}$  м; 3,16.

9. Обчислити коефіцієнт дифузії золю миш'як(III) сульфід з радіусом часточок  $20 \times 10^{-9}$  м, якщо в'язкість середовища становить  $1,8 \times 10^{-3}$  Па·с, а температура 288 К.

Відповідь:  $5,86 \times 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с.

10. Осмотичний тиск гідрозолу золота (форма часточок сферична) з концентрацією 2 г/л при 293 К рівний 3,74 Па. Розрахувати коефіцієнт дифузії частинок гідрозолу при тих же умовах, якщо густина золота –  $19,3$  г/см<sup>3</sup>, а в'язкість дисперсного середовища –  $1 \times 10^{-3}$  Па·с.

Відповідь:  $7,17 \times 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/с.

11. Визначити висоту, на якій після встановлення дифузійно-седиментаційної рівноваги концентрація частинок гідрозолу SiO<sub>2</sub> зменшиться вдвоє. Часточки золю сферичні, дисперсність частинок: а)  $0,2$  нм<sup>-1</sup>; б)  $0,1$  нм<sup>-1</sup>; в)  $0,01$  нм<sup>-1</sup>. Густина SiO<sub>2</sub> –  $2,7$  г/см<sup>3</sup>, густина води –  $1$  г/см<sup>3</sup>, температура 298 К.

Відповідь: 2,61 м; 32,6 см; 0,326 мм.

12. З якою швидкістю осідатимуть краплини водяного туману з радіусами частинок  $10^{-4}$  м?  $10^{-6}$  м? В'язкість повітря становить  $1,8 \times 10^{-5}$  Па·с. Густиною повітря знехтувати.

Відповідь: 1,21;  $1,21 \times 10^{-4}$  м/с.

### До теми 5

1. Частинки бентоніту дисперсністю  $D=0,8$  мкм<sup>-1</sup> осідають у водному середовищі під дією сили тяжіння. Визначте час осідання  $t_1$  на відстані  $h=0,1$  м, якщо питома вага бентоніту  $r=2,1$  г/см<sup>3</sup> та середовища  $r_0=1,1$  г/см<sup>3</sup>; в'язкість середовища  $\eta = 2 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Наскільки швидше будуть седиментувати ці частинки на ту саму відстань у центрифугі, якщо початкова відстань від осі обертання  $x_0=0,15$  м, а швидкість обертання центрифуги -  $n=600$  об/с?

2. За який час сферичні частинки скла осядуть у воді на відстань 1 см, якщо дисперсність складає: а)  $0,1$  мкм<sup>-1</sup>; б)  $1$  мкм<sup>-1</sup>; в)  $10$  мкм<sup>-1</sup>? Питома вага скла та води дорівнюють 2,4 та 1,0 г/см<sup>3</sup> відповідно, в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с.

3. Який об'єм толуолу і води необхідно змішати в присутності олеату калію для отримання 300 мл концентрованої емульсії?

4. Яку кількість (мл) ксилолу потрібно змішати з водою, що містить олеат натрію, щоб втримати 200 мл висококонцентрованої емульсії?

5. В присутності олеату натрію змішали 1 мл бензолу і 200 мл води. Якого типу утвориться емульсія? Наведіть відповідні розрахунки. Класифікуйте емульсію за вмістом дисперсної фази.

6. В колбу, що містить невелику кількість олеату свинцю, додали 6 мл води і 2 мл толуолу. Зазначте тип емульсії, класифікуйте її за вмістом дисперсної фази.

7. Обчислити радіус міцел ПАР в водному середовищі, вважаючи їх сферичними і виходячи з таких даних: коефіцієнт дифузії міцел при 313 К дорівнює  $0,69 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/с, в'язкість середовища  $8 \cdot 10^{-4}$  Па·с.

8. Який об'єм бензолу і води необхідно змішати в присутності олеату калію для отримання 200 мл висококонцентрованої емульсії?

9. В колбу, що містить невелику кількість олеату свинцю, додали 4 мл води і 8 мл толуолу. Визначте тип емульсії класифікуйте її за вмістом дисперсної фази.

### До теми 6

1. Обчислити середньочисельну і середньомасову молекулярні маси ВМР, що містить 1 г ВМР з  $M_r=10^4$  і 1 г ВМР з  $M_r=10^6$ .

2. За даними про розподіл молекул ВМР за молекулярною масою обчислити середньочисельну і середньомасову молекулярні маси ВМР, а також коефіцієнт полідисперсності:

Число молекул	15	8	25	10
Молекулярна маса	25000	14000	40000	50000

3. За даними про розподіл молекул полівінілового спирту (пролонгатор дії антибіотиків) за молекулярною масою обчислити середньочисельну і середньомасову молекулярні маси ВМР, а також коефіцієнт полідисперсності:

Маса ПВС, г	2	1	3,5
Молекулярна маса	250000	90000	140000

4. Обчислити середньочисельну і середньомасову молекулярні маси ВМР, якщо зразок ВМР містить 0,5 молярної частки з молекулярною масою 200000 і 0,5 молярної частки з молекулярною масою 300000.

5. В мірний циліндр ємкістю 100 см<sup>3</sup> налити 50,0 см<sup>3</sup> дистильованої води і занурити наважку желатини. Рівень води в циліндрі при цьому підвищується до 56,8 см<sup>3</sup>. Через 5 годин витримки воду з цього циліндру зливають в другий мірний циліндр: об'єм води став рівним 41,6 см<sup>3</sup>. Яка ступінь набухання желатину в умовах досліду?

6. Побудувати криву кінетики набухання каучука в ССl<sub>4</sub> в координатах  $\alpha$ - $t$  за такими експериментальними даними:

Час набухання $t$ , хв	5	30	90	150	210	240	270	300
Ступінь набухання $\alpha$	0,33	1,15	2,33	2,91	3,25	3,41	3,58	3,58

Визначити графічним способом константу швидкості набухання.

7. Зразок гуми масою 40 г помістили у бензин. Через 20 годин витримування при 25 °С маса зразка стала 47 г. Вирахувати ступінь набухання даного полімеру.

8. Вирахувати масову частку полімеру (%) в гелі, одержаному в результаті набрякання 100 г каучуку в хлороформі. Об'єм поглинутого хлороформу складає 990 см<sup>3</sup>, густина хлороформу - 1,489 г/см<sup>3</sup>.

9. Обчислити осмотичний тиск розчину етилцелюлози в аніліні при 40°С, якщо середня молярна маса полімеру 55 кг/моль, концентрація розчину 3,2 г/см<sup>3</sup>, константа  $b$  рівняння Галлера дорівнює 0,52.

10. Чому дорівнює середня молярна маса каучуку, якщо його розчин в бензолі з масовою концентрацією 5,15 кг/м<sup>3</sup> при 25 °С має осмотичний тиск 81 Па? Константа  $b$  рівняння Галлера дорівнює 0,73.

11. Розрахуйте за рівнянням Штаудінгера молекулярну масу натурального каучуку, якщо характеристична в'язкість його розчину в бензолі 0,126 м<sup>3</sup>/кг, константа  $K=5 \cdot 10^{-5}$ , параметр  $\alpha=0,67$ .

12. Який заряд частинок желатини ( $pH_{\text{ИЕТ}}=4,7$ ) у розчині, концентрація  $OH^-$  в якому у 1000 разів більша, ніж у води?

13. Який заряд частинок казеїну ( $pH_{\text{ИЕТ}}=4,6$ ) у розчині, концентрація  $OH^-$  в якому у 100 разів менша ніж у води?

14. Вкажіть напрям руху частинок альбуміну сироватки крові ( $pH_{\text{ІЕТ}}=4,6$ ) в буферному розчині з  $pH=4.0$  при електрофорезі.

## 9. Методи навчання

Вивчення дисципліни «Хімія колоїдно-дисперсних систем» потребує використання трьох пов'язаних один з одним форм занять: лекцій, лабораторного практикуму та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Основою навчального процесу є лекції, що визначають зміст лабораторного практикуму та дають напрямок самостійної роботи здобувачів вищої освіти. В лекціях викладаються найбільш суттєві питання, що недостатньо висвітлені в навчальній літературі, поняття та закономірності. Важливою складовою процесу вивчення є лабораторний практикум. Робота в лабораторії допомагає у закріпленні лекційного матеріалу, розвиває у здобувачів вищої освіти навички наукового експерименту, дослідницький підхід до вивчення хімії, логічне мислення. До однієї з головних форм вивчення дисципліни відноситься самостійна та індивідуальна робота здобувачів вищої освіти, на яку відведена значна доля часу.

Методи навчання: а) які забезпечують опанування навчального предмета (словесні, візуальні, практичні, репродуктивні, проблемно-пошукові, індуктивні, дедуктивні); б) які стимулюють та мотивують навчально-наукову діяльність (спостереження, метод експерименту, метод наукового пошуку); в) методи контролю у навчальній діяльності (усний контроль, письмовий, тестовий, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки).

Інтерактивні методи, форми і прийоми: аналіз помилок, аудіовізуальний метод навчання; брейнстормінг («мозковий штурм»); навчальні дискусії; ділова (рольова) гра; «займи позицію»; коментування, майстер-класи; метод аналізу і діагностики ситуації; метод проєктів; моделювання; проблемний метод; публічний виступ; робота в малих групах; тренінги індивідуальні та групові та ін.

## 10. Методи контролю

У процесі контролю рівня засвоєння знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти з дисципліни «Хімія колоїдно-дисперсних систем» використовуються методи: усний контроль, письмовий контроль, тестовий, самоконтроль, метод практичної перевірки.

Також використовуються інтерактивні форми і методи оцінювання знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти, зокрема: ділові ігри, «круглі столи», прес-конференції, дискусії, обговорення-виступи, повідомлення-огляди, олімпіади-турніри, тренінги.

Методи усної перевірки – попередній та поточний контроль – виступ, обґрунтування і аналіз схем, таблиць.

Методи практичної перевірки – поточний, тематичний контроль – проведення лабораторного дослідження, виконання індивідуальних завдань різного спрямування.

Методи письмової перевірки – тематичний, періодичний і підсумковий контроль – контрольні роботи, тестування, хімічні диктанти.

## 11. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання результатів навчання	
<b>Високий (А)</b>	Здобувач вищої освіти виявляє високий рівень теоретичних знань: аналізує, систематизує, використовує міжпредметні зв'язки, робить

<p><b>90 – 100 %</b></p> <p><b>відмінно</b></p>	<p>узагальнення та аргументовані висновки. Здобувач вищої освіти вмie синтезувати знання по окремих темах; використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Здобувач вищої освіти самостійно виконує лабораторні роботи, раціонально використовує обладнання і реактиви; описує спостереження; правильно складає та захищає звіт, що містить обґрунтовані висновки. Самостійні роботи містять змістовні відповіді на теоретичні питання; наведені правильні розв'язки практичних завдань. Відповідь здобувача вищої освіти відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. Здобувач вищої освіти самостійно орієнтується в потоці інформації з дисципліни; здатний проаналізувати й узагальнити результат.</p>
<p><b>Середній (В, С)</b></p> <p><b>75 – 89%</b></p> <p><b>добре</b></p>	<p>Здобувач вищої освіти виявляє середній рівень теоретичних знань, відповідь дає в цілому правильну, достатньо повну, логічну; допускає несуттєві помилки та неточності. Здобувач вищої освіти виконує лабораторні роботи переважно самостійно, описує спостереження; в цілому правильно складає і захищає звіт, робить висновки. Самостійні роботи містять правильні відповіді на всі питання, деякі відповіді недостатньо змістовні. Здобувач вищої освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим.</p>
<p><b>Достатній (Д, Е)</b></p> <p><b>61 – 74%</b></p> <p><b>задовільно</b></p>	<p>Здобувач вищої освіти виявляє достатній рівень теоретичних знань; відповідь дає частково правильну або недостатньо обґрунтовану. Здобувач вищої освіти відтворює основні поняття і визначення курсу, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теорії; допускає неточні і не повні відповіді, не чітко їх формулює, робить окремі помилки у відповіді, але може їх усунути під керівництвом викладача, недостатньо володіє термінологією. Здобувач вищої освіти самостійно виконує окремі хімічні досліди, дотримуючись інструкції; описує хід виконання дослідів; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки в рівняннях реакцій. Всі завдання самостійної роботи опрацьовані; відповіді на суттєву кількість питань дуже стислі або поверхові.</p>
<p><b>Низький (FX, F)</b></p> <p><b>1 – 60%</b></p> <p><b>незадовільно</b></p>	<p>Здобувач вищої освіти виявляє недостатній рівень теоретичних знань; відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована. Здобувач вищої освіти не розв'язує задачі. Здобувач вищої освіти виконує найпростіші хімічні досліди під керівництвом викладача; складає неохайно оформлений звіт, що містить велику кількість помилок, відсутні висновки. Відповідь здобувача вищої освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями щодо педагогічних процесів. У відповіді цілком відсутня самостійність. Здобувач вищої освіти знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями курсу, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення.</p>

Поточний контроль здійснюється на кожному занятті відповідно з конкретними цілями, а також під час індивідуальної роботи викладача зі здобувачем вищої освіти для тих тем, які здобувач вищої освіти опрацьовує самостійно і вони не входять до структури практичного заняття. Оцінка практичної підготовки студентів – за результатом виконання

практичної частини – оформлюється у вигляді звіту. Максимальна кількість балів за теми становить 10 балів: (7 тем по 10 балів).

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) полягає у розв’язанні задач з колоїдної хімії. Максимальна оцінка за індивідуальне навчально-дослідне завдання дорівнює 20 балів (10 задач по 2 бали).

Підсумковий контроль здійснюється по завершенню вивчення дисципліни у формі екзамену. До екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт, передбачені програмою навчальної дисципліни, та при вивченні дисципліни набрали кількість балів, не меншу за мінімальну. Форма проведення екзамену є стандартною і включає контроль теоретичної і практичної підготовки. Екзамен проводиться під час екзаменаційної сесії згідно розкладу і включає: 50 тестів, які оцінюються по 0,2 бала (50 хвилин). Максимальна кількість балів, яку може набрати студент при складанні екзамену становить 10.

## 12. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Поточне оцінювання і самостійна робота							ІНДЗ	Підсумковий контроль	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				20	10	100
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7			
10	10	10	10	10	10	10			

Т 1, Т 2 ... Т 9 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка в ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи, практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
75–81	C		
69–74	D	задовільно	
60–68	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

## 14. Рекомендована література

### Основна

1. Волошинець А. С. Фізична та колоїдна хімія: фізико-хімія дисперсних систем та полімерів. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. 198 с.
2. Галушко С.М. Хімія колоїдно-дисперсних систем. Умань: Жовтий О.О., 2013. 100 с.
3. Цветкова Л.Б. Колоїдна хімія: теорія і задачі. Львів: Новий світ-2000, 2019. 288 с.
4. Фізична і колоїдна хімія : Навч. Пос. / Кол. 16вт.: С.О. Самойленко, Н.О. Отрошко, О.Ф. Аксьонова, В.О. Добровольська. Харків : Світ Книг, 2018. 339 с.



### Допоміжна

1. Каданер Л. І. Фізична та колоїдна хімія Київ : *Вища школа*, 1983. 288 с.
2. Кононський О.І. Фізична і колоїдна хімія. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 311 с.
3. Кострицький А. І., Калінков О. Ю., Тищенко В. М., Берегова О. М. Фізична та колоїдна хімія: Навч. пос. К.: *Центр учбової літератури*, 2008. 496 с.
4. Мороз А. С. Фізична та колоїдна хімія, Львів : *Світ*, 1994. 280 с.
5. Мчедлов-Петросян О., Лебідь В. І., Глазкова, О. М. Єльцов С. В., Дубина О. М., Панченко В. Г: за ред. М.О.Мчедлова-Петросяна. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем: Підручник *М. Х., ХНУ імені В.Н.Каразіна*, 2004р. 300с.

### 15. Інформаційні ресурси

1. Велика бібліотека підручників з хімії хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://library.chem.univ.kiev.ua>
2. Бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://nduv.gov.ua>
3. Інформаційно-пошукова система-каталог з електронної літератури: книжки, довідники, словники, енциклопедії, підручники і т. д. URL: <http://ekniga.com.ua>
4. Електронна бібліотека: енциклопедії, словники, підручники, будь-яка література. URL: <http://7ua.net>
5. Сайт електронної бібліотеки. URL: <http://lib.com.ua>
6. Хімічна література. URL: <http://www.anriintern.com/chemistry>