

до наказу від \_\_\_\_\_ 2021 р. № \_\_\_\_\_

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра загальної, органічної та фізичної хімії

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету  
Захисту рослин, біотехнологій та екології  
Коломієць Ю.В.  
“ ” \_\_\_\_\_ 20 р.



**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри загальної,  
органічної та фізичної хімії  
Протокол № 10 від “12” травня 2021 р.

Завідувач кафедри  
(Ковшун Л.О.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Фізична і колоїдна хімія»

спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

освітня програма Біотехнології та біоінженерія

Факультет (НН) Агробіологічний

Розробники: доцент кафедри загальної, органічної та фізичної хімії, кхн,

доцент Хижан О.І.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2021 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### «Фізична і колоїдна хімія»

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія	
Освітня програма	Біотехнології та біоінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	210	
Кількість кредитів ECTS	7	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3	
Семестр	5	
Лекційні заняття	15 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	- год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	6 год.
Самостійна робота	165 год.	200 год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: для розвитку агропромислового комплексу необхідна підготовка фахівців, що володіють знаннями фундаментальних наук і вміють застосовувати всі можливості сучасної науки для вирішення поточних проблем, впроваджують у виробництво передові технології для захисту рослин від шкідників та негативного впливу оточуючого середовища. Курс фізичної і колоїдної хімії спрямований на те, щоб дати чіткі уявлення про теоретичні і експериментальні основи науки, визначаючи її особливу роль як міждисциплінарної науки, яка синтезує знання суміжних розділів хімії, фізики, біології та інших природознавчих наук. Фізична хімія вивчає взаємозв'язок між фізичними явищами, які супроводжують хімічні перетворення і, широко використовуючи при цьому теоретичні та експериментальні методи фізики і хімії, займається узагальненням фактичного матеріалу різних розділів хімії, виявляє загальні закономірності хімічних реакцій. Колоїдна хімія вивчає фізико-хімічні властивості та поведінку високодисперсних і високомолекулярних систем, що широко розповсюджені в навколишньому середовищі

Завдання:

- розкрити фізичний зміст основних законів фізичної та колоїдної хімії;
- навчити студента визначати області застосування законів і принципів фізичної і колоїдної хімії для вирішення конкретних практичних задач;

- виділити методологічно важливі питання фізичної і колоїдної хімії і на конкретних прикладах показати взаємозв'язок фізичної та колоїдної хімії з біологією, фізикою та іншими дисциплінами природничого циклу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні закони і поняття в фізичній і колоїдній хімії;
- розуміти принципові можливості застосування методів дослідження фізичної хімії для розв'язку конкретних практичних проблем.

**вміти:**

розрахувати тепловий ефект хімічного процесу за будь якої температури;  
 визначити принципову можливість чи не можливість перебігу певної хімічної реакції;  
 розрахувати константу рівноваги за будь-якої температури;  
 розрахувати склад рівноважної суміші;  
 визначити порядок хімічної реакції і концентрацію речовин на будь-який момент з початку її перебігу;  
 визначити енергію активації хімічної реакції;  
 визначити основні фактори, що впливають на перебіг ланцюгових, фотохімічних і гетерогенних реакцій;  
 впливати на проходження іонообмінних процесів;  
 підбирати ефективні адсорбенти для селективної адсорбції;  
 розрахувати активність розчинів електролітів;  
 визначити константи електролітичної дисоціації,  
 знаходити рН та буферну ємність розчинів;  
 визначати концентрацію розчинів методом кондуктометричного і потенціометричного титрування;  
 готувати розчини різних концентрацій;  
 підбирати найбільш ефективні стабілізатори і коагулянти.

**Набуття компетентностей:**

***Загальні компетентності (ЗК):***

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел.
- Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності.

***Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):***

- Здатність розв'язувати складні теоретичні та практичні завдання
- Здатність до абстрактного мислення, аналізу отриманих даних та синтезу рішень в окремих випадках
- Здатність застосовувати набуті теоретичні знання та практичні навички у вирішенні завдань
- Здатність працювати у команді, обмінюватися досвідом та спільно приймати рішення для вирішення окремих задач
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- Здатність науково обґрунтовано використовувати органічні полімери, добрива та пестициди у прагненні до збереження навколишнього середовища

### 3.Програма та структура навчальної дисципліни для

повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	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
Змістовий модуль 1. Хімічна термодинаміка. Хімічна кінетика.												
Тема 1. Вступ. Предмет фізичної і колоїдної хімії. Термодинаміка. Основні поняття і терміни. Перший закон термодинаміки. Термохімія. Теплові ефекти. Закони термохімії. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Функції стану. Термодинамічні потенціали. Значення термодинаміки в біології. Хімічна рівновага	36	3		5		28	36	1				35
Тема 2. Швидкість, порядок і молекулярність хімічної реакції. Класифікація хімічних реакцій. Механізм хімічних реакцій Основний постулат хімічної кінетики. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Каталіз.	34	2		5		27	34			2		32
Разом за змістовним модулем 1	70	5		10		55	70	1		2		67
Змістовий модуль 2. Розчини. Електроодні процеси.												
Тема 3. Розчини неелектролітів. Закон Рауля. Осмос. Осмотичний тиск. Розчини електролітів. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса. Основні положення теорії сильних електролітів. Активність	22	2		2		18	30	1		2		27
Тема 4. Іонний добуток води. Водневий і	24	1		4		19	20					20

гідроксильний показники. Буферні розчини											
Тема 5. Електропровідність розчинів. Електродні процеси.	24	2		4		18	20				20
Разом за змістовим модулем 2	70	5		10		55	70	1		2	67
Змістовий модуль 3. Поверхневі явища і дисперсні системи											
Тема 6. Явище сорбції. Адсорбція на твердій поверхні. Адсорбція електролітів. Подвійний електричний шар. Будова міцели ліофобного золю. Електрокінетичні явища. Іонообмінні адсорбційні процеси.	35	3		4		28	37	2		2	33
Тема 7. Класифікація дисперсних систем. Одержання і очистка колоїдних розчинів. Стійкість колоїдних систем. Коагуляція і пептизація. Теорія ДЛФО. Розчини ВМС. Набухання. Желатинування. Гелі і драглі.	35	2		6		27	33				33
Разом за змістовим модулем 3.	70	5		10		55	70	2		2	66
Усього годин	210	15		30		165	210	4		6	200
Курсовий проект (робота) з (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-		-		-	-	-	-
Усього годин	210	15		30		165	210	4		6	200

#### 4. Теми семінарських занять

Не передбачені

#### 5. Теми практичних занять

Не передбачені

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Хімічна термодинаміка. Хімічна кінетика		
1	Визначення теплоти реакції утворення кристалогідрату солі: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2
2	Визначення теплоти реакції утворення кристалогідрату солі: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	2
3	Визначення теплоти реакції нейтралізації сильної кислоти сильною основою	2
1	Визначення залежності швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин	2
2	Визначення залежності швидкості хімічної реакції від температури	2
3	Модульна контрольна робота	
Змістовий модуль 2. Розчини. Електролітичні процеси.		
1	Визначення молекулярної маси розчиненої речовини, осмотичного тиску розчину та ступеня дисоціації слабкого електроліту методом криоскопії.	2
2	Кондуктометричне визначення ступеню і константи дисоціації слабких електролітів.	2
3	Визначення рН розчинів	2
4	Кондуктометричне і потенціометричне титрування. Визначення буферної ємності розчинів	2
5	Вимірювання ЕРС гальванічних елементів.	2
6	Модульна контрольна робота	
Змістовий модуль 3. Поверхневі явища і дисперсні системи		
1	Дослідження адсорбції оцтової кислоти на вугіллі	2
2	Визначення поверхневого натягу рідин сталагмометричним методом	2
3	Одержання і очищення колоїдних систем	2
4	Дослідження коагуляції золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ розчинами електролітів	2
5	Дослідження розчинів ВМС	2
6	Модульна контрольна робота	

## 7. Контрольні питання комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

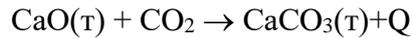
### 1. Вступ. Агрегатний стан речовини

1. Дайте визначення предмету фізична і колоїдна хімія. Які основні розділи включає фізична хімія і які основні теоретичні і практичні задачі вона вирішує.
2. Які фундаментальні положення фізичної хімії лежать в основі таких спеціальних дисциплін як агрохімія, ґрунтознавство, фізіологія рослин, біохімія, мікробіологія.
3. Яка роль фізичної та колоїдної хімії у хімізації сільського господарства? Який внесок вітчизняних вчених у розвиток фізичної та колоїдної хімії?
4. Агрегатний стан речовини. Класифікація і характеристика агрегатних станів речовин.
5. Газоподібний стан речовин, закони ідеальних газів, рівняння стану ідеального газу.
6. Газоподібний стан речовин. Реальні гази, закони реальних газів.
7. Фізичний зміст газової постійної  $R$ . Знайти значення  $R$  в системі СІ для 1 моля ідеального газу при температурі 273 К і тиску 1 атм.
8. Реальні гази і їх відхилення від законів ідеального газу. Порівняйте рівняння Клапейрона-Менделєєва і Ван-дер-Ваальса. Константи в рівняннях Ван-дер-Ваальса для реальних газів і їх фізична суть.
9. Аморфний стан речовини і його характеристика. Поняття про ізотропність.
10. Кристалічний стан речовини. Назвіть види хімічного зв'язку в кристалах. Як це впливає на їх фізичні та хімічні властивості?
11. Кристалічний стан речовини. Кристалічна ґратка. Що таке поліморфізм, ізоморфізм, їх значення? Кристали якої речовини, що використовується як добриво, схильні до поліморфних перетворень?
12. Кристалічний стан речовини. Які види розчинів (неелектролітів, слабких чи сильних електролітів) утворюються при розчиненні у воді кристалів, що мають іонні та молекулярні кристалічні ґратки?
13. Рідкий стан речовини. Поняття про електричний дипольний момент, в'язкість.
14. Тиск насиченої пари рідини: пароутворення, випаровування, кипіння рідини.
15. Вода. Структура рідкої води і льоду. Роль води в біологічному, процесі.

### 2. Хімічна термодинаміка. Термохімія

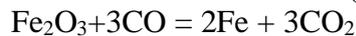
16. Предмет і задачі хімічної термодинаміки. Параметри стану. Знайти зміну ентропії  $\Delta S$  при плавленні 100 г води, якщо питома теплота плавлення  $Q$  рівна 19,2 кДж/г.
17. Види процесів у хімічній термодинаміці. Робота цих процесів. На скільки градусів підвищиться температура при розчиненні 0,14 моль натрію гідроксиду в 0,5 кг води, якщо теплота розчинення  $\text{NaOH}$  становить 54,56 кДж/моль, а питома теплоємність – 3020 Дж/(кг·К).
18. Енергія та її види. Закон збереження енергії. Обмін енергією між системою і зовнішнім середовищем. Знайти ентальпію процесу фотосинтезу, що описується простим рівнянням
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + \Delta H_x,$$
якщо стандартні ентальпії утворення речовин  $\Delta H^0_{298}$  такі: для  $\text{CO}_2 = -393,5$ ;  $\text{H}_2\text{O} = -241,8$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = -2820,1$  кДж/моль.
19. Поняття про внутрішню енергію системи. Зв'язок між енергією системи і роботою. Знайти стандартну зміну ентальпії в реакції:
$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{FeO} + \text{CO}_2 + \Delta H$$
20. Перший закон термодинаміки та його математичний вираз. Скільки тепла виділиться при згоранні 7 м<sup>3</sup>  $\text{CH}_4$  за реакцією:
$$\text{CH}_4(\text{г}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \Delta H$$
21. Хімічні процеси з позицій першого закону термодинаміки: теплота реакції, стандартний стан системи, ентальпія утворення речовини, співвідношення теплот реакцій при постійному об'ємі, при постійному тиску. Скільки теплоти необхідно витратити для одержання 10 м<sup>3</sup> водяного газу за реакцією:
$$\text{C}_{\text{графіт}} + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2.$$

22. Закон Гесса і наслідки з нього, їх значення. Розрахуйте теплоту утворення  $\text{CaCO}_3$ . якщо теплота  $Q$  реакції

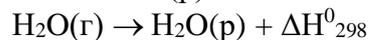
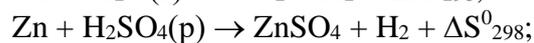
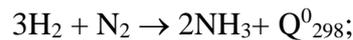


рівна 178 кДж/моль, теплота утворення  $\text{CaO}$  і  $\text{CO}_2$  відповідно становить 637 і 394 кДж/моль.

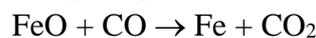
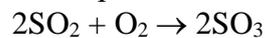
23. Основні закони термохімії (Лавуазьє-Лапласа і Гесса) та їх значення для біологічних і сільськогосподарських наук. Як визначають калорійність кормових продуктів для тварин і птиці?  
Яка калорійність 10 г глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , якщо при її окисленні виділяється  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ ?  
Стандартні ентальпії утворення речовин  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  відповідно: -2820,7; -39,35; -241,8 кДж/моль.
24. Який стан речовини прийнято як стандартний? Як змінюються внутрішня енергія  $\Delta U$ , ентальпія  $\Delta H$  і ентропія  $\Delta S$  для процесів, що самовільно протікають?  
Знайти стандартні зміни ентальпії в реакціях:



25. Другий закон термодинаміки та його математичний вираз. Поняття про ентропію. Визначити ентропію  $\Delta S$  плавлення 100 г льоду, якщо його теплота плавлення  $Q = 344,16$  Дж/моль.
26. Процеси, що протікають самовільно і несамовільно. Принцип роботи теплових машин. Другий закон термодинаміки.  
Які із наведених нижче реакцій протікають самовільно чи несамовільно, чому?



27. Третій закон термодинаміки і абсолютна ентропія. Як для хімічних реакцій, що протікають при різних температурах, знаходять зміну ентропії.  
Знайти зміну ентропії при 298 К для таких реакцій:



$\Delta S_{298}^0$  становить для  $\text{SO}_2 = 248,1$ ;  $\text{SO}_3 = 256,2$ ;  $\text{O}_2 = 205,0$ ;  $\text{FeO} = 58,8$ ;  $\text{Fe} = 27,15$ ;  $\text{CO} = 197,4$ ;  $\text{CO}_2 = 213,6$  Дж/(моль·К).

28. Що таке вільна і зв'язана енергія? В чому полягає принцип мінімуму вільної енергії? Вільна енергія і напрямок хімічних реакцій.  
Яка кількість тепла виділиться при згоранні 7 м<sup>3</sup> метану, бутану, якщо  $\Delta H_{298}^0$  метану, бутану, диоксиду вуглецю і газоподібної води відповідно рівні: -74,8; -124,7; -396,3; -241,8 кДж/моль.
29. Для яких систем і чому вводяться термодинамічні функції: вільна енергія Гіббса (G), вільна енергія Гельмгольца (F). Математичний вираз цих функцій. Значення цих функцій для зворотних і незворотних процесів.

Чи можливе протікання реакції синтезу аміаку :  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$

при 298 К і атмосферному тиску, якщо  $\Delta H_{298}^0 = -92,5$  кДж/моль,  $\Delta S^0 = -795$  Дж/(моль·К),  $\Delta G = 33,5$  кДж/моль. Чи збільшує вихід аміаку збільшення температури?

30. Математичний вираз вільна енергія Гіббса (G), вільна енергія Гельмгольца (F). Як за їх допомогою визначити напрямок протікання процесів.

Теплота згорання  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  дорівнює 1667 кДж/моль. Теплоти утворення  $\text{H}_2\text{O}(р)$  і  $\text{CO}_2(г)$  при сталому тиску відповідно дорівнюють 285,8 і 393,5 кДж/моль. Знайти теплоту утворення етанолу.

### 3. Кінетика хімічних реакцій. Каталіз

31. Дати визначення швидкості хімічної реакції, написати її математичний вираз і навести графічне відображення для реагентів і продуктів реакції.

- Чому дорівнює середня швидкість реакції, якщо протягом 80 с концентрація продуктів реакції змінилась від 0,7 до 0,35 кмоль/м<sup>3</sup>?
32. Фактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій. Закон діючих мас (ЗДМ). Напишіть математичний вираз (відповідно ЗДМ) для швидкості таких хімічних реакцій:
- $$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O},$$
- $$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow \text{Fe} + 3\text{CO}_2.$$
33. Порядок і константа швидкості хімічних реакцій. Запишіть вираз швидкості хімічної реакції утворення KCl залежно від концентрації HCl і KOH в реакції
- $$\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}.$$
- Якого порядку ця реакція відносно KOH, HCl і в цілому.
34. Поняття про елементарні і складні реакції. Молекулярність реакцій і як її визначають. Вказати на молекулярність і порядок таких реакцій:
- $$\text{CF}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{F}_2$$
- $$\text{CH}_3\text{Br} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaBr}$$
- $$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3.$$
35. Складні реакції і механізм їх протікання. Що таке лімітуюча стадія хімічної реакції, наведіть приклад. Як змінюється швидкість хімічних реакцій
- $$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO} \quad \text{і}$$
- $$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- при зміні тиску в 2 рази?
36. Які реакції є реакціями першого і другого порядку? Яким рівнянням вони описуються? Знайти кількість мурашиної кислоти, яка залишилась після протікання реакції  $\text{HCOOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  протягом 30 с, якщо початкова концентрація її була  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л, а константа швидкості становить  $3,44 \cdot 10^{-3}$ .
37. Який фізичний зміст константи швидкості хімічної реакції? Від яких факторів вона залежить і як її визначають? Знайти константу швидкості хімічної реакції  $\text{N}_2\text{O}_5 = \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ , яка протікає протягом 10 с, якщо початкова і кінцева концентрації  $\text{N}_2\text{O}_5$  відповідно 0,5 і 0,0012 моль/л.
38. Вплив температури на швидкість хімічних реакцій, правило Вант-Гоффа. Швидкість реакції  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$  за киснем при температурі 20 °C становить 2 моль/сек. У скільки разів збільшиться швидкість реакції, якщо температуру підвищити до 80 °C?
39. Енергія активації, теорія Арреніуса, енергетична діаграма реакції. Визначити енергію активації реакції розкладу йодиду водню  $2\text{HI} = \text{I}_2 + \text{H}_2$ , якщо константи швидкості при  $T_1 = 290 \text{ K}$  і  $T_2 = 320 \text{ K}$  дорівнюють відповідно  $K_1 = 2,7 \cdot 10^{-2}$  і  $K_2 = 4,3 \cdot 10^{-2}$ .
40. Поняття про ланцюгові реакції. Що таке період напіврозпаду? Період напіврозпаду ( $t_{1/2}$ ) полонію становить 137 днів. Знайти час, протягом якого від вихідної кількості речовини 1 г залишиться 0,1 г (для розв'язання задачі використайте кінетичне рівняння 1-го порядку; константа швидкості процесу зв'язана з періодом напіврозпаду співвідношенням  $K = 0,69/t$ ).
41. Які речовини називають каталізаторами і який механізм їх дії? Наведіть приклади гомогенного і гетерогенного каталізу. Знайти енергію активації гідролізу оцтової ефіру, якщо константа швидкості при температурі  $T_1 = 300 \text{ K}$  і  $T_2 = 313 \text{ K}$  відповідно дорівнює  $K_1 = 1,09 \cdot 10^{-2}$  і  $K_2 = 2,3 \cdot 10^{-2}$ .
42. Що таке ферментативний каталіз, його особливості і значення. Для реакції  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  в початковий момент концентрації речовин дорівнювали:  $\text{SO}_2 - 12 \text{ кмоль/м}^3$ ,  $\text{O}_2 - 10 \text{ кмоль/м}^3$ . Через певний час концентрація цих речовин зменшується вдвічі. Як змінилась швидкість реакції?
43. Які реакції називають фотохімічними? Закон фотохімічної еквівалентності Ейнштейна і квантовий вихід. Цукровий буряк протягом одного дня з 1 га дає приріст більше 70 кг. Припустивши, що в такій

біомасі міститься 30 % вуглецю, розрахуйте, скільки літрів  $\text{CO}_2$  засвоєно рослиною і скільки літрів  $\text{O}_2$  при цьому виділилося (припускається, що весь вуглець поступає в рослину в процесі фотосинтезу за реакцією  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ).

44. Що таке квантовий вихід реакції? Чи можна за величиною квантового виходу судити про механізм темнових стадій фотохімічного процесу?
45. Які речовини називають сенсibiliзаторами і яка їх роль у фотохімічних реакціях? Розрахуйте об'єм кисню, який виділяється в процесі фотосинтезу, якщо приріст біомаси на 1 га/день становить 150 кг, а процент сухої речовини в біомасі 20 % (процес біомаси обумовлений).

#### 4. Рівноважний стан системи

46. Що таке стан хімічної рівноваги? Константа рівноваги як кількісна характеристика стану динамічної рівноваги.  
Знайти константу рівноваги реакції  $\text{NO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{NO}_2$ , якщо в стані рівноваги концентрації речовин становлять:  $[\text{NO}] = 0,05$ ;  $[\text{O}_2] = 0,03$ ;  $[\text{NO}_2] = 0,04$  моль/л.
47. При яких значеннях термодинамічних функцій  $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  і  $T = 298 \text{ K}$  хімічна реакція :  
$$aA + bB \leftrightarrow cC + dD$$
  
а) знаходиться в стані динамічної рівноваги; б) проходить самовільний процес у прямому напрямку; в) реалізується самовільний процес у зворотному напрямку.
48. Вплив різних факторів на стан хімічної рівноваги, принцип Ле-Шательє.  
Як буде впливати зміна температура і тиску на стан рівноваги у таких реакціях:  
$$\text{PCl}_5 \leftrightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 + \Delta H; \quad \text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3 + \Delta H$$
49. Принцип Ле-Шательє. Його значення та застосування.  
Константа рівноваги взаємодії азоту з киснем дорівнює 0,005. Визначити склад рівноважної реакційної суміші, добутої з  $0,25 \text{ м}^3$  азоту і  $0,55 \text{ м}^3$  кисню в об'ємних процентах.
50. Рівновага в гетерогенних системах. Написати вираз константи рівноваги для реакцій:  
$$\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{Q}; \quad \text{FeO} + \text{CO} \leftrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2 + \text{Q}.$$
  
Як буде впливати зміна температури і тиску на стан рівноваги в цих реакціях?
51. Знайти вираз для константи хімічної рівноваги на основі закону діючих мас, використавши, як приклад, гомогенний  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$  і гетерогенний  $\text{C} + \text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}$  процеси.  
При встановленій рівновазі в реакції синтезу аміаку концентрації речовин дорівнювали:  $[\text{N}_2] = 0,2$ ;  $[\text{H}_2] = 0,4$ ;  $[\text{NH}_3] = 0,3$  моль/л. Визначити початкові концентрації цих речовин.
52. Константа хімічної рівноваги, способи її визначення і вплив різних факторів на її значення.  
Рівновага реакції  $\text{NO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \leftrightarrow \text{NO}_2$  встановилась при концентраціях:  $[\text{NO}] = 0,2$ ;  $[\text{O}_2] = 0,1$ ;  $[\text{NO}_2] = 0,4$  моль/л. Визначити константу рівноваги і початкові концентрації  $\text{NO}$  і  $\text{O}_2$ .
53. За яких умов у рівноважній системі  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{Q}$  можна зменшити вміст  $\text{CO}$ . Як змінити швидкість прямої і зворотної реакції, якщо збільшити тиск у 3 рази?
54. При деякій температурі рівновага реакції  $\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}$  встановилась з такими концентраціями реагуючих речовин:  $[\text{CO}] = 0,8$ ;  $[\text{O}_2] = 0,4$ ;  $[\text{CO}_2] = 0,4$  моль/л. Знайдіть константу рівноваги і початкові концентрації  $\text{CO}$  і  $\text{O}_2$ .
55. Чому зміна тиску не впливає на стан рівноваги реакції  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ? Які будуть концентрації всіх речовин цієї реакції в момент рівноваги, якщо вихідні концентрації (моль/л) були:  $[\text{CO}] = 1$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] = 3$ , а константа рівноваги  $K = 1$ ?
56. Рівновага реакції  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$  встановилась при концентраціях:  $[\text{SO}_2] = 0,08$ ;  $[\text{O}_2] = 0,03$ ;  $[\text{SO}_3] = 0,01$ . Знайдіть константу рівноваги і початкові концентрації  $\text{SO}_2$  і  $\text{O}_2$ .
57. При  $823 \text{ K}$  і тиску  $101\,325 \text{ Па}$  ступінь дисоціації фосгену на оксид вуглецю (II) і хлор становить 80 %. Визначити константу рівноваги  $K_p$ .
58. Зі збільшенням температури рівновага реакції  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$  зміщується вліво. Зробіть висновок про знак теплового ефекту реакції і визначте, у скільки разів зміниться швидкість реакції утворення аміаку, якщо концентрацію водню збільшити в 3 рази?

59. В який бік зміститься рівновага реакції  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 + Q$  при зменшенні температури, при збільшенні тиску? У скільки разів зміниться швидкість реакції утворення хлору, якщо концентрація хлороводню збільшиться в 2 рази?
60. В який бік зміститься рівновага реакції  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + \text{H}_2 + Q$  при збільшенні температури і зменшенні тиску? Константа рівноваги цієї реакції при певній температурі дорівнює 0,1, а вихідні концентрації метану – 1 та диоксиду вуглецю – 3 моль/л. Які концентрації компонентів встановились у рівноважній суміші?

## 5. Вчення про розчини

### а. Властивості розчинів неелектролітів

61. Осмос. Осмотичний тиск і методи його визначення.  
Визначити осмотичний тиск розчину неелектроліту, який має  $1,52 \cdot 10^{23}$  молекул в 0,5 л розчину при температурі 0 і 30 °С.
62. Осмотичний тиск і його фізіологічне значення. Наведіть приклади.  
Осмотичний тиск розчину, який в 1 л має 3,2 г неелектроліту, при температурі 20 °С дорівнює  $2,42 \cdot 10^5$  Па. Обчислити молекулярну масу неелектроліту.
63. Ідеальні і реальні розчини. Ефекти, що супроводжують утворення реальних розчинів. Зниження пружності пари над розчином (P<sub>0</sub>-P). який має 0,4 моль аніліну в 3,04 кг сірковуглецю при певній температурі дорівнює 1003,7 Па. Розрахувати молекулярну масу сірковуглецю, якщо тиск над розчинником дорівнює  $1 \cdot 10^5$  Па.
64. Фактори, що впливають на процес розчинення.  
Тиск парів води при температурі 50 °С дорівнює 12,3 кПа. Розрахувати тиск парів над розчином, який містить 50 г етиленгліколю  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$  в 900 г води.
65. Перший закон Рауля і його аналіз. Для яких розчинів цей закон виконується?  
Визначити температуру кипіння розчину 1 г нафталіну  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  в 20 г ефіру, якщо температура кипіння ефіру дорівнює 35,6 °С (E = 2,16).
66. Температури кипіння і замерзання розчинів.  
Розчин 1,05 г нафталіну в 30 г води замерзає при температурі -0,7 °С. Розрахувати молекулярну масу нафталіну (K = 1,86).
67. Проілюструйте за допомогою діаграми стану води і розчину закони Рауля.  
Для приготування антифризу було взято 2,5 л води і 850 г гліцерину. Визначити температуру початку замерзання антифризу.
68. Рівняння Вант-Гоффа, його зв'язок з законами ідеальних газів.  
Визначити температури замерзання і кипіння розчину, який містить  $9,0345 \cdot 10^{23}$  молекул неелектроліту в 500 мл води.
69. Діаграма стану води і водних розчинів.  
В якій кількості води потрібно розчинити 105 кг гліцерину  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  для отримання розчину з температурою замерзання -3 °С (K=1,86).
70. Фізичний зміст кріоскопічної та ебуліоскопічної сталих.  
Розрахуйте осмотичний тиск 25 %-го розчину цукру  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  при 15 °С (d = 1,105 г/см<sup>3</sup>).
71. Ідеальні та неідеальні розчини. Відхилення властивостей розчинів від законів Вант-Гоффа і Рауля.  
Пружність пари чистої води на 2 % вища за пружність пари водного розчину, що містить нелетку розчинену речовину. Визначте молярність розчину.
72. Що таке ізотонічний, гіпотонічний і гіпертонічний коефіцієнти?  
Осмотичний тиск деякого розчину при -3 °С становить 2735 кПа. При якій температурі осмотичний тиск цього розчину становитиме 3040 кПа?
73. Як пов'язаний осмотичний тиск розчину з пружністю пари розчинника?  
Яка кількість цукру  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  припадає на 1 моль води в розчині, температура кипіння якого 100,039 °С (E = 0,52)?
74. Визначення молекулярної маси речовини методом кріоскопії.  
Тиск пари води при 25 °С становить 3167 кПа. Розрахувати для цієї ж температури тиск пари розчину, в 450 г якого міститься 90 г глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

75. Визначення молекулярної маси речовин методом ебуліоскопії.  
Температура кипіння ацетону  $56,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ебуліоскопічна стала  $E = 1,73$ . Розрахувати температуру кипіння 8 %-го розчину гліцерину в ацетоні.
76. Чому основні рівняння і поняття, які характеризують розчини неелектролітів, не можуть бути без відповідних поправок використані для розчинів електролітів? Які поправки треба ввести у ці рівняння?  
Осмотичний тиск 0,05 М розчину  $\text{ZnSO}_4$  при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $1,59 \cdot 10^5$  Па. Визначте ступінь дисоціації солі в даному розчині.
- б. Властивості розчинів електролітів**
77. Виникнення іонів у розчині. Сольватація (гідратація) іонів. Ефективний радіус іонів у розчині. Яка повинна бути молярна концентрація розчину глюкози для того, щоб він при  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  був ізотонічний з 0,5 М розчином  $\text{CaCl}_2$ . якщо ступінь дисоціації його при даній температурі становить 65,4 %.
78. Сформулюйте основні положення теорії електролітичної дисоціації Арреніуса, вкажіть межі її застосування.  
Розрахувати осмотичний тиск 0,5 %-го розчину натрію хлориду при  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Густина розчину прийняти рівною одиниці, а ступінь дисоціації солі в розчині – 75 %.
79. Викладіть недоліки теорії електролітичної дисоціації та її подальший розвиток і застосування  
Розчин, який містить 20,2 г натрію гідроксиду у 500 г води замерз при  $-3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Розрахуйте ізотонічний коефіцієнт і осмотичний тиск розчину при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
80. Що таке ступінь електролітичної дисоціації, як його визначають? Які фактори на нього впливають?  
Розчин, який містить 0,83 г калію гідроксиду у 150 г води замерз при  $-0,352\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Розрахуйте ізотонічний коефіцієнт і осмотичний тиск розчину при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
81. Слабкі і сильні електроліти. Ступінь і константа електролітичної дисоціації.  
Розрахувати осмотичний тиск 0,01 М розчину калію сульфату при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Густина розчину прийняти рівною одиниці, а ступінь дисоціації солі в розчині - 87%.
82. Розгляньте механізм гідролізу солей. Наведіть приклади.  
Осмотичний тиск 0,05 М розчину електроліту при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  становить  $2,725 \cdot 10^5$  Па. Умовний ступінь дисоціації електроліту в розчині 70 %. На скільки іонів дисоціює молекула електроліту?
83. Визначення ступеня і константи дисоціації слабого електроліту методом криоскопії.  
Розчин, який містить 0,4359 моль цукру в 1 л при  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  ізотонічний з розчином натрію хлориду, який містить 14,616 г солі в 1 л розчину. Визначте ступінь дисоціації натрію хлориду в розчині.
84. Визначення ступеня і константи дисоціації слабого електроліту шляхом вимірювання осмотичного тиску розчину.  
Розчин, який містить 1,70 г цинку хлориду в 250 г води замерз при  $-0,23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Розрахуйте ізотонічний коефіцієнт, ступінь дисоціації і осмотичний тиск розчину при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
85. Ізотонічний коефіцієнт. Методи його визначення.  
Розчин, який містить 10,8 г цинку хлориду в 250 г води замерз при  $-3,52\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Розрахуйте ізотонічний коефіцієнт і осмотичний тиск розчину при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
86. Поясніть фізичний зміст ізотонічного коефіцієнта  $i$ . Як його визначають? Виведіть рівняння, яке пов'язує величину  $i$  зі ступенем дисоціації електроліту  $\alpha$ .  
Визначте температуру кипіння 1 М розчину азотної кислоти, якщо ступінь її дисоціації в розчині дорівнює 0,82.
87. Властивості розчинів слабких електролітів. Які розчини електролітів називаються ізотонічними?  
Два розчини – 0,25 М розчин цукру і 0,13 М розчин кальцію хлориду - мають однакову температуру кипіння. Визначити умовний ступінь дисоціації хлориду кальцію.
88. Закон розбавлення Оствальда. Його виведення і застосування.  
Визначте температури кипіння і замерзання розчину 40 г кальцію нітрату в 500 г води, якщо умовний ступінь дисоціації його дорівнює 75 %.

89. Як розташуються розчини глюкози, хлориду натрію, калію ацетату, міді сульфату, алюмінію нітрату, сірчаної кислоти однакової молярної концентрації за збільшенням величини осмотичного тиску? Чому?
90. Розгляньте фактори, які впливають на ступінь і константу електrolітичної дисоціації слабких електrolітів. Наведіть вираз для константи дисоціації кислот:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  і основ:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_2$ .  
Визначте температури кипіння і замерзання розчину 14 г калію гідроксиду в 100 г води, якщо умовний ступінь дисоціації його дорівнює 60 %.
- 6. Поняття про рН. Буферні розчини**
91. Що таке активність іонів електrolіту? Чим вона відрізняється від загальної концентрації електrolіту?  
Розрахувати рН 1 %-го розчину мурашиної кислоти, вважаючи, що густина розчину  $1 \text{ г/см}^3$  і  $K_{\text{дпс}} = 2,1 \cdot 10^{-4}$ .
92. Теорія сильних електrolітів. Іонна сила розчину.  
Ступінь дисоціації розчину слабкої кислоти концентрації  $c = 0,1$  моль/л становить 5 %.  
Розрахуйте  $\alpha$  після розбавлення розчину в 100 разів.
93. Що таке активність електrolітів і іонна сила розчину, як їх визначають?  
Знайдіть значення рН розчинів: а) 0,01 М оцтової кислоти ( $K_{\text{д}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$ ); б) 0,05 М мурашиної кислоти ( $K_{\text{д}} = 1,76 \cdot 10^{-4}$ ).
94. Що таке іонний добуток води? Чи зменшується він при додаванні до води кислоти або лугу, а також при зміні температури?  
Розрахуйте константи і ступені дисоціації таких кислот: а) 2 М розчину  $\text{HCN}$  (рН=4,55); б) 1 М розчину  $\text{HJO}_3$  (рН=5,26).
95. Дайте визначення понять «рН» та «рОН». В яких межах вони змінюються?  
Константа дисоціації азотистої кислоти дорівнює  $5,1 \cdot 10^{-4}$ . Розрахувати ступінь дисоціації і концентрацію іонів водню кислоти в 0,01 М розчині.
96. Яке значення має кислотність середовища в біологічних процесах?  
Молярна концентрація сірчаної кислоти дорівнює 0,005 М. Розрахувати концентрацію гідроксильних іонів у розчині та рН розчину, якщо ступінь дисоціації кислоти 92 %.
97. Якими методами визначають рН середовища? Їх переваги і недоліки.  
Визначити рН середовища, якщо концентрація: а) іонів  $\text{H}_3\text{O}^+$  становить  $1; 2,5 \cdot 10^{-2}; 4,2 \cdot 10^{-5}; 7,5 \cdot 10^{-12}$  моль/л; б) іонів  $\text{OH}^-$  становить  $10^{-12}; 3,2 \cdot 10^{-12}; 4,8 \cdot 10^{-8}; 3,5 \cdot 10^{-3}$  моль/л.
98. Індикаторні методи визначення рН середовища. Їх переваги і недоліки.  
Водневий показник розчину кальцію гідроксиду дорівнює 10, Розрахувати масу кальцію гідроксиду в 200 г розчину, якщо ступінь його дисоціації 85 %.
99. Потенціометричні методи визначення рН середовища. Їх переваги і недоліки. Формула хлорсрібно-скляного ланцюга.  
Розрахувати ступінь дисоціації і рОН амонію гідроксиду в 0,05 М розчині.
100. Дайте визначення поняттям "кислота" і "основа" за Арреніусом, Бренстедом та Лоурі і Льюїсом.  
Визначити рН 0,02 М розчину бензойної кислоти, якщо ступінь дисоціації її дорівнює 0,5 %, а константа дисоціації –  $6,6 \cdot 10^{-5}$ .
101. Викладіть основні положення теорії сильних електrolітів.  
Розрахуйте іонну силу суміші 0,25 М розчинів  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  і  $\text{ZnSO}_4$ .
102. Які системи називають буферними, який їх склад? Назвіть 4-5 буферних систем, які зустрічаються в ґрунтових розчинах, рослинах і тваринах.  
Розрахувати рН 10 %-го розчину оцтової кислоти, вважаючи, що густина розчину  $1 \text{ г/см}^3$ .
103. Виведіть рівняння для розрахунку рН кислотних буферних розчинів.  
Знайдіть значення рН розчинів: а) 0,005 М оцтової кислоти; б) 0,005 М амонію гідроксиду.
104. Виведіть рівняння для розрахунку рН основних буферних розчинів.  
Розрахувати рН 15 %-го розчину ортофосфорної кислоти, вважаючи, що дисоціація обмежується першим ступенем, а густина розчину –  $1,12 \text{ г/см}^3$ .

105. Чи змінюються характеристики буферних розчинів при розбавленні їх водою? Буферна ємність та методи її визначення.  
Визначити константу дисоціації оцтової кислоти, якщо ступінь дисоціації її в 0,1 М розчині дорівнює 1,3 %.
106. Поясніть механізм дії ацетатного буфера.  
Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 75 мл 0,05 М розчину натрію ацетату і 50 мл 0,04 М розчину оцтової кислоти.
107. Поясніть механізм дії карбонатного буфера.  
Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 100 мл 0,1 М розчину натрію карбонату і 50 мл 0,5 М розчину натрію гідрокарбонату.
108. Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 100 мл 0,1 М розчину натрію дигідрофосфату і 150 мл 0,15 М розчину натрію гідрофосфату. Поясніть механізм дії цього буфера.
109. Який об'єм 0,1 М розчину амонію хлориду потрібно додати до 50 мл 0,15 М розчину амонію гідроксиду, щоб отримати буферну суміш з рН=9,5. Поясніть механізм дії цього буфера.
110. Потенціометричне титрування.  
Зобразіть схематично криві потенціометричного титрування вугільної і сірчаної кислоти сильним лугом. Вкажіть точки еквівалентності і поясніть, чим обумовлено різний характер стрибків потенціалу.
111. Потенціометричне титрування.  
Знайти рН розчину після того як до 1 л 0,1 М розчину вугільної кислоти додали: 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 моль нагрію гідроксиду. Накресліть схему потенціометричного титрування.
112. Який об'єм 0,1 М розчину натрію дигідрофосфату потрібно додати до 50 мл 0,5 М розчину натрію гідрофосфату, щоб отримати буферну суміш з рН = 8. Поясніть механізм дії цього буфера.
113. Що таке буферна ємність? Як її визначають?  
Розрахуйте буферну ємність за кислотою аміачного буфера ( $\text{NH}_4\text{OH} - \text{NH}_4\text{Cl}$ ), якщо для зміни рН 20 мл буферу на одиницю потрібно додати 12,7 мл 0,1 М розчину натрію гідроксиду. Поясніть механізм дії цього буфера.
114. Як визначають буферну ємність за кислотою? за лугом?  
Розрахуйте буферну ємність за лугом буфера  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{HPO}_4$ , якщо для зміни рН 10 мл цього буфера на одиницю потрібно додати 23,6 мл 0,05 М розчину соляної кислоти. Поясніть механізм дії цього буфера.
115. Поясніть механізм дії гідрокарбонатного буфера.  
Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 70 мл 0,01 М розчину вугільної кислоти і 30 мл 0,05 М розчину натрію гідрокарбонату.
116. Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 20 мл 0,1 М розчину амонію гідроксиду і 30 мл 0,05 М розчину амонію нітрату. Поясніть механізм дії цього буфера.
117. Який об'єм 0,05 М розчину фосфорної кислоти потрібно додати до 100 мл 0,1 М розчину натрію дигідрофосфату, щоб отримати буферну суміш з рН = 3. Поясніть механізм дії цього буфера.
118. Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 50 мл 0,2 М розчину натрію фосфату і 120 мл 0,1 М розчину натрію гідрофосфату. Поясніть механізм дії цього буфера.
119. У яких співвідношеннях потрібно взяти натрію ацетат і оцтову кислоту, щоб отримати буферну суміш з рН = 5,2. Поясніть механізм дії цього буфера.
120. Поясніть механізм дії ацетатного буфера. Розрахуйте рН буферного розчину, який складається з 35 мл 0,1 М розчину натрію ацетату і 115 мл 0,05 М розчину оцтової кислоти.
- 7. Електропровідність розчинів**
121. Питома електропровідність і її залежність від температури і концентрації електроліту.  
Питома електропровідність 0,1 молярного розчину KCl при  $T = 293 \text{ K}$  дорівнює  $10,7 \cdot 10^{-7} \text{ См/м}$ . Знайти молярну електропровідність розчину.
122. Молярна електропровідність розчину і її залежність від природи електроліту температури і концентрації

- Знайти ступінь і константу електролітичної дисоціації 0,01 М розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$ , якщо молярна електропровідність розчину  $\lambda = 0,96 \text{ См}\cdot\text{м}^2/\text{кмоль}$ .
123. Зв'язок молярної електропровідності зі ступенем дисоціації електроліту і швидкістю руху іонів.  
Знайдіть молярну електропровідність 0,02 М розчину амонію гідроксиду, якщо його  $K_{\text{дис}} = 1,75\cdot 10^{-5}$ .
124. Питома електропровідність і її залежність від швидкості руху іонів і заряду іонів.  
Питома електропровідність 0,1 М розчину оцтової кислоти при 18 °С дорівнює  $4,12\cdot 10^{-2} \text{ См/м}$ . Визначити ступінь і константу дисоціації оцтової кислоти, якщо рухливість іонів  $\text{H}_3\text{O}^+$  і  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  відповідно дорівнює 31,5 і 3,5  $\text{См}\cdot\text{м}^2/\text{кмоль}$ .
125. Пояснити механізм переносу електрики провідниками першого і другого роду. Як змінюється електропровідність провідників першого і другого роду з підвищенням температури. Які іони знаходяться у водних розчинах  $\text{KHSO}_4$  і  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ? Як довести, що іони утворюються при розчиненні кристалів, а не при пропусканні електричного струму через розчин?
126. Сформулюйте закон Кольрауша. Поясніть, як за допомогою закону Кольрауша, знаючи електропровідність розчину можна розрахувати ступінь і константу дисоціації електроліту. Чи будуть відрізнятися електропровідності розчинів  $\text{KCl}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCl}$  однакових концентрацій?
127. Поясніть, що таке рухливість іонів, як можна її виміряти. Як залежить електролітична рухливість іонів від їх заряду? Поясніть, чому і як саме буде змінюватись електропровідність розчину при титруванні кислоти лугом.
128. Практичне застосування електропровідності. Поясніть, які переваги має метод кондуктометричного титрування перед іншими аналогічними методами аналітичної хімії.
129. Поясніть, від яких факторів залежить абсолютна швидкість руху іонів, як її визначають. Чому швидкість руху іонів  $\text{H}_3\text{O}^+$  і  $\text{OH}^-$  значно перевищує швидкість руху інших іонів?
130. Поясніть, як залежить молярна електропровідність від швидкості руху іонів.  
Обчисліть ступінь і константу дисоціації оцтової кислоти, якщо питома електропровідність при 20 °С дорівнює  $0,045 \text{ См}\cdot\text{м}^2/\text{кмоль}$ , а електричні рухливості іонів  $\text{H}_3\text{O}^+$  і  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  відповідно 31,5 і 3,5  $\text{См}\cdot\text{м}^2/\text{кмоль}$ .
131. Електролітична рухливість іонів. Як вона залежить від температури і природи розчинника?  
Розрахувати питому електропровідність 0,16 М розчину пропіонової кислоти  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  при 25 °С. якщо  $K_{\text{дис}} = 1,34\cdot 10^{-5}$ .
132. Молярна електропровідність електролітів, фізичний зміст цієї величини. Її зв'язок з питомою електропровідністю.  
Питома електропровідність 0,1 М розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  при 18 °С дорівнює  $0,33 \text{ См/м}$ . Розрахуйте молярну електропровідність і ступінь електролітичної дисоціації  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
133. Закон незалежності руху іонів. Пояснити, від яких факторів залежить рухливість іонів.  
Питома електропровідність розчину міді (II) хлориду, концентрація якого 10 %, при 18 °С дорівнює  $11,4 \text{ См/м}$ . Густина розчину становить  $1,08 \text{ г/см}^3$ . Обчислити ступінь дисоціації  $\text{CuCl}_2$  у розчині.
134. Молярна електропровідність електролітів, залежність її від розбавлення розчину.  
Обчислити ступінь електролітичної дисоціації і константу дисоціації розчину мурашиної кислоти з концентрацією 4,94 %, якщо при 18 °С питома електропровідності розчину дорівнює  $0,55 \text{ См/м}$ , а густина розчину становить  $1,012 \text{ г/см}^3$ .
135. Питома і молярна електропровідність електролітів, їх залежність від концентрації і природи іонів.  
Питома електропровідність розчину  $\text{KOH}$ , концентрація якого 4,2 %, при 18 °С дорівнює  $14,65 \text{ См/м}$ . Густина розчину  $1,038 \text{ г/см}^3$ . Обчислити молярну електропровідність.
- 8. Електрохімія**
136. Електродний потенціал і умови його виникнення.  
Знайти величину електродного потенціалу цинкової пластини, зануреної в 1 М розчин цинку сульфату при температурах 0; 25 і 100 °С.

137. Поняття про стандартний електродний потенціал і способи його вимірювання.  
Поясніть, що відбувається, якщо розчин заліза (II) нітрату  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  перемішувати алюмінієвою ложкою.  $E^0(\text{Al}/\text{Al}^{3+}) = -1,66 \text{ В}$ ;  $E^0(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}) = -0,44 \text{ В}$ .
138. Потенціал якого електроду і чому прийнято за нуль? Опишіть схематично роботу цього електроду.  
Поясніть, чи можна розчин заліза (III) сульфату  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  зберігати в нікельованому посуді?  
 $E^0(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}) = -0,77 \text{ В}$ ;  $E^0(\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}) = -0,25 \text{ В}$ .
139. За яким принципом розташовані метали в таблиці стандартних електродних потенціалів? Що можна сказати про хімічні властивості металу залежно від його розташування в таблиці?  
Чим пояснити, що заліза (III) хлорид не можна тримати в цинковому, але можна тримати в мідному посуді?
140. Дифузійний потенціал і причини його виникнення. Які заходи вживають для його зменшення при електрохімічних вимірюваннях?  
Поясніть, в якому напрямку і чому протікають або не протікають наведені нижче реакції:  

$$2\text{H}^+ + \text{Cu} \rightarrow,$$

$$2\text{Ag}^0 + \text{Hg}_2^{2+} \rightarrow,$$

$$\text{Zn}^0 + \text{Mg}^{2+} \rightarrow.$$
141. Яка різниця між електродами I-го і II-го роду? Наведіть приклади електродів і напишіть іонно-обмінні процеси, що протікають на поверхні цих електродів. Вкажіть, де їх застосовують.  
Які процеси будуть протікати при зануренні мідної дротини у розбавлений розчин сірчаної кислоти, азотнокислого срібла?
142. Що таке окисно-відновний потенціал? Методи визначення ОВП. Його роль у ґрунтах.  
Електрорушійна сила каломельно-водневого гальванічного елемента  
 $\text{Hg} \mid \text{HgCl}_2, \text{KCl} \parallel \text{H}^+ \mid (\text{H}_2)\text{Pt}$  дорівнює 0,434 В. Обчислити рН розчину, якщо електродний потенціал каломельного електрода дорівнює 0,25 В.
143. Що таке мембранні електроди? Як виникає стрибок потенціалу в мембранних електродах?  
Розрахувати окисно-відновний потенціал для системи:  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ , якщо концентрація  $\text{MnO}_4^-$  дорівнює  $10^{-5}$  моль/л,  $\text{Mn}^{2+}$  -  $10^{-2}$  моль/л,  $\text{H}^+$  - 0,2 моль/л.
144. Схематично опишіть будову і принцип роботи скляного електрода. Вкажіть де виникають потенціали і який з них лінійно залежить від рН середовища.  
При роботі якого з наведених гальванічних елементів не змінюється маса цинкової пластинки?  
Концентрації розчинів солей 1М.  

$$\begin{array}{c} \text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \parallel \text{MgSO}_4 \mid \text{Mg} \qquad \text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \parallel \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn} \\ \text{Ag} \mid \text{AgSO}_4 \parallel \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn} \qquad \text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \parallel \text{CuSO}_4 \mid \text{Cu} \\ \text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \parallel \text{MgSO}_4 \mid \text{Mg} \end{array}$$
145. Схематично опишіть будову і принцип роботи хінгідронного електрода. До якого типу він належить? Напишіть формулу для визначення потенціалу електрода.  
Електрорушійна сила хінгідронно-каломельного гальванічного елемента дорівнює 0,337 В.  
Обчислити рН розчину, якщо електродний потенціал каломельного електрода дорівнює 0,25 В.
146. Індикаторні і допоміжні електроди. Наведіть приклади і напишіть рівняння процесів, які на них протікають.  
ЕРС гальванічного елемента, складеного з насиченого каломельного і хінгідронного електрода, зануреного в досліджуваний розчин при 18 °С, дорівнює 0,36 В. Обчислити водневий показник і активність іонів  $\text{H}^+$  у розчині.
147. Термодинаміка електрохімічних процесів. Робота гальванічного елемента.  
Обчислити потенціал цинкового електрода, зануреного в 150 см<sup>3</sup> розчину, що містить 0,2 г цинку сульфату при 25 °С; ступінь дисоціації солі у розчині прийняти рівним одиниці.
148. Нормальний елемент Вестона, його будова, принцип роботи і призначення.  
Обчислити активність іонів  $\text{Co}^{2+}$  ( $a_{\text{Co}^{2+}}$ ) у розчині  $\text{CoCl}_2$  при 25°, якщо потенціал кобальтового електрода в розчині дорівнює -0,3078 В.

149. Виведіть рівняння Нернста для розрахунку електродного потенціалу і проаналізуйте його. Обчислити ЕРС концентраційного елемента із водневих електродів, занурених в 0,1 і 0,001 М розчин КОН при 25 °С. Коефіцієнти активності іонів  $H^+$  у розчинах прийняти рівними одиниці. Який напрямок струму у ланцюгу?

150. Електрорушійна сила та методи її визначення.

Обчислити рН і рОН, якщо ЕРС гальванічного елемента, складеного із нормального каломельного електрода і водневого, зануреного в досліджуваний розчин, дорівнює 0,297 В при 25 °С.

### 9. Поверхневі явища на границі розподілу фаз. Адсорбція

151. Поняття сорбція, адсорбція, абсорбція, адсорбент, абсорбент, десорбція. Що таке поверхнева енергія і поверхневий натяг рідини?

152. Особливості фізичної і хімічної адсорбції, адсорбційна рівновага, ізотерми адсорбції і рівняння, що її описують.

153. Теорія молекулярної адсорбції Ленгмюра, її основні положення, виведення рівняння ізотерми Ленгмюра.

154. Ґрунтово-вбирний комплекс і адсорбційні процеси, що протікають у ґрунті.

Розрахуйте кількість мурашиної кислоти, що адсорбувалася 100 г ґрунту, якщо рівноважна концентрація кислоти становить 8,6 ммоль/л, а константи  $K$  і  $n$  рівняння Фрейндліха відповідно дорівнюють 4,5 і 3,1.

155. Види адсорбції та їх характеристика. Який вид адсорбції спостерігається в системі ґрунт - ґрунтовий розчин.

156. Поверхнева енергія і змочування. Гідрофобні і гідрофільні поверхні.

157. Обмінна адсорбція та її особливості. Катіоніти і аніоніти, навести приклади. їх застосування.

158. Поверхнево-активні (ПАР) та поверхнево-інактивні (ППР) речовини і їх вплив на поверхневий натяг і поверхневу енергію. Застосування ПАР у сільському господарстві.

159. Які молекули називаються дифільними. Орієнтація дифільних молекул на поверхні різних адсорбентів.

160. Адсорбція на межі розподілу рідина – газ. Рівняння Гіббса і його аналіз.

161. Як протікає процес адсорбції на поверхні твердих тіл із розчинів електролітів.

Розрахуйте величину адсорбції ( $\Gamma$ ) кислоти на межі розподілу розчин-повітря, якщо при 20 °С для концентрацій кислоти  $C_1 = 0,7$  і  $C_2 = 0,5$  кмоль/м<sup>3</sup> поверхневий натяг відповідно  $\sigma = 6,84 \cdot 10^{-3}$ ,  $\sigma = 6,19 \cdot 10^{-3}$  Н/м.

162. Особливості адсорбції сильних електролітів на поверхні твердого тіла.

Розрахуйте кількість оцтової кислоти, що адсорбувалася 200 г ґрунту, якщо рівноважна концентрація оцтової кислоти становить 18,6 ммоль/л, а константи  $K$  і  $n$  в рівнянні Фрейндліха відповідно рівні 5,64 і 3,4.

163. Які речовини і чому є поверхнево-активними по відношенню до води.

Поверхневий натяг води  $\sigma$  (Н/м) при 20 °С із збільшенням концентрації органічної кислоти (кмоль/л) змінюється так:  $C_1 = 0 - \sigma_1 = 7,28 \cdot 10^{-3}$ ;  $C_2 = 0,1 - \sigma_2 = 6,79 \cdot 10^{-3}$ ;  $C_3 = 0,5 - \sigma_3 = 6,28 \cdot 10^{-3}$ . Використовуючи рівняння Гіббса розрахуйте величину адсорбції ( $\Gamma$ ) на межі розподілу розчин-повітря.

164. Орієнтація молекул поверхнево-активних речовин у приповерхневому шарі, правило Траубе. Яка кислота - мурашина, оцтова чи пропіонова - при додаванні у воду більшою мірою зменшує поверхневий натяг.

165. Основні положення теорії полімолекулярної адсорбції, ізотерми полімолекулярної адсорбції.

### 10. Колоїдні системи та їх характеристика

166. Виникнення колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем за розмірами часток дисперсної фази

167. Загальна характеристика дисперсних систем. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази і дисперсійного середовища.

168. Методи одержання колоїдних систем і їх характеристика.

169. Дисперсійні методи одержання колоїдних систем і їх характеристика. Навести приклади.

170. Одержання колоїдних систем методом пептизації. Навести приклади.

171. Види пептизації і їх характеристика. Навести приклади.
172. Конденсаційні методи одержання колоїдних систем.
173. Одержання колоїдних систем методом фізичної конденсації.
174. Одержання колоїдних систем методом хімічної конденсації. Навести приклади відповідних реакцій.
175. Очистка колоїдних систем від домішок.
176. Очистка колоїдних систем від домішок електролітів. Діаліз.
177. Осмотичний тиск колоїдних розчинів.
178. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем.
179. Седиментація та її закономірності. В'язкість колоїдних систем.
180. Грунтово-вбирний комплекс. Значення молекулярно-кінетичних факторів у процесах грунтоутворення і генезису ґрунтів.
181. Оптичні властивості дисперсних систем. Ефект Тиндаля. Концентрація стандартного розчину золю  $C_1 = 0,25 \%$ , висота отвору штори  $h_1 = 5$  мм. Визначити концентрацію розчину золю  $C_2$ , якщо для нього  $h_2 = 10,1$  мм.
182. Світлорозсіювання в дисперсних системах. Рівняння Релея та його аналіз. Вивести рівняння, яке лежить в основі методу нефелометрії. Через золь гумусу пропускали світло, в одному випадку з довжиною хвилі  $\lambda = 400$  нм, а в другому –  $\lambda = 600$  нм. В якому випадку розсіювання світла більше і в скільки разів?
183. Абсорбція світла в дисперсних системах. Закон поглинання світла. Зобразіть залежність інтенсивності світла, що пройшло через розчин, та оптичної густини розчину від концентрації розчину золю.
184. Нефелометричний і турбідиметричний методи дослідження колоїдних систем. Яка принципова різниця в оптичних схемах нефелометра і турбідиметра? Яку інформацію можна отримати за допомогою кожною з цих приладів при вивченні дисперсних систем? Через золь заліза гідроксиду пропускали світло, в одному випадку з довжиною хвилі  $\lambda = 800$  нм, а в другому –  $\lambda = 400$  нм. В якому випадку розсіювання світла більше і в скільки разів?
185. Нефелометричний метод дослідження властивостей колоїдних систем. За допомогою нефелометру визначили концентрацію золю сірки однакової дисперсності  $C$ : порівняно з концентрацією  $C_1 = 1,6$  кг/м<sup>3</sup>. Висоти освітлених шарів становили:  $h_1 = 18,4$  мм.  $h_2 = 31,2$  мм. Визначити концентрацію золю  $C_2$ .
186. Висновки з закону розсіювання світла Релея. Поясніть такі явища: блакитний відтінок неба і води, червоний колір сигнальних вогнів. У скільки разів зміниться інтенсивність розсіяного колоїдним розчином світла при зменшенні у два рази: а) діаметра частинок дисперсної фази; б) довжини хвилі падаючого світла?
- 11. Теорія колоїдних систем. Будова міцели**
187. Явище електрофорезу і його застосування. Електрокінетичний потенціал золю, виміряний методом електрофорезу, становить 45 мВ. Градієнт потенціалу становить 7 В/см, діелектрична стала води 81, а в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Розрахуйте електрофоретичну швидкість часток золю. Частинки вважати сферичними.
188.  $\zeta$ (дзета)-потенціал. Його виникнення і способи вимірювання. Електрофорез гідрозолю  $Fe(OH)_3$  проводили при таких умовах: різниця потенціалів на електродах 150 В, відстань між електродами 30 см, швидкість руху часток золю - 14 мм за 10 хв, діелектрична стала води 81, в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Знайти  $\zeta$ -потенціал золю. Частинки вважати сферичними.
189. Розвиток уявлень про виникнення та будову ПЕШ. Термодинамічний потенціал. Розрахувати  $\zeta$ -потенціал частинок глини, якщо при градієнті потенціалу 10 В/см частинки проходять 1 мм за 1 хвилину. В'язкість середовища  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с, діелектрична стала 81. Частинки вважати сферичними.
190. Подвійний електричний шар та механізм його виникнення (теорії Гельмгольца, Гуї і Штерна. Розрахувати  $\zeta$ -потенціал частинок суспензії, якщо електрофоретична швидкість частинок

- $1,99 \cdot 10^{-4}$  см/с. Падіння потенціалу становить 0,57 В/см. Діелектрична стала дорівнює 81, а в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Частинки вважати циліндричними.
191. Навести схему будови ПЕШ за Штерном і графік падіння потенціалу. Термодинамічний і електрокінетичний потенціали. Розрахувати  $\zeta$ -потенціал частинок золю заліза (III) гідроксиду, використовуючи такі дані: величина зовнішньої ЕРС 200 В. відстань між електродами 22 см. межа золю зміщується на 2 см за 15 хвилин. Діелектрична стала - 81. а в'язкість середовища  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Частинки вважати сферичними.
192. Методи визначення електрокінетичного потенціалу. Його значення для стійкості колоїдних систем.  
Розрахувати електрофоретичну швидкість частинок золю золота, якщо градієнт потенціалу дорівнює 1000 В/м, а  $\zeta$ -потенціал становить 58 мВ. Діелектрична стала - 81. а в'язкість –  $1,14 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Частинки вважати циліндричними.
193. Явище електроосмосу і його застосування.  
Під дією електричного струму напругою 180 В золь за 20 хвилин перемістився на 3,6 см. відстань між електродами становить 30 см. діелектрична стала води 81, а в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Частинки вважати сферичними. Розрахувати електрокінетичний потенціал золю.
194. Ізоелектричний стан колоїдної міцели.  
Розрахувати градієнт потенціалу, якщо електрофоретичний потенціал частинок золю заліза (III) гідроксиду дорівнює 52,3 мВ. а електрофоретична швидкість частинок –  $3,74 \cdot 10^{-3}$  см/с. Діелектрична стала води 81. а в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Частинки вважати циліндричними.
195. Чому електронейтральна міцела в електричному полі починає рухатись?  
Розрахувати електрофоретичну швидкість частинок певного золю, якщо їх  $\zeta$ -потенціал дорівнює 89,5 мВ; різниця потенціалів між електродами 240 В. відстань між електродами - 20 см. Діелектрична стала води 81. а в'язкість води  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Частинки вважати сферичними.
196. Написати реакцію гідролізу солі  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , схему і формулу міцели, яка при цьому утворюється. Вказати її складові частини.
197. До води додають розчин  $\text{FeCl}_3$ . Внаслідок гідролізу цієї солі утворюється колоїдний розчин. Напишіть рівняння реакцій, формулу утвореної міцели і вкажіть її складові частини.
198. При стиканні газоподібного чотирьохлористого кремнію з водяною парою утворюється кремнію диоксид в колоїдному стані. Напишіть формулу утвореної міцели і вкажіть її складові частини
199. Представте схематично процес пептизації при дії на осад  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  розчину заліза (III) хлориду. Напишіть формулу утвореної міцели і вкажіть її складові частини.
200. Дією кисню на розчин селеноводню отримують колоїдний розчин, у якому ядро міцели складається з селену. Напишіть формулу утвореної міцели і вкажіть її складові частини.
201. Колоїдний розчин сірки можна отримати за реакцією розкладу тіосульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{S}$ . Напишіть формулу утвореної міцели і вкажіть її складові частини.
202. За реакцією подвійного обміну  $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{As}_2\text{S}_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$  одержують нерозчинний арсену сульфід. Напишіть формулу утвореної міцели і вкажіть її складові частини.
203. Який об'єм 0,005 М розчину  $\text{AgNO}_3$  слід додати до 50 мл 0,02 М розчину  $\text{KJ}$ , щоб одержати: а) від'ємно та б) позитивно заряджений золь йодиду срібла. Написати формули відповідних міцел. Вкажіть їх складові частини.
204. Поясніть будову міцели, яка утворилась при зливанні однакових об'ємів:  
а) 0,01 М розчину срібла нітрату і 0,005 М розчину калію броміду;  
б) 0,02 М розчину срібла нітрату і 0,08 М розчину калію броміду.
205. Які йони називають потенціаловизначаючими в структурі колоїдної міцели?  
До 0,1 л 0,02 М розчину срібла нітрату прилили 0,05 л 0,02 М розчину калію хлориду і 0,05 л 0,02 М розчину калію нітрату. Нарисуйте схему і напишіть формулу утвореної колоїдної міцели і вкажіть на її потенціаловизначаючі йони.
206. Які йони називають протийонами в структурі колоїдної міцели?  
Напишіть формулу і вкажіть на протийони в колоїдній міцелі, що утворюється при зливанні 0,2 л 0,01 М розчину барію хлориду і 0,1 л 0,01 М розчину натрію сульфату.

207. Золь срібла броміду отримали змішуванням однакових об'ємів 0,008 М розчину калію броміду і 0,0096 М розчину срібла нітрату. Визначити знак заряду частинок золю. Написати формулу утвореної міцели. Вказати її складові частини.
208. Золь барію сульфату отримали змішуванням однакових об'ємів розчинів сірчаної кислоти і барію нітрату. В електричному полі золь рухається до аноду. Визначити знак заряду частинок золю. Написати формулу утвореної міцели. Вказати її складові частини.
209. Свіжоосаджений осад алюмінію гідроксиду обробили незначною кількістю соляної кислоти, недостатньою для повного розчинення осаду. При цьому утворився золь алюмінію гідроксиду. Написати формулу утвореної міцели, якщо в електричному полі частинки золю рухаються до катоду. Вказати складові частини міцели.
210. При тривалому стоянні сірководневої води в результаті окислення сірководню киснем повітря утворюється колоїдний розчин сірки. Написати рівняння реакції окислення сірководню, схему і формулу міцели, яка при цьому утворюється.
211. Кінетична та агрегативна стійкість колоїдних систем. Який з електролітів: LiCl, NaCl, KCl чи CsCl матиме менший поріг коагуляції для від'ємно зарядженого золю барію сульфату? Чому?
212. Які зміни відбуваються з колоїдною міцелю при коагуляції золю електролітами? Золь AgJ одержано в надлишку калію йодиду. Розрахуйте поріг коагуляції золю розчинами калію сульфату, магнію нітрату, якщо поріг коагуляції розчином кальцію хлориду дорівнює 120 ммоль/л.
213. Правила коагуляції колоїдних систем розчинами електролітів. Пороги коагуляції певного золю розчинами електролітів такі (ммоль/л): KCl – 105; MgCl<sub>2</sub> – 1,8. Розрахуйте пороги коагуляції цього золю розчинами FeCl<sub>3</sub> і Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
214. Що таке агрегативна стійкість колоїдних систем і від чого вона залежить? Для коагуляції 40 мл золю алюмінію гідроксиду витрачено 6,2 мл 4 М розчину калію хлориду або 12,1 мл 0,4 М розчину калію сульфату. Розрахуйте пороги коагуляції золю, вкажіть знак заряду золю.
215. Явище взаємної коагуляції золів. Пояснити на прикладі. Пороги коагуляції певного золю розчинами електролітів такі (ммоль/л): NaCl - 98, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 1,6. Розрахуйте пороги коагуляції цього золю розчинами CaCl<sub>2</sub> і K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>].
216. Кінетична стійкість колоїдних систем і фактори, які на неї впливають. Пороги коагуляції певного золю розчинами електролітів такі (ммоль/л): KCl - 220, ZnCl<sub>2</sub> - 211. Розрахуйте пороги коагуляції цього золю розчинами AlCl<sub>3</sub> і K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
217. Правила Шульце-Гарді. Чому коагулююча здатність іонів залежить від їх валентності? Золь заліза (III) гідроксиду отримано при додаванні розчину амонію карбонату до розчину заліза (III) хлориду. Який з електролітів: калію хлорид, калію сульфат чи алюмінію хлорид матиме менший поріг коагуляції? Чому?
218. Поріг коагуляції та методи його визначення. Пороги коагуляції певного золю розчинами електролітів такі (ммоль/л): NaNO<sub>3</sub> - 305, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 5,2. Розрахуйте пороги коагуляції цього золю розчинами ZnCl<sub>2</sub> і K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>].
219. Які явища спостерігаються при коагуляції колоїдних розчинів сумішшю електролітів? Золь срібла хлориду одержано в надлишку срібла нітрату. Розрахуйте поріг коагуляції цього золю розчином кальцію нітрату, якщо поріг коагуляції розчином калію сульфату дорівнює 75 ммоль/л. Напишіть формулу міцели золю.
220. Синерезис та антагонізм іонів. Пояснити на прикладі. Для коагуляції 50 мл золю заліза гідроксиду витрачено 8,4 мл 2 М розчину натрію хлориду або 2,9 мл 0,1 М розчину калію сульфату. Розрахуйте пороги коагуляції золю, вкажіть знак заряду золю.
221. Чому колоїдні системи нестійкі? Що таке коагуляція золів і як вона протікає? Золь Fe(OH)<sub>3</sub> одержано при додаванні розчину (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> до розчину FeCl<sub>3</sub>. Який з електролітів - KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> чи AlCl<sub>3</sub> матиме менший поріг коагуляції? Накресліть схему будови міцели цього золю.

222. Порівняйте, які зміни відбуваються з колоїдною міцелюю при електрофорезі та при коагуляції золю розчинами електролітів.  
Для очистки водопровідної води від завислих частинок глини і піску додають невелику кількість алюмінію сульфату. Чому в такому разі спостерігається більш швидке осідання завислих частинок? Дайте мотивовану відповідь.
223. Як можна захистити колоїдні системи? Яка роль цього явища у природі та техніці?  
Золь срібла йодиду отримано при змішуванні рівних об'ємів розчинів калію йодиду і срібла нітрату. Пороги коагуляції даного золю різними електролітами становлять для:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 315;  $\text{NaCl}$  – 30;  $\text{MgCl}_2$  – 320,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  - 0,6;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – 20;  $\text{AlCl}_3$  - 330 ммоль/л. Яку з вихідних речовин було взято в надлишку? Відповідь мотивуйте. Написати схему і формулу міцели.
224. Яке значення мають процеси коагуляції у формуванні ґрунтів?  
Золь  $\text{AgI}$  одержано в надлишку  $\text{AgNO}_3$ . Обчисліть поріг коагуляції цього золю розчинами  $\text{K}_2\text{SO}_4$  і  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , якщо поріг коагуляції розчином  $\text{CaCl}_2$  дорівнює 120 мг-екв/л. Накресліть схему будови міцели цього золю. Чи зменшаться співвідношення порогів коагуляції, якщо золь отримати у надлишку  $\text{KCl}$ ?
225. Викладіть основи сучасної теорії коагуляції золь розчинами електролітів.  
Для коагуляції 50 мл золю заліза гідроксиду витрачено 16,8 мл 4 М розчину  $\text{KCl}$  або 12,2 мл 0,1 М розчину  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Обчисліть пороги коагуляції золю вказаними електролітами і накресліть схему будови міцели цього золю.

## 8. Методи навчання

При викладанні курсу “Фізична і колоїдна хімія” використовується модульно-рейтингова система. Згідно навчального плану передбачено дві форми навчання: лекції (інформативні, аналітичні, проблемні) та лабораторні заняття.

## 9. Форми контролю

Перевірка готовності до виконання лабораторних робіт шляхом опитування, перевірка робочих зошитів, тестові питання, модульні контрольні роботи, екзамен.

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$ .

## 11. Методичне забезпечення

1. Навчальний посібник. Хижан О.І., Ковшун Л.О. Фізична і колоїдна хімія. Для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія // К.: - 2018.- 505 с.
2. Фізична і колоїдна хімія. Навчальний посібник/ О.І. Хижан, Л.О.Нестерова – К.: НУБіП України, 2017. – 400 с.
3. Навчальний посібник. Ковшун Л.О., Хижан О.І. Фізична і колоїдна хімія. // К.: НУБіП України, - 2018.- 501 с.
4. Навчальний посібник. Хижан О.І., Ковшун Л.О. Фізична і колоїдна хімія. // К.: НУБіП України, - 2019. – 444 с.

## 12. Рекомендована література

### Основна

1. Хижан О.І., Нестерова Л.О. Фізична і колоїдна хімія. Навчальний посібник. – К.: НУБіП України, 2017. – 457 с.
2. Хижан О.І., Нестерова Л.О. Фізична і колоїдна хімія. Частина 3. Навчальний посібник. – К.: НУБіП України, 2016. – 200 с.
3. Хижан О.І., Нестерова Л.О. Колоїдна хімія. Навчальний посібник. – К.: НУБіП України, 2016. – 379 с.
4. М.П. Вовкотруб, Д.О.Мельничук, С.Ю. Смик, Н.М.Мельникова, Р.С. Бойко Практикум з фізичної та колоїдної хімії: Навчальний посібник. – К.:ЦП «Компринт», 2011. - 318 с.

5. Стрельцов О.А., Мельничук Д.О., Снітинський В.В., Федевич Є.В., Вовкотруб М.П., Мельникова Н.М. Фізична і колоїдна хімія. – Львів: Ліга-Прес, 2002. – 456
6. Вовкотруб М.П., Мельничук Д.О., Смик С.Ю., Мельникова Н.М., Бойко Р.С. Практикум з фізичної та колоїдної хімії. – К.: Арістей, 2008. – 256 с.

### Допоміжна

1. Чумак В.Л., Іванов С.В. Фізична хімія. - К.: Видавництво НАУ, 2007.- 648 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин Под редакцией А.А.Равделя, А.М.Пономаревой М.: ООО «ТИД АРИС», 2010.- 240 с.

### 13. Інформаційні ресурси

1. Ніжніченко Н.М., Магда В.І. Колоїдна хімія: Навчальний посібник. – Полтава, 2007. – 219 с. Режим доступу: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/3317/1/Nignihenko.pdf>
2. Фізична та колоїдна хімія : базовий підруч. для студ. вищ. фар- мац. навч. закл. (фармац. ф-тів) IV рівня акредитації / В.І. Кабач- ний, Л.Д. Грицан, Т.О. Томаровська та ін. ; за заг. ред. В.І. Кабачно- го. — 2-ге вид., перероб. та доп. — Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2015. — 432 с. — (Національний підручник). Режим доступу: [http://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11728/1/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8B%20%D0%B8%D0%B7%202015\\_fizuchna\\_t\\_a\\_koloidna\\_himia.pdf](http://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11728/1/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8B%20%D0%B8%D0%B7%202015_fizuchna_t_a_koloidna_himia.pdf)
3. Менафова Ю.В. Скорочений курс лекцій з фізичної хімії. – К: ДДМА, 2002.- 303 с. Режим доступу: [http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/hiop/metod/46\\_fizchim.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/hiop/metod/46_fizchim.pdf)
4. Електронна база бібліотеки НУБіП України
5. Курс дистанційного навчання в оболонці Moodle «Фізична і колоїдна хімія»

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1792>

#### Таблиці:

«Термодинамічні властивості деяких речовин», «Основні фізичні константи»  
 «Схема взаємодії молекул води в поверхневому і глибинному шарі»  
 «Теплота утворення і розчинення деяких хімічних сполук»  
 «Схема калориметра», «Криві рівноважних тисків пари льоду, води і водних розчинів»  
 «Залежність питомої електропровідності розчинів сильних і слабких електролітів від концентрацій»  
 «Залежність молярної електропровідності розчинів сильних і слабких електролітів від концентрацій»  
 «Рухливості деяких йонів в водному розчині», «Схема кондуктометричного титрування розчинів електролітів», «Йонний добуток води. Поняття про рН»  
 «Формули визначення рН буферних розчинів»  
 «Подвійний електричний шар на границі метал – розчин», «Стандартні потенціали деяких електродів», «Схема гальванічного елемента», «Схема хлорсрібного електроду»  
 «Схема потенціометричного методу визначення рН», «Схема потенціометричного титрування»  
 «Граничні умови (рН, ОВП) нормального живлення рослин»  
 «Класифікація дисперсних систем по агрегатному стану фази і середовища»  
 «Схема виникнення подвійного електричного шару»

## Приклад тесту для модульного контролю знань

### Модульна контрольна робота № 1 Хімічна термодинаміка. Хімічна кінетика. Варіант № 1

#### Тестові питання

##### 1. (2 бала)

Запишіть пропущене слово:

Теплота визначається ... енергією хаотичного теплового руху частинок

##### 2. (2 бала)

Тепловий ефект хімічної реакції визначається...

- |   |                           |   |                           |
|---|---------------------------|---|---------------------------|
| 1 | агрегатним станом речовин | 2 | початковим станом речовин |
| 3 | проміжним станом речовин  | 4 | кінцевим станом речовин   |
| 5 | станом рівноваги          |   |                           |

##### 3. (2 бала)

Оберіть вірне рівняння, яке відображає другий закон термодинаміки

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1. $S = k \ln W$ | 2. $dG = dH - TdS$     |
| 3. $A = -dG$     | 4. $dS = \delta Q / T$ |

##### 4. (2 бала)

Вкажіть на вираз константи рівноваги для реакції  $\text{CaCO}_3(\text{тв}) = \text{CaO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г})$

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | $K = \frac{P_{\text{CaO}} P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CaCO}_3}}$ | 2 | $K = \frac{P_{\text{CaCO}_3}}{P_{\text{CaO}} P_{\text{CO}_2}}$ |
| 3 | $K = P_{\text{CaO}} P_{\text{CO}_2}$                           | 4 | $K = P_{\text{CO}_2}$  |

##### 5. (2 бала)

Розчинення речовини у воді може супроводжуватись...

- 1 Виділенням теплоти
- 2 Поглинанням теплоти
- 3 Виділенням електричної енергії
- 4 Зменшенням об'єму системи
- 5 Дисоціацією речовини
- 6 Утворенням вільних атомів
- 7 Утворенням комплексів

##### 6. (2 бала)

Термодинамічними умовами утворення розчинів є:

- 1 збільшення енергії Гіббса і збільшення ентропії
- 2 зменшення енергії Гіббса і збільшення ентропії
- 3 збільшення енергії Гіббса і зменшення ентропії
- 4 зменшення енергії Гіббса і зменшення ентропії

##### 7. (4 бала)

Як зміниться швидкість хімічної реакції  $\text{Cl}_2(\text{г.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р.}) = \text{HCl}(\text{р.}) + \text{HClO}(\text{р.})$  при збільшенні тиску в 2 рази?

- |   |                      |   |                      |
|---|----------------------|---|----------------------|
| 1 | Не зміниться         | 2 | Збільшиться в 2 рази |
| 3 | Збільшиться в 4 рази | 4 | Зменшиться в 2 рази  |
| 5 | Зменшиться в 4 рази  |   |                      |

##### 8. (4 бала)

Теплота утворення 1 моль літію карбонату  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  із  $\text{Li}_2\text{O}$  та  $\text{CO}_2$  становить 226,8 кДж. Яку енергію необхідно затратити для розкладання на вихідні речовини 0,1 моля  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ?

- |   |           |   |           |   |          |
|---|-----------|---|-----------|---|----------|
| 1 | 226,8 кДж | 2 | 22,68 кДж | 3 | 2268 кДж |
| 4 | 113,4 кДж | 5 | 11,34 кДж |   |          |

**9. (10 балів)**

У скільки разів зросте швидкість хімічної реакції при підвищенні температури від 15 до 50 °С, якщо температурний коефіцієнт Вант-Гоффа дорівнює 2,7?

**10. (10 балів)**

Обчисліть тепловий ефект реакції  $2\text{CO} + 4\text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ , якщо теплоти згорання  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  і  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  відповідно дорівнюють 283, 242 і 1410 кДж/моль.

**Питання есе (10 балів)**

Ентальпійний фактор позитивний, а ентропійний - негативний. Які умови протікання прямої реакції?

# ПРИКЛАД ЗАВДАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОЇ АТЕСТАЦІЇ (ЕКЗАМЕНУ)

Форма № Н-5.05

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Факультет Захисту рослин, біотехнологій та екології  
Ступінь освіти бакалавр  
Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія  
Форма навчання денна  
Семестр, курс 3 семестр, 2 курс  
Навчальна дисципліна Фізична і Колоїдна Хімія

Затверджено на засіданні кафедри Загальної, органічної та фізичної хімії  
(назва кафедри)  
протокол № 10 від «12» травня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Ковшун Л.О..  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
Екзаменатор \_\_\_\_\_ Хижан О.І..  
(прізвище та ініціали)

## ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

### Питання есе

(максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне з двох запитань)

1	Основні поняття, мета та завдання хімічної термодинаміки
2	Сформулюйте правила коагуляції ліофобних золів електролітами.

### Тестові завдання різних типів

максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)

1	Обчисліть теплоту реакції згорання 1 кг метану, якщо зміни ентальпій утворення $\text{CH}_4$ , $\text{CO}_2$ і $\text{H}_2\text{O}$ дорівнюють відповідно $-75$ , $-394$ і $-242$ кДж/моль.
2	Напишіть формулу міцели золю, одержаного при додаванні карбонату амонію до надлишку розчину хлориду заліза (III).
3	Осмотичний тиск якого з розчинів однакової концентрації буде найбільшим? 1 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 2 $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ 3 $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ 4 $\text{AlCl}_3$
4	pH розчину оцтової кислоти визначили за допомогою йономіра. Як електрод порівняння застосовували електрод: 1. Водневий                      2. Скляний                      3. Хінгідронний 4. Іоноселективний              5. Платиновий
5	Молярна електропровідність електроліту при нескінченному розбавленні дорівнює... 1 Сумі абсолютної швидкості катіонів та аніонів 2 Сумі відносних швидкостей катіонів та аніонів 3 Сумі рухливостей катіонів та аніонів 4 Відношенню заряду іона до радіусу іона і в'язкості середовища
6	Концентрація іонів $\text{OH}^-$ дорівнює $10^{-5}$ М. Яке значення має pH цього розчину?
7	Вкажіть на вираз константи рівноваги для реакції $\text{CaCO}_3(\text{тв}) = \text{CaO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г})$

	1	$K = \frac{P_{CaO}P_{CO_2}}{P_{CaCO_3}}$	2	$K = \frac{P_{CaCO_3}}{P_{CaO}P_{CO_2}}$
	3	$K = P_{CaO}P_{CO_2}$	4	$K = P_{CO_2}$
8	Розчин якого електроліту слід додати до свіжоосадженого осаду $Al(OH)_3$ , щоб відбулась дисолюційна пептизація?			
	1	NaCl	2	$AlCl_3$
	3	HCl	4	$K_2SO_4$
9	Які з наведених йонів мають найбільшу швидкість руху?			
	1	Гідроксонію	2	Натрію
	3	Кальцію	4	Алюмінію
	5	Гідроксиду	6	Плюмбуму
10	Вкажіть фактори, від яких залежить рН розчинів			
	1	метод визначення рН	2	концентрація електроліту
	3	концентрація неелектроліту	4	об'єм розчину
	5	природа електроліту	6	температура