

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(назва факультету/підрозділу)

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(назва кафедри)

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ФІЗИЧНА ХІМІЯ

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова професійна

(обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)

за освітньою (освітньо-професійною, освітньо-науковою) програмою

«Радіаційний та хімічний захист»

(назва освітньої програми)

підготовки за першим (бакалаврським) освітнім ступенем

(найменування освітнього ступеня)

у галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

(код та найменування галузі знань)

за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

(код та найменування спеціальності)

Рекомендовано кафедрою

на 2022- 2023

\_\_\_\_\_ (назва кафедри)

навчальний рік.

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

№ \_\_\_\_\_

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Фізична хімія»

(назва навчальної дисципліни)

## Загальна інформація про дисципліну

Анотація дисципліни. Знання отримані під час вивчення навчальної дисципліни «ФІЗИЧНА ХІМІЯ» дозволяють розуміти основні закони, що кількісно описують хімічні реакції та фізично-хімічні властивості речовин та розчинів. Вивчення дисципліни «Фізична хімії» повинно забезпечити такі виробничі функції фахівця з хімічної технології. Під час розробки технологічних процесів і технічних завдань, використовувати знання для розрахунків зміни основних термодинамічних функцій, констант рівноваги, виходу продуктів реакції та швидкості хімічних реакцій. Велика увага приділена практичному використанню фізико-хімічних процесів і методів для оцінки хімічної небезпеки речовин і матеріалів, їх поведінку в умовах виробництва та в умовах виникнення надзвичайних ситуацій. Це дозволяє підготувати фахівців, здатних застосувати основні фізичної хімії для підбору складів для дегазації, дезактивації та інших методів спеціальної обробки.

### Інформація про науково-педагогічного(них) працівника(ів)

Загальна інформація	Кіреєв Олександр Олександрович, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, д.т.н., професор.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, кабінет №103. Робочий номер телефону – 370-32-93.
E-mail	scct@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	Пожежна безпека, цивільний захист, хімія розчинів
Професійні здібності	Глибоке знання даної дисципліни
Наукова діяльність за освітнім компонентом	Фізико хімічні основи цивільного захисту, і гасіння пожеж

### Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру: щосереди з 15.30 до 17.00 в аудиторії №103. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем

**Мета** вивчення дисципліни: є підготувати фахівців, здатних застосувати основні закони фізичної хімії для оцінювання технічних показників хімічних технологічних процесів, для складання технічного завдання або технологічного регламенту, для контролю технологічного регламенту, а також в умовах виробництва або хімічної лабораторії вміти розраховувати необхідні параметри для приготування робочих розчинів з

метою їх стандартизації

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	заочна (дистанційна)
<b>Статус дисципліни</b>	<i>обов'язкова професійна</i>	<i>обов'язкова професійна</i>
<b>Рік підготовки</b>	2	
<b>Семестр</b>	3, 4а	
<b>Обсяг дисципліни:</b>		
- в кредитах ЄКТС	7,5	
- кількість модулів	4	
- загальна кількість годин	225	
- лекції (годин)	40	
- практичні заняття (годин)	40	
- семінарські заняття (годин)	-	
- лабораторні заняття (годин)	32	
- курсовий проект (робота) (годин)	4	
- інші види занять (годин)		
- самостійна робота (годин)	113	
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)		
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	3 сем –екз 4а сем - екз	

### Передумови для вивчення дисципліни

*Пояснення:* Українська мова,. Загальна та неорганічна хімія.

### Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми радіаційний та хімічний захист

,  
назва  
вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Програмні результати навчання	ПРН
-Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості	ПРН 03
- Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.	ПРН 04
Дисциплінарні результати навчання	аббревіатура

- Знання основних механізмів хімічних реакцій в газовій фазі та в розчинах	ДРН-03
- Знання кінетичних параметрів хімічних реакцій: порядок реакції, молекулярність реакції, енергія активації	ДРН-03
- Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження на основі знання фізико хімічних основ електрохімічних, спектральних і хроматографічних методів якісного і кількісного аналізу	ДРН-04

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.	ЗК09
Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.	ЗК10
<b>Очікувані компетентності з дисципліни</b>	<b>аббревіатура</b>
<b>Інтегральна компетентність.</b> Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування теорій та методів хімічних технологій та інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов	
<b>Загальні компетентності.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. Здатність спілкуватися іноземною мовою. Прагнення до збереження навколишнього середовища. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку галузі, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства.	
<b>Очікувані компетентності з дисципліни</b> Здатність до проведення термодинамічних розрахунків фізико хімічних процесів. Здатність до проведення розрахунків виходу продуктів реакцій. Здатність до фізико хімічних розрахунків процесів, що відбуваються у водних та неводних розчинів. Здатність до проведення розрахунків електрохімічних процесів Здатність до проведення кінетичних розрахунків процесів в газовій фазі та в конденсованому середовищі. Здатність обирати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання,	

інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.	
---	--

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми навчальної дисципліни:**

#### **МОДУЛЬ 1.**

##### **Тема 1.1 ВСТУП. Предмет і зміст курсу фізичної хімії**

Місто фізичної хімії серед хімічних дисциплін. Значення фізичної хімії для хімічної технології. Основні історичні етапи розвитку фізичної хімії. Теоретичні методи фізичної хімії: термодинамічний, квантово-механічний, статистичний, молекулярно-кінетичний. Експериментальні методи фізичної хімії.

##### **Тема 1.2. ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ. Перший закон термодинаміки**

Хімічна термодинаміка та її зміст. Основні поняття та визначення термодинаміки – термодинамічна система, стан, параметри стану, функції стану, процеси. Робота та теплота процесу. Оборотної та необоротні процеси. Перший закон термодинаміки, його формулювання. Внутрішня енергія. Ентальпія. Робота та зміна внутрішньої енергії в різних процесах. Теплоємність середня та істинна, залежність від температури. Теплові ефекти при постійному тиску та постійному об'ємі. Закон Гесса. Теплоти утворення, теплоти згоряння. Теплоти розчинення. Енергія хімічного зв'язку. Залежність теплового ефекту від температури. Рівняння Кірхгоффа

##### **Тема 1.3. Другий закон термодинаміки**

Самочинні та несамочинні процеси. Робота і теплота оборотного процесу. Цикл Карно. Ентропія. Рівняння Клаузіуса. Ентропія як критерій спрямування самочинних процесів і рівноваги в ізольованих системах. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Залежність ентропії від температури, об'єму і тиску. Зміна ентропії під час фазових переходів і змішуванні ідеальних газів. Стандартні ентропії речовин, їх використання для розрахунків змін ентропій під час хімічних реакцій.

Постулат Планка. Рівняння Больцмана–Планка. Розрахунки абсолютних ентропій речовин.

Об'єднаний перший та другий закони термодинаміки для оборотних та необоротних процесів. Максимальна та максимальна корисна роботи. Енергія Гельмгольца. Енергія Гіббса. Визначення напрямку процесу та стану рівноваги за змінами термодинамічних потенціалів. Характеристичні функції. Рівняння Гіббса – Гельмгольца. Робота та теплота хімічного процесу. Теплова теорема Нернста (третій закон термодинаміки). Хімічний потенціал, його визначення, властивості, розрахунок.

Елементи статистичної термодинаміки.

#### **МОДУЛЬ 2.**

##### **Тема 2.1. Хімічна рівновага в гомогенних системах.**

Динамічні і термодинамічна характеристика хімічної рівноваги. Закон діючих мас. Рівняння ізотерми хімічної реакції. Хімічна спорідненість. Вплив температури на хімічну спорідненість. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції. Залежність константи рівноваги від температури. Розрахунки констант рівноваги з використанням таблиць стандартних термодинамічних даних. Експериментальні методи дослідження хімічних рівноваг.

##### **Тема 2.2. Хімічна рівновага в гетерогенних системах.**

Особливості хімічної рівноваги в гетерогенних системах. Термічна дисоціація рідких та твердих речовин. Гетерогенні процеси в хімічній технології та металургії.

##### **Тема 2.3. Термодинамічна теорія фазових рівноваг**

Основні поняття теорії фазових рівноваг: фаза, компонент, ступінь свободи. Рівноважне співіснування фаз. Правило фаз Гіббса. Аналіз рівнянь, що виражають умови рівноваги в гетерогенних системах. Фазові переходи першого і другого роду

#### Тема 2.4. Однокомпонентні системи

Реальні і ідеальні гази. Рівняння стану. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Принцип відповідних станів. Леткість і коефіцієнт леткості. Залежність термодинамічних властивостей реальних газів від тиску і температури. Хімічний потенціал реального газу.

P–V–T діаграми однокомпонентних систем та їх проекції. Потрійна точка. Рівняння Клапейрона. Залежність тиску насиченої пари від температури. Рівняння Клапейрона–Клаузіуса. Залежність теплот фазових переходів від температури. Рівняння Антуана. Емпіричні правила Трутона і Річардса

#### Тема 2.5. Двокомпонентні та багатоконпонентні системи. Розчини

Рівновага в двокомпонентних системах. Загальна характеристика розчиненого стану речовини. Термодинамічне і молекулярно кінетичні умови утворення розчинів. Явище сольватації.

Термодинамічні властивості розчинів неелектролітів. Класифікація розчинів. Парціально–молярні величини. Рівняння Гіббса–Дегема. Концепція ідеального розчину. Термодинамічні властивості ідеальних розчинів. Рівновага розчин – газ. Закони Рауля. Неідеальні розчини. Поняття активності і фугітивності.

Колігативні властивості розчинів. Ебуліоскопія, кріоскопія і осмотичний тиск.

Рівновага в системах газ – рідкий розчин. Закон Генрі. Залежність розчинності газу від температури, природи газу і розчинника. Вплив електролітів на розчинність газів.

Особливості рівноваги пара – розчини летких рідин. Діаграми тиск пари – склад і температура кипіння – склад. Діаграми склад розчину – склад пари. Правила Вревського. Обмежена сумісна розчинність рідин. Фізико-хімічні основи перегонки і ректифікації. Використання правила фаз для аналізу фазових рівноваг. Правило важеля.

Взаємна розчинність рідин.

Рівновага “рідкий розчин – кристал”. Термічний аналіз. Основні типи діаграм плавкості: необмежена сумісна розчинність в твердому стані, діаграми з простою евтектикою, з обмеженою розчинністю в твердому стані, з утворенням хімічних сполук. Аналіз фазових діаграм. Фізико-хімічні основи перекристалізації і зонної плавки.

Трикомпонентні системи. Способи графічного відображення складу трикомпонентних систем. Діаграми плавкості трикомпонентних систем. Розподіл розчиненої речовини між двома фазами. Коефіцієнт розподілу, закон Нернста –Шилова. Фізико-хімічні основи екстракції. Висалювання та всалювання розчинених речовин, рівняння І.М. Сеченова.

#### Тема 2.6. Розчини електролітів

Термодинамічні властивості розчинів електролітів. Сильні та слабкі електроліти. Середні йонні коефіцієнти активності. Залежність коефіцієнтів активності від концентрації. Основні поняття теорії сильних електролітів. Правило йонної сили. Рівняння Дебая–Хюккеля.

Розчини слабких електролітів. Концентраційна та термодинамічна константи дисоціації. Кислотно-основні рівноваги. Класифікація розчинників. Дисоціація води, йонний добуток. Кислотність розчинів, рН. Теорії кислот і основ. Індикатори. Індикаторний метод визначення рН. Кислотно – основне титрування. Гідроліз солей. Розчинність малорозчинних електролітів. Добуток розчинності.

## МОДУЛЬ 3.

### Тема 3.1. Електродна рівновага. Електрохімічні кола

Електрохімічні процеси. Електрорушійна сила. Термодинаміка електрохімічних

елементів. Електроди, типи електродів. Стандартні електродні потенціали. Рівняння Нернста. Теорії виникнення електродного потенціалу та електрорушійної сили. Типи електрохімічних кіл. Застосування електрохімічних кіл для вивчення рівноваг у розчинах електролітів. Потенціометричне титрування. Хімічні кола як джерела електричної енергії. Акумулятори. Паливна елементи.

#### Тема 3.2. Кінетика електродних процесів

Електроліз. Закони Фарадея. Електроаналіз і кулонометрія. Електродна поляризація. Концентраційна поляризація. Дифузійна перенапряга. Електрохімічна перенапряга. Кінетика деяких електродних процесів – електролітичне виділення водню, кисню, електрохімічне виділення металів. Електрохімічна корозія. Гальванопари. Електрохімічні методи захисту металів від корозії. Захист від корозії хімічного обладнання.

Електрохімічні методи синтезу речовин

#### Тема 3.3. Нерівноважні явища в розчинах електролітів

Електрична провідність розчинів. Питома та молярна електричні провідності, залежність їх від концентрації. Рухомість йонів та закон Кольрауша. Числа переносу, методи їх визначення. Кондуктометрія і кондуктометричне титрування. Визначення констант дисоціації та добутку розчинності кондуктометричним методом

### МОДУЛЬ 4.

#### Тема 4.1. Формальна кінетика

Швидкість реакції. Основний постулат хімічної кінетики. Молекулярність та порядок реакції. Константа швидкості реакції. Односторонні реакції першого, другого,  $n$ -ного порядку. Методи визначення порядку реакції. Складні реакції – двосторонні, паралельні, послідовні. Залежність швидкості реакції від температури. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Ланцюгові реакції. Кінетичні особливості розгалужених ланцюгових реакцій. Півострів спалаху. Тепловий вибух. Кінетика гетерогенних процесів. Кінетичні розрахунки в хімічній технології.

#### Тема 4.2. Теорії хімічної кінетики

Теорія активних співударів. Рівняння для константи швидкості. Енергія активації та предекспоненційний множник. Стеричний фактор. Теорія перехідного стану (активованого комплексу). Термодинамічний аспект теорії. Ентропія активації. Співставлення теорій активних співударів і перехідного стану. Мономолекулярні реакції. Реакції в розчинах. Фотохімічні реакції. Елементарні  $\gamma$ -реакції і процеси. Квантовий вихід. Кінетичні рівняння фотохімічних реакцій. Механізми реакцій горіння та вибуху. Кінетичні розрахунки в хімічній технології

#### Тема 4.3. Каталітичні реакції

Загальні принципи каталізу. Гомогенний каталіз. Кислотно-основний каталіз. Гетерогенний каталіз. Активність та селективність каталізаторів. Отруєння каталізаторів. Активні центри гетерогенних каталізаторів. Роль адсорбції в кінетиці гетерогенних каталітичних реакцій. Енергія активації гетерогенних каталітичних реакцій. Неоднорідність поверхні. Нанесені каталізатори. Теорії каталізу. Каталіз в хімічній технології.

Від'ємний каталіз. Інгібітори. Інгібітори в хімічній технології

### **Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:**

Назви	Форма здобуття освіти (очна (денна) або заочна (дистанційна))
-------	---

модуль і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота
<b>3- й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1.1	8	2	2	-	4	
Тема 1.2	23	4	4	4	12	
Тема 1.3	16	4	4	-	8	2
Разом за модулем 1	47	10	10	4	24	2
<b>Модуль 2</b>						
Тема 2.1	16	2	2	4	8	
Тема 2.2	8	2	2	-	4	
Тема 2.3	8	2	2		4	
Тема 2.4	15	2	2	4	7	
Тема 2.5	8	2	2		4	
Тема 2.6	8	2			4	2
Разом за модулем 2	61	12	10	8	32	2
<b>Модуль 3</b>						
Тема 3.1	25	2	2	8	13	2
Тема 3.2	16	4	4	-	8	-
Тема 3.3	20	2	2	4	10	2
Разом за модулем 3	61	8	8	12	31	4
Разом за 3 семестр	169	30	28	24	87	8
<b>4а - семестр</b>						
<b>Модуль 4</b>						
Тема 4.1	18	4	4	-	8	
Тема 4.2	18	4	4	4	8	
Тема 4.3	20	2	4	4	10	2
Разом за 4а семестр	56	10	12	8	26	2
Разом за курс	225	40	40	32	113	8
Курсова робота	4					

**Теми практичних занять (у разі потреби)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Теоретичні та експериментальні методи фізичної хімії:	2
2	Перший закон термодинамики	2



3	Другий закон термодинамики	2
4	Об'єднаний перший та другий закони термодинаміки	2
5	Розрахунки теплових ефектів та зміни енергій Гіббса	2
6	КР 1	2
7	Хімічна рівновага в гомогенних системах	2
8	Хімічна рівновага в гетерогенних системах	2
9	Правило фаз Гіббса	2
10	Діаграми однокомпонентних систем	2
11	Діаграми двокомпонентних систем	2
12	КР 2	2
13	Стандартні електродні потенціали. Рівняння Нернста.	2
14	Модульна КР 3	2
15	Електроліз. Закони Фарадея	2
16	Електрохімічна корозія. Гальванопари. Електрохімічні методи захисту металів від корозії	2
17	Електрична провідність розчинів	2
18	КР 3	2
19	Теорії хімічної кінетики	2
20	КР 4	2
	Разом	40

### Теми лабораторних занять (у разі потреби)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>3 семестр</b>		
1	Визначення теплоти розчинення	4
2	Перегонка	4
3	Дослідження діаграми фенол - вода	4
4	Визначення стандартної ЕРС	4
5	Визначення константи дисоціації методом ЕРС	4
6	Визначення константи дисоціації кондуктометричним методом	4
<b>4а семестр</b>		
7	Визначення константи швидкості реакції розкладання водню	4
8	Дослідження кінетики реакції горіння рідини	4
	Разом за дисципліною	32

### Форми та методи навчання і викладання

1. Форми та методи навчання і викладання сприяють досягненню заявлених у освітній програмі цілей та програмних результатів навчання, відповідають вимогам студентоцентрованого підходу та принципам академічної свободи.

Вивчення навчальної дисципліни реалізується **в таких формах:** навчальні заняття за видами, консультації, контрольні заходи, самостійна

робота.

В навчальній дисципліні використовуються такі методи навчання і викладання:

- *методи навчання за джерелами набуття знань*: словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація); практичні методи навчання (практична робота);

- *методи навчання за характером логіки пізнання*: аналітичний; синтетичний; дедуктивний;

- *методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається*: проблемний виклад; частково-пошуковий;

- *інноваційні методи навчання*: робота з навчально-методичною літературою та відео метод; інтерактивні методи;

- *самостійна робота*.

### **Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти**

#### **Засоби оцінювання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: екзамен, стандартизовані тести; письмова відповідь на ряд питань за темою розділу по варіантах; усне опитування на лекціях, практичних та лабораторних заняттях.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України з переведенням в оцінку за рейтинговою шкалою - ЄКТС та в 4-бальну шкалу.

#### **Таблиця відповідності результатів оцінювання знань з навчальної дисципліни за різними шкалами**

За 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України	За рейтинговою шкалою (ЄКТС)	За 4-бальною шкалою
90–100	A	відмінно
80–89	B	добре
65–79	C	
55–64	D	задовільно
50–54	E	
35–49	FX	незадовільно
0–34	F	

#### **Критерії оцінювання**

#### **Форми поточного та підсумкового контролю**

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти

проводиться у формі індивідуального опитування, виконання письмових завдань.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену та курсової роботи.

**Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни**

Види навчальних занять	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
<b>I. Поточний контроль</b>			
Модуль 1	лекції	10	0
	семінарські заняття	0	0
	практичні заняття*	10	0,5
	лабораторних робіт	4	0,5
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)* контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	2	3
Разом за модуль 1			19
Модуль 2	лекції	12	0
	семінарські заняття	0	0
	практичні заняття*	10	0,5
	лабораторних робіт	8	0,5
	за результатами виконання контрольних (модульних)	2	4,5

	робіт (модульний контроль)*			
Разом за модуль 2				18
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				
Модуль 3	лекції	8	0	0
	семінарські заняття	0	0	0
	практичні заняття*	8	0,5	4
	лабораторних робіт	12	0,5	6
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	2	3,5	7
Разом за модуль 3				17
Модуль 4	лекції	10	0	0
	семінарські заняття	0	0	0
	практичні заняття*	12	0,5	6
	лабораторних робіт	8	0,5	4
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	2	4,5	9
Разом за модуль 4				19
Разом за поточний контроль				73
<b>II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)</b>				0
<b>III. Підсумковий контроль (екзамен)</b>				27
<b>Курсова робота</b>				20
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

### **Поточний контроль.**

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті:

Поточний контроль проводиться на кожному практичному та лабораторному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) за набутими навичками під час вивчення

теоретичного матеріалу та виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

*Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному та лабораторному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 0,5 балів):*

0,5 бали – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни;

0,3 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє;

0,1 бали – завдання виконане частково;

0 балів – завдання не виконане.

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення письмової роботи, самостійність виконання

Модульний контроль.

Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт:

*Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт*

*Модуль 1 оцінюється в діапазоні від 0 до 12 балів:*

12 балів – модульна робота здобувачем виконана в повному обсязі з поясненнями;

11 балів – модульна робота здобувачем виконана в повному обсязі;

10 балів – робота виконана в повному обсязі, але допущені незначні помилки;

9 балів – робота виконана майже на 90% від загального обсягу;

8 балів – обсяг виконаних завдань становить від 80% до 89% від загального обсягу;

7 балів – здобувач виконав лише від 70% до 79% від загального обсягу;

6 балів – обсяг виконаної роботи становить від 50% до 69% від загального обсягу;

5 бали – виконана частина роботи складає від 40% до 49% від загального обсягу;

4 бали – складає від 20% до 39% від загального обсягу;

3 бали – обсяг виконаних завдань складає від 10% до 19% від загального обсягу;

2 бали – в цілому обсяг виконаних завдань складає від 5% до 10% від загального обсягу;

1 бал – в цілому обсяг виконаних завдань складає від 1% до 5%

0 балів – завдання, передбачене на модульну роботу, здобувачем не виконане.

*Модуль 2 оцінюється в діапазоні від 0 до 9 балів:*

*Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт (Модуль 1 та Модуль 2) оцінюється в діапазоні від 0 до 9 балів:*

9 балів – модульна робота здобувачем виконана в повному обсязі;

- 8 балів – робота виконана в повному обсязі, але допущені незначні помилки;
- 7 балів – робота виконана майже на 90% від загального обсягу;
- 6 балів – обсяг виконаних завдань становить від 80% до 89% від загального обсягу;
- 5 балів – здобувач виконав лише від 70% до 79% від загального обсягу;
- 4 балів – обсяг виконаної роботи становить від 50% до 69% від загального обсягу;
- 3 бали – виконана частина роботи складає від 40% до 49% від загального обсягу;
- 2 бали – складає від 20% до 39% від загального обсягу;
- 1 бали – обсяг виконаних завдань складає від 10% до 19% від загального обсягу;
- 0 бал – в цілому обсяг виконаних завдань складає менше 10% від загального

*Модуль 3 оцінюється в діапазоні від 0 до 7 балів:*

*Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт (Модуль 1 та Модуль 2) оцінюється в діапазоні від 0 до 7 балів:*

- 7 балів – модульна робота здобувачем виконана в повному обсязі;
- 6 балів – робота виконана в повному обсязі, але допущені незначні помилки;
- 5 балів – робота виконана майже на 90% від загального обсягу;
- 4 балів – обсяг виконаних завдань становить від 80% до 89% від загального обсягу;
- 3 балів – здобувач виконав лише від 70% до 79% від загального обсягу;
- 2 балів – обсяг виконаної роботи становить від 40% до 69% від загального обсягу;
- 1 бал – виконана частина роботи складає від 10% до 39% від загального обсягу;
- 0 бал – в цілому обсяг виконаних завдань складає менше 10% від загального

*Модуль 4 оцінюється в діапазоні від 0 до 9 балів:*

*Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт (Модуль 1 та Модуль 2) оцінюється в діапазоні від 0 до 9 балів:*

- 9 балів – модульна робота здобувачем виконана в повному обсязі;
- 8 балів – робота виконана в повному обсязі, але допущені незначні помилки;
- 7 балів – робота виконана майже на 90% від загального обсягу;
- 6 балів – обсяг виконаних завдань становить від 80% до 89% від загального обсягу;
- 5 балів – здобувач виконав лише від 70% до 79% від загального обсягу;
- 4 балів – обсяг виконаної роботи становить від 50% до 69% від загального обсягу;
- 3 бали – виконана частина роботи складає від 40% до 49% від загального обсягу;
- 2 бали – складає від 20% до 39% від загального обсягу;

1 бали – обсяг виконаних завдань складає від 10% до 19% від загального обсягу;

0 бал – в цілому обсяг виконаних завдань складає менше 10% від загального

*Курсова робота* – вид самостійної навчально-наукової роботи, що виконується здобувачами вищої освіти протягом семестру з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних за час навчання, та їх застосування до комплексного вирішення конкретного фахового завдання. Курсова робота виконується у 4а семестрі навчання.

Метою написання курсової роботи з є: поглиблення знань зі однією з тем курсу Фізичної хімії. Курсова робота з навчальної дисципліни повинна бути виконана відповідно до отриманого завдання на курсову роботу, обраної тематики та вказівок щодо відпрацювання даного виду робіт. Курсова робота виконується згідно індивідуального завдання. Матеріали до виконання курсової роботи наведені в окремих методичних вказівках до виконання курсової роби з вказаної навчальної дисципліни.

Курсова робота, оформлена згідно вимог, зазначених у методичних вказівках, здається на перевірку у роздрукованому вигляді в установлені строки. Після перевірки результати роботи захищаються у вигляді співбесіди під час семінарського заняття. Додаткові запитання ставляться за тим матеріалом, який висвітлює або побічно торкається у своїй відповіді здобувач вищої освіти.

*Критерії оцінювання пояснювальної записки курсової роботи (оцінюється від 0 до 60 балів):*

49-60 балів – пояснювальна записка здобувачем виконана в повному обсязі, виконана вчасно, самостійно, забезпечує повне розкриття теми. Вірно визначено предмет, об'єкт дослідження. Мета чітко окреслена та досягнута. Завдання виконані у повному обсязі. Узагальнення і висновки базуються на якісно опрацьованій інформаційній базі, що дозволяє чітко визначити авторську позицію. Представлені практичні рекомендації автора мають практичну цінність;

37-48 балів – пояснювальна записка виконана вчасно, теоретичні узагальнення та висновки в основному правильні. Проте, існують несуттєві недоліки у виявленні логічності зв'язку заходів, що пропонуються для вирішення проблем, обґрунтування та розрахунків ефективності запропонованих рішень. Подані у роботі авторські пропозиції не містять переконливого обґрунтування доцільності їх реалізації;

25-36 балів – пояснювальна записка виконана вчасно, узагальнення та висновки в основному правильні. Відсутній самостійний матеріалів, обґрунтування та визначення ефективності запропонованих рішень. Подані у роботі авторські пропозиції не містять достатнього обґрунтування;

13-24 бали – пояснювальна записка в основному розкриває тему кваліфікаційної роботи, але мають місце недоліки змістовного характеру. Теоретико-аналітична частина та пропозиції обґрунтовано непереконливо, відсутні дослідження або розрахунки, що дозволяють аргументувати зроблені

узагальнення та висновки. Є зауваження щодо логічності та послідовності викладеного матеріалу, який носить переважно описовий характер. Пояснювальна записка недбало оформлена;

0-12 балів – відсутня логіка у побудові структури дослідження. У роботі відсутній взаємозв'язок теми, мети, завдань, висновків, предмету та об'єкту дослідження. Назви окремих розділів не відповідають їх змісту. Теоретичний аналіз та визначення стану процесів, що є предметом розгляду мають компіляційний характер, відсутні посилання на використані інформаційні джерела. Пояснювальна записка оформлена з помилками та не відповідає вимогам, що викладені у методичних вказівках.

*Критерії оцінювання презентації доповіді курсової роботи (оцінюється від 0 до 15 балів):*

12-15 балів – доповідь аргументована, проілюстрована якісно оформленими наочними матеріалами, свідчить про наявність власної думки здобувача вищої освіти щодо предмету дослідження, є логічною і повною;

9-11 балів – доповідь насичена інформацією, що відображає відповідні результати проведеного дослідження;

6-8 балів – доповідь побудована на фактах, що відображають відповідні результати проведеного дослідження, мають місце незначні недоліки в оформленні презентації;

3-5 балів – доповідь прочитана за текстом, здобувач вищої освіти не володіє окремими питаннями теми, мають місце суттєві недоліки у виконанні та оформленні презентації;

0-2 бали – доповідь прочитана за текстом, презентація та доповідь не відображають зміст виконаної роботи, не відповідають вимогам щодо обсягу та оформлення.

*Критерії оцінювання відповідей на питання під час захисту курсової роботи (оцінюється від 0 до 25 балів):*

20-25 балів – усі відповіді на питання правильні, розгорнуті та добре аргументовані;

15-19 балів – відповіді на питання правильні, не завжди повні та конкретні;

10-14 балів – не усі відповіді на питання правильні або повні;

5-9 балів – здобувач вищої освіти не володіє окремими питаннями за темою роботи, відповіді є неповними;

0-4 бали – більшість відповідей на питання невірні, здобувач вищої освіти не володіє предметом дослідження.

### **Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені

### **Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені оцінюється в діапазоні від 0 до 27 балів:

26-27\* - Послідовна і повна відповідь на поставлені запитання.

24-25\* - У відповіді зроблена непринципова помилка несуттєвого характеру,



при повних знаннях програмного матеріалу.

19-23\* - У відповіді зроблені деякі непринципові помилки, несуттєвого характеру, при повних знаннях програмного матеріалу.

16-18\* - У відповіді зроблено деякі помилки, при не повних знаннях програмного матеріалу.

14-15\* - Недостатня повнота викладення матеріалу, наявність неточностей при викладенні теоретичних питань. Порушення логічної послідовності викладення матеріалу.

7-13\* - Відсутність знань по більшій частині матеріалу, погане засвоєння положень курсу.

0-6\* - Відсутність знань по матеріалу дисципліни, не засвоєння положень курсу.

### **Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:**

#### ***Тема 1.1.***

1. Які Вам відомі теоретичні методи фізичної хімії?
2. Які Вам відомі експериментальні методи фізичної хімії?
3. Яке значення має фізична хімія для хімічної технології?
4. Які Вам відомі основні розділи фізичної хімії?

#### ***Тема 1.2.***

1. Дати характеристику основним термодинамічним поняттям.
2. Які види термодинамічних систем Вам відомі?
3. Що таке теплота процесу і робота процесу?
4. Як розрахувати роботу розширення?
5. Які процеси називаються оборотними, а які необоротними сформулюйте перший закон термодинаміки.?
6. Сформулювати перший закон термодинаміки. Що таке ентальпія системи?
7. Закон Гесса. Як визначити тепловий ефект реакції?
8. Навести приклади термохімічних рівнянь.
9. Які види теплових ефектів Вам відомі?
10. Що таке теплоємність? Які рівняння описують залежність теплоємності від температури?
11. Як тепловий ефект реакції залежить від температури?
12. Що таке теплота утворення?
13. Що таке теплота згоряння?
14. Що таке теплота розчинення і теплота розведення?
15. Які види теплот розчинення Вам відомі?

#### ***Тема 1.3.***

1. Сформулювати другий закон термодинаміки.
2. Що таке ентропія?
3. Які процеси є оборотними, а які необоротними?
4. Що таке енергія Гіббса і енергія Геймгольца?
5. В яких випадках як критерій спрямування процесу використовується енергія Гіббса, в яких енергія Геймгольца, а в яких ентропія?
6. Як змінюється енергія Гіббса при хімічних перетвореннях?
7. За якими формулами розраховується зміна ентропії процесу розширення газу, процесу нагрівання речовини і процесу змішування ідеальних газів?
8. Як розрахувати зміну ентропії фазового переходу?
9. Що таке стандартна абсолютна ентропія речовини?

10. Яке рівняння описує об'єднаний перший та другий закон термодинаміки?
11. Що таке енергія Гіббса і енергія Геймгольца?
12. Що таке третій закон термодинаміки?
13. Що таке хімічний потенціал?

#### **Тема 2.1.**

1. Дайте визначення поняття хімічна рівновага.
2. Запишіть термодинамічний вираз умови хімічної рівноваги.
3. Запишіть вираз для константи рівноваги.
4. У яких концентраційних шкалах можна виражати константу хімічної рівноваги?
5. Які фактори впливають на константи рівноваги  $K_p$  і  $K_c$  для ідеальної газової суміші?
6. Які фактори впливають на стан хімічної рівноваги?
7. Навести рівняння ізотерми хімічної реакції.
8. Що таке хімічна спорідненість?
9. Що є кількісною мірою хімічної спорідненості?
10. Як впливає температура на константу хімічної рівноваги?
11. Запишіть вираз для константи гетерогенної реакції. Чим він відрізняється від виразу для гомогенної реакції?
12. Як можна розрахувати константу рівноваги за термодинамічними даними?

#### **Тема 2.2.**

1. Що таке фазова рівновага? Чим вона відрізняється від хімічної рівноваги?
2. Які умови рівноважного співіснування фаз?
3. Що таке фаза, компонент, ступінь свободи?
4. Може лі кількість компонентів не співпадати з кількістю речовин які присутні в системі?
5. Запишіть правило фаз Гіббса.
6. Які фазові переходи називаються переходами першого та другого роду?

#### **Тема 2.3.**

1. Які гази називають ідеальними?
2. За яких умов поведінку газу можна вважати за ідеальну?
3. Які рівняння стану Вам Відомі?
4. Запишіть рівняння Ван-дер-Ваальса.
5. Що таке леткість і коефіцієнт леткості?
6. Наведіть P–T діаграми води і вкажіть на неї області існування різних фаз.
7. Яка точка на фазових діаграмах називається потрійною?
8. Скільки ступенів свободи в потрійній точці води?
9. Як залежить тиск насиченої пари від температури?
10. Запишіть рівняння Клапейрона–Клаузіуса.
11. Сформулюйте правило Трюттона.

#### **Тема 2.4.**

1. Дайте визначення розчинів.
2. Які Вам відомі способи вираження складу розчинів?
3. Що таке сольватація і гідратація?
4. Що таке ідеальні і неідеальні розчини?
5. Що таке парціально-молярні величини?
6. Що таке активність і фугітивність?
7. Який зв'язок встановлюється рівнянням Гіббса–Дюгема?
8. Який закон встановлює зв'язок між тиском пари і складом розчину?
9. В яких випадках існують відхилення від закону Рауля?
10. Який закон описує розчинність газу у рідині?
11. Яку інформацію можна одержати від криоскопічного і ебуліоскопічного методів?

12. Поясніть, чому розчин нелеткої речовини кристалізується за температурою нижче температури замерзання чистої рідини, а кипить вище за температуру кипіння чистої рідини?
13. Як залежить розчинність газів у рідинах від температури і наявності в розчині електроліту?

#### **Тема 2.5.**

1. Сформулюйте правило важеля.
2. Наведіть основні типи діаграм тиск пари – склад, температура кипіння – склад і склад розчина – склад пари.
3. Що таке перегонка і ректифікація? В чому їх різниця?
4. Які розчини називаються азеотропними?
5. Від яких факторів залежить взаємна розчинність рідин?
6. Що таке критична температура розчинення?
7. Поясніть принцип перегонки з водяною парою.
8. Що таке термічний аналіз?
9. Наведіть типові криви охолодження рідин.
10. Які Вам відомі основні типи діаграм плавкості?
11. Що таке евтектика?
12. Скільки ступенів свободи має система в естетичній точці?
13. Що називається кривими ліквідуса і солідуса?
14. Що таке перитектика і чім вона відрізняється від евтектики?
15. Що являє собою фізико-хімічний аналіз?
16. Як зображується склад потрійної системи на площині?
17. За яких умов виконується закон розподілу Нернста?
18. Що таке екстракція?

#### **Тема 2.6.**

1. Які речовини називаються електролітами, а які неелектролітами?
2. Що таке електролітична дисоціація?
3. Поясніть зміст ізотонічного коефіцієнта.
4. Що таке загальна, іонна і серед неіонна активність?
5. У чому полягає правило іонної сили?
6. Сформулюйте основні положення теорії Дебая – Гюккеля.
7. Що таке кислота та основа?
8. Що таке рН?
9. Що таке гідроліз солей?
10. Що таке буферний розчин?
11. Що таке буферна ємність розчину?
12. Що таке добуток розчинності? Як його можна визначити?

#### **Тема 3.1.**

1. Від чого залежить величина електродного потенціалу?
2. Які типи електродів Вам відомі?
3. З якої термодинамічною функцією пов'язано ЕРС?
4. Запишіть рівняння Нернста.
5. Що таке стандартний електродний потенціал?
6. Навести класифікацію електродів за зворотністю.
7. Що таке індикаторні електроди та електроди порівняння?
8. Що таке хімічні джерела електричного струму?
9. Гальванічний елемент. Принцип дії гальванічного елемента Якобі-Даніеля.
10. У чому суть потенціометричного титрування?
11. Навести приклад концентраційного гальванічного елемента.
12. Який принцип дії свинцевого та залізо-нікелевого акумулятора?
13. Що таке паливний елемент?

### **Тема 3.2.**

1. Що таке електроліз?
2. Дайте характеристику катодним процесам під час електролізу.
3. Дайте характеристику анодним процесам під час електролізу.
4. Запишіть перший і другий закони Фарадея.
5. Запишіть об'єднаний закон Фарадея.
6. Що таке електроаналіз і кулонометрія?
7. Які види поляризації вам відомі?
8. Що таке перенапруга?
9. Які Вам відомі методи електрохімічного синтезу?
10. Які метали одержують методом електролізу?
11. Що таке електрохімічна корозія? За яких умов вона виникає?
12. Що таке корозійні гальванопари? Які правила їх запису?
13. Які електрохімічні методи захисту металів від корозії Вам відомі?

### **Тема 3.3.**

1. Що таке електрична провідність?
2. Що таке питома електрична провідність, від чого вона залежить?
3. Що таке молярна електрична провідність, від чого вона залежить?
4. Запишіть рівняння Кольрауша.
5. Що таке рухливість іонів, як вона залежить від заряду іонів і їх радіуса?
6. Рухливість яких іонів найбільша?
7. Що таке кондуктометрия?
8. Зобразить графічно та поясніть хід кривих кондуктометричного титрування.
9. Як визначити константу дисоціації слабкого електроліту кондуктометричним методом?

### **Тема 4.1.**

1. Що розуміють під швидкістю хімічної реакції?
2. Сформулюйте основний постулат хімічної кінетики.
3. Що таке порядок реакції?
4. Запишіть кінетичні рівняння для реакцій 1-го, 2-го і третього порядку.
5. Які методи визначення порядку реакції Вам відомі?
6. Закон діючих мас. Фізичний зміст константи швидкості хімічної реакції.
7. Охарактеризувати поняття: молекулярність і порядок реакції.
8. Вивести кінетичне рівняння реакції першого порядку.
9. Які реакції називаються двосторонніми, паралельними, послідовними?
10. Як впливає температура на швидкість хімічної реакції?
11. Пояснити енергетичну схему реакції.
12. Що таке енергія активації?
13. Методика розрахунку енергії активації.
14. Запишіть рівняння Арреніуса.
15. Які реакції називають ланцюговими?
16. Які Вам відомі особливості кінетики гетерогенних реакцій?

### **Тема 4.2**

1. Які Вам відомі основні теорії хімічної кінетики?
2. Сформулюйте основні положення теорії активних співударів.
3. Наведіть графік розподілу молекул по їх кінетичним енергіям (розподілення Больцмана).
4. Що таке енергія активації в теорії активних співударів?
5. Як відбувається активація мономолекулярних реакцій?
6. Сформулюйте основні положення теорії активованого комплексу.
7. Якій вигляд має поверхня потенційної енергії для хімічної реакції?

8. Що являє собою профіль шляху реакції?
9. Наведіть основне рівняння теорії активованого комплексу.
10. Чим відрізняється кінетика реакцій у розчинах від кінетики газових реакцій?
11. Що таке сольові ефекти?
12. Які реакції називаються фотохімічними?
13. Що таке квантовий вихід?
14. В чому полягають особливості реакцій горіння і вибуху?

#### **Тема 4.3.**

1. У чому полягає явище каталізу?
2. На які види поділяють каталітичні реакції?
3. Зобразіть профіль шляху гомогенної каталітичної реакції.
4. З яких стадій складається гетерогенна каталітична реакція?
5. Що являє собою явище промочування каталізаторів?
6. Чому використання різних каталізаторів може привести до утворення різних продуктів реакції?
7. Що являє собою явище отруєння каталізатора?
8. Поясніть роль адсорбції в кінетиці гетерогенних каталітичних реакцій.
9. Які Вам відомі теорії каталізу?
10. Що таке інгібітори?
11. Наведіть приклади використання каталізаторів в хімічній технології.
12. Наведіть приклади використання інгібіторів в хімічній технології.

#### **Політика викладання навчальної дисципліни**

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних та лабораторних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

2. Сумлінне виконання розкладу занять з навчальної дисципліни (недопустимість пропусків та запізнь на заняття).

3. Неприпустимість користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття без дозволу науково-педагогічного працівника.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

5. Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися політики доброчесності під час виконання самостійної або індивідуальної роботи.

#### **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

##### **Література**

1. Лебідь В. І. Фізична хімія. Харків: Фоліо, 2019. – 478 с
2. Фізична хімія: задачі та вправи : навчальний посібник / В. І. Рубцов. – 2-ге вид., випр. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 416 с.
3. Костржицький А.І., Калінков О.Ю., Тіщенко В.М., Берегова О.М., Фізична та колоїдна хімія. Навч. Пос. – К.: Центр учбової літератури, 2018. – 496 с.
4. Яцимирський В.К. Фізична хімія. - Київ: Перун, 2017. - 512 с.
5. Гомонай В., Гомонай О. Фізична хімія. Ч.1. Хімічна термодинаміка. -

Ужгород: Мистецька лінія. - 2020. - 289 с.

6. Чумак В.Л., Іванов С.В. Фізична хімія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2017. - 648 с.

7. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Фізична хімія : Підручник. – Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800 с.

8. Солдаткіна Л.М. Хімічна термодинаміка в схемах, таблицях, формулах, рисунках: навчально-наочний посібник до курсу фізичної хімії для студентів вищих навчальних закладів / Під ред. В.Ф. Сазонової. - Одеса: “Одеський національний університет”, 2012. - 101 с.

9. Солдаткіна Л.М. Основи електрохімії: Теорія та задачі. Навчальний посібник. – Одеса: “Одеський національний університет імені І.І. Мечникова”, 2017. - 200 с.

10. Сазонова В.Ф., Сінькова Л.О., Менчук В.В. Збірник задач з фізичної хімії. Частина І. Основи та застосування хімічної термодинаміки: навчальний посібник для студентів хімічних та біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. - Одеса: “Одеський національний університет”, 2012. – 141 с.

11. Краткий справочник физико-химических величин. / Под ред. А.А.Равделя, А.М.Пономарёвой. Л.: Химия, 2018.

### **Інформаційні ресурси**

Електронна база бібліотеки НУЦЗ України.

Розробник: професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, доктор технічних наук, професор Кіреєв О.О.