

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор Навчально-наукового інституту

«Фізико-технічний факультет»

(вказати назву структурного підрозділу)

Кузнецов П.Е.

(вказати П.І.Б керівника)

“ 22 ” серпня 2024 р.



Робоча програма навчальної дисципліни

Фізична хімія

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалавр)

галузь знань 10 – "Природничі науки"

спеціальність 105 – "Прикладна фізика та наноматеріали"

освітня програма освітньо-професійна програма "Біомедичні нанотехнології"

вид дисципліни обов'язкова

факультет ННІ "Фізико-технічний факультет"

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету  
“27” серпня 2024 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Чейпеш Тетяна Олександрівна, кандидат хімічних наук, доцент ЗВО кафедри фізичної хімії  
Фарафонов Володимир Сергійович, кандидат хімічних наук, доцент ЗВО кафедри  
фізичної хімії

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної хімії

Протокол від “26” серпня 2024 року, № 1

Завідувач кафедри фізичної хімії



(підпис)

Мчедлов-Петросян М.О.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від “26” серпня 2024 року, № 1

Голова науково-методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Єфімов П.В.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"

Гарант освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"



(підпис)

Ольга ЖИТНЯКІВСЬКА

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

Протокол від “12” липня 2024 року № 11

Голова методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»



(підпис)

Микола ЮНАКОВ

## ВСТУП

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Надання знань та уявлень щодо теоретичних основ, принципів та законів сучасної фізичної хімії та біохімії: основних даних про властивості речовин, що складають систему, властивості розчинів електролітів, закономірностей перебігу хімічних процесів, методам розрахунку для визначення напряму перебігу хімічних процесів, їх енергетики та стану рівноваги, навчання розумінню та аналізу процесів та явищ, які спостерігаються при проведенні фізико-хімічних операцій.

#### 1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- засвоєння студентами основних понять, термінів, рівнянь та законів фізичної хімії біохімії;
- формулювання теоретичних основ, принципів та законів сучасних фізичної хімії та біохімії;
- засвоєння студентами основних понять, термінів, рівнянь та законів;
- формування комплексу знань, необхідних для глибокого розуміння та аналізу хімічних процесів;
- знайомство студентів з методами проведення експериментальних фізико-хімічних досліджень.

Вивчення дисципліни «Фізична хімія» спрямовано на забезпечення таких загальних (ЗК) та фахових компетентностей (СК) за спеціальністю

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ФК 3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК 9. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень

#### 1.3. Кількість кредитів: 10

#### 1.4. Загальна кількість годин: 300

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	2-й
Семестр	
3,4-й	3,4-й
Лекції	
64 год.	64 год.
Практичні заняття	
32 год.	32 год.
Лабораторні заняття	
64 год.	64 год.
Самостійна робота	
140 год.	140 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
–	

## 1.6 Заплановані результати навчання

ПРН-1. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

ПРН-2. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної.

ПРН-3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПРН-4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

ПРН-5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

ПРН-6. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

ПРН-7. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

ПРН-8. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Тема 1. Загальні уявлення хімії*

Основні хімічні поняття. Атомно-молекулярне учення. Будова атома. Квантові числа. Принципи заповнення атомних орбіталей. Періодичний закон і періодична система елементів Д.І. Менделєєва. Основні характеристики атомів елементів. Хімічний зв'язок, міжмолекулярні взаємодії. Кристалічні решітки. Ідеальний газ. Газові закони.

### *Тема 2. Основні поняття хімії розчинів*

Розчини: визначення, способи вираження концентрації. Електролітична дисоціація. Сольватація іонів. Розчини електролітів.

### *Тема 3. Іонні рівноваги в розчинах*

Дисоціація води. Водневий показник. Теорії кислот і основ Арреніуса, Бренстеда-Лоурі, сольвосистем. Гідроліз солей. Добуток розчинності. Буферні розчини. Індикатори. Кислотно-основне титрування. Комплексоутворення.

### *Тема 4. Колігативні властивості розчинів*

Закон Рауля. Ідеальні розчини. Колігативні властивості розчинів: ебуліоскопія, криоскопія, осмотичний тиск. Ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа.

### *Тема 5. Реальні розчини*

Реальні розчини. Активність. Теорія розчинів сильних електролітів Дебая-Хюккеля. Розрахунок енергії міжіонної взаємодії.

### *Тема 6. Електропровідність розчинів*

Електропровідність розчинів електролітів. Питома та еквівалентна електричні провідності, їх залежність від концентрації. Рухливість іонів та закон Кольрауша. Кондуктометрія: визначення констант рівноваг, кондуктометричне титрування.

### *Тема 7. Термохімія*

Історія розвитку фізичної хімії. Хімічна термодинаміка: основні поняття та визначення. Внутрішня енергія, теплота, робота. Перший закон термодинаміки. Види

термодинамічних процесів, розрахунок теплоти и роботи в різних процесах. Теплові ефекти. Теплоємність. Закон Гесса. Наслідки з закону Гесса, застосування.

*Тема 8. Другий закон термодинаміки, ентропія*

Формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія. Постулат Планка. Абсолютне значення ентропії. Розрахунки зміни ентропії в різних процесах. Статистичний характер другого закону термодинаміки.

*Тема 9. Фазові перетворення*

Фазові перетворення I-го і II-го роду. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Поняття складової, компоненту, ступеней свободи. Правило фаз Гіббса. Діаграми стану для однокомпонентних систем, потрійна точка. Надкритичний флюїд.

*Тема 10. Гетерогенні рівноваги у двокомпонентних системах*

Діаграми стану "загальний тиск – склад", "температура кипіння – склад". Правило важеля. Перегонка (ректифікація), азеотропні суміші. Діаграми стану тверде тіло – рідина. Системи з утворенням хімічних сполук. Евтектика та перитектика. Системи з обмеженою взаємною розчинністю компонентів. Термічний аналіз. Розчинність газів, закон Генрі.

*Тема 11. Хімічна рівновага*

Фундаментальне рівняння Гіббса. Термодинамічні потенціали, хімічний потенціал. Фазова рівновага. Визначення, умови хімічної рівноваги. Закон дії мас. Ізотерма, ізобара, ізохора хімічної рівноваги. Застосування термодинамічних потенціалів для визначення напрямку процесів та стану рівноваги. Принцип рухливої рівноваги Ле-Шательє.

*Тема 12. Електроодні потенціали та електрорушійна сила*

Електроди: основні поняття та визначення. Електроодний потенціал. Рівняння Нернста. Електрохімічні елементи, електрорушійна сила. Типи електрохімічних кіл. Подвійний електричний шар.

*Тема 13. Хімічна кінетика*

Основні поняття та визначення хімічної кінетики. Необоротні реакції. Методи визначення порядку реакції. Складні реакції. Залежність швидкості реакції від температури. Енергія активації. Теоретичні уявлення хімічної кінетики. Основні поняття каталізу. Ферментативний каталіз. Швидкість гетерогенних реакцій.

*Тема 14. Кінетика електродних процесів*

Електроліз, закони Фарадея. Електродна поляризація. Концентраційна поляризація. Дифузійна перенапряга. Електрохімічна перенапряга. Електрохімічне виділення металів. Електрохімічна корозія.

*Тема 15. Оптичні властивості розчинів*

Поглинання світла. Флуоресценція. Розсіювання світла, мутність. Дифузне відбиття, функція Кубелки-Мунка. Оптична активність, питоме обертання. Заломлення світла, молярна і питома рефракції.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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
<b>Розділ 1. Фізична хімія</b>												
Тема 1. Загальні уявлення хімії	12	4				8	12	4				8
Тема 2. Основні поняття хімії розчинів	16	4	4			8	16	4	4			8
Тема 3. Іонні	26	4	4	8		10	26	4	4	8		10

рівноваги в розчинах												
Тема 4. Колігативні властивості розчинів	20	4	2	4		10	20	4	2	4		10
Тема 5. Реальні розчини	14	4	2			8	14	4	2			8
Тема 6. Електропровідність розчинів	24	4	2	8		10	24	4	2	8		10
Тема 7. Термохімія	20	4	2	4		10	20	4	2	4		10
Тема 8. Другий закон термодинаміки, ентропія	16	4	2			10	16	4	2			10
Тема 9. Фазові перетворення	16	4		4		8	16	4		4		8
Тема 10. Гетерогенні рівноваги у двокомпонентних системах	20	4	2	4		10	20	4	2	4		10
Тема 11. Хімічна рівновага	16	4	2			10	16	4	2			10
Тема 12. Електродні потенціали та електрорушійна сила	30	4	4	12		10	30	4	4	12		10
Тема 13. Хімічна кінетика	26	4	4	8		10	26	4	4	8		10
Тема 14. Кінетика електродних процесів	16	4		4		8	16	4		4		8
Тема 15. Оптичні властивості розчинів	28	8	2	8		10	28	8	2	8		10
<b>Усього годин</b>	<b>300</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>140</b>	<b>300</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>140</b>

#### 4. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Кислотно-основне титрування з індикатором	4
2.	Потенціометричне визначення рН розчину	4
3.	Потенціометричне титрування	4
4.	Визначення буферної ємності розчину	4
5.	Визначення добутку розчинності солі методом ЕРС	4
6.	Визначення константи дисоціації кондуктометричним методом	4
7.	Визначення константи дисоціації індикаторним методом	4
8.	Кондуктометричне титрування	4
9.	Кулонометричне визначення води	4

10.	Визначення константи швидкості гомогенної хімічної реакції	4
11.	Визначення константи швидкості розчинення	4
12.	Визначення першої інтегральної теплоти розчинення солі	4
13.	Визначення теплоти випаровування рідини	4
14.	Визначення молекулярної маси криоскопічним методом	4
15.	Визначення молярної рефракції розчиненої речовини	4
16.	Визначення діаграми взаємної розчинності двох рідин	4
	<b>Разом</b>	64

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні поняття хімії розчинів	4
2.	Іонні рівноваги в розчинах	4
3.	Колігативні властивості розчинів.	2
4.	Реальні розчини	2
5.	Оптичні властивості розчинів	2
6.	Електропровідність розчинів	2
7.	Електродні потенціали та електрорушійна сила	2
8.	Потенціометрія	2
9.	Термохімія	2
10.	Другий закон термодинаміки, ентропія	2
11.	Гетерогенні рівноваги	2
12.	Хімічна рівновага	2
13.	Хімічна кінетика	4
	<b>Разом</b>	32

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні поняття хімії розчинів	10
2.	Іонні рівноваги в розчинах	12
3.	Колігативні властивості розчинів.	10
4.	Електропровідність розчинів	10
5.	Термохімія	12
6.	Другий закон термодинаміки, ентропія	10
7.	Фазові перетворення	10
8.	Гетерогенні рівноваги у двокомпонентних системах	10
9.	Хімічна рівновага	12
10.	Електродні потенціали та електрорушійна сила	12
11.	Хімічна кінетика	12
12.	Кінетика електродних процесів	10
13.	Оптичні властивості розчинів	10
	<b>Разом</b>	140

## 6. Методи контролю

Поточний контроль на практичних заняттях (домашні завдання). Виконання контрольних робіт. Письмовий залік в 3 семестрі (питання з відкритою відповіддю). Письмовий екзамен в 4 семестрі (питання з відкритою відповіддю).

## 7. Схема нарахування балів

### 3-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Залікова робота	Сума
Лабораторні роботи	Контрольна робота	Разом		
30	30	60	40	100

### 4-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Лабораторні роботи	Домашні завдання	Контрольна робота	Разом		
24	20	16	60	40	100

1. Для допуску до підсумкового семестрового контролю (заліку або екзамену) студент повинен виконати всі розрахункові роботи, домашні завдання, виконати (дистанційно або письмово) контрольну роботу.
2. Рейтинг кожної роботи, термін її виконання, та подання оформлених робіт визначається викладачем, який веде практичні і лабораторні заняття.
3. Для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 15 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи.
4. Семестровий залік вважається зданим, якщо сума балів за залік  $\geq 10$  балів. Якщо сума отриманих студентом на заліку балів виявляється меншою ніж 10, необхідно перескладання заліку.
5. Семестровий екзамен вважається складеним, якщо сума балів за екзамен  $\geq 10$  балів.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка заліку	Оцінка екзамену
90 – 100	зараховано	відмінно
70 – 89		добре
50 – 69		задовільно
1 – 49	не зараховано	незадовільно



## 8. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Підручники, навчальні посібники.

## 9. Рекомендована література

1. Лебідь В.І. Фізична хімія. Харків: Фоліо, 2005. — 478 с.
2. Бондарев М.В., Цурко О.М., Водолазька Н.О., Єльцов С.В. Фізична та колоїдна хімія. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2006. — 324 с.
3. Яцков М.В., Буденкова Н.М., Мисіна О.І. Фізична та колоїдна хімія. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2016. — 164 с.
4. Фізична хімія: задачі та вправи : навчальний посібник / В. І. Рубцов. — 2-ге вид., випр. — Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. — 416 с.
5. Рубцов В.І. Лабораторний практикум з фізичної хімії : навчальний посібник. В 2-х кн . Ч. 1. Харків: ХНУ, 2020.
6. Рубцов В.І. Лабораторний практикум з фізичної хімії : навчальний посібник. В 2-х кн . Ч. 2. Харків: ХНУ, 2020.
7. В.І. Рубцов. Потенціометричні методи дослідження розчинів. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, - 2016. 252 с.
8. Григор'єва В.В., Самійленко В.М., Сич А.М. Загальна хімія: Підручник. Київ: Вища школа, 1991. — 431 с.
9. Левітін С. Я., Бризицька А. М., Ключова Р. Г. Загальна та неорганічна хімія. Харків: Прапор, Видавництво НФАУ, 2000. — 464 с.

## 10. Додаткова література

1. Панасенко О. І., Голуб А. М., Андрійко О. О., Василега-Дерибас М. Д., Панасенко Т.В. та ін. Загальна хімія: Підручник. Запоріжжя, 2016. — 462с.
2. Черних В.П., Зименковський Б.С., Грищенко І.С. Органічна хімія, у 3-х томах. Харків: «Основа», 1993-1997.
3. Chemistry: the central science. 12-th edition / Brown T.L., LeMay H.E., Bursten B.E. et al. — Glenview: Pearson Education, Inc. 2012. — 1195 p.
4. Atkins P., de Paula J. Physical chemistry for the life sciences. 2-nd edition. NY: W. H. Freeman Publishers, 2011. — 590 p.
5. Myers D. Surfaces, interfaces, and colloids: principles and applications. 2-nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. — 493 p.
6. Allen J.P. Biophysical chemistry. Blackwell publishing, 2008. — 492 p.