

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)

Кузнєцов П.Е. «Фізико-технічний факультет»

(вказати П.І.Б. керівника)

“ 22 ” серпня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Хімія аналітична та органічна

(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

В.о. завідувача 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 ІОНАКОВ

## ВСТУП

### 1. Опис навчальної дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни «Хімія аналітична та органічна» укладено відповідно до вимог стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – «Природничі науки», спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», затвердженого і введеного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 16.06.2020 р. № 804.

Навчальна дисципліна «Хімія аналітична та органічна» спрямована на формування у студентів цілісного комплексу базових знань та навичок з теоретичних і практичних основ органічної та аналітичної хімії і хімічної метрології і їх застосування до біологічних систем. Дисципліна є необхідною складовою професійної підготовки фахівців першого освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали».

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є забезпечення оволодіння студентами знань про властивості і методи одержання органічних сполук, сучасні методи дослідження будови, якісного і кількісного складу хімічних сполук, речовин і матеріалів, що використовуються у фармацевтичній, медичній та біомедичній галузях.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

- узагальнення і систематизація знань про методи синтезу та взаємоперетворень органічних сполук основних класів;
- формування комплексу знань про якісні і кількісні методи аналізу сполук, речовин і матеріалів і вибору методу аналізу в залежності від цілей і особливостей об'єктів;
- формування навичок безпечної роботи з органічними сполуками;
- формування уявлень про пошук необхідної інформації щодо властивостей і методів аналізу речовин і матеріалів.

Вивчення дисципліни «Хімія неорганічна та фізколоїдна» спрямовано на забезпечення таких загальних (ЗК) та фахових компетентностей (ФК) за спеціальністю, затвердженого Стандартом вищої освіти:

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 8. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок

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

1.3. Кількість кредитів: 6

1.4. Загальна кількість годин: 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Денна форма навчання
Рік підготовки
4-й
Семестр
8-й
Лекції

56 год.
Практичні заняття
28 год.
Самостійна робота
96 год.

### 1.6 Заплановані результати навчання

Очікувані результати навчання відповідають програмним результатам навчання ОП «Біомедичні нанотехнології» за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»:

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

### Змістовий модуль

#### Змістовий модуль 1. Органічна хімія

##### **Тема 1. Вступ до органічної хімії.**

Основні типи структурних фрагментів: прості та кратні зв'язки, вуглецевий скелет, радикали та функціональні групи. Взаємозв'язок між хімічною будовою та реакційною здатністю органічних молекул. Структурна теорія. Взаємний вплив атомів в молекулі. Хімічний зв'язок. Валентність. Наближені математичні методи опису електронної будови молекул метод молекулярних орбіт та теорія резонансу. Молекулярні орбіталі, засоби їх опису:  $\sigma$ -та  $\pi$ -зв'язки, локалізовані та делокалізовані молекулярні орбіталі. Способи зображення формул органічних речовин. Уявлення про ізомерію. Номенклатура органічних сполук.

##### **Тема 2. Аліфатичні вуглеводневі сполуки.**

Алкани. Способи розриву хімічного зв'язку. Радикали і йони. Ланцюгові реакції.

Олефіни. Властивості сполук з ненасиченими зв'язками.

Полімери. Види і закономірності реакцій полімеризації.

**Тема 3. Аліфатичні оксиген- і нітрогеномісні сполуки.** Стереохімія органічних сполук. Хіральність молекул, S- і R-номенклатура. Проекційні формули. Енантіомери та рацемати, діастереомери. Зміна конфігурації.

Спирти. Кислотність і основність спиртів. Багатоатомні спирти. Альдегіди і кетони. Карбоксильні кислоти. Етери, краун-етери. Естери. Жири, мила.

Вуглеводи. Класифікація. Моносахариди: відкрита та циклічна форми. Таутомерія. Стереохімія моносахаридів. Мутаротація вуглеводів. Ди- та полісахариди.

Аміни. Ізомерія, електронна будова аміногрупи, основність. Четвертинні солі амонію.

Амінокислоти. Електронна будова  $\alpha$ -аміно-кислот, їх стереохімія, основно-кислотні властивості. Бетаїни. Пептиди та білки.

**Тема 4. Ароматичні сполуки.**

Поняття ароматичності, природа електронного зв'язку. Електронний вплив замісників. Бензол і багатоядерні ароматичні сполуки, галоген-, нітро-, амінопохідні сполуки. Гетероциклічні сполуки.

**Тема 5. Неводні розчинники.**

Види міжмолекулярних взаємодій. Класифікація і основні характеристики розчинників. Вода як розчинник з унікальними властивостями. Сольватація йонів і молекул. Вплив розчинників на колір речовин. Сольватохромія. Стан електролітів і кислотно-основні рівноваги у різних розчинниках. Вплив розчинника на швидкість хімічних реакцій.

## Змістовий модуль 2. Аналітична хімія

**Тема 6. Вступ до аналітичної хімії**

Предметі задачі аналітичної хімії та її місце серед природничих наук. Класифікація методів хімічного і об'єктів аналізу.

Основні поняття метрології. Похибки вимірювань, показники якості результатів вимірювань. Метрологічні характеристики аналітичних методів.

Загальні поняття якісного і кількісного аналізу. Етапи хімічного аналізу. Пробовідбір і пробопідготовка.

**Тема 7. Титриметрія**

Принцип, основні поняття титриметрії. Розрахунки і похибки в титриметрії. Класифікація методів титриметрії. Криві титрування. Особливості кислотно-основного, комплексонометричного, кислотно-основного титрування. Приклади застосування титриметрії.

**Тема 8. Електрохімічні методи**

Загальна характеристика, класифікація і застосування електрохімічних методів.

Потенціометрія. Електрохімічна комірка, її складові. Види електродів. Рівняння Нернста. Застосування потенціометрії. рН-метрія і потенціометричне титрування.

Кулонометрія. Електролітичні комірки. Електрорушійна сила комірки, прикладена напруга. Потенціал виділення. Поляризація електродів. Стадії електрохімічного процесу. Принцип кулонометричного аналізу. Закон Фарадея. Засоби визначення кількості електрики. Пряма кулонометрія і кулонометричне титрування.

Вольтамперометрія і полярографія. Ртутний краплинний електрод. Полярографічна комірка, електроди. Вольтамперна хвиля, її одержання; характеристики вольтамперної кривої. Потенціал виділення. Потенціал напівхвилі як якісна характеристика речовини-деполяризатора. Дифузійний струм. Рівняння Ільковича. Інверсійна вольтамперометрія. Амперометричне титрування.

**Тема 9. Оптична спектроскопія**

Основні характеристики світлової хвилі, взаємодія світла з речовиною.

Атомно-абсорбційна і атомно-емісійна спектроскопія. Принцип методів, основні процеси, джерела похибок. Области застосування методів.

Молекулярно-абсорбційна спектрометрія. Закон Бугера-Ламберта-Бера та градувальна характеристика. Спектри поглинання молекул та інших частинок у розчинах. Інфрачервона (коливальна) спектрометрія. Скелетні коливання («відбитки пальців») і коливання характеристичних груп. Застосування методів.

Молекулярно-флуоресцентна спектроскопія. Діаграма Яблонського. Кількісні характеристики флуоресценції. Гасіння флуоресценції.

#### 10. Методи визначення просторової структури молекул.

Спектроскопія ядерно-магнітного резонансу. Фізичні основи методу. Спектри ЯМР і їх інтерпретація. Хімічний зсув і фактори, що впливають на нього. Двовимірні і трьохвимірні спектри

Мас-спектрометрія. Методи йонізації і фрагментації речовин. Аналізатори і детектори в мас-спектрометрії. Аналіз мас-спектрів електронної іонізації. Застосування методу для ідентифікації,

Рентгенівська дифракція. Розсіювання рентгенівських променів в кристалах. Малокутове рентгенівське розсіювання. Застосування для дослідження органічних молекул.

#### Тема 11. Методи концентрування і розділення

Екстракція. Кількісні характеристики екстракції. Екстрагенти для розділення і виділення компонентів. Сорбція. Механізми сорбції. Ізотерми сорбції. Хроматографія. Принцип хроматографічного розділення. Класифікація методів хроматографії. Способи хроматографування. Хроматограма, її характеристики.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб.	інд.	с.р.
Тема 1	10	4	2		8
Тема 2	14	4	2		8
Тема 3	16	6	2		8
Тема 4	14	4	2		8
Тема 5	16	6	2		8
Тема 6	14	4	2		8
Тема 7	18	4	4		10
Тема 8	22	8	4		10
Тема 9	22	8	4		10
Тема 10	20	8	2		10
Тема 11	14	4	2		8
<b>Усього годин</b>	<b>180</b>	<b>56</b>	<b>28</b>		<b>96</b>

### 4. Теми практичних занять

	Назва теми	Кількість годин
1.	Обладнання хімічної лабораторії: посуд і прилади	2
2.	Номенклатура і властивості аліфатичних сполук	2
3.	Стереохімія органічних сполук	2
4.	Ароматичні сполуки	2
5.	Хімічна рівновага у розчинах, вплив неводних розчинників	2
6.	Узагальнення матеріалу. Модульна контрольна 1	2
7.	Пробопідготовка, стандартизація і калібрування	2
8.	Титриметрія	2
9.	Потенціометрія	2
10.	Кулонометрія	2

11.	Молекулярно-адсорбційна спектроскопія і флуориметрія	2
12.	Застосування спектрофотометрії і флуориметрії для дослідження біологічних об'єктів	2
13.	Основи інтерпретації спектрів ЯМР	2
14.	Узагальнення матеріалу. Модульна контрольна 2	2
	<b>Разом</b>	28

### 5. Завдання для самостійної роботи

	Назва теми	Кількість годин
1.	Квантово-хімічні розрахунки структури молекул	8
2.	Хімічні властивості алифатичних вуглеводневих сполук	8
3.	Способи синтезу амінокислот, пептидів і білків	8
4.	Гетероциклічні ароматичні сполуки	8
5.	Міжмолекулярні взаємодії і хімічні рівноваги у воді і спиртах	8
6.	Джерела і розрахунки похибки при вимірюванні об'єму і маси	8
7.	Застосування потенціометрії при дослідженні біологічних об'єктів	10
8.	Принцип вольтамперометричного аналізу	10
9.	Флуоресцентні мітки для дослідження клітин	10
10.	Аналізатори і детектори в мас-спектрометрії	10
11.	Сорбція. Механізми сорбції. Ізотерми сорбції	8
	<b>Разом</b>	96

### 6. Методи контролю

Поточний контроль на практичних заняттях (домашні завдання). Виконання контрольних робіт. Письмовий екзамен у 8 семестрі (питання з відкритою відповіддю).

### 7. Схема нарахування балів

Домашні завдання	Контрольні роботи	Екзамен	Сума
36	24	40	100

- Для допуску до підсумкового семестрового контролю (заліку або екзамену) студент повинен виконати всі розрахункові роботи, домашні завдання, виконати (дистанційно або письмово) контрольну роботу.
- Рейтинг кожної роботи, термін її виконання та подання оформлених робіт визначається викладачем, який веде практичні і лабораторні заняття.
- 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.
- Семестровий залік вважається зданим, якщо сума балів за залік  $\geq 10$  балів. Якщо сума отриманих студентом на заліку балів виявляється меншою ніж 10, необхідно перекладання заліку.
- 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. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2000.– 868 с.
2. Чирва В. Я., Ярмолук С.М., Толкачева Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія.– К: Отава, 2009. – 996 с.
3. Кузьма Ю., Ломницька Я., Чабан Н. Аналітична хімія. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001 – 298 с.
4. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008 – 363 с.
5. Бугаєвський О.А., Дрозд А.В., Логінова Л.П., Решетняк О.О., Юрченко О.І. Теоретичні основи та способи розв'язання задач з аналітичної хімії / Харків: ХНУ, 2003. – 320 с.
6. Юрченко О.І., Бугаєвський О.А., Дрозд А.В., Мельник В.В., Холін Ю.В. Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз. Навчальний посібник / Під редакцією О.І. Юрченко. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – 344 с.

**10. Додаткова література**

1. Smith J.G. Principles of General, Organic, & Biological Chemistry, 2<sup>nd</sup> ed. – McGraw Hill, 2014. – 704 p.
2. Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch S.R. Fundamentals of Analytical Chemistry 8<sup>th</sup> ed. – Toronto: Brooks/cole, 2004. – 1049 p.
3. Bioanalytics. Analytical Methods and Concepts in Biochemistry and Molecular Biology / by Ed. F. Lottspeich, J. Engels. Wiley-VCH Verlag, 2018. – 1110 p.
4. Reichardt C. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry, 3<sup>rd</sup> updated and enlarged ed., – Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2003. – 629 p.
5. Cox B.G. Acids and Bases. Solvent Effects on Acid-Base Strength. - Oxford: Oxford University Press. 2013. – 160 p.