

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально науковий інститут високих технологій

кафедра супрамолекулярної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора
з науково-педагогічної роботи
Галина ГРАБЧУК
«24» травня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Органічна хімія ароматичних сполук

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 102 Хімія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Хімія (Високі технології)
(назва освітньої програми)

вид дисципліни **основна**

Форма навчання денна
Навчальний рік 2022/2023
Семестр п'ятий
Кількість кредитів ECTS 6
Мова викладання, навчання
та оцінювання українська
Форма заключного контролю екзамен

Викладач: д.х.н., проф. Рябухін С.В.

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

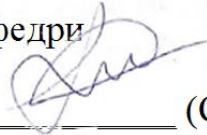
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники: д.х.н., проф. Рябухін С.В.

Затверджено

Зав. кафедри


_____ (Сергій РЯБУХІН)

Протокол № 5 від «11» травня 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією Навчально-наукового інституту високих технологій

Протокол № 4 від «13» травня 2022 року

Голова науково-методичної комісії ННІВТ


_____ (Наталя РУСІНЧУК)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни :

Продовжити ознайомлення студентів з основами органічної хімії, принципами побудови органічних молекул, теорією взаємодії одних речовин з іншими переходячи до більш складних об'єктів, таких як ароматичні та гетероциклічні сполуки. Навчити учнів передбачати перебіг хімічних реакцій, оцінювати стійкість та можливість утворення одних хімічних сполук всупереч іншим. Виявляти ґрунтовні аналогії між одними та іншими реакціями та субстратами, що приймають в них участь. Розуміти та застосовувати принципи руйнування та утворення хімічних зв'язків до визначення напрямку та можливості перебігу хімічних процесів. Закріпити та поглибити теоретичні знання, що необхідні для подальшого опанування сучасних Медичної та Біо- хімії, пошуку лікарських засобів та подальшого вивчення більш тонких органічних реакцій та процесів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Студент повинен знати: фундаментальні основи загальної хімії, фізики та математики, органічної хімії.

Студент повинен вміти: Самостійно отримувати знання з друкованих та інтернет джерел. Аналізувати та критично ставитись до наявного матеріалу, вміти працювати з базовим програмним забезпеченням в OS Windows; бути ознайомленим з основами виконання базових експериментальних операцій, з хімічним посудом та обладнанням.

3. Анотація навчальної дисципліни

Курс є логічним продовженням попередньої програми «Органічна хімія». В його рамках студенти продовжують знайомитись з типами основних хімічних перетворень, що здатні зазнавати органічні сполуки. Послідовно вони знайомляться з різними типами скелетних перегрупвань, особливостями їх виникнення та методами контролю за їх можливим перебігом. Далі мова йде про захисні групи в органічній хімії, де ми розглядаємо як саму концепцію використання останніх так і існуючі класи захисних груп на кожний тип функціональності. Після цього мова йде про селективне утворення стійкості та застосування в синтезі органічних радикалів, розглядаються сучасні уявлення та здобутки в цій галузі, на завершення блоку студентам пропонується ознайомитись з біселектронними частинками – такими як карбени та нітрени. В останньому блоці розглядаються базові основи хімії гетероциклічних сполук: трьох, чотирьох, п'яти та шестичленних відповідно. Розглядаються основні принципи їх структури, утворення, та властивості.

4. Завдання (навчальні цілі)

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми в галузі хімії, що пов'язані з синтезом, виділенням/розділенням нових наноматеріалів та лікарських засобів, ідентифікацією одержаних речовин із використанням комплексу міждисциплінарних даних.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

ФК9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

ФК11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

ФК12. Розуміння ключових концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

ФК13. Здатність застосовувати нестандартні методи та рішення для вирішення прикладної та наукової проблеми області хімії.

ФК15. Здатність прогнозувати появу біологічної активності хімічної сполуки.

ФК18. Здатність прогнозувати можливості застосування речовин/методів/підходів/рішень у сучасних нанотехнологіях.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.	Знати: 1.1. основні поняття про будову та стійкість органічних молекул, вплив будови на їх властивості, взаємний вплив атомів та груп в органічних молекулах один на одного. Принципи перегрупування скелету молекул, використання одно- та двохелектронних частинок, концепцію захисних груп. Мати базове уявлення про хімію гетероциклічних ароматичних сполук.	<i>Лекції</i>	<i>Контрольні роботи</i>	45%
2.	Вміти: 2.1. визначати напрямок хімічної реакції та пояснювати причини її перебігу в залежності від структурних особливостей.	<i>Практичні заняття</i>	<i>Колоквіуми</i>	5%
	2.2. Планувати ефективно синтетичне перетворення однієї хімічної сполуки в іншу.	<i>Практичні заняття</i>	<i>Колоквіуми</i>	10%
	2.3. Розуміти залежність властивостей органічної сполуки від електронних та структурних факторів, взаємного впливу функціональних груп	<i>Практичні заняття</i>	<i>Колоквіуми</i>	10%
3.	Комунікація: 3.1. Працювати в групі на семінарах та практичних роботах.	<i>Практичні заняття</i>	<i>Колоквіуми</i>	10%
	3.2. Виконання лабораторних робіт	<i>Лабораторні роботи</i>	<i>Звіт</i>	10%
4.	Автономність та Відповідальність: 4.1. Самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнення науково-технічної інформації.	<i>Самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота</i>	10%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання			
	1	2	3	4
ПРН11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.	+	+	+	+
ПРН12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.	+	+		+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1 – 9 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1 – 9 балів
3. Модульна контрольна робота 3 – РН 1 – 9 балів
4. Звіт по лабораторним роботам – РН 3 – 6 балів
5. Підсумкова контрольна робота – РН 3. – 6 балів
5. Колоквіуми – РН 2 + РН 3 – 21 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту (проміжний залік у першому семестрі навчання)

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота та співбесіда на основі неї. Результатами навчання, які оцінюються в тестовій контрольній роботі, є РН 1 та РН 2. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом під час іспиту, становить 40 балів.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Студент допускається до іспиту за умови виконання всіх передбачених планом практичних робіт. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи проводяться після завершення лекцій з відповідних розділів. Колоквіуми проводяться по завершенню відповідних семінарських занять. Оцінювання лабораторних робіт проводиться у формі звіту, що виконується по закінченні кожної роботи. Оцінювання роботи студента з рішення задач проводиться на практичних заняттях у формі контрольної роботи.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій та лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні заняття/ лабораторні роботи	самостійна робота
1	Тема 1. Скелетні перегрупування. Основні поняття та типи скелетних перегрупувань. [1,2]-перегрупування. Тричленний перехідний стан та стереохімія. Ізомеризація карбкатиона. [1,2]-зсув. Перегрупування Пейна та Брука. Міграція алкілу к катіонному центру, перегрупування Вагнера-Меєрвейна. Пінаколінове перегрупування. Розширення циклу. Перегрупування Дем'янова. α -Кетольне перегрупування. Розширення циклу та гомологізація. Перегрупування Бекмана, Шмідта, Гофмана, Курціуса, Лоссена. Перегрупування Вольфа. Приклади препаративних перегрупувань. Гомологізація Сейферта-Гілберта. Модифікація Охіри-Бестмана. Інші приклади гомологізацій. Перегрупування Стівенса та Сомле-Хаузера. Звуження циклу. Перегрупування Фаворського та Мейнвальда.	6		
	Практичне заняття 1. [1,2]-перегрупування.			2
	Практичне заняття 2. Розширення циклу та гомологізація.			2
	Самостійна робота.			10
2	Тема 2. Фрагментації. Основні поняття скелетних фрагментацій. Фрагментація Бекмана. Фрагментація Гроба та її	2		

	азо- варіант. Фрагментація Ешенмозера. Фрагментація Уортона. Фрагментація Маршала. Фрагментація 3-членних циклів, 4-членних циклів та 6-членних циклів. Фрагментація Кріжі.			
	Практичне заняття 3. Написання механізмів реакцій.		2	
	Лабораторна робота 1. Перегрупування Бекмана.		6	
	Самостійна робота.			6
3	Тема 3. Захисні групи в органічній хімії. Основні поняття хімії захисних груп. Критерії для захисних груп. Захисні групи для: аміногруп; гідроксигруп, карбонільних груп, карбоксильних груп, подвійного та потрійного зв'язків.	6		
	Практичне заняття 4. Захисні групи для аміно- та гідроксигруп.		2	
	Практичне заняття 5. Захисні групи для карбонільних груп, карбоксильних груп, подвійного та потрійного зв'язків.		2	
	Лабораторна робота 2. Постановка та зняття Бок-захисту.		6	
	Самостійна робота.			12
4	Тема 4. Радикальні процеси. Основні поняття хімії вільних радикалів. Типи радикалів. Утворення радикалів. Гомолітична дисоціація слабкого σ -зв'язку. Стійкість радикалів. Реакції радикалів. Відновлювальне приєднання (трансфер) електрону. Заміщення та елімінування. Окиснювальне відщеплення (трансфер) електрону. Реакції сполучення. Циклізації. Правила Болдуїна. Кінетичний контроль – правила Беквіта. Приклади препаративних реакцій на основі вільних радикалів. Фрагментації вільних радикалів.	4		
	Практичне заняття 6. Властивості радикалів.		2	
	Практичне заняття 7. Реакції радикалів.		2	
	Лабораторна робота 3. Отримання стійкого вільного радикалу.		6	
	Самостійна робота.			12
5	Тема 5. Хімія карбенів. Що таке карбени? Триплет vs Синглет. Стійкість карбенів. Карбеноїди Фішера і Шрока. Стійкість карбеноїдів. Методи отримання карбенів та карбеноїдів. Реакції карбенів та карбеноїдів. Метатезис алкенів. Типи метатезис. Метатезис з утворенням циклу (RCM – Ring Closure Metathesis).	4		
	Практичне заняття 8. Типи та властивості карбенів.		2	
	Практичне заняття 9. Реакції карбенів.		2	
	Лабораторна робота 4. Циклопропанування подвійного зв'язку.		6	
	Самостійна робота.			10
6	Тема 6. 3-членні гетероцикли. Вступ до хімії гетероциклічних сполук. Типи 3-членних гетероциклів. Хімічні властивості (фрагментації, перегрупування, нуклеофільна атака атому карбону в циклі, відрив протона біля циклічного атому карбону, окиснення та відновлення, 1,3-дипольне приєднання). Методи одержання (включення гетероатому, внутрішньомолекулярні циклізація, одержання з інших гетероциклів, внутрішньомолекулярні перегрупування).	2		
	Практичне заняття 10. 3-членні гетероцикли – властивості та методи отримання.		2	
	Самостійна робота.			8

7	Тема 7. 4-членні гетероцикли. Типи 4-членних гетероциклів. Хімічні властивості (фрагментації, перегрупування, електрофільна та нуклеофільна атака гетероатому, нуклеофільна атака атому карбону в циклі, реакції циклів з карбонільною групою, відрив протона біля циклічного атому карбону, окиснення та відновлення, [2+4]-циклоприєднання). Методи одержання (внутрішньомолекулярні циклізація, одержання з інших гетероциклів, внутрішньомолекулярні перегрупування).	2		
	Практичне заняття 11. 4-членні гетероцикли – властивості та методи отримання.		2	
	Самостійна робота.			8
8	Тема 8. 5-членні гетероцикли. Типи 5-членних гетероциклів. Ароматичність 5-членних гетероциклів з одним гетероатомом. Екзоциклічна кон'югація. Хімічні властивості. Депротонування N-гетероциклів, заміщення по атому сірки. Типові реакції. Пірол – хімічні властивості та методи одержання. Тіофен – хімічні властивості та методи одержання. Фуран – хімічні властивості та методи одержання.	2		
	Практичне заняття 12. 5-членні гетероцикли – властивості та методи отримання.		2	
	Практичне заняття 13. Пірол, Фуран, Тіофен.		2	
	Лабораторна робота 5. Отримання піролу.		6	
	Самостійна робота.			12
9	Тема 9. 6-членні гетероцикли. Типи 6-членних гетероциклів. Ароматичність 6-членних гетероциклів з одним гетероатомом. Хімічні властивості. Типові реакції. Піридин – хімічні властивості та методи одержання. Окси- та амінопіридини. Піридинієві солі. Пірилій катіон – хімічні властивості та методи одержання.	2		
	Практичне заняття 14. 5-членні гетероцикли – властивості та методи отримання.		2	
	Практичне заняття 15. Пірол, Фуран, Тіофен.		2	
	Самостійна робота.			12

Загальний обсяг 180 год., в тому числі:

Лекції – 30 год.

Практичні – 30 год.

Лабораторні – 30 год.

Самостійна робота - 90 год.

9. Рекомендовані літературні джерела:

Основна:

1. J. Clayden, N. Greeves, and S. Warren, Organic Chemistry, 2012, Oxford Press.
2. J.G. Smith. Organic Chemistry. > 2009 p.
3. J. McMurry, Organic Chemistry. > 2006 p.

Додаткова:

4. L.G. Wade, Jr. Organic Chemistry. > 2007 p.
5. F. Carey. Organic Chemistry. > 2010 p.