

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

(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

2021/2022

Семестр

третій/четвертий

Кількість кредитів ECTS

10

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік/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)

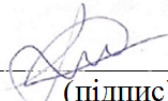
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники: д.х.н., проф. Рябухін С.В., д.х.н., проф. Волочнюк Д.М.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

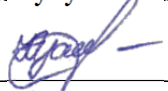
Завідувач кафедри супрамолекулярної
хімії


Сергій РЯБУХІН
(підпис)

Протокол № 5 від «11» травня 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол № 4 від «13» травня 2022 року

Голова науково-методичної комісії 
(підпис) Наталя РУСІНЧУК
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни :

Ознайомити студентів з основами органічної хімії, принципами побудови органічних молекул, теорією взаємодії одних речовин з іншими. Навчити учнів передбачати перебіг хімічних реакцій, оцінювати стійкість та можливість утворення одних хімічних сполук всупереч іншим. Розуміти та застосовувати принципи руйнування та утворення хімічних зв'язків до визначення напрямку та можливості перебігу хімічних процесів. Створити теоретичну базу для розуміння підходів до сучасної 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.

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

В курсі спочатку згадуються основні поняття та базові принципи загальної хімії, що необхідні для опанування дисципліни, відбувається ознайомлення студента зі структурою курсу та принципами викладання. Далі вводяться основні поняття про класи органічних сполук, їх будову та номенклатуру, вводяться загальні принципи зображення органічних молекул, та використання останніх при користуванні інтернет-ресурсами та хімічними базами даних. Обговорюється явище структурної ізомерії та базові поняття стереоізомерії, що необхідні для подальшого опанування курсу. Далі обговорюються принципові можливості взаємодії між органічними молекулами та фактори, що можуть на них впливати. Вводиться поняття механізму реакції, нуклеофілу та електрофілу. Обговорюється електронні ефекти впливу одних атомів та груп на інші. Далі розглядаються питання кислотності та основності, енергетики реакції та базові поняття спектроскопії ЯМР. Далі через призму механізмів органічних реакцій студенту демонструється основна рушійна сила протікання органічних процесів, а саме перерозподіл електронів від місць їх накопичення до місць їх нестатку. Після цього, за принципом «від простого до складного» студенти знайомляться з базовими елементарними складовими хімічної реакції: приєднання по карбонільній групі, заміщення біля атома вуглецю, елімінування атомів та груп, приєднання по подвійному/потрійному зв'язку, енолізація, реакції в ароматичних сполуках, синхронними процесами. В рамках курсу реалізується іновативний підхід до вивчення органічних процесів через розуміння природи та принципів взаємодії атомів та груп між собою. Студентам постійно наголошується на схожості та відмінності одних атомів та груп до інших. Окремим елементом курсу є введення з самого початку поняття про механізм хімічної реакції і, фактично, розгляд всього курсу в рамках саме цієї, механістичної парадигми.

4. Завдання (навчальні цілі)

Навчання дисципліні має на меті розвинути 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.

ЗК.1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК.2 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК.9 Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК.10 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК.2 Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ФК.4 Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.

ФК.6 Здатність оцінювати ризики.

ФК.7 Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК.8 Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

ФК.9 Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК.10 Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

ФК.14 Здатність розуміти взаємозв'язок «Хімічна речовина» - «Біологічна роль».

ФК.15 Здатність прогнозувати появу біологічної активності хімічної сполуки.

ФК.16 Здатність провести експрес-тести на прояв біологічної активності.

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. Основні принципи протікання хімічних реакцій, правила написання їх механізмів, та суть останніх. Основні елементарні хімічні перетворення, як приєднання, заміщення, енолізція та синхронні процеси.	Лекції	Контрольні роботи	40%
2.	Вміти: 2.1. зображати та правильно визначати структуру органічних сполук за формулою.	Практичні заняття	Колоквіуми	5%
	2.2. передбачати та прогнозувати властивості органічних сполук за формулою.	Практичні заняття	Колоквіуми	5%
	2.3. визначати напрямок хімічної реакції та пояснювати причини її перебігу в залежності від структурних особливостей	Практичні заняття	Колоквіуми	5%
	2.4. пояснювати експериментальні результати перебігу реакції за рахунок теоретичних знань.	Практичні заняття	Колоквіуми	5%
3.	Комунікація: 3.1. Працювати в групі на семінарах та практичних роботах.	Практичні заняття	Колоквіуми	20%
	3.2. Виконання лабораторних робіт	Лабораторні роботи	Звіт	10%
4.	Автономність та Відповідальність: 4.1. Самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнення науково-технічної інформації.	Самостійна робота	Контрольна робота	10%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання			
	1	2	3	4
ПРН.9 Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.	+	+	+	+
ПРН.11 Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.	+	+		+

ПРН.12 Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.	+			+
ПРН.13 Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.	+		+	+
ПРН.17 Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.	+	+	+	
ПРН.18 Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+			
ПРН.19 Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+		

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1 – 8 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1 – 8 балів
3. Модульна контрольна робота 3 – РН 1 – 8 балів
4. Звіт по лабораторним роботам – РН 3 – 6 балів
4. Підсумкова контрольна робота – РН 4 – 6 бали
5. Колоквіуми – РН 2 + РН 3 – 24 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 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	самостійна робота
1	<i>Тема 1. Вступ.</i> Основні складові органічної хімії. Наша стратегія. Література. Електронна будова атома. Теорія валентних зв'язків. Гібридизація. Теорія молекулярних орбіталей. Електронегативність. Дипольний момент. Резонансні структури. Структурні формули. Класи органічних сполук. Рівень окиснення функціональної групи. Номенклатура.	2		
	<i>Самостійна робота.</i>			4
2	<i>Тема 2. Хімічні реакції.</i> Кулонівське відштовхування. Енергія активації. Електростатичне притягання. Електрофіли та нуклеофіли. Умови перебігу реакції. Схематичне зображення механізмів реакцій. Пуш-пульний механізм. Рекомендації по написанню механізмів реакцій.	2		
	<i>Лабораторна робота 1.</i> Знайомство з органічною реакцією. Синтез гідразонів.		6	
	<i>Практичне заняття 1.</i> Написання механізмів реакцій.		2	
	<i>Самостійна робота.</i>			6
3	<i>Тема 3. Основи стереохімії.</i> Хіральність. Стереізомерія. Стереосцентри та стереогенні елементи. Ахіральні сполуки та площина симетрії. Цис-транс ізомерія. (R) і (S) конфігурація.	2		

	Концепція Кана-Інгольда-Прелога. Властивості енантіомерів. Рацемічна суміш. Оптична чистота. Діастереомери.			
	<i>Лабораторна робота 2.</i> Рацемізація.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			6
4	<i>Тема 4. Делокалізація і спряження.</i> Атомно-орбітальні моделі. Відносна стабільність. Порівняння МО 1,3-бутадієну та етилену. Конформації 1,3-бутадієну. Геометрія 1,2-пропадієну (алену). Алільні катіони. Алільні радикали. Алільні аніони. Спряження та колір.	2		
	<i>Самостійна робота.</i>			4
5	<i>Тема 5. Ароматичність.</i> Бензен. Структура Кекуле. Резонансні структури бензену. Молекулярні орбіталі бензену. Ароматичність та антиароматичність. Правило Хюккеля. Циклопентадієн та циклогептатрієн. Ароматичність в гетероциклах. Конденсовані гетероциклічні системи.	2		
	<i>Практичне заняття 2.</i> Ізомери та структури.		2	
	<i>Лабораторна робота 3.</i> Визначення структури речовини.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			4
6	<i>Тема 6. Кислотно-основні властивості органічних сполук.</i> Активация органічних молекул. Заряд та природа атому. Резонанс та вплив замісників. Орбітальні ефекти. π -донори та π -акцептори. Гібридизація. рКа.	2		
	<i>Лабораторна робота 4.</i> Визначення кислотності та основності органічних сполук.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			4
7	<i>Тема 7. Ефекти замісників.</i> Індуктивний та “польовий” ефект. Мезомерний ефект. Алкільні замісники. Гіперкон'югація. Рівняння Гаммета. Константи замісників.	2		
	<i>Лабораторна робота 5.</i> Вивчення впливу замісників на протікання реакції.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			6
8	<i>Тема 8. Кінетика та термодинаміка органічних процесів.</i> Енергетичний профіль реакції. Швидкість реакції та її вплив на механізми. Каталіз. Кінетичний та термодинамічний контроль. Вплив розчинників.	2		
	<i>Лабораторна робота 6.</i> Кінетика галогенування карбонільних сполук.		6	
	<i>Практичне заняття 3.</i> Вплив замісників на властивості сполук.		2	
	<i>Самостійна робота.</i>			4
9	<i>Тема 9. Реакції нуклеофільного приєднання до карбонільної групи.</i> Суть процесу. Кут Бюргі-Дюніца. Ціангідрин. Бензоїнова конденсація. Приєднання гідрид-іону. Реакції з металорганічними реагентами. Реакції Грін'яра. Реакція Нозакі-Г'яями-Кіші. Реакції приєднання, каталізовані сполуками Іп. Приєднання води. Ацеталі та кеталі. Приєднання бісульфіту. Приєднання фосфіту.	2		
	<i>Лабораторна робота 7.</i> Відновлення артемізиніну.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			6
10	<i>Тема 10. Металорганічні сполуки.</i> Утворення С-С-зв'язку. Поляризація. Отримання металорганічних реагентів. Властивості металорганічних реагентів. Стабільність vs Основність vs	2		

	Нуклеофільність. Комерційно доступні металорганічні реагенти. Літійорганічні реагенти. Магнійорганічні реагенти.			
	<i>Лабораторна робота 8.</i> Синтез реактиву Грін'яру та його приєднання до карбонільних сполук.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			6
11	<i>Тема 11. Нуклеофільне заміщення при карбонільному атомі карбону.</i> Теоретичні основи нуклеофільного заміщення при карбонільному атомі карбону. Переестерефікація. Естерефікація по Фішеру. Гідроліз. Гідроліз амідів. Активація COOH-групи. Отримання хлорангідридів. Отримання амідів. Отримання хлорангідридів. Реакція Міцунобу. Приклади реакцій.	4		
	<i>Практичне заняття 4.</i> Нуклеофільне заміщення при карбонільному атомі карбону.		2	
	<i>Лабораторна робота 9.</i> Синтез дипептиду.		6	
	<i>Самостійна робота.</i>			
12	<i>Тема 12. Нуклеофільне заміщення при карбонільному атомі карбону, з відщепленням кисню.</i> Теоретичні основи Нуклеофільного заміщення при карбонільному атомі карбону, з відщепленням кисню. Напівацеталі та ацеталі. Іміни (азометини, основи Шиффа). Стабільність імінів. Єнаміни. Реакції імінів. Реакції карбонільних сполук. Приклади реакцій.	4		
	<i>Лабораторна робота 10.</i> Конденсація Кневенагеля.		6	
	<i>Практичне заняття 5.</i> Нуклеофільне заміщення при карбонільному атомі карбону, з відщепленням кисню.		2	
	<i>Самостійна робота.</i>			
13	<i>Тема 13. Нуклеофільне заміщення при насиченому атомі карбону.</i> Загальні положення. LG – група, що йде (ливінгруп). Нуклеофіл. Вплив розчинників. Типи розчинників. Ефект поляризації. Краун етери. F- як LG? Обговорення механізму S _N 2. Обговорення механізму S _N 1. Стабільність карбокатионів. Перегрупування. Алільний катіон. Бензильний катіон. Приклади реакцій. S _N 1 vs S _N 2. Амбідентні нуклеофіли. Правило Корнблюма. Обговорення механізму. S _N i. Приклади реакцій.	4		
	<i>Самостійна робота.</i>			
14	<i>Тема 14. Елімінування.</i> Загальні положення. Елімінування-механізм E2. Елімінування- механізм E1. E1 vs S _N 1. E2 vs S _N 2. Регіоселективність. Стереоселективність. Правила Зайцева/Гофмана. Елімінування за Гофманом. E1 vs E2. Правило Бредта. Механізм E1cB. Приклади реакцій.	2		
	<i>Практичне заняття 6.</i> Нуклеофільне заміщення при насиченому атомі карбону + елімінування.		2	
	<i>Самостійна робота.</i>			
15	<i>Тема 15. Реакції електрофільного приєднання до алкенів.</i> Загальні питання. Приєднання HX. Правило Марковнікова. Приєднання HX. Стереохімія. Приклади реакцій.	4		
	<i>Практичне заняття 7.</i> Реакції електрофільного приєднання до алкенів.		2	
	<i>Самостійна робота.</i>			
16	<i>Тема 16. Еноли та еноляти.</i> Кето-енольна рівновага. Кето-енольна таутомерія. Типи стійких енолів та енолятів. Рацемізація та ізомеризація через еноли та еноляти. Еноляти естерів, амідів та	4		

	нітрилів. рКа енолів та енолятів. Вибір основи. Вибір основи. Напрямок реакції. Приклади реакцій.			
	Практичне заняття 8. Еноли та еноляти.		2	
	Самостійна робота.			
17	Тема 17. Еноляти в реакціях конденсації. Кислий каталіз. Основний каталіз. Крос-конденсація. Альдольна конденсація Мукаями. Кінетичний та термодинамічний контроль. Приклади реакцій.	2		
	Практичне заняття 9. Еноляти в реакціях конденсації.		2	
	Самостійна робота.			
18	Тема 18. Електрофільне заміщення в ароматичних сполуках. Загальні положення. Бромвання. Нітрування. Алкілування за Фріделем-Крафтсом. Інші реакції за Фріделем-Крафтсом. Формілювання. Монозаміщені бензени. Дизаміщені бензени. Приклади реакцій.	4		
	Практичне заняття 10. Електрофільне заміщення в ароматичних сполуках.		2	
	Самостійна робота.			
19	Тема 19. Нуклеофільне заміщення в ароматичних сполуках. Загальні положення. S _N Ar. Аріновий механізм. S _N 1. Діазосполуки. Реакція Шімана. Реакція Зандмейера. S _{RN} 1. ANRORC механізм. Реакція Цинке. Вікаріозне нуклеофільне заміщення. Реакція Макопі. Приклади реакцій.	4		
	Практичне заняття 11. Нуклеофільне заміщення в ароматичних сполуках.		2	
	Самостійна робота.			
20	Тема 20. Реакції синхронного циклоприєднання. Іонні процеси. Радикальні процеси. Перициклічні реакції. Реакції циклоприєднання. Електроциклічні реакції. Сігматропні пеєргрупування. Реакції груп-трансферу. Теорія Гюкеля (Huckel). Орбітальні діаграми. Правила Вудварда-Гофомана.	2		
	Самостійна робота.			
21	Тема 21. Періциклічні реакції. Реакція Дільса-Альдера. Загальні положення. Стереохімія та регіоселективність. Інтермеіати. Єнова реакція Альдера. Єнова реакція Коніа. [1,5]-гідридний зсув. [1,3]-диполярне приєднання. Клік-реакція. Біоортогональна клік-реакція. Окислення. . Приклади реакцій. Приклади реакцій.	2		
	Практичне заняття 13. Реакція Дільса-Альдера.		2	
	Самостійна робота.			
22	Тема 22. Сігматропні перегрупування. Загальні положення. [3,3]-сігматропні перегрупування. Перегрупування Кляйзена. Перегрупування Коупа. [2,3]-сігматропні перегрупування. [1,5]-гідридний зсув. [1,n]-гідридний зсув. Приклади реакцій.	2		
	Практичне заняття 14. Сігматропні перегрупування.		2	
	Самостійна робота.			
23	Тема 23. [2+2]-циклоприєднання. Фотохімічне [2+2]-циклоприєднання. Регіоселективність. Термічне [2+2]-циклоприєднання. Хеліотропні реакції. Приклади реакцій.	2		
	Практичне заняття 15. [2+2]-циклоприєднання.		2	
	Самостійна робота.			

Загальний обсяг 300 год., в тому числі:

Лекції – 60 год.

Практичні – 30 год.

Лабораторні – 60 год.

Самостійна робота - 150 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.