

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально науковий інститут високих технологій

кафедра супрамолекулярної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора
з навчальної роботи

Грабчук Г.П.

«12» вересня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Хімія гетероциклічних сполук

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність **102 Хімія**
освітній рівень **бакалавр**
освітня програма **Хімія (Високі технології)**

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>п'ятий</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>екзамен</u>

Викладач: д.х.н., проф. Волочнюк Д.М.

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

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

КИЇВ – 2022

Розробник: д.х.н., проф. Волочнюк Д.М.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Зав. кафедри супрамолекулярної хімії


_____ (Рябухін С.В.)

Протокол №7 від «19» серпня 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол №1 від «9» вересня 2022 року

Голова науково-методичної комісії _____  (Русінчук Н. М.)

ВСТУП

1. Мета дисципліни :

Метою дисципліни є набуття компетенції в галузі хімії гетероциклічних систем. Дисципліна є продовженням і доповненням до базового курсу органічної хімії і знайомить з найбільш важливими ідеологічними та методологічними аспектами сучасної хімії гетероциклічних сполук. Вона сприяє забезпеченню загального та професійного розвитку здобувача освіти та скерована на поглиблення теоретичних знань галузі органічної хімії.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни :

Студент повинен знати:

фундаментальні основи загальної, неорганічної та органічної хімії, а також основ фізичних методів дослідження.

Студент повинен вміти:

планувати синтез гетероциклічних сполук різних типів; використовувати знання хімії гетероциклів для вирішення стратегічних задач своїх досліджень; розробляти способи підвищення ефективності як схем отримання кінцевих речовин, так і окремих стадій; використовувати різноманітні фізико-хімічні методи при дослідженні та ідентифікації гетероциклів; використовувати знання з хімії гетероциклічних сполук для досягнення результату в суміжних дисциплінах.

3. Анотація навчальної дисципліни

Під час лекцій розглядаються основні теоретичні питання: мета й основні завдання курсу «Хімія гетероциклічних сполук», систематика та номенклатура гетероциклічних сполук, теоретичні основи хімії гетероциклів, методи добування та властивості моногетероатомних п'ятичленних гетероциклів, моногетероатомних шестичленних гетероциклів, гетероциклів групи азолів, поліконденсованих гетероциклічних систем.

4. Завдання (навчальні цілі)

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Здатність бути критичним і самокритичним.

ФК1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

ФК2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ФК9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК14. Здатність розуміти взаємозв'язок «Хімічна речовина» - «Біологічна роль».

ФК15. Здатність прогнозувати появу біологічної активності хімічної сполуки.

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: - будови та спектральних характеристик ароматичних гетероциклічних сполук; - реакційної здатності насичених, ненасичених та ароматичних гетероциклів; - реакції і комбінації реагентів, які використовуються при побудові гетероциклічних систем.	<i>Лекції</i>	<i>Контрольні роботи</i>	40%
2.	Вміти: - використовувати теоретичні знання з хімії гетероциклічних сполук з метою вирішення задач щодо пошуку оптимальних методів синтезу гетероциклічних систем; - планувати багатостадійний синтез гетероциклічних сполук; - виявляти зв'язок структура – реакційна здатність в ряду гетероциклів і прогнозувати їх хімічні та фізико-хімічні властивості; - прогнозувати можливості практичного застосування гетеропохідних органічних сполук	<i>Лекції</i>	<i>Контрольні роботи</i>	40%
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>	20%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання		
	1	2	4
26. Розуміти зміну/появу біологічної функції при перебігу біохімічних перетворень.	+	+	+
27. Прогнозувати появу біологічної активності хімічної сполуки.	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 2. – 12 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 2. – 12 балів
3. Модульна контрольна робота 3 – РН 2. – 12 балів
4. Підсумкова контрольна робота – РН 1. – 12 балів
5. Домашня контрольна робота. – РН 4. – 6 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота та співбесіда на основі неї. Результатами навчання, які оцінюються в тестовій контрольній роботі, є РН 1. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, 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. Проміжне тестування проводиться упродовж лекційного курсу. 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	самостійна робота
1	Тема 1. Номенклатура гетероциклічних сполук. Загальні методи синтезу гетероциклічних сполук. Правила побудови назв моно- та полігетероциклічних систем: вибір основного гетероциклічного компонента та позначення приєднання до нього циклів. Правила орієнтації конденсованих систем на площині для нумерації атомів скелета. Реакції циклоприєднання, їх класифікація та застосування в хімії гетероциклічних сполук. 1,3-Диполярне циклоприєднання як загальний метод побудови шестичленних гетероциклів.	2	
	Самостійна робота 1. Приклади приєднання нітрилоксидів, нітрилімінів, азометинілідів, азосполук.		4
2	Тема 2. Інструментальні методи дослідження гетероциклів. Теоретичні аспекти хімії гетероциклів. УФ-, ІЧ-спектроскопія, мас-спектрометрія, рентгеноструктурний аналіз у вивченні структури і реакційної здатності гетероциклів.	4	

	Спектроскопія ЯМР. Вивчення будови і таутомерних перетворень гетероциклів та їх функціональних похідних. Гетероароматичність. Концепція π -надлишковості та π -дефіцитності в хімії гетероциклічних сполук. Електронодонорні та електроноакцепторні властивості гетероароматичних систем. Реакційна здатність гетероатомів. Гетероатоми пірольного та піридинового типів.		
	Самостійна робота 2. Гетероцикли та гетероатоми як замісники та провідники електронних ефектів.		6
3	Тема 3. П'ятичленні моногетероатомні цикли. Будова та методи синтезу. Будова п'ятичленного гетероциклу та характер гетероатома. Загальні методи синтезу п'ятичленних гетероциклів, їх класифікація за утворенням зв'язків 1,2-, 2,3- та 3,4. Порівняльна характеристика фурану, піролу та тіофену, їх взаємоперетворення.	4	
	Самостійна робота 3. Поняття про п'ятичленні гетероцикли із атомами фосфору, арсену, сурми, вісмуту, селену, телуру		10
4	Тема 4. Пірол, індол та їх похідні. Будова піролу. Синтез із 1,4-дикарбонільних сполук. Синтези за Ганчем та Кнорром. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в пірольному ядрі. Дипірилметани та дипірилметени, дипірилметенові барвники. Порфірини. Гемін, хлорофіл, корин, вітамін В12 (ціанкобаламін). Алкалоїди групи піролу: гігрин, кускгігрин. Будова індолу. Реакції нуклеофільного та електрофільного заміщення в індольному ядрі. Алкілування індолів. Карбазол. Одержання та реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення. Ізоіндол. Порівняння із індолом. Синтез ізоіндолів. Ізоіндолін. Фталоціаніни	4	
	Самостійна робота 4. Найважливіші природні та синтетичні похідні індолу: грамін, триптофан, триптамін, гормони центральної нервової системи (серотонін, мелатонін). Індиго та індигоїдні барвники.		10
5	Тема 5. Фуран та його бензоаналоги. Тіофен. Будова фурану. Синтези фуранових сполук із пентозанів. Реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення та приєднання у фурановому ряду. Гідровані похідні фурану. Тетрагідрофуран як розчинник і реагент. Природні сполуки з ядром фурану. Реакція кумарону із електрофільними реагентами. Гідровані похідні бензофурану. Будова тіофену. Способи одержання тіофенів. Синтез 2-амінотіофенів (Гевальд). Хімічні властивості тіофенів.. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в ряду тіофену. Реакція десульфуризації. Гідровані похідні тіофену. Природні сполуки із тіофеновим ядром. Біотини та біоцитин.	2	
	Самостійна робота 5. Конденсовані тіофени. Синтез і реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення. Кисневмісні похідні тіонафтену. Тіоіндиго.		6
6	Тема 6. П'ятичленні гетероцикли із двома та більше гетероатомами. Піразол. Імідазол. Оксазол та тіазол. Будова піразольного ядра. Таутомерія. Синтез та реакція заміщення в ряду піразолів. Піразоліни. Піразолони. Синтез та властивості. Антипірін і споріднені сполуки, будова, таутомерія та одержання. Реакції заміщення в імідазолі ядрі. Бензімідазол.	4	

	Будова, синтези та реакційна здатність оксазолів у процесах електрофільного заміщення. Гідровані оксазоли. Оксазолони. Азлактони та їх застосування. Синтези бензоксазолу. Бензоксазолон, бензоксазолтїони та 2-амінобензоксазол в реакції нуклеофільного заміщення. Будова та синтез тїазолу.		
	Самостійна робота 6. Біологічно активні сполуки із ядром імідазолу. Алкалоїди із імідазольним ядром.		6
7	Тема 7. Ізоксазол та ізотїазол. Триазол, тетразол та окса(тїа)діазоли. Будова та синтези ізоксазолів. Стійкість ізоксазольного циклу та реакції його розмикання. Електрофільне та нуклеофільне заміщення в ряду ізоксазолів. Будова тетразолу. Синтези тетразолів. Амінотетразол. Тетразолієві солі. Формазани. 1,2,3-Оксадіазоли (сїднони). Синтез та доказ будови. Поняття про мезоїонні сполуки. 1,2,4-Оксадіазоли. 1,2,5-оксадіазоли (фуразани). 1,3,4-Оксадіазоли. Тїадїазоли.	2	
	Самостійна робота 7. Синтези бензоїзотїазолів. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення.		6
8	Тема 8. Шестичленні гетероцикли із одним гетероатомом. Піридин та його гомологи. Хїнолін та ізохїнолін. Будова. Властивості піридинів. Реакція електрофільного та нуклеофільного заміщення. Алкілпіридини та їх четвертинні солі в ціанїнових конденсаціях. N-Оксид піридину. Розщеплення піридинового ядра. Оксипіридин. Піридоні. Рециклїзація похідних піридину. Амінопіридини. Кислоти ряду піридину. Піридоксин та споріднені природні продукти. Будова та синтези хїнолінів. Властивості хїнолінів. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення. Аміно- та оксихїноліни. Кислоти ряду хїноліну. Цїанїнові барвники з ядрами хїноліну.	4	
	Самостійна робота 8. Гїдрування похідних піридину. Піперидин, його отримання та властивості. Алкалоїди із ядром піридину. Алкалоїди групи ізохїноліну.		6
9	Тема 9. Піран, бензопіран та їх тїоаналоги. Пірилїєві солі. Будова, способи одержання та властивості. Пірони. Синтез α - і γ -піронів та їх реакції із електрофільними і нуклеофільними реагентами. Нуклеофільна рециклїзація похідних піронів та пірилїєвих солей. Реакції із дієнофілами. Дигїдропіран. Типи бензопіранових сполук. Солі бензопірилїю, кумарин та хромон. Флавіон, солі флавілію, ізофлавіон. Синтези та реакції електрофїльного і нуклеофїльного заміщення бензопіранових сполук. Природні сполуки бензопіранового ряду. Катехїні. Токоферол (вітамін E).	4	
	Самостійна робота 9. Флуорон. Сполуки ряду тїопірану та бензотїопірану.		6

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекції – 30 год.

Самостійна робота - 60 год.

9. Рекомендовані літературні джерела:

Основна:

1. Joule J.A., Mills K., Heterocyclic Chemistry, A John Wiley & Sons, Ltd., Publ. 2010.
2. Quin L.D., Tyrell J.A., Fundamentals of Heterocyclic Chemistry: Importance in Nature and in the Synthesis of Pharmaceuticals. A John Wiley & Sons, Ltd., Publ. 2010.
3. Katritzky A.R., J. M. Lagowski J.M. Handbook of Heterocyclic Chemistry. Elsevier, 2010.
4. Дж. Джоуль, К. Миллс, Химия гетероциклических соединений. М. «Мир», 2004.
5. Т. Джилкрист. Химия гетероциклических соединений. М. «Мир», 1996.
6. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. М. «Мир», 2004.