

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту органічної хімії НАН України

протокол № 18

від «07» 12 2020 року



Голова Вченої ради

органічної хімії НАН України

акад. В.І. Кальченко

№ 05417325 (відтис)

07.12.2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ
«БАЗОВІ АСПЕКТИ
ХІМІЇ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СИСТЕМ»**

**для аспірантів третього науково-освітнього рівня
спеціальності 102-«Хімія», спеціалізація «Органічна хімія»,
галузь знань 10 – природничі науки**

Число кредитів ЄКТС – 4 (120 год.)

Лекцій – 40 годин

Практичних занять – 16 годин

Самостійна робота – 60 годин

Консультації – 4 годин

Форма контролю знань – залік

Київ - 2020

Робоча програма з дисципліни «Базові аспекти хімії гетероциклічних систем»
за спеціальністю 102 – хімія, галузь знань 10 – природничі науки для аспірантів
третього науково-освітнього рівня

„15” 11, 2020 р. – 17с.

Розробники:


ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Будова та методи дослідження гетероциклічних систем. Шестичленні гетеро цикли.

Ю.В. Рассукана, д.х.н, ст.н.с


(підпис)

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. П'ятичленні гетероцикли. Синтез та властивості.

Ю.П. Ковтун, д.х.н., проф.


(підпис)

Програму затверджено на засіданні Вченої ради

Інституту органічної хімії НАН України

протокол № 18

від « 07 » 12 2020 року

Вчений секретар

к.х.н.


В.С. Нікітченко

© Ю.В. Рассукана, 2020 р.

© Ю.П. Ковтун, 2020 р.

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Базові аспекти хімії гетероциклічних систем» є однією з базових у підготовці фахівців в галузі хімії, яка входить в цикл професійної підготовки аспірантів зі спеціальності «Хімія» впродовж третього року навчання. 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 аспіранта та скерована на поглиблення теоретичних знань галузі органічної хімії.

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістовних модулів:

1. Будова та методи дослідження гетероциклічних систем. Шестичленні гетероцикли.
2. П'ятичленні гетероцикли. Синтез та властивості.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Базові аспекти хімії гетероциклічних систем» є однією з вибіркових, яка входить до дисциплін професійної підготовки. Даний курс вивчається аспірантами протягом VI семестра та третього навчального року.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

- 1.1. **Метою дисципліни** є набуття компетенції в галузі хімії гетероциклічних систем.
- 1.2. **Завданням дисципліни** є формування загальних уявлень про клас гетероциклічних сполук у контексті загальної органічної хімії.
- 1.3. **Очікувані результати навчання**
Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти повинні:

Знати та розуміти:

- які існують головні типи гетероциклічних сполук;
- класифікацію гетероциклічних сполук за їх електронною будовою;
- головні принципи номенклатури гетероциклів;
- принципів підходи до синтезу гетероциклів різних типів;

- найважливіші типи реакцій гетероциклічних сполук в контексті їх електронної будови;
- сучасні тенденції хімії гетероциклічних сполук та головні сфери їх застосування.

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;

Володіти: навиками роботи з літературою, сучасними методами синтезу гетероциклічних сполук, фізико-хімічними методами їх ідентифікації та дослідження, прийомами роботи з гетероциклами різних типів.

Сформовані компетентності:

- Здатність до проведення самостійних наукових досліджень. Набуття компетентностей ініціювання та виконання наукових досліджень, які дають можливість переосмислити наявні та отримати нові знання.
- Здатність самостійно формулювати і вирішувати оригінальні дослідницькі завдання в області органічної хімії.
- Уміння прогнозувати перспективи розвитку природничих наук і наук про життя, їхній вплив на подальше існування людства.
- Навички незалежного виконання експериментів, уміння описувати, аналізувати та критично оцінювати отримані експериментальні дані.

Програмні результати навчання:

- Оволодіння уявленнями про загальні закономірності, які описують поведінку і взаємодію молекулярних об'єктів в синтетичних процесах.

- Знання структури, методів синтезу та властивостей основних типів біоактивних сполук.
- Знання структури, методів синтезу та властивостей функціональних гетероциклічних сполук.

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо - науковий)
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Вибіркова дисципліна
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-
Форма контролю	залік
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
Рік підготовки	3
Семестр	6
Лекційні заняття	40 год.
Практичні, семінарські заняття	16 год.
Самостійна робота	60 год.
Консультації	4 год
Індивідуальні завдання	-

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Будова та методи дослідження гетероциклічних систем. Шестичленні гетероцикли.

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. Приклади приєднання нітрилоксидів, нітрилімінів, азометинілідів, азосполук.

Тема 2. Фізичні методи дослідження гетероциклів. Теоретичні аспекти хімії гетероциклів.

УФ-, ІЧ-спектроскопія, мас-спектрометрія, рентгеноструктурний аналіз у вивченні структури і реакційної здатності гетероциклів. 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.

Тема 3. Гетероцикли у структурі ціанінових барвників.

Ціанінові барвники на основі азото- та кисневмісних гетероциклів. Особливості спектральних властивостей ціанінових барвників. Ефективна довжина та електронодонорність як критерії у спрямованому пошуку ціанінових барвників із заданим набором фізичних та хімічних властивостей.

Тема 4. Шестичленні гетероцикли із одним гетероатомом. Піридин та його гомологи. Хінолін та ізохінолін.

Будова. Властивості піридинів. Реакція електрофільного та нуклеофільного заміщення. Алкілпіридини та їх четвертинні солі в ціанінових конденсаціях. N-Оксид піридину. Розщеплення піридинового ядра. Оксипіридин. Піридоні. Рециклізація похідних піридину. Амінопіридини. Кислоти ряду піридину. Піридоксин та споріднені природні продукти. Будова та синтези хінолінів. Властивості хінолінів. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення. Аміно- та оксихіноліни. Кислоти ряду хіноліну. Ціанінові барвники з ядрами хіноліну.

Тема 5. Піран, бензопіран та їх тіоаналоги.

Пірилієві солі. Будова, способи одержання та властивості. Пірони. Синтез α - і γ -піронів та їх реакції із електрофільними і нуклеофільними реагентами. Нуклеофільна рециклізація похідних піронів та пірилієвих солей. Реакції із дієнофілами. Дигідропіран. Типи бензопіранових сполук. Солі бензопірилію, кумарин та хромон. Флавіон, солі флавілію, ізофлавіон. Синтези та реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення бензопіранових сполук. Природні сполуки бензопіранового ряду. Катехіни. Токоферол (вітамін Е).

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. П'ятичленні гетероцикли. Синтез та властивості.

Тема 6. 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.

Тема 7. 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

Тема 8. 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 десульфурізації. Гідровані похідні тіофену. Природні сполуки із тіофеновим ядром. Біотини та біоцитин.

Тема 9. 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. Антипірин і споріднені сполуки будова, таутомерія та одержання. Реакції заміщення в імідазольному ядрі. Біологічно активні сполуки із ядром імідазолу. Алкалоїди із імідазольним ядром. Бензімідазол. Будова, синтези та реакційна здатність оксазолів у процесах електрофільного заміщення. Гідровані оксазоли. Оксазолони. Азлактони та їх застосування. Синтези бензоксазолу.

Бензоксазолон, бензоксазолтіони та 2-амінобензоксазол в реакції нуклеофільного заміщення. Будова та синтез тіазолу.

Тема 10. Ізоксазол та ізотіазол. Тріазол, тетразол та окса(тіа)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 (сіднони). Синтез та доказ будови. Поняття про мезоіонні сполуки. 1,2,4-Оксадіазоли. 1,2,5-оксадіазоли (фуразани). 1,3,4-Оксадіазоли. Тіадіазоли.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Самостійна робота	Консультації
1	2	3	4	5	7
Змістовий модуль 1.					
Тема 1.	12	4	2	6	-
Тема 2.	12	4	2	6	-
Тема 3.	12	4	2	6	-
Тема 4.	12	4	2	6	-
Тема 5.	12	4	-	6	2
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	20	8	30	2
Змістовий модуль 2.					
Тема 6.	10	4	-	6	-
Тема 7.	12	4	2	6	-
Тема 8.	12	4	2	6	-
Тема 9.	12	4	2	6	-
Тема 10.	14	4	2	6	2
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	20	8	30	2
Усього годин	120	40	16	60	4

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Номенклатура моно- та полігетероциклічних систем	2
2	Ретросинтетичний аналіз гетероциклів	2
3	Тотальний синтез гетероциклічних сполук	2
4	Особливості спектральних властивостей ціанінових барвників.	2
5	Гідрування похідних піридину. Піперидин, його отримання та властивості. Алкалоїди із ядром піридину.	2
6	Природні сполуки бензопіранового ряду. Катехіни. Токоферол (вітамін Е).	2
7	Гемін, хлорофіл, корин, вітамін В12 (ціанкобаламін). Принципи встановлення будови та синтезу природних порфіринів.	2
8	Гідантоїни. Імідазолідини. Алкалоїди із імідазольним ядром.	2
Разом:		16

6. Тематика самостійної роботи.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Правила збереження орбітальної симетрії.	3
2.	Одержання чотиричленних гетероциклічних сполук із атомом кисню, сірки та азоту.	3
3.	Гетероцикли та гетероатоми як замісники та провідники електронних ефектів.	3
4.	Міграції замісників, які зв'язані із гетероатомами. Електронна природа гетероциклічних фрагментів як замісників.	3
5.	Гетероароматичне електрофільне та нуклеофільне заміщення.	3
6.	П'ятичленні гетероцикли в реакції дієнового синтезу.	3
7.	Поняття про п'ятичленні гетероцикли із атомами фосфору, арсену, сурми, вісмуту, селену, телуру.	3
8.	Реакція Гофмана-Лефлера, синтези із бутандіолу-1,4.	3
9.	Конденсовані тіофени. Синтез і реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення. Кисневмісні похідні тіонафтену. Тіоіндиго.	3
10.	Індоленіни та індоліни. Синтези та хімічні властивості	3

	кисневмісних похідних індолу по пірольному ядру.	
11.	Найважливіші природні та синтетичні похідні індолу: грамін, триптофан, триптамін, гормони центральної нервової системи (серотонін, мелатонін). Індиго та індигоїдні барвники.	3
12.	Гідрування похідних піридину. Піперидин, його отримання та властивості. Алкалоїди із ядром піридину.	3
13.	Гідроксиізохіноліни та ізохінолони, аміноізохіноліни. Таутомерія. Алкалоїди групи ізохіноліну.	3
14.	Акридон. Лікарські препарати акридинового ряду.	3
15.	Ксантен, ксантон, ксантгідрол. Синтези ксантону.	3
16.	Флуорон. Сполуки ряду тіопірану та бензотіопірану.	3
17.	Синтези ізотіазолів та бензоізотіазолів. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення.	3
18.	Віцинальний та симетричний триазоли. Синтез 1,2,3- та 1,2,4-триазолів. Стабільність триазольного ядра. Нітрон. Бензотриазоли.	3
19.	Азирини. Діазирини. Реакції із електрофільними та нуклеофільними реагентами. Фотолітичні та термолітичні реакції.	3
20.	Азетини та азети. Азепіни, бензазепіни, діазепіни та їх бензопохідні. Краун-етери. Криптанди.	3
Разом у першому семестрі		60

7. Методи навчання

Форми навчання: теоретичні, практичні, самостійна робота, консультації.

Методи навчання: словесні – лекція, пояснення, бесіда, on-line;

наочні – презентації, виконані із застосуванням програми PowerPoint;

практичні - лабораторні роботи, виконання вправ, завдань;

проблемно-пошукові методи – дискусія та колективне обговорення можливих підходів до вирішення задач

8. Форми контролю

Поточний контроль - усне опитування, участь в дискусії, виконання вправ, додаткова робота – індивідуальне творче завдання, презентація реферату на задану тему.

Підсумковий контроль – Залік.

9. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточна самостійна та додаткова робота										Залік	Сума балів
Змістовний модуль №1					Змістовний модуль №2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	40	100

Критерії оцінювання успішності аспірантів (форма підсумкового контролю - залік)

35...40 балів ставиться аспіранту, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, знає суть предмету, його сучасний зміст та методологію, класифікацію природних сполук та їх основні біогенетичні шляхи синтезу, особливості будови, структурну різноманітність, хімічні та біологічні властивості природних сполук; вміє визначати належність природної сполуки до певного класу чи групи на основі класифікаційних ознак, а також виділяти структурні особливості, які визначають хімічні та біологічні властивості сполуки; має достовірний рівень розвитку умінь і навичок, що лежать в основі методів виявлення, вилучення, очистки та аналізу сполук рослинного походження; вільно володіє науковими термінами; вміє приймати необхідні рішення в нестандартних та має високу комунікативну культуру.

30...35 балів ставлять у тому випадку, якщо аспірант виявляє знання теоретичного програмного матеріалу і показує систематичний характер знань по всіх розділах програми, проте у відповідях є деякі недоліки, а саме: може описати структурну різноманітність основних класів природних сполук, але не чітко оцінює взаємозв'язок між будовою та властивостями природних сполук, не вміє прогнозувати хімічні та біологічні властивості сполук за їх структурою; орієнтується в способах виділення та в синтетичних методах одержання природних сполук, але не може зробити узагальнюючі висновки; допускає окремі несуттєві помилки і неточності; виникає необхідність задавати допоміжні питання.

24...30 балів виставляється аспіранту, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними уміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, знає основні закономірності, але не зовсім чітко уявляє їх застосування, не виявляє самостійності суджень, не вміє сформулювати висновки.

0...24 балів ставиться аспіранту, який не володіє необхідними знаннями, уміннями, навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Рекомендована література

Базова:

1. Джоуль Дж., Смит Г. «Основы химии гетероциклических соединений», М., 1971.
2. Джоуль Дж., Миллс К.. «Химия гетероциклических соединений», М., Мир. 2004.
3. Джилкрисст Т. «Химия гетероциклических соединений», М., Мир. 1996.
4. Пожарский А.Ф. «Теоретические основы химии гетероциклов», М., Химия, 1985.
5. Общая органическая химия / Под ред. Д.Бартона и У.Д.Оллиса/ М., Химия. 1982, 1985. т.т. 2, 8, 9.

Допоміжна:

1. The Chemistry of Heterocyclic Compounds (Ed. A. Weissberger)
2. Advances in Heterocyclic Chemistry.
3. Comprehensive Heterocyclic Chemistry (Eds. A.R.Katritzky, C.W. Rees)
4. Гетероциклические соединения (Ред. Р. Эльдерфильд)
5. Journal of Heterocyclic Chemistry (США)
6. Heterocycles (Япония)

7. Химия гетероциклических соединений (Латвія)

Інформаційні ресурси:

<https://www.molnac.unisa.it/OMtools/sambvca2.1/help/help.html>

Календарно-тематичний план вивчення нормативної навчальної дисципліни

«БАЗОВІ АСПЕКТИ ХІМІЇ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СИСТЕМ»

Календарний план навчальних занять

Рівень вищої освіти Третій (освітньо-науковий)
 Галузь знань 10 – Природничі науки
 Спеціальність 102 – Хімія
 Рік навчання 3
 Семестр 6

Затверджую



Директор Інституту органічної хімії НАН України
 акад. НАН України В.І. Кальченко
 «07» 12 2020 р.

Кількість тижнів 16
 Практичних занять 16 год.
 Консультації 4 год.
 Лекцій 40 год.
 Самостійна робота 60 год.
 Всього 120 год.

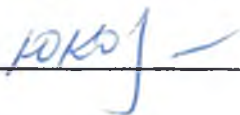
Теми лекцій	год	Теми практичних (лабораторних) занять	год	Теми самостійних робіт	год
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Будова та методи дослідження гетероциклічних систем. Шестичленні гетероцикли.					
Тема 1. Номенклатура гетероциклічних сполук. Загальні методи синтезу гетероциклічних сполук.	4	Номенклатура моно- та полігетероциклічних систем	2	Правила збереження орбітальної симетрії. Одержання чотиричленних гетероциклічних сполук із атомом кисню, сірки та азоту.	4
Тема 2. Фізичні методи дослідження гетероциклів. Теоретичні аспекти хімії гетероциклів.	4	Ретросинтетичний аналіз гетероциклів	2	Гетероцикли та гетероатоми як замісники та провідники електронних ефектів. Міграції замісників, які зв'язані із гетероатомами. Електронна природа гетероциклічних фрагментів як замісників.	5
Тема 3. Гетероцикли у структурі ціанінових барвників.	4	Тотальний синтез гетероциклічних сполук	2	Гетероароматичне електрофільне та нуклеофільне заміщення. П'ятичленні гетероцикли в реакції дієнового синтезу.	6
Тема 4. Шестичленні гетероцикли із одним гетероатомом. Піридин та його гомологи. Хінолін та ізохінолін.	4	Особливості властивостей спектральних ціанінових барвників.	2	Поняття про п'ятичленні гетероцикли із атомами фосфору, арсену, сурми, вісмуту, селену, телуру. Реакція Гофмана-Лефлера, синтези із бутандіолу-1,4.	6
Тема 5. Піран, бензопіран та їх тіоаналогі.	4			Конденсовані тіофени. Синтез і реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення. Кисневмісні похідні тіонафтену. Тіоіндіго. Індоленіни та індоліни. Синтези та хімічні властивості кисневмісних похідних індолу по пірольному ядру.	6

Змістовний модуль 2 <u>П'ятичленні гетероцикли. Синтез та властивості.</u>					
Тема 6. П'ятичленні моногетероатомні цикли. Будова та методи синтезу.	4			Найважливіші природні та синтетичні похідні індолу: грамін, триптофан, триптамін, гормони центральної нервової системи (серотонін, мелатонін). Індиго та індигоїдні барвники. Гідрування похідних піридину. Піперидин, його отримання та властивості. Алкалоїди із ядром піридину.	6
Тема 7. Пірол, індол та їх похідні.	4	Гідрування похідних піридину. Піперидин, його отримання та властивості. Алкалоїди із ядром піридину.	2	Гідроксиізохіноліни та ізохінолони, аміноізохіноліни. Таутомерія. Алкалоїди групи ізохіноліну. Акридон. Лікарські препарати акридинового ряду.	6
Тема 8. Фуран та його бензоаналоги. Тіофен.	4	Природні сполуки бензопіранового ряду. Катехіни. Токоферол (вітамін Е).	2	Ксантен, ксантон, ксантгідрол. Синтези ксантону. Флуорон. Сполуки ряду тіопірану та бензотіопірану.	6
Тема 9. П'ятичленні гетероцикли із двома та більше гетероатомами. Піразол. Імідазол. Оксазол та тіазол.	4	Гемін, хлорофіл, корин, вітамін В12 (ціанкобаламін). Принципи встановлення будови та синтезу природних порфіринів.	2	Синтези ізотіазолів та бензоізотіазолів. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення. Віцинальний та симетричний триазоли. Синтез 1,2,3- та 1,2,4-триазолів. Стабільність триазольного ядра. Нітрон. Бензотриазоли.	6
Тема 10. Ізоксазол та ізотіазол. Триазол, тетразол та окса(тіа)діазоли.	4	Гідантоїни. Імідазолідини. Алкалоїди із імідазольним ядром.	2	Азирини. Діазирини. Реакції із електрофільними та нуклеофільними реагентами. Фотолітичні та термолітичні реакції. Азетини та азети. Азепіни, бензазепіни, діазепіни та їх бензопохідні. Краун-етери. Криптанди.	6
	40		16		60

Науково-педагогічні працівники



д.х.н., ст.н.с. Ю.В. Рассукана



д.х.н., проф. Ю.П. Ковтун

ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Правила побудови назв моно- та полігетероциклічних систем.
2. Реакції циклоприєднання, їх класифікація та застосування в хімії гетероциклічних сполук.
3. 1,3-Диполярне циклоприєднання як загальний метод побудови шестичленних гетероциклів.
4. Синтези β -лактамів.
5. УФ-, ІЧ-спектроскопія, мас-спектрометрія, рентгеноструктурний аналіз у вивченні структури і реакційної здатності гетероциклів.
6. Вивчення будови і таутомерних перетворень гетероциклів та їх функціональних похідних.
7. Гетероароматичність: типи гетероатомів та гетероароматичних структур, критерії гетеро ароматичності.
8. Гетероатоми пірольного та піридинового типів.
9. Ціанінові барвники на основі азото-та кисневмісних гетероциклів.
10. Ефективна довжина та електронодонорність як критерії у спрямованому пошуку ціанінових барвників із заданим набором фізичних та хімічних властивостей.
11. Будова п'ятичленного гетероциклу та характер гетероатома.
12. Загальні методи синтезу п'ятичленних гетероциклів.
13. Порівняльна характеристика фурану, піролу та тіофену, їх взаємоперетворення.
14. Методи замикання фуранового циклу: синтез Пааля-Кнорра та Файста-Бенарі.
15. Способи одержання тіофенів.
16. Синтез 2-амінотіофенів (Гевальд).
17. Хімічні властивості тіофенів.
18. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в пірольному ядрі.
19. Порфірини. Гемін, хлорофіл, корин, вітамін В12 (ціанкобаламін).
20. Алкалоїди групи піролу.
21. Властивості піридинів. Реакція електрофільного та нуклеофільного заміщення.
22. Алкілпіридини та їх четвертинні солі в ціанінових конденсаціях.
23. Розщеплення піридинового ядра.
24. Фталоціаніни.
25. Пірилієві солі. Будова, способи одержання та властивості.
26. Пірони. Синтез α - і γ -піронів та їх реакції із електрофільними і нуклеофільними реагентами.
27. Нуклеофільна рециклізація похідних піронів та пірилієвих солей.

28. Солі бензопірилію, кумарин та хромон. Флавоң, солі флавилію, ізофлавоң.
29. Будова піразольного ядра. Таутомерія.
30. Синтез та реакція заміщення в ряду піразолів.
31. Піразоліни. Піразолони. Синтез та властивості.
32. Антипирин і споріднені сполуки. Піразолонові барвники. Піразолідин.
33. Бензотіазол. Синтези та реакції електрофільного і нуклеофільного заміщення.
34. 2-Меркаптобензотіазол та синтези на його основі. Примуліни. Люциферин.
35. Використання похідних бензотіазолу в ціанінових конденсаціях.
36. Будова та синтези ізоксазолів. Стійкість ізоксазольного циклу та реакції його розмикання.
37. Електрофільне та нуклеофільне заміщення в ряду ізоксазолів.
38. Будова тетразолу. Синтези тетразолів.
39. Формазани.
40. 1,2,3-Оксадіазоли. Поняття про мезоіонні сполуки.