

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
навчальної роботи



Н.Усенко Наталія УСЕНКО

30» 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ОРГАНІЧНА ХІМІЯ АРОМАТИЧНИХ
ТА ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СПОЛУК

для здобувачів освіти

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

10 Природничі науки
102 Хімія
бакалавр
Хімія
дисципліна вибору ВНЗ

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Хіля Володимир Петрович


Пролонговано: на 2023/2024 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 2024/2025 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: **Хиля Володимир Петрович, проф., д.х.н., професор кафедри органічної хімії**

ЗАТВЕРДЖЕНО


Завідувач кафедри органічної хімії


_____ Володимир ХИЛЯ

Протокол № 14 від 3 червня 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол №7 від 29 червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  _____ Олександр ПОЇК

« 29 » червня 2022 року

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів із особливостями хімічної поведінки ароматичних та гетероциклічних органічних сполук, класифікацією ароматичних та гетероциклічних органічних сполук, теорією та практикою органічного синтезу ароматичних та гетероциклічних органічних сполук.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основні поняття органічної хімії.
2. Вміти зобразити формули органічних сполук.
3. Володіти елементарними навичками написання органічних реакцій.
4. Володіти базовими знаннями загальної хімії.
5. Володіти навичками операцій в хімічній лабораторії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Основні поняття органічної хімії ароматичних та гетероциклічних сполук. Електронні уявлення, будова і реакційна здатності ароматичних та гетероциклічних органічних сполук; застосування фізичних та фізико-хімічних методів дослідження в органічній хімії ароматичних та гетероциклічних сполук. Методи синтезу, механізми перетворень та властивості основних класів ароматичних та гетероциклічних органічних сполук. Найважливіші джерела інформації про ароматичні та гетероциклічні органічні сполуки та їх реакції.

4. Завдання. Дисципліна спрямована на досягнення таких компетентностей як здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел; здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії; здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження, використовувати стандартне хімічне обладнання, а також використовувати спеціальне програмне забезпечення та моделювання в хімії.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей: ЗК2, ЗК10, ЗК11 та СК2, СК4, СК7, СК9.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання (1 – знати; 2 – вміти; 3 – комунікація; 4 – автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (знання теорії і практики органічного синтезу ПтК-1 та контроль самостійної роботи ПтК-2, написання контрольної роботи ПтК-3), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	Знати місце органічної хімії ароматичних та гетероциклічних сполук в системі хімічних наук	лекції, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.2	Знати класифікацію ароматичних та гетероциклічних сполук та особливості електронної будови молекул, що відносяться до ароматичних та гетероциклічних органічних сполук	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.3	Знати методи синтезу та хімічні властивості ароматичних та гетероциклічних органічних сполук	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	25

2.1	Знайти у першоджерелах інформацію про методи одержання ароматичних та гетероциклічних органічних сполук і їх фізичні та хімічні властивості;	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
2.2	Здійснити синтез органічної речовини класу ароматичних та гетероциклічних сполук на основі знайденої методики синтезу	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2	15
2.3	Здійснювати операції, направлені на вилучення, очистку та доказ за допомогою фізико-хімічних методів будови одержаних ароматичних та гетероциклічних органічних сполук	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПсК	15
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі органічної хімії ароматичних та гетероциклічних сполук	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2	5
4.1	Уміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-1	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Р01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	+				+		+				+
Р05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	+	+	+			+			+	+	
Р07. Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.	+	+	+			+					

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
P11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.		+	+			+	+			+	
P12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.		+	+	+		+	+				
P15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.				+			+	+	+	+	
P16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.							+	+			
P19. 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 студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів / 36 балів**, а саме:

1. Активність під час занять – обґрунтування теоретичних положень експерименту та виконання лабораторної роботи: РН 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1 (частково), 2.3, 4.2 (повністю) – **30 / 18 балів**
2. Виконання самостійної домашньої роботи: РН 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2 (частково) – **20 / 12 балів**
3. Контрольна робота: РН 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.3, 3.1, 4.1 (частково) – **10 / 6 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів / 24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.3, 3.1, 4.1.

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: теоретичні питання щодо закономірностей перетворень і відносної активності органічних ароматичних і гетероциклічних сполук.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів**;

виконав і вчасно захистив передбачені програмою лабораторні роботи;

написав контрольну роботу.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Виконання лабораторних робіт згідно графіку з рівномірним часовим розподілом впродовж семестру;

Контрольна робота: не раніше 8 тижня семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

Студенти мають право на одне перескладання контрольної роботи у визначений викладачем термін.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ тем и	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабора-торні	С/Р
Частина 1 (теоретична)				
1.1	Ароматичні вуглеводні. Фізичні властивості та спектральні характеристики аренів. Хімічні властивості бензену	2		
	<i>Докази на користь загальноприйнятого механізму електрофільного заміщення в ароматичному ядрі</i>			3
1.2	Реакції ароматичного електрофільного заміщення	2		
	<i>Асиметричні реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі</i>			3
1.3	Алкілбензени. Способи одержання. Реакції алкілбензенів. Ди- та триарилметани. Дифеніл, способи одержання та властивості. Кислотні властивості ди- та триарилметанів, шкала СН-кислотності, карбаніони.	2		
	<i>Інсо-заміщення в ароматичному ядрі. Реакція Соммле. Реакція Даффа</i>			3
1.4	Нафтаден, тетралін, декалін. Антрацен. Фенантрен	2		
	<i>Реакція ароматичних сполук з електронодефіцитними алкенами</i>			3
1.5	Ароматичні галогенопохідні. Реакції ароматичного нуклеофільного заміщення	2		

	<i>Одержання та застосування сполук багатовалентних галогенів в органічному синтезі. Реакція Десса-Мартіна. Біс(трифлуороацетокси)йодобензен. Асиметричні реакції нуклеофільного заміщення в ароматичному ядрі</i>			3
1.6	Гідроксипохідні ароматичних вуглеводнів. Феноли і нафтоли. Способи введення гідроксигрупи в ядро. Хімічні властивості фенолу. Багатоатомні феноли	2		
	<i>Перегрупування Бамбергера. Перегрупування Гофмана –Мартіуса</i>			3
1.7	Ароматичні карбонільні сполуки. Ацилювання за Фріделем – Крафтсом. Формілювання електронозбагачених аренів. Ароматичні альдегіди та кетони – запашні речовини	2		
	<i>Неплоскі ароматичні системи. Циклофани.</i>			3
1.8	Ароматичні карбонові кислоти. Гідроксилювання за Кольбе – Шмідтом. Гідроксибензойні кислоти. Похідні саліцилової кислоти в медицині	2		
	<i>Гідроксиалкілювання за Фріделем – Крафтсом</i>			3
1.9	Ароматичні нітросполуки: способи синтезу та властивості	2		
	<i>Використання ароматичних нітросполук в народному господарстві (тринітротолуол, пікринова кислота). Будова та реакції нітрозосполук. Використання арилгідразинів в органічному синтезі. Нітрони.</i>			3
1.10	Ароматичні аміни. Способи синтезу ароматичних амінів. Хімічні властивості амінів. Діазо- та азосполуки. Солі діазонію. Азобарвники. Діаміни. Аміни в синтезі гетероциклів	2		
	<i>Реакція Яппа-Клінгемана. Добування ароматичних амінів реакціями амінування. α-Діазокарбонільні сполуки. Реакція Арндта-Ейстерта. 1,3-Дипольне приєднання за участю діазоalkanів. Вплив будови азосполук на їх забарвлення. Азабіс(ізо)бутиронітрил. (диніз, AIBN) в органічному синтезі. N-нітро- та N-нітрозосполуки. Діазотування ароматичних діамінів та o-амінофенолів.</i>			3
1.11	П'ятичленні гетероцикли: пірол, фуран, тіофен. Індол. Бензофуран. Природні сполуки з ядром піролу та індолу	2		
	<i>Фурани в реакції Дільса-Альдера. Фурфурол та його використання в органічному синтезі</i>			3
1.12	П'ятичленні гетероцикли з декількома гетероатомами. П'ятичленні гетероцикли з вузловим атомом нітронену	2		
	<i>Ізоіндол. Порфірини. Фталоціаніни. Реакції [3+2]циклоприєднання у синтезі гетероциклічних сполук.</i>			3
1.13	Шестичленні гетероцикли. Піридин, заміщені піридини. Природні сполуки з ядром піридину	2		
	<i>Гідроксипіридини (піридоли). Природні нітрогеновмісні ароматичні гетероциклічні сполуки (вітаміни, нуклеотиди, ДНК та РНК). Реакції [4+2]циклоприєднання у синтезі гетероциклічних сполук.</i>			3
1.14	Хінолін, ізохінолін. Піримідин, пурин та його похідні. Шестичленні гетероцикли з вузловим атомом нітронену	2		
	<i>Реакції електрофільного заміщення в N-оксидах. Сполуки Рейсера.</i>			3

1.15	Оксигеновмісні шестичленні гетероцикли. Природні оксигеновмісні гетероцикли. <i>Контрольна робота</i>	2		
	<i>Азетидин та його похідні. Природні оксигеновмісні ароматичні гетероциклічні сполуки</i>			3
Частина 2 (експериментальна)				
2.1	Лабораторна робота 1 із розділу "Електрофільне заміщення"		8	
	<i>Електрофільне заміщення. Ароматичність. Механізми електрофільного заміщення в ароматичних сполуках. Типи реакцій електрофільного заміщення</i>			6
2.2	Лабораторна робота 2 із розділу "Електрофільне заміщення"		8	
	<i>Нуклеофільне заміщення. Механізми нуклеофільного заміщення в ароматичних сполуках</i>			6
2.3	Лабораторна робота 1 із розділу "Ароматичні аміни та діазосполуки"		8	
	<i>Методи добування ароматичних амінів. Діазотування ароматичних амінів. Синтез азобарвників. Реакції ароматичних солей діазонію із виділенням азоту</i>			6
2.4	Лабораторна робота 2 із розділу "Ароматичні аміни та діазосполуки"		8	
	<i>Властивості ароматичних та аліфатичних діазосполук</i>			6
2.5	Лабораторна робота 1 із розділу "Гетероциклічні сполуки"		8	
	<i>Загальні поняття про гетероциклічні сполуки. Систематика гетероциклів. Номенклатура гетероциклів. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероцикли, що містять кілька гетероатомів</i>			6
2.6	Лабораторна робота 2 із розділу "Гетероциклічні сполуки"		8	
	<i>Шестичленні гетероцикли з одним атомом Нітрогену. Шестичленні гетероцикли з кількома гетероатомами. Оксигеновмісні шестичленні гетероцикли</i>			6
2.7	Проведення та оформлення літературного пошуку. Літературний синтез		12	
	<i>Система хімічної літератури</i>			9
	УСЬОГО	30	60	90

Загальний обсяг 180 год., у тому числі:

Лекції – 30 год.

Лабораторні – 60 год.

Самостійна робота – 90 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Воловненко Т.А., Горічко М.В., Хиля О.В. Програма загального практикуму з органічної хімії. Для студентів другого та третього курсів хімічного факультету КНУ. Під ред. Воловенка Ю.М. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2006. – 13 с.
2. Горічко М.В., Мілохов Д.С., Шабликіна О.В. Органічна хімія. Загальний практикум : навч. посіб. для студентів хімічного факультету. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с.
3. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 307 с.
4. Ластухин Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2009. – 868 с.
5. Joule J.A., Mills K. Heterocyclic chemistry. – Blackwell Science. London, 2000. – 589 p.
6. Gilchrist T.L. Heterocyclic Chemistry; 3rd ed. – Pearson College Div., 1997. – 414 p.
7. Горічко М.В. Ароматичні аміни та діазосполуки. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2006. – 21 с.
8. Григоренко О.О., Шабликіна О.В. Літературний пошук в органічній хімії. Методичні рекомендації. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
9. Григоренко О.О. Органічна хімія в реакціях. Навчальний посібник. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.

Додаткові:

1. Clayden J., Greeves N., Warren S., Wothers P. Organic Chemistry, 2nd ed. – Oxford University Press, New York, 2012. – 1265 p.
2. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure, 5th ed by M. B. Smith and J. March. – Wiley Interscience: New York. 2001. – 2112 p.
3. Григоренко О.О., Шабликіна О.В. Сучасні методи органічного синтезу, підручник для студентів хімічного факультету (2-е видання). – К.: Наш формат, 2021. – 568 с.
4. Ковтуненко В.О. Загальна стереохімія (2-е видання, перероблене). Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К., Кондор, 2005. – 366 с.
5. Горічко М.В., Пивоваренко В.Г. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
6. Черних В.П., Гриценко І.С., Лозинський М.О., Коваленко З.І. Загальний практикум з органічної хімії. – Х., 2003. – 592 с.
7. Smith W.A., Bochkov A.F., Caple R. Organic Synthesis – the Science behind the Art. Cambridge, 1998. – 477 p.
8. Laszlo P. Organic Reactions: Simplicity and Logic. – Wiley, 1995. – 696 p.
9. Tietze L.F., Eicher T. Reactions and Syntheses: In the Organic Chemistry Laboratory (2nd Ed.). – Wiley-VCH, 2015. 668 – p.
10. Fieser L.F., Fieser M., Ho T.-L. Fieser and Fieser's Reagents for Organic Synthesis. – John Wiley & Sons, 2007.
11. Smith M. Organic Synthesis. 3rd Ed. Academic Press, 2011. – 1534 p.
12. Ongley P.A. (Editor), Hazzard B.J. (Translator) Organicum: practical handbook of organic chemistry [1st English ed.]. – Addison-Wesley Pub. Co. – 747 p.
13. Електронні підручники та посібники кафедри органічної хімії, що розміщені на сайті хімічного факультету: https://orgchem.knu.ua/ua/teaching_resources/e_books/