

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
Хімічний факультет  
Кафедра органічної хімії

**Затверджено**

На засіданні кафедри органічної хімії  
хімічного факультету Львівського  
національного університету імені Івана  
Франка (протокол № 1 від 30.08.2022 р.)



Завідувач кафедри органічної хімії,  
Микола ОБУШАК

Силабус з навчальної дисципліни  
**“ХІМІЯ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СПОЛУК”**,  
що викладається в межах освітньо-наукової програми ХІМІЯ  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
для здобувачів зі спеціальності 102 «Хімія»

Львів 2022 р.

<b>Назва курсу</b>	<b>“Хімія гетероциклічних сполук”</b> є дисципліною за вибором студента для освітньої програми Хімія, яка викладається на 4 курсах (1 семестр) в обсязі 3-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Адреса викладання курсу</b>	вул. Кирила і Мефодія 6, 79005 Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	хімічний факультет, кафедра органічної хімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки 102 Хімія
<b>Викладачі курсу</b>	Остап'юк Юрій Володимирович, к.х.н., доцент кафедри органічної хімії
<b>Контактна інформація викладачів</b>	yurii.ostapiuk@lnu.edu.ua
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	У процесі читання курсу, згідно з затвердженим графіком. (вул. Кирила і Мефодія 6, ауд. 3)
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/himiya-heterotsyklichnyh-spoluk">https://chem.lnu.edu.ua/course/himiya-heterotsyklichnyh-spoluk</a>
<b>Інформація про курс</b>	Курс розроблено таким чином, щоб надати здобувачам необхідні теоретичні знання і практичні навички, які дозволять освоїти знання про гетероциклічні сполуки, шляхи їх синтезу та модифікації.
<b>Коротка анотація курсу</b>	Дисципліна “Хімія гетероциклічних сполук” є вибірковою дисципліною в межах ОП освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр зі спеціальності 102 Хімія, яка викладається на 4-му курсі (1-й семестр) в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб отримати програмні результати навчання та компетентності ОКР Бакалавр. Тому у дисципліні представлено як огляд концепцій конструювання гетероциклічних сполук та їх перетворень, а також стратегій, методів та препаративних інструментів необхідних для синтезу таких сполук.
<b>Мета та цілі курсу</b>	<b>Метою і завданням</b> навчальної дисципліни “ Хімія гетероциклічних сполук ” є формування базових знань про особливості будови, синтезу та властивостей гетероциклічних сполук, а також їх практичного застосування.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Базова:</b> 1. John A. Joule, Keith Mills Heterocyclic Chemistry, 5th Edition. 2010, Wiley-Blackwell, – 720 p. <a href="#">link</a> 2. Shinde R.S., Naghi A.K. Modern Green Chemistry and Heterocyclic Compounds. Taylor & Francis, 2020 3. Карп'як В.В., Обушак М.Д. Хімія гетероциклічних сполук. Львів, 2010.

	<p>4. Ганущак М.І., Карп'як В.В. Хімія гетероциклічних сполук у запитаннях та відповідях. Львів, 2007.</p> <p>5. Katritzky A.R., Pozharskii A.F. Handbook of Heterocyclic Chemistry. Amsterdam, 2000.</p> <p>6. Katritzky A., Ramsden C., Joule J., Zhdankin V. Handbook of Heterocyclic Chemistry, 3-rd Edition. Elsevier, 1010</p> <p>Он-лайн ресурси: <a href="https://www.organic-chemistry.org/">https://www.organic-chemistry.org/</a></p>
<b>Тривалість курсу</b>	90 годин. З них 32 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 28 години самостійної роботи
<b>Обсяг курсу</b>	64 години аудиторних занять (лекції – 32 год., лабораторні – 32 год.) та 28 годин самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>В результаті вивчення цього курсу студент повинен <b>знати</b>: Місце хімії гетероциклічних сполук в органічній та медичній хімії; основні відомості про сучасні методи синтезу, модифікації, і дослідження будови гетероциклічних сполук; області застосування гетероциклічних сполук.</p> <p><b>вміти</b>: проводити ретросинтетичний аналіз гетероциклічних систем та проводити планування їх синтезу.</p> <p>Здійснювати в лабораторних умовах синтез та очистку деяких гетероциклічних сполук. Досліджувати їх фізичні та хімічні властивості.</p> <p><b>Студент повинен набути такі компетентності:</b></p> <p><b>ЗК 2.</b> Здатність вчитися впродовж життя і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p><b>ЗК6.</b> Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.</p> <p><b>ЗК8.</b> Навички в області застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для обробки хімічних даних.</p> <p><b>ЗК9.</b> Навички до представлення комплексних даних усно та письмово.</p> <p><b>ЗК10.</b> Здатність до спілкування іноземною мовою, як усно, так і письмово.</p> <p><b>ЗК11.</b> Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).</p> <p><b>СК1.</b> Розуміння ключових хімічних понять, основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.</p> <p><b>СК2.</b> Вміння застосовувати знання і розуміння для вирішення якісних та кількісних проблем відомої природи.</p> <p><b>СК3.</b> Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати стандартну методологію до вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.</p> <p><b>СК4.</b> Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних</p>

робіт.

**СК5.** Навички в практичному застосуванні теоретичних відомостей.

**СК8.** Здатність здійснювати лабораторні дослідження під керівництвом та автономно, навички, необхідні для проведення лабораторних процедур, пов'язаних з синтетичною та аналітичною роботою.

**СК9.** Вміння здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, вміння описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

**СК10.** Вміння використовувати стандартне хімічне обладнання.

**СК11.** Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

**СК12.** Розуміння етичних та соціальних проблем, які стоять перед хімією, розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

**ПРЗ 9.** Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

**ПРЗ 11.** Здатність описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.

**ПРЗ 12.** Знання основних шляхів синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.

**ПРУ1.** Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї.

**ПРУ2.** Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей.

**ПРУ5.** Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.

**ПРУ8.** Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.

**ПРУ9.** Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.

**ПРУ 10.** Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

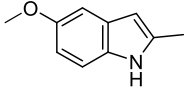
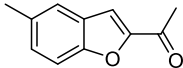
**ПРУ 11.** Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.

**ПРК3.** Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.

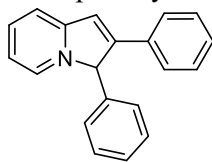
**ПРК4.** Здатність до презентації результатів своїх досліджень.

**ПРК6.** Здатність використовувати сучасні інформаційно-

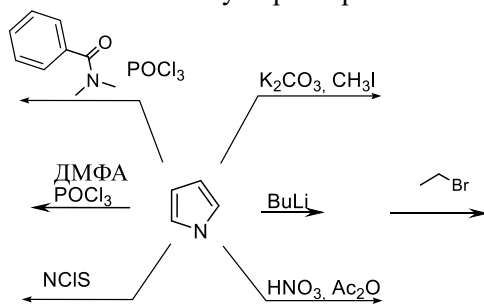
	<p>комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.</p> <p><b>ПРА3.</b> Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.</p> <p><b>ПРА4.</b> Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.</p> <p><b>Повинен набути компетенції:</b></p> <p>Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності</p> <p>Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.</p> <p>Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.</p> <p>Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними</p> <p>Знати і розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук</p> <p>Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії</p> <p>Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними</p> <p>Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</p>
<b>Ключові слова</b>	Гетероциклічні сполуки; п'ятичленні гетероцикли, шестичленні гетероцикли, конденсовані гетероциклічні системи.
<b>Формат курсу</b>	Проведення лекцій, лабораторних занять, консультацій для кращого розуміння тем при самостійному опрацюванні матеріалу
<b>Теми</b>	Подано у таблицях
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік в кінці семестру на підставі всіх видів контролю запланованих згідно робочої програми
<b>Пререквізити</b>	Викладання навчальної дисципліни базується на знаннях, отриманих в результаті вивчення попередніх навчальних дисциплін, зокрема курсу “органічна хімія”, та набуття компетенцій після завершення навчання на рівні бакалавра.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть</b>	Лекції, презентація, виконання та захист лабораторних робіт, колаборативне навчання (форми – групові проекти, спільні

<b>використовуватися під час викладання курсу</b>	розробки), творче індивідуальне завдання. Робота в системі Moodle, побудова електронного навчання як простору прояву пізнавальних ініціатив.
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, загальнонавчальні комп'ютерні програми, проектор, доступ до мережі інтернет, лабораторне обладнання кафедри органічної хімії, а також доступ до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science).
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторних занять; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвочасне виконання поставленого завдання і т. ін. <u>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</u></p> <p>Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні роботи: 30% семестрової оцінки;</li> <li>• контрольні заміри (контрольні та тести): 30% семестрової оцінки;</li> <li>• підсумкове тестування (колоквіум): 40% семестрової оцінки.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100. <b>Академічна доброчесність:</b> очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, втручання в роботу інших студентів тощо) в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять:</b> Здобувачі повинні відвідувати усі лекції і лабораторні заняття курсу та мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважних причин.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p>
<b>Питання до контрольної роботи</b>	<p>Приклади завдань до підсумкової контрольної роботи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. використовуючи метод Фішера запропонуйте синтез, виходячи з комерційно доступних реагентів, наступної сполуки:           <div style="text-align: center;">  </div> </li> <li>2. Запропонуйте синтез даної сполуки, використовуючи як вихідну сполуку толуен:           <div style="text-align: center;">  </div> </li> </ol>

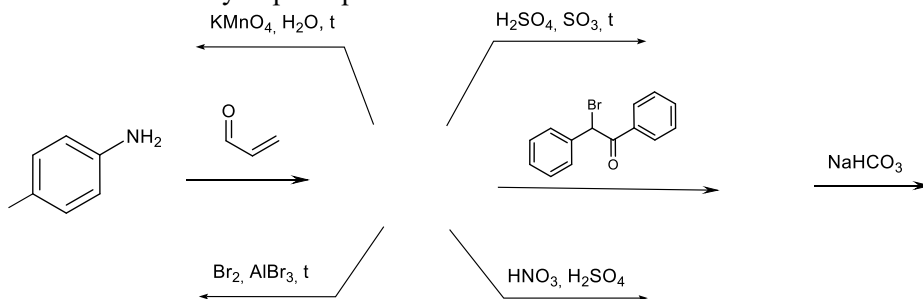
3. Запропонуйте синтез даної сполуки виходячи з  $\alpha$ -піколіну:



4. Заповніть схему перетворень:



5. Заповніть схему перетворень:



**Опитування**

Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

## Схема курсу

№ теми	НАЗВИ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ І ТЕМ	Кількість годин		
		л	лб	ср
<b>Змістовий модуль. Хімія гетероциклічних сполук</b>				
1	Вступ. Предмет, завдання, значення хімії природних сполук та її місце серед природничих наук. Загальна характеристика гетероциклів. Класифікація. Номенклатура. Типи гетероциклізацій.	2	2	1
2	Тричленні гетероцикли з одним атомом нітрогену: азиридины, азирины	2	2	1
3	Чотиричленні гетероцикли: азетидини, оксетани, тіетани.	2	2	2
4	П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Фуран. Фурфурол.	2	2	2
5	Пірол. Гідровані піроли.	2	2	1
6	Тіофен. Методи одержання та властивості.	2	2	2
7	П'ятичленні гетероцикли, конденсовані з ароматичним ядром. Індол, тіонафтен, кумарин, карбазол.	2	2	1
8	П'ятичленні гетероцикли з кількома гетероатомами. Діоксолан. Піразол та його похідні.	2	2	2
9	Імідазол, оксазол, тіазол та їхні похідні.	2	2	2
10	Бензоксазоли та бензтіазоли. Тріазоли. Тетразоли.	2	2	2
11	Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин. Піперидин.	2	2	2
12	Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом нітрогену, конденсовані з бензольним ядром.	2	2	2
13	Піран та його похідні. Солі пірилію. Хромон, флавіон. Кумарини.	2	2	2
14	Шестичленні гетероцикли з кількома гетероатомами. Пурін та його похідні.	2	2	2
15	Макрогетероцикли.	2	2	2
16	Важливі природні гетероциклічні сполуки.	2		2
<b>Модульна робота (колоквіум)</b>				2
<b>Всього годин</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>28</b>



**Рейтингове оцінювання контролю знань здобувачів (у балах):**

Бал	ECTS	Оцінка за національною шкалою		
		<i>Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку</i>		Залік
90-100	A	5	Відмінно	Зараховано
81-89	B	4	Добре	
71-80	C			
61-70	D	3	Задовільно	
51-60	E			
30-50	FX	2	Можлива перездача	Не зараховано
0-29	F		Повторення всього курсу	Не зараховано (без права перездачі)