

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет
Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. заступника декана
з навчальної роботи



Наталія Усенко Наталія УСЕНКО

«30» 06 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АСИМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ

для здобувачів освіти

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

10 Природничі науки
102 Хімія
бакалавр
Хімія
вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: **PhD, асистент, Ващенко Богдан Вікторович**

Пролонговано: на 2026/2027 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 2027/2028 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

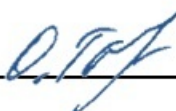
КИЇВ – 2025

Розробник:

Ващенко Богдан Вікторович, PhD, асистент кафедри органічної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри органічної хімії

 Олександр ГРИГОРЕНКО

Протокол № 15 від 5 травня 2025 року

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 9 від 7 травня 2025 року

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 7 » травня 2025 року

1. Мета дисципліни – дати уявлення про стереоселективні процеси, їх класифікацію, історію їх відкриття та сучасні досягнення в асиметричному синтезі та асиметричному каталізі.

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. Мати уявлення про основи органічної хімії в межах загального курсу «Органічна хімія».

3. Анотація навчальної дисципліни. В рамках курсу «Асиметричний синтез» вивчаються базові поняття, методи та засоби хімії стереоселективних перетворень: принципи підходів до методів синтезу речовин у вигляді чистих просторових ізомерів; методи виділення речовин у вигляді чистих просторових ізомерів, доказ їх будови; сучасні наукові школи, найвидатніші досягнення в селективних реакціях.

4. Завдання: навчити студентів аналізувати можливі перехідні стани при стереоселективних перетвореннях, вивчити асиметричні реакції, що використовуються на практиці, зокрема в промисловості та виробленні ліків. 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 таких загальних та спеціальних компетентностей:

загальних

- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК6. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
ЗК11. Здатність бути критичним та самокритичним.

спеціальних (фахових)

- СК4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.
СК5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.
СК7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.
СК11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

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 (активність під час практ. робіт та виконання дом. роботи ПтК-1, написання МКР ПтК-2), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	Знати місце асиметричного синтезу в системі хімічних наук	лекції, самостійні	ПтК-2, ПсК	5
1.2	Знати основні поняття асиметричного синтезу	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
1.3	Знати основні прийоми асиметричного синтезу та розділення стереоізомерів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	25

2.1	Знайти у першоджерелах інформацію про асиметричний синтез	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
2.2	Здійснити критичний аналіз інформації щодо асиметричного синтезу	практичні, самостійні	ПтК-1	15
2.3	Уміти спланувати асиметричний синтез та стратегію розділення стереоізомерів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно- комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі асиметричного синтезу	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
4.1	Уміти самостійно зафіксувати, проаналізувати та інтерпретувати представлені викладачем дані з асиметричного синтезу	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі асиметричного синтезу	практичні, самостійні	ПтК-1, ПсК	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	
Р03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді		+	+	+	+	+	+		+	+	
Р04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	+	+	+	+		+					
Р05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	+	+	+	+				+	+		
Р11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.		+	+	+	+	+	+		+	+	
Р12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.	+	+	+	+							
Р18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+			+				+	+	+	

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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 практичних занять та виконання самостійної домашньої роботи: РН 2.2, 3.2, 4.2 (повністю), РН 1.2, 1.3, 2.1, 2.3, 3.1, 4.1 (частково) – **30 / 18 балів**
2. Контрольні роботи: РН 1.1 (повністю), 1.2, 1.3, 2.1, 2.3, 3.1, 4.1 (частково) – **30 / 18 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: 3 теоретичні питання, 7 практичних задач.

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**;

виконував домашню самостійну роботу та виявляв активність під час практичних занять; написав контрольні роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Активність студента оцінюється на кожному практичному занятті;

Завдання для домашньої самостійної роботи студент отримує не пізніше 5 тижня 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 практичних занять

№ лекції	Назва лекції	лекції	практичні	самост. робота
1	Детермінація поняття «асиметричний синтез» (А.с.). Об'єктивні і суб'єктивні причини розвитку А.с. Історичні відомості. Сучасна стадія розвитку А.с. Місце А.с. у системі хімічних та загальнонаукових знань. Види селективності в хімії. Субстрактна діастерео- та енантіо-селективність. Кінетичне розщеплення. Продуктоселективність. Кінетика та термодинаміка стереоселективних реакцій.	2		2
2	Види асиметричної індукції. Оптично активні центри у субстратах, реагентах, каталізаторах. Допоміжні групи для асиметричної індукції. Класифікація. Визначні приклади з сучасної хімічної літератури.	1	1	3
3	Абсолютний асиметричний синтез. Історичні відомості та приклади таких процесів.	2		2
4	Діастереоселективне відновлення С=О зв'язку. Правило Крама. Модель Фелкіна – Анча. Кут Бюргі – Дюніса (Burgi - Dunitz). Альтернативні моделі перехідних станів (ПС). Приклади реакцій, що добре описуються в рамках вказаної моделі.	1	1	3
5	Реакції відновлення у разі можливості координації нуклеофільного реагента за атомом кисню. Модель Хоука. Приклади реакцій, що добре описуються в рамках вказаної моделі. Діастереоселективне відновлення С=О зв'язку у циклічних сполуках. Моделі перехідних станів. Вплив об'єму <i>бета</i> -замісника та нуклеофілу.	2	1	2
6	Реакції відновлення функціоналізованих кетонів та альдегідів, дикарбонільних сполук, <i>бета</i> -кетоестерів, <i>бета</i> -кетоамідів, <i>бета</i> -кетосульфоксидів. Контрольна робота 1	2	1	3
7	Енантіоселективне відновлення кетонів та альдегідів. Енантіоселективні реагенти та допоміжні реагенти. Видатні приклади з літератури.	2	1	2
8	Каталітичне асиметричне гідрування подвійного С=C зв'язку. Каталізатор Уілкінсона. Два типи його подальших модифікацій для асиметричних реакцій. Синтези фосфінових та дифосфінових лігандів та їх комплексів. Гіпотези будови ПС при відновленні. Рутенієві каталізатори, їх відміна від родієвих. Каталізатори, що іммобілізовані на поверхні.	1	1	3
9	Асиметричне гідрування ненасичених кислот. Праці Нойорі. Асиметричне гідрування циклічних енамідів, прохіральних алілових та гомоалілових спиртів, функціоналізованих кетонів, супряжених дієнів. Приклади подвійної асиметричної індукції при гідруванні дієнів та інших сполук. Каталізатори Циглера–Натта для гідрування нефункціоналізованого подвійного зв'язку.	2	1	2
10	Каталітичне гідросилілування, гідроборування та гідроалюмініування подвійних С=C, С=O та С=N груп.	1	1	3
11	Реакції стереоселективного окиснення: енантіо- та діастереоселективне окиснення. Епоксидування хіральною окисниками. Хіральні каталізатори.	2	1	3

12	Стереоселективний синтез амінокислот. Приклади реакцій, що проходять з високою стереоселективністю. Видатні імена хіміків та наукових шкіл у синтезі амінокислот. Контрольна робота 2	2	1	3
13	Перециклічні процеси. Їх класифікація. Механізми і стереохімічні закономірності. Реакція Дільса-Альдера. Некаталітичні асиметричні реакції [4+2]- циклоприєднання. Найбільш вдалі допоміжні групи.	2	1	3
14	Каталітичні асиметричні реакції [4+2]- циклоприєднання.	2	1	3
15	Реакції гетеродієнів та гетеродієнофілів.	2		3
16	Асиметрична індукція у реакціях [3+2] π та [2+2] π циклоприєднання. Стереоселективне приєднання карбенів.	2	1	3
17	Огляд успіхів асиметричного синтезу та каталізу за останні 10-15 років. Підсумкова контрольна робота	2	1	3
	УСЬОГО:	30	14	46

Загальний обсяг **90 год.**, у тому числі:

Лекції – **30 год.**

Практичні – **14 год.**

Самостійна робота - **46 год.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

- 1) Gawley R.E. Aubé J. Principles of Asymmetric Synthesis. – Elsevier, 1996. – 394 p.
- 2) Seyden-Penne J. Reductions by the Alumino- and Borohydrides in Organic Synthesis. 2nd Edition. – Wiley-VCH, 1997. – 224 p.
- 3) Jurczak J., Bauer T., Chapuis C. Hetero[4+2]Cycloaddition. – Houben-Weyl. – 1995. – Vol.E 21. – P. 2905–2952.
- 4) Jurczak J., Bauer T., Chapuis C. Formation of C-C Bonds by Pericyclic Reaction. – Houben-Weyl. – 1995. – Vol.E 21. – P. 2735-2771.
- 5) Seyden-Penne J. Chiral Auxiliaries and Ligands in Asymmetric Synthesis. – New York: John Wiley, 1995. – 716 p.
- 6) Ковтуненко В.О. Загальна стереохімія (2-е видання, перероблене). Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К., Кондор, 2005. – 366 с.
- 7) Eliel E. L., Wilen S. H., Mander L. N. Stereochemistry of Organic Compounds. – John Wiley and Sons, 1994. – 1190 p.

Додаткові:

- 9) Войтенко З.В., Корнілов М.Ю., Сунцова І.П., Ягупольська Л.Н., Ягупольський Л.М. “Видатні імена в історії вітчизняної науки: С.М. Реформатський та його знаменита реакція” – Київ: Київський університет. – 1996.
- 11) Войтенко З.В. Ізоіндоли в умовах реакції Дільса – Альдера (Частина перша). Видавництво ПП Лисенко М.М. Ніжин, 2021. – 232 с.
- 12) Сучасні огляди та публікації зі стереоселективних реакцій.