

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи



*Н.Усенко* Наталія УСЕНКО

30» 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ГОМОГЕННИЙ КАТАЛІЗ

для здобувачів освіти

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітня програма  
вид дисципліни  
явищ»

10 Природничі науки

102 Хімія

бакалавр

Хімія

вибіркова, з блоку вибору «Фізична хімія міжфазних

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: доцент Діюк Віталій Євгенович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: Діюк Віталій Євгенович, к.х.н., доцент, доцент кафедри фізичної хімії.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри фізичної хімії

 Ігор ФРИЦЬКИЙ

Протокол № 6 від « 02 » травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від « 29 » червня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії  Олександр РОЇК

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**1. Мета дисципліни** – навчити студентів використовувати кінетичний метод у фізико-хімічних дослідженнях гомогенно-каталітичних процесів. Ознайомити їх з основними типами гомогенних каталізаторів та особливостями їхньої каталітичної дії. Формування практичних навичок у застосуванні одержаних знань при проведенні експериментальних робіт з вивчення кінетики гомогенно-каталітичних реакцій.

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни** – володіти знаннями університетських курсів неорганічної і органічної хімії (розуміти хімізм процесів), математики (системи рівнянь, диференціювання, інтегрування, функції та їх графіки), статистичних методів в хімії (визначення середніх величин і похибок, метод найменших квадратів), фізичної хімії на рівні бакалаврату.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Розглядаються питання кінетики гомогенно-каталітичних процесів в газовій і рідкій фазах, викладаються кінетичні закономірності перебігу окисно-відновних і кислотно-основних реакцій в системах з різним типом каталізаторів, вплив на них таких факторів як природа реагентів, їх концентрація, температура тощо. Практичні роботи присвячені експериментальному дослідженню та математичній обробці даних перебігу гомогенно-каталітичних реакцій.

**4. Завдання (навчальні цілі):** Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на формування здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1); здатності вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2); здатності до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10); здатності застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (СК1), здатності до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (СК4), здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних (СК5) та здатності здійснювати кількісні вимірювання (обчислення) фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (СК8).

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результати навчання (1 – знати; 2 – уміти)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1.1.</b> Знати кінетичну класифікацію каталітичних реакцій. Кислотно-основні і окисно-відновні гомогенно-каталітичні реакції.	лекції, практичні заняття, самостійна робота	усні опитування, захист самостійних розрахункових завдань, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>10</b>
<b>1.2.</b> Розуміти основи кінетики гомогенно-каталітичних реакцій, ускладнених оборотним і необоротним інгібуванням каталізатора.	лекції, практичні заняття, самостійна робота	усні опитування, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>10</b>
<b>1.3.</b> Знати основи неізотермічної кінетики каталітичних реакцій. Зв'язок енергії активації та передекспоненційного множника з кількістю активних центрів каталізатора.	лекції, самостійна робота	усні опитування, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>10</b>
<b>1.4.</b> Знати основи кінетичного аналізу каталітичних реакцій, метод стаціонарних концентрацій і метод графів в описанні каталітичних реакцій.	лекції, самостійна робота	усні опитування, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>15</b>
<b>2.1.</b> Уміти планувати та здійснювати	лекції, практичні	перевірка завдань	<b>5</b>

експерименти з вивчення кінетики гомогенно-каталітичних реакцій.	заняття, самостійна робота	самостійної роботи, іспит	
<b>2.2.</b> Проводити первинний опис кінетичних даних та визначати порядок гомогенно-каталітичної реакції.	лекції, практичні заняття самостійна робота	перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>15</b>
<b>2.3.</b> Застосовувати різні математичні моделі для опису експериментальних даних гомогенно-каталітичних реакцій.	лекції, практичні заняття самостійна робота	захист самостійних розрахункових завдань, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>20</b>
<b>2.4.</b> Застосовувати спеціальне програмне забезпечення для опису експериментальних кінетичних даних гомогенно-каталітичних реакцій.	лекції, самостійна робота	перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>5</b>
<b>2.5.</b> Уміти проводити загальний кінетичний аналіз і моделювання гомогенно-каталітичних реакцій.	лекції, самостійна робота	перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота (тестові питання), іспит	<b>10</b>

#### **6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

<b>Результати навчання дисципліни</b>	<b>Програмні результати навчання</b>									
	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	
<b>P09.</b> Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.		+	+	+	+					
<b>P10.</b> Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань	+	+			+	+				
<b>P15.</b> Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних	+		+	+	+	+	+	+	+	
<b>P16.</b> Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.	+	+	+	+		+	+	+	+	
<b>P20.</b> Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.		+	+	+			+	+	+	

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### Семестрове оцінювання:

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

1. Контрольна робота №1: **РН 1.1, РН 1.2, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3 – 10/6 балів.**
2. Виконання розрахункової самостійної роботи №1: **РН 1.1, РН 2.2 – 7/4 бали.**
3. Виконання розрахункової самостійної роботи №2: **РН 1.2, РН 2.3 – 7/4 бали.**
4. Усні опитування: **РН 1.3, РН 1.4, РН 2.4, РН 2.5 – 6/4 бали**
5. Практична робота №1: **РН 1.2, РН 2.1, РН 2.3 – 10/6 балів**
6. Практична робота №2: **РН 1.4, РН 2.1, РН 2.5 – 10/6 балів**
7. Контрольна робота №2: **РН 1.3, РН 1.4, РН 1.5, РН 2.4, РН 2.5 – 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, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 2.3, РН 2.4, РН 2.5**

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: тестові питання (на 22 бали) і задачі (на 18 балів).

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

**Студент допускається до іспиту**, якщо впродовж семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів**;

виконав і здав розрахункові самостійні і практичні завдання

### 7.2. Організація оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше 3 тижня семестру;

Контрольна робота №2: не раніше 8 тижня семестру;

Персональні завдання для виконання двох розрахункових самостійних робіт студенти отримують не пізніше 4 і 7 тижнів семестру, відповідно;

Усні опитування: впродовж семестру.

Практичні роботи виконуються не раніше 10 тижня семестру.

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

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

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

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практ.	Сам. роб.
<b>Змістовий модуль 1. ГОМОГЕННО-КАТАЛІТИЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ЇХ КІНЕТИЧНИЙ ОПИС</b>				
1	Вступ. Формальна кінетика, експериментальне визначення порядку і особливості перебігу каталітичних реакцій.	1	2	3
2	Метод стаціонарних концентрацій та визначення лімітуючої стадії каталітичної реакції.	1	2	3
3	Повний кінетичний опис найбільш розповсюджених каталітичних реакцій.	2	2	4
4	Кінетика моно- та бімолекулярних каталітичних процесів. Константа і функція Міхаеліса-Ментен.	2	2	4
5	Оборотне інгібування каталізатора і автокаталіз.	2		4
6	Необоротне інгібування каталізатора.	2		3
7	Загальний кінетичний аналіз у випадку каталітичної реакції.	2	2	3
8	Методи визначення математичної моделі каталітичної реакції.	2		3
9	Застосування теорії графів у гомогенному каталізі. Визначення фізичної моделі та механізму гомогенно-каталітичного процесу.	2		3
10	Модульна контрольна робота 1		2	
<b>Усього за модулем</b>		<b>16</b>	<b>12</b>	<b>30</b>
<b>Змістовий модуль 2. ОКИСНО-ВІДНОВНІ І КИСЛОТНО-ОСНОВНІ ГОМОГЕННО-КАТАЛІТИЧНІ ПРОЦЕСИ. КАТАЛІЗАТОРИ ТА МЕХАНІЗМИ</b>				
11	Методи дослідження каталітичних процесів. Теорії каталізу.	1	2	3
12	Типові механізми каталітичних реакцій. Визначення енергії активації окремих стадій каталітичного процесу на основі даних неізотермічної кінетики.	1	3	4
13	Еволюція поняття «активний центр» в каталізі. Зміна кількості активних центрів впродовж каталітичного процесу.	2	3	4
14	Основи ферментативного каталізу. Ферментоподібні каталізатори.	2	3	4
15	Каталізатори на основі комплексних сполук металів. Типові механізми каталізу комплексними сполуками.	2		4
16	Кластерні підходи в каталізі. Каталізатори на основі кластерних сполук.	2		4
17	Кислотно-основний каталіз. Типові механізми.	2	3	4
18	Співвідношення між кінетичними та термодинамічними параметрами в каталізі.	2		5
19	Модульна контрольна робота 2		2	
<b>Усього за модулем</b>		<b>14</b>	<b>16</b>	<b>32</b>
<b>Усього за дисципліною</b>		<b>30</b>	<b>28</b>	<b>62</b>

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекції – **30 год.**

Практичні заняття - **28 год**

Консультації – за вимогою студентів, але не менше ніж 1 раз на 4 тижні

Самостійна робота - **62 год.**

## Література

### Основна:

1. Діюк В.Є. Кінетичний аналіз експериментальних даних. Навчальний посібник. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2011. – 127 с.
2. Schmid R., Sapunov V.N. Non-formal kinetics: in search for chemical reaction pathways. – Weinheim: Verlag Chemie, 1982.
3. House J.E. Principles of Chemical Kinetics. – Burlington: Elsevier, 2007.
4. Wright M.R. An Introduction to Chemical Kinetics. – John Wiley & Sons, 2004.
5. Coker A.K. Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design. – Gulf Publishing Company, Houston: Elsevier Science, 2001.
6. Connors K.A. Chemical Kinetics: The Study of Reaction Rates in Solution. – New York: VCH Publishers, 1990.
7. Upadhyay S.K. Chemical Kinetics and Reaction Dynamics. – Anamaya Publishers, Springer, 2006.
8. Mortimer M., Taylor P.G. Chemical Kinetics and Mechanism / Ed. by M. Mortimer, P. G. Taylor. – RSC Publishing, 2002.

### Додаткова:

1. Болдирева О.Ю., Діюк В.Є. Механізми гетерогенного каталізу. Навчальний посібник. – Київ: “Логос”, 2006. – 43 с.
2. Auroux A. Calorimetry and Thermal Methods in Catalysis / Ed. by A. Auroux. –Verlag, Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.
3. Wojciechowski B.W., Rice N.M. Experimental Methods in Kinetic Studies. –Amsterdam, Elsevier, 2003.
4. Vannice M.A. Kinetics of Catalytic Reactions – Springer, 2005.