

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Павленко В.О.



« 8 » травня 2019 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ГОМОГЕННИЙ КАТАЛІЗ

для студентів

галузі знань **10 Природничі науки**

спеціальність **102 Хімія**

освітній рівень **“бакалавр”**

освітня програма **Хімія**

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**

Навчальний рік **2019/2020**

Семестр **VII**

Кількість кредитів ECTS **4 кредити** (VII семестр програми підготовки за ОР «бакалавр»)

Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладач: **Діюк Віталій Євгенович**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на **2021/2022** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2019

Розробник: Діюк Віталій Євгенович, доц., к.х.н., доц.

ЗАТВЕРДЖЕНО

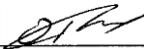
Зав. кафедри фізичної хімії


_____ (Фрицький І.О.)

Протокол № 7 від “9” квітня 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від “8” травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії  _____ (Роїк О.С.)

“8” травня 2019 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. Одержання практичних навичок у застосуванні одержаних знань при проведенні лабораторних робіт з вивчення кінетики гомогенно-каталітичних реакцій.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни

Даний курс базується на знаннях курсу фізичної хімії (формальна кінетика, кінетика складних реакцій, вплив температури на перебіг реакцій) і математики (системи рівнянь, середні величини, натуральні та десяткові логарифми, диференціальні рівняння, функції та їх графіки). Студент повинен володіти знаннями в галузі неорганічної та органічної хімії, необхідними для розуміння хімізму процесів що вивчаються, знати та вміти застосовувати фізичні методи дослідження процесів та комп'ютерні методи математичної обробки даних. Матеріал дисципліни є основою для вивчення такої спеціальної дисципліни як “Фізична хімія міжфазних явищ”.

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. Навчити студентів проводити кінетичний аналіз експериментальних даних у випадку каталітичних реакцій, які перебігають у газовій і рідкій фазах; аналізувати кінетичні дані ускладнені процесами оборотного і необоротного інгібування каталізатора.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати основні принципи кінетичного аналізу експериментальних даних та їхнє застосування для окисно-відновних і кислотно-основних гомогенно-каталітичних реакцій в тому числі за участі комплексних сполук і ферментів.

Студент повинен вміти:

– в залежності від специфіки хімічного процесу та кінетичних даних, складати та використовувати різноманітні математичні моделі для аналізу та описання цих даних з метою одержання кінетичних параметрів каталітичного процесу;

– використовувати сучасне програмне забезпечення для обробки результатів експериментальних досліджень і аналізу даних ізотермічної та неізотермічної кінетики з метою встановлення механізму каталітичного процесу.

По закінченні спецкурсу студенти повинні знати кінетичну класифікацію реакцій, вміти планувати та здійснювати експериментальне дослідження гомогенно-каталітичних процесів та визначати їх основні параметри та величини.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час практичних ПтК-1 і лабораторних робіт ПтК-2 та контроль самостійної роботи ПтК-3), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	Знати кінетичну класифікацію каталітичних реакцій. Аналізувати кінетичні дані каталітичних реакцій	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.2	Розуміти основи кінетики гомогенно-каталітичних реакцій, ускладнених інгібуванням. Знати основи неізотермічної кінетики та розуміти поняття енергія активації та передекспоненційного множника	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.3	Знати основи кінетичного аналізу каталітичних реакцій. Знати особливості аналізу кінетики реакцій в розчинах за участі комплексних сполук і ферментів	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	25
2. Вміння				
2.1	Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою одержання кінетичних даних	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Вміти планувати та здійснювати кінетичні експерименти при дослідженні каталітичних процесів	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.3	Використовувати набуті знання та вміння для обробки експериментальних кінетичних даних, розрахунків, відображення та моделювання кінетики каталітичних реакцій	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі гомогенного каталізу	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, 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	
Знання											
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+	+	+	+	+						
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії	+	+	+	+	+	+					
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+			+		+					
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин				+	+	+					
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основ				+	+						
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку							+				
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів				+	+	+				+	+
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів				+	+	+				+	+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах				+	+	+					
Знання основних шляхів синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом				+	+	+					
Уміння											
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+	+	+	+	+			

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей				+	+	+	+	+	+	+	+
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.				+	+	+					
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+	+	+	+	+			
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.				+	+	+	+	+	+	+	+
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+	+	+	+	+	+					
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.				+	+	+	+	+	+	+	+
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.				+	+	+			+	+	
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.				+		+	+	+			
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+	+	+	+	+			
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.				+	+	+	+	+			
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.				+			+	+	+	+	
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.				+			+	+			
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.				+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.				+		+	+	+			
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.				+	+	+	+	+	+	+	+

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.				+		+	+	+	+	+	
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.					+	+			+	+	
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. активність під час лекції;
- 1.2. активність під час лабораторних занять;
- 1.3. написання модульної контрольної роботи;
- 1.4. виконання домашньої самостійної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Підсумковий контроль (іспит)	
	Min. – 10 балів	Max. – 30 балів	Min. – 10 балів	Max. – 30 балів	Min. – 24 бали	Max. – 40 балів
Усна відповідь	2	5	2	5		
Виконання домашньої самостійної роботи	2	5	2	5		
Модульна контрольна робота 1	3	10				
Модульна контрольна робота 2			3	10		
Лабораторна робота 1	3	10				
Лабораторна робота 2			3	10		
Підсумковий контроль (іспит)					24	40

	<i>Змістовий модуль 1</i>	<i>Змістовий модуль 2</i>	<i>Іспит</i>	<i>Разом</i>
<i>Max. балів</i>	30	30	40	100
<i>Min. балів*</i>	18	18	24	60

* рекомендований мінімум

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни «Гомогенний каталіз» (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістові модуля сумарну оцінку в балах не менше **36 балів** (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум* для заліку або *критично-розрахунковий мінімум* для допуску до іспиту допускається написання реферату за темами доповіді чи самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання колоквиуму чи МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з *дозволу деканату* (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / колоквиуму / МКР).

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Шкала відповідності (за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно / excellent
85 – 89	4	добре / good
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно / satisfactory
60 – 64		
0 – 59	2	не задовільно / fail

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних і лабораторних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
Змістовий модуль 1. «Кінетичне описання гомогенно-каталітичних реакцій»				
1	Вступ. Формальна кінетика, експериментальне визначення порядку і особливості перебігу каталітичних реакцій.	2		6
2	Метод стаціонарних концентрацій та визначення лімітуючої стадії каталітичної реакції.	2		6
3	Повне кінетичне описання найбільш розповсюджених каталітичних реакцій.	2		6
4	Кінетика моно- та бімолекулярних каталітичних процесів. Константа і функція Міхаеліса-Ментен.	2		6
5	Конкурентне інгібування каталізатора.	2		
6	Неконкурентне інгібування каталізатора. Інгібування субстратом.	2		6
7	Необоротне інгібування каталізатора.	2		5
8	Кінетика автокаталітичних процесів.	2		
9	Загальний кінетичний аналіз у випадку каталітичної реакції.	2		
10	Методи визначення математичної моделі каталітичної реакції.	2		
11	Застосування теорії графів у гомогенному каталізі.	2	3	
12	Методи визначення фізичної моделі та механізму гомогенно-каталітичного процесу.	3	4	
13	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	2		
	<i>Всього</i>	27	7	35
Змістовий модуль 2. «Механізми гомогенно-каталітичних реакцій»				
14	Повне кінетичне описання каталітичних реакцій.	2	3	6
15	Методи дослідження каталітичних процесів. Теорії каталізу.	2	3	6
16	Типові механізми каталітичних реакцій. Енергія активації та передекспоненційний множник каталітичних процесів.	2	4	6
17	Визначення енергії активації окремих стадій каталітичного процесу на основі даних неізотермічної кінетики.	2		
18	Еволюція поняття «активний центр» в каталізі. Зміна кількості активних центрів впродовж каталітичного процесу.	2		6
19	Основи ферментативного каталізу. Класифікація ферментів.	2		6
20	Особливості каталітичної дії ферментів. Ферментоподібні каталізатори.	2		
21	Каталізатори на основі комплексних сполук металів. Типові механізми каталізу комплексними сполуками.	2		5
22	Кластерні підходи в каталізі. Каталізатори на основі кластерних сполук.	2		
23	Кисотно-основний каталіз. Типові механізми.	2		
24	Співвідношення між кінетичними та термодинамічними параметрами в каталізі.	2		
25	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	2		
	<i>Всього</i>	24	10	35
	ВСЬОГО	51	17	70

Загальний обсяг **144 год.**, у тому числі:

Лекцій – **51 год.**

Лабораторних – **17 год.**

Самостійна робота - **70 год.**

Перелік рекомендованої літератури:

1. Е.Г.Денисов Кинетика гомогенных химических реакций. М.: 1988 г.
2. Ройтер В. А., Голодец Г. И.. Введение в теорию кинетики и катализа. -К.: Наукова думка, 1971.-357с.
3. Т.Хенрице, С.Оливе Координация и катализ. М.: 1980 г.
4. Діюк В.Є. Кінетичний аналіз експериментальних даних. Редакційно-видавничий центр” Київський університет”, Київ, 2011 р., 127 с.
5. Л.С.Полак Вычислительные методы в химической кинетике. М.: 1984 г.
6. Боресков Г. К. Катализ. Вопросы теории и практики. -Новосибирск.: Наука, 1987.-456с.
7. А.А.Ясников Органические катализаторы, коферменты и ферменты. К.: 1982 г.

Додаткова література:

1. Болдирева О.Ю., Діюк В.Є. Механізми гетерогенного каталізу Видавництво ”Логос”, Київ, 2006 р., 43 с.
2. Розовский А.Я. Катализатор и реакционная среда. -М.: Наука. 1988.-303с.