

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет
Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Павленко В.О.



“8” 05. 2019 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ГЕТЕРОРОГЕННИЙ 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**
(VII семестр програми підготовки за ОР
«бакалавр»)
Кількість кредитів ECTS **4 кредити**
Мова викладання, навчання та оцінювання
українська
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Болдирєва Ольга Юріївна**

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

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

КИЇВ – 2019

Розробник: **Болдирєва Ольга Юрїївна, доц., к.х.н., доц.**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії



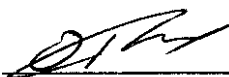
_____ (Фрицький І.О.)

Протокол №7 від 09.04.2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол №4 від 08.05.2019 року

Голова науково-методичної комісії _____



Роїк О.С.)

1. Мета дисципліни – навчити студентів використовувати кінетичний метод у фізико-хімічних дослідженнях гомогенних та гетерогенних процесів. Одержання практичних навичок у застосуванні одержаних знань при проведенні лабораторних та практичних робіт з вивчення кінетики складних реакцій, навчити студентів самостійно мислити.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Володіти базовими знаннями загальної хімії.
2. Знати програмний матеріал базового курсу фізичної хімії на рівні бакалаврату.
3. Знати програмний матеріал базового курсу неорганічної хімії на рівні бакалаврату
4. Володіти основами математичних знань, включаючи інтегрування та диференціювання на рівні бакалаврату.

3. Анотація навчальної дисципліни. В рамках курсу «Гетерогенний каталіз» висвітлюються сучасні уявлення про природу каталітичної дії, основні теорії гетерогенного каталізу (теорія проміжних поверхневих сполук, теорія ансамблів, мультиплетна та ланцюгова теорії). Розглянуто методи приготування та основні типи гетерогенних катализаторів, застосування їх в найважливіших промислових каталітичних процесах, а також електронно-мікроскопічні та спектральні методи дослідження поверхні катализаторів.

4. Завдання: – розвиток теоретичних уявлень студентів у галузі гетерогенного каталізу, сформулювати уявлення про найважливіші типи гетерогенних катализаторів, методи синтезу та дослідження каталітичних властивостей каталітичних систем, напрямки їх застосування.

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 термінологію та типи систем, що застосовується в каталітичній хімії.	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	5

1.2	Знати основні теорії гетерогенного каталізу.	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.3	Знати основи кінетики гетерогенних процесів.	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.4	Знати та розуміти основи фізико-хімічних методів, які використовуються для дослідження каталітичних матеріалів.	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.5	Знати основи планування та проведення хімічних експериментів, методики та техніки приготування катализаторів	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2. Вміння				
2.1	Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою одержання каталітичних даних.	Лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Планувати та здійснювати каталітичні експерименти.	Лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.3	Використовувати набуті знання та вміння для визначення каталітичних властивостей гетерогенних катализаторів.	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.4	Вміти працювати самостійно або в групі, отримувати результат у межах обмеженого часу.	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі каталітичної хімії	лекції, практичні, 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	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, 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

ПРН	РНД (код)													
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	
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 відобразити результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.											+			
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.											+			

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

1.1. активність під час практичного заняття;

1.2. виконання домашньої самостійної роботи;

1.3. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

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

7 семестр

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Підсумковий контроль (іспит)	
	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів	Min. – 24 бали	Max. – 40 балів
Виконання домашньої самостійної роботи	3	6	5	8		
Доповнення	3	4	2	4		
Практична робота 1	6	10				
Практична робота 2			5	8		
Модульна контрольна робота 1	6	10				
Модульна контрольна робота 2			6	10		
Підсумковий контроль (іспит)					24	40

7 семестр

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Іспит	Разом
Max. балів	30	30	40	100
Min. балів*	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 "Каталіз металокомплексами" (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 заліку)
(за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	зараховано / passed
85 – 89	
75 – 84	
65 – 74	
60 – 64	
1 – 59	не зараховано / fail

Шкала відповідності (за

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

7 СЕМЕСТР

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	С/Р
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи гетерогенного каталізу				
1	Вступ. Основні положення гетерогенного каталізу	2		5
2	Теорії активних центрів в каталізі. Теорії Кобозєва і Баландіна. Теорії проміжних сполук. Ланцюгові та електронні теорії каталізу	2		6
3	Кінетика гетерогенно-каталітичних реакцій на ідеальній поверхні.	2		5
4	Енергетична неоднорідність поверхні реальних каталізаторів. Кінетика каталітичних реакцій на рівномірно неоднорідних поверхнях	2		6
5	Особливості перебігу каталітичних реакцій в нестационарному режимі.	2		6
6	Методи одержання каталізаторів	2	5	6
7	Експериментальні методи вивчення кінетики гетерогенно-каталітичних реакцій	2		6
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		
	<i>Всього</i>	15	5	40
Змістовий модуль 2. Основні типи гетерогенних каталізаторів та їх застосування.				
8	Гетерогенний кислотно-основний каталіз. Оксиди алюмінію та оксид кальцію як каталізатори. Алюмосилікати та їх застосування в каталітичних процесах.	2		4
9	Нанесені металічні каталізатори. Особливості каталізу дисперсними металами.	2		2
10	Перехідні метали в металокомплексному каталізі. Механізм каталітичної дії комплексів.	2		3
11	Закріплені на поверхні металокомплексні каталізатори.	2		3
12	Застосування гетерогенізованих металокомплексів в каталізі.	2		2
13	Окиснення водню на гетерогенних каталізаторах	2	15	3
14	Реакція глибокого окиснення CH_4	2	10	3
	<i>Модульна контрольна робота 3</i>	1		

	<i>Всього</i>	15	25	20
	ВСЬОГО	28	30	77

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

Лекцій – **30 год.**

Лабораторних – **30 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

Рекомендована література:

Основна:

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 с.
2. Бремер, Г.Б., Вендландт, К.-П. Введение в гетерогенный катализ / Г.Б. Бремер, К.-П. Вендландт. – М.: Мир, 1981. – 570 с.
3. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ / Г.К. Боресков. – М.: Наука, 1988. – 303 с.
4. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Избранные главы нефтехимии и катализа. Часть I. Основы катализа. Конспект лекций. – Москва-Баку: Изд-во. МГУ, 2014. – 114 с.
5. Промышленный катализ в лекциях в 6-и частях / В.А. Лихолюбов, В.Б. Фенелонов, В.Н. Пармон, Н.А. Пахомов и др.; под ред. А.С. Носкова. – М.: Калвис, 2005–2009. – 780 с.
6. Катализаторы на основе комплексов переходных металлов: актуальные проблемы и примеры их эффективного решения: учеб. Пособие / В. С. Ткач, Д. С. Суслов. – Иркутск: Изд-во. ИГУ, 2011. – 148 с.
7. К. Танабе. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1993, 172 с.
8. Киперман С.Л. Введение в кинетику гетерогенно-каталитических реакций/ Киперман С.Л. – М. Наука, 1964. – 359 с.
9. Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитические реакции с участием молекулярного кислорода / Голодец Г.И. – К. Наукова думка, 1977. – 258 с.
10. Ройтер В.А., Голодец Г.И. Введение в теорию гетерогенного катализа / Ройтер В.А., Голодец Г.И. – М., Химия, 1971. – 215 с.
11. Полтораки О.М. Лекции по теории гетерогенного катализа / Полтораки О.М. – М.: Изд. МГУ, 1968. – 120 с.
12. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт. – Долгопрудный: ИД «Интеллект». 2010. – 599 с.

Додаткова:

1. Танабе, К. Твердые кислоты и основания / К. Танабе К. – М.: Мир, 1973. – 183 с.
2. Хенрици-Оливэ Г., Оливэ С. Координация и катализ / Г. Хенрици-Оливэ,

- С. Оливэ. – М.: Мир, 1984. – 289 с.
3. Мастерс К. Гомогенный катализ переходными металлами / К. Мастерс. – М.: Химия, 1983. – 405 с.
4. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии/ Под ред. Г.В. Лисичкина. – М.: Химия. – 1986. – 248 с.
5. Сокольский Д.В., Друзь В.А. Введение в теорию гетерогенного катализа / Д.В. Сокольский, В.А. Друзь. – 2 изд., М.: Высшая школа, 1981. – 332 с.
6. Ермаков Ю.И., Захаров В.А., Кузнецов Б.Н. Закрепленные комплексы на окисных носителях в катализе/ Ю.И. Ермаков, В.А. Захаров, Б.Н. Кузнецов– Новосибирск: Наука. – 1980. – 280 с.
7. Лисичкин Г.В., Юффа А.Я. Гетерогенные металлокомплексные катализаторы / Г.В. Лисичкин, А.Я. Юффа. – М.: Химия. – 1981. – 196 с.
8. Хартли Ф. Закрепленные металлокомплексы. Новое поколение катализаторов / Ф. Хартли. – М.: Мир. – 1989. – 275 с.