

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра фізичної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Наталія Усенко
Наталія УСЕНКО

« 30 » 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ГЕТЕРОГЕННИЙ КАТАЛІЗ
для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова, з блоку вибору «Фізична хімія міжфазних явищ »

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: доцент Болдирева Ольга Юріївна


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

КИЇВ – 2022

Розробник: Болдирева Ольга Юріївна 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 – Надання студентам теоретичних основ гетерогенного каталізу з метою їх подальшого застосування на практиці.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

Студенти повинні володіти базовими знаннями загальної хімії, знати програмний матеріал базового курсу фізичної хімії на рівні бакалаврату, знати програмний матеріал базового курсу неорганічної хімії на рівні бакалаврату. володіти основами математичних знань, включаючи інтегрування та диференціювання на рівні бакалаврату.

3. Анотація навчальної дисципліни. Висвітлюються сучасні уявлення про природу каталітичної дії, основні теорії гетерогенного каталізу). Розглянуто методи приготування та основні типи гетерогенних каталізаторів, застосування їх в найважливіших промислових каталітичних процесах, а також електронно-мікроскопічні та спектральні методи дослідження поверхні каталізаторів.

4. Завдання (навчальні цілі): дисципліна спрямована на формування навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5); здатності застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (СК1); здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних (СК5); здатності здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження (СК7); здатності здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (СК8); здатності використовувати стандартне хімічне обладнання (СК9).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результати навчання (1 – знати; 2 – вміти; 3 – комунікація; 4 – автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1. Знати термінологію та типи систем, що застосовується в каталітичній хімії.	лекції, практичні заняття самостійна робота	усні опитування, контрольна робота (питання з відкритими відповідями), іспит	10
1.2. Знати основні теорії гетерогенного каталізу.	лекції, практичні заняття, самостійна робота	усні опитування, контрольна робота (питання з відкритими відповідями), іспит	15
1.3. Знати основи кінетики гетерогенних каталітичних процесів.	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	контрольна робота (питання з відкритими відповідями), захист лабораторних робіт, іспит	10
1.4. Знати та розуміти основи фізико-хімічних методів, які використовуються для дослідження каталітичних матеріалів.	лекції, лабораторні роботи	контрольна робота (питання з відкритими відповідями), захист лабораторних робіт, іспит	10

2.1. Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою одержання каталітичних даних.	лабораторні роботи	захист лабораторних робіт	10
2.2. Планувати та здійснювати каталітичні експерименти	лабораторні роботи	захист лабораторних робіт,	10
2.3. Використовувати набуті знання та вміння для визначення каталітичних властивостей гетерогенних каталізаторів	лабораторні роботи	захист лабораторних робіт, іспит	10
2.4. Уміти працювати самостійно або в групі, отримувати результат у межах обмеженого часу.	лабораторні роботи	захист лабораторних робіт	10
3.1. Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі каталітичної хімії	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	захист лабораторних робіт	5
3.2. Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	захист лабораторних робіт	5
4.1. Уміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	Лабораторні роботи, самостійна робота	захист лабораторних робіт	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1
Програмні результати навчання											
P01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
P09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.					+	+	+	+	+	+	+
P10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань	+	+	+								
P15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних					+	+	+	+	+	+	+
P16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів				+		+	+		+		
P17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.				+	+	+	+	+	+	+	+
P20. 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 /32 бали**, а саме:

1. Контрольна робота №1: **РН 1.1, РН 1.3 – 10/6 балів.**
2. Контрольна робота №2: **РН 1.2, РН 1.4 – 10/6 балів.**
5. Усні опитування: **РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3 , РН 1.4 – 8/4 бали**
6. Оцінювання самостійної роботи: **РН 1.2, РН 1.3, РН .1.4 – 14/8 балів.**
7. Лабораторні роботи №1–2, виконання і захист: **РН 1.4, РН 2.1 РН 2.2, РН 2.3 , РН 2.4, РН 3.1, РН 3.2, РН 4.1 – 20/12 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.**

Форма проведення: письмова робота. Види завдань: два теоретичних питання (на 20 балів).

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

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів**;

виконав і вчасно здав лабораторні роботи

7.2. Організація оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **7 тижня** семестру;

контрольна робота №2: передостанній тиждень семестру;

Лабораторна робота №1 : впродовж **7-8 тижнів** семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

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 лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабора-торні	сам. роб
Змістовий модуль 1. Каталіз гомогенними металокомплексами				
1	Вступ. Визначення явища каталізу і каталізатора. Основні положення гетерогенного каталізу	2		5
2	Теорії гетерогенного каталізу. Теорія проміжних сполук.	2		3
3	Теорії активних центрів Кобозева і Баландіна. Ланцюгові та електронні теорії каталізу.	2		5
4	Кінетика гетерогенно-каталітичних реакцій на ідеальній поверхні .	2		3
5	Енергетична неоднорідність поверхні реальних каталізаторів. Кінетика каталітичних реакцій на рівномірно неоднорідних поверхнях.	2		3
6	Особливості перебігу каталітичних реакцій в нестационарному режимі. Дисипативні структури у каталізі.	2	7	5
7	Методи одержання каталізаторів Експериментальні методи вивчення кінетики гетерогенно-каталітичних реакцій	2	7	6
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		
	<i>Усього за модулем</i>	15		30
Змістовий модуль 2. Основні типи гетерогенних каталізаторів та їх застосування.				
8	Гетерогенний кислотно-основний каталіз. Оксиди алюмінію та оксид кальцію як каталізатори.	2		4
9	Алюмосилікати та цеоліти, їх застосування в каталітичних процесах.	2		3
10	Нанесені металічні каталізатори. Особливості каталізу дисперсними металами	2		3
11	Перехідні метали в металокомплексному каталізі. Механізм каталітичної дії комплексів. Закріплені на поверхні металокомплексні каталізатори	2		5
12	Закріплення металокомплексів на поверхні неорганічних та органічних носіїв.	2		5
13	Гетерогенні каталітичні системи в дії. Реакція окиснення водню.	3	7	6
14	Гетерогенні каталітичні системи в дії. Реакція глибокого окиснення метану	3	7	6
	<i>Модульна контрольна робота 3</i>	1		
	<i>Усього за модулем</i>	15	14	32
	УСЬОГО	30	28	62

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

Лекцій – **30 год.**

Лабораторних – **28 год.**

Самостійна робота – **62 год.**

9. Література

Основна:

1. Bremer H., Wendlandt K.-P. Heterogeneous catalysis. – Berlin: Akademie-Verlag, 1978. – 570 p.
2. Boreskov G.K. Heterogeneous catalysis. New York: Nova science publishers, 2003. – 303 p.
3. K. Tanabe. New solid acids and bases: their catalytic properties. Amsterdam: Elsevier, 1989. – 380 p.
- 4 Chorkendorff I., Niemantsverdriet J. W. Concepts of Modern Catalysis and Kinetics. – Weinheim: Wiley, 2017. – 526 p.

Додаткова:

1. Hartley F.R. Supported Metal Complexes: A New Generation of Catalysts. – Dordrecht: Springer, 2011. – 340 p.
2. Henrici-Olivé G., Olivé S. Coordination and Catalysis. Weinheim, New York: Verlag Chemie, 1977. – 311 p.
3. Masters C. Homogeneous Transition-metal Catalysis: A Gentle Art. – London, New York: Chapman and Hall, 1981. – 278p.