

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Навчально-науковий Інститут високих технологій

Кафедра супрамолекулярної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора

з науково-педагогічної роботи

_____ Галина ГРАБЧУК

«24» травня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КАТАЛІЗ

галузь знань **10 Природничі науки**
спеціальність **102 Хімія**
освітній рівень **Бакалавр**
освітня програма **«Хімія (Високі технології)»**
вид дисципліни **Обов'язкова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2022/2023**
Семестр **5**
Кількість кредитів ECTS **3**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **залік**

Викладачі: **Колотілов Сергій Володимирович, проф., д.х.н.**

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

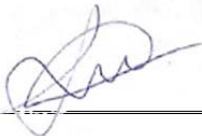
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: Гринь Світлана Валеріївна, к.х.н., доцент кафедри супрамолекулярної хімії

Затверджено

Зав. кафедри


_____ (Сергій РЯБУХІН)

Протокол № 5 від «11» травня 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією Навчально-наукового інституту високих технологій

Протокол № 4 від «13» травня 2022 року

Голова науково-методичної комісії ННІВТ


_____ (Наталя РУСІНЧУК)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни - сформувати у студентів уявлення про сучасні каталітичні процеси, пов'язані з ними поняття та принципи, дати уявлення про перебіг типових каталітичних перетворень, фактори, які на них впливають. Створити базу знань щодо сучасних теорій каталізу та математичних моделей, які їх описують.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основи курсів «Загальна хімія», «Неорганічна хімія», «Математика», «Фізика» та «Фізична хімія».
2. Володіти базовими навичками роботи з комп'ютером.
3. Володіти навичками пошуку інформації в електронних джерелах, її систематизації, а також критичного мислення.

3. Анотація навчальної дисципліни. В рамках курсу «Каталіз» вивчаються каталітичні процеси, їх механізми та фактори, що впливають на ефективність дії каталізатора. Розглядаються принципи взаємодії каталізаторів із субстратами різної природи, теоретичні моделі опису процесів гетерогенного та гомогенного каталізу, а також фотокаталізу. Також увагу приділено методам дослідження каталітичних процесів, взаємозв'язкам між структурою активного центра та реакційною здатністю каталізатора. Наведено приклади практично-важливих каталітичних процесів, (в т.ч. тих, що мають промислове значення, а також каталізаторам тонкого органічного синтезу).

4. Завдання навчальної дисципліни: розвиток теоретичних уявлень студентів про явище каталізу та механізмів хімічних реакцій. Формування у студентів практичних навичок щодо проведення та опису каталітичних реакцій, оцінки ефективності дії каталізатора та прогнозування каталітичної активності речовин щодо модельних реакцій. Програма реалізує наступні завдання та навчальні цілі.

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 6. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК 7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК 8. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

ФК 3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

ФК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

ФК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК 10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

ФК 11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

ФК 13. Здатність застосовувати нестандартні методи та рішення для вирішення прикладної та наукової проблеми області хімії.

5. Результати навчання за дисципліною.

Код	Результати навчання (1 – знати; 2 – уміти; 3 – комунікація; 4 – автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1.	Знати основні різновиди каталітичних процесів, принцип дії каталізаторів.	Лекції, лабораторні, самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	20
1.2	Знати класифікацію каталізаторів у відповідності до природи та принципу дії.	Лекції, лабораторні самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	10
1.3	Знати методи характеристики та визначення каталітичної активності та селективності для гетерогенного, гомогенного та фотохімічного каталізу.	Лекції, лабораторні, самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	10
1.4	Знати основні методи характеристики каталізаторів, в тому числі структури та морфології поверхні, стану атомів на ній.	Лекції, лабораторні самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	10
1.5	Знати найважливіші каталітичні процеси.	Лекції, самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді	10
2.1	Вміти аналізувати закономірності перебігу каталітичних реакцій. Робити припущення про механізми перетворень.	Лекції, лабораторні самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	20
2.2	Вміти характеризувати каталітичну активність та селективність дії каталізатора за допомогою обробки експериментальних даних.	Лекції, лабораторні самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	5
2.3	Планувати експерименти щодо вивчення каталітичної активності речовин у модельних реакціях різного типу.	Лекції, лабораторні самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	5
2.4.	Представляти та обґрунтовувати результати своїх експериментів.	Лекції, лабораторні самостійна робота	Перевірка завдань СР, усні відповіді, КР	10

*СР – самостійна робота, КР – контрольна робота

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4
	ПРН 1. 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	+	+				+		+
ПРН 3. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.		+	+	+			+		+
ПРН 4. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.			+	+					+
ПРН 5. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	+	+			+		+		
ПРН 8. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.		+			+	+	+	+	
ПРН 10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.		+		+	+	+	+	+	+
ПРН 12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.			+	+	+				+
ПРН 13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань	+				+	+	+		
ПРН 15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.		+					+		+

ПРН 18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+		+		+	+			
ПРН 19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+					+		+
ПРН 20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.		+			+		+		
ПРН 22. Обговорювати проблеми хімії та її прикладних застосувань з колегами та цільовою аудиторією державною та іноземною мовами	+			+		+		+	
ПРН 23. Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.	+							+	+
ПРН 24. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.						+			+
ПРН 25. Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.				+	+				
ПРН 30. Прогнозувати застосування речовин/методів/ підходів/рішень у сучасних нанотехнологіях.	+					+			

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. Контрольна робота №1: РН 1.1(частково), РН 1.2, РН 2.1, РН 2.2 – 20/12 балів.
2. Контрольна робота №2: РН 1.1(частково), РН 1.3, РН 1.4, РН 2.3, РН 2.4 – 20/12 балів.
3. Оцінювання самостійної роботи: РН 1.1 - РН 1.5, РН 2.1 - РН 2.4 – 10/6 балів.
4. Лабораторні роботи: РН 1.1 - РН 1.5, РН 2.1 - РН 2.4 – 10/12 балів.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали***.

Результати навчання, які будуть оцінюватись: РН 1.1 – РН 1.5, РН 2.1 - РН 2.4.

Форма проведення: усне опитування.

Види завдань: 1 відкрите питання (розгорнута письмова відповідь) – 10 балів і 3 задачі – по 10 балів кожна.

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

Студент допускається до іспиту, якщо впродовж семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів**;
виконав і вчасно здав завдання лабораторних робіт
успішно написав модульні контрольні роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Модульна контрольна робота №1: після проходження тем 1-7;

Модульна контрольна робота №2: після проходження тем 8-13;

Оцінювання лабораторних робіт та самостійної роботи колоквиумів: впродовж семестру.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Not passed	1-59

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

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	Лабораторні	С/Р
<i>Змістовий модуль 1. Явище каталізу. Гетерогенний каталіз..</i>				
1	Явище каталізу, його значення. Класифікація каталітичних процесів.	2		4
2	Термодинаміка каталітичних перетворень. Принцип геометричної та енергетичної відповідності. Способи оцінки ефективності дії каталізатора, TOF, TON, селективність.	2		4
3	Кислотно-основні каталітичні перетворення. Окисно-відновні каталітичні процеси. Взаємозв'язок між механізмом реакції та природою каталізатора. Гомогенний каталіз.	2	4	4
4	Гетерогенний каталіз. Адсорбція. Хімічна та фізична сорбція. Пориста структура.	2	4	4
5	Гетерогенний каталіз. Поруваті матеріали (цеоліти, оксиди алюмінію, цинку) та їх застосування. Способи характеристики пористої структури.	2		4
6	Гетерогенний каталіз. Адсорбція на поверхні металів. Моделі поверхонь в залежності від типу металу (s,p,d). Тренди в реакційній здатності поверхонь різного типу.	2		5
7	Фотокаталіз та фотохімічні процеси. Активація молекул. Первинні та вторинні фотохімічні процеси. Квантовий вихід.	3		5
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>		1	
	<i>Усього за модуль 1</i>	15	9	30
<i>Змістовий модуль 2. Способи характеристики каталізаторів та сучасні тенденції в розвитку каталізаторів</i>				
8	Методи характеристики каталізаторів: рентгеноструктурний та рентгенофазовий аналіз, рентгенівська фотоелектронна спектроскопія, ЕПР, температурно-програмовані методи, інфрачервона спектроскопія із застосуванням молекул-зондів, мікроскопічні методи.	4	3	3
9	Каталіз наночастинками, нанорозмірні ефекти.	2	2	3
10	Електрокаталіз та електрохімічна активація молекул.	2		3

11	Стереоселективний та стереоспецифічний каталіз Використання комплексних сполук та MOF. Супрамолекулярний каталіз.	2		3
12	Практично важливі каталітичні перетворення - від процесів доокислення палива до реакцій тонкого органічного синтезу.	3		3
13	Ферментативний каталіз.	2		3
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>		1	
	<i>Усього за модуль 2</i>	15	6	15
	УСЬОГО	30	15	45

Загальний обсяг - **90 год.**

Лекції – **30 год.**

Лабораторні – **15 год.**

Консультація – **1 год.**

Самостійна робота студентів – **45 год.**

9. ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Яцимирський В.К. Фізична хімія процесів. – К.: ВПЦ КУ, 1992. – 110с.
2. Практикум із фізичної хімії процесів. – К.: ВЦ «Київський університет», 2018
3. Chorkendorff, J.W. Niemantsverdriet. Concepts of Modern Catalysis and Kinetics. – Wiley-VCH, 2003 – 462с.
4. Яцимирський В.К. Фізична хімія. – К.: Перун, 2007. – 512с..
5. U. Hanefeld L. Lefferts Catalysis An Integrated Textbook for Students. – Wiley-VCH, 2018 – 375с.

Додаткова:

1. Karine Philippot (editor), Alain Roucoux (editor) - Nanoparticles in Catalysis_ Advances in Synthesis and Applications-Wiley-VCH (2021)-567 с.
2. Piet W.N.M. van Leeuwen, Matthieu Raynal - Supramolecular Catalysis_ New Directions and Developments-Wiley-VCH (2022) 695 с.pdf