

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра фізичної та колоїдної хімії**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Навчально-наукового
інституту хімії та екології

(Лендел В.Г.)

«24» серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СУЧАСНИЙ КАТАЛІЗ

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасний каталіз» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньо-наукової програми «Хімія».

Розробник: Козьма А.А., кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет».

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «20» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Голуб Н.П.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «26» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Сливка М.В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 8	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 240	2-ий	–
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 8	1-ий	–
	Лекції:	
	40 годин	–
	Практичні:	
	–	–
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	56 години	–
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	144 годин	–

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Сучасний каталіз» є забезпечення необхідної хімічної підготовки студентів зі спеціальності 102-Хімія, які здобувають вищу освіту другого (магістерського) рівня в Навчально-науковому інституті хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Знання теоретичних основ зазначеної дисципліни необхідні для глибшого і кращого розуміння сучасних каталітичних процесів, які широко використовуються в процесах хімічної промисловості, при багатотоннажних синтезах, при генерації енергії як із традиційних енергоносіїв (нафти, газу, вугілля), так і новітніх джерел (водню, паливних елементів), при одержанні лікарських препаратів, продуктів харчування та багатьох інших. Вивчення вказаного предмету дозволить студентам дізнатися про принципові можливості сучасного каталізу для розв'язання конкретних хімічних та біохімічних проблем; застосовувати сучасні форми самостійної роботи студентів для активізації їх пізнавальної та практичної діяльності; забезпечить високопрофесійну підготовку фахівця-хіміка відповідно до сучасних вимог.

Відповідно до освітньо-наукової програми «Хімія» за 2022 рік вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких **загальних компетентностей (ЗК)**:

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел;

та таких **фахових компетентностей (ФК)**:

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ;

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент;

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними;

ФК 8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси;

ФК 9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Сучасний каталіз» є опанування навчальної дисципліни (НД) освітньої програми (ОП):

Шифр НД за ОП магістр 102 Хімія за 2022 р.: ОК 9 – Прикладні аспекти нанохімії.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми «Хімія», вивчення навчальної дисципліни «Сучасний каталіз» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	ПРН 1
Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	ПРН 3
Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	ПРН 4
Знати методологію та організації наукового дослідження.	ПРН 6
Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	ПРН 14

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Сучасний каталіз»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти кваліфіковано застосовувати знання з сучасного каталізу та суміжних наук – каталізу в енергетиці та екології, каталізу в промисловості, фізичної хімії каталізаторів, знати сучасні	ПРН 1

експериментальні методи синтезу та дослідження каталізаторів, вміти використовувати набуті практичні навички для науково обґрунтованого прогнозування, формулювання, оцінювання та розв'язання конкретних практичних завдань у професійній діяльності висококваліфікованого фахівця-хіміка.	
Знати основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються сучасного каталізу, опановані в ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також вміти проводити дослідження з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2
Вміти на основі теоретичних знань та фізико-хімічних розрахунків, робити об'єктивні, науково обґрунтовані, логічні висновки про можливість, напрямок, межу протікання стимульованих сучасними каталізаторами хімічних та біохімічних процесів, закономірності перебігу каталітичних хімічних процесів, визначати кінетичні параметри хімічних реакцій та встановлювати механізм і стадії їх протікання в залежності від різних умов, знати особливості дії ензимів як біологічних каталізаторів, ефективно застосування каталізаторів різної природи у сучасних наукоємних галузях, зокрема в хімічній промисловості, правильно орієнтуватись та користуватись відповідною науковою і довідниковою літературою в практичній діяльності висококваліфікованого фахівця-хіміка.	ПРН 3
Вміти синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, використовуючи сучасні каталізатори, знати аналізувати каталітичні процеси та оцінювати їх відповідність заданим вимогам.	ПРН 4
Знати методологію та організації наукового дослідження, яке пов'язане з використанням сучасних каталізаторів. Вміти правильно підібрати оптимальний каталізатор для певного хімічного процесу.	ПРН 6
Вміти планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження, які потребують використання сучасних каталізаторів та складного сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
Вміти правильно інтерпретувати експериментально отримані дані при здійсненні процесів, пов'язаних із використанням сучасних каталізаторів та співвідносити їх з відповідними сучасними теоріями каталізу.	ПРН 14

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «Сучасний каталіз» є:

- стандартизовані тести;
- есе;
- розрахункові роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми контролю:

поточний контроль здійснюється на кожному лабораторному занятті відповідно до конкретних цілей теми, а також під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих програмних питань, які студент опрацьовує самостійно та вони не входять до структури лабораторного заняття.

Застосовуються види об'єктивного (стандартизованого) контролю теоретичної та практичної підготовки студентів, які включають: усну відповідь, тестовий контроль, виконання лабораторного практикуму (та за необхідності розв'язування задач (письмово)).

Поточний контроль під час вивчення навчальної дисципліни проходить в індивідуальній, груповій, фронтальній формі.

Методи поточного контролю: усний, письмовий, тестовий, практичний. Метод **підсумкового контролю** – **екзамен**, який проводиться письмово.

Поточний контроль знань та умінь студентів з навчальної дисципліни «Сучасний каталіз» поєднується з проведенням двох модульних контрольних робіт та підсумкового контролю у формі екзамену.

Форма **модульного контролю**: здійснюється у письмовій формі, поєднаній з тестовою.

При визначенні оцінки за модуль враховуються результати модульної контрольної роботи та поточного контролю під час лабораторних занять, колоквиумів, контрольних робіт, самостійної та індивідуальної роботи. Максимальна оцінка з кожного модульного контролю – 100 балів.

Згідно «Положення про систему оцінювання навчальної діяльності, порядок переведення, відрахування та поновлення студентів, які навчаються за кредитно-модульною системою організації навчального процесу в УжНУ» навчальна діяльність студента оцінюється наступним чином.

Для лекційно-практичних, лекційно-лабораторних або лекційно-семінарських дисциплін 50 % балів оцінки модульного контролю виставляє лектор на підставі результатів перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу дисципліни (теоретичний компонент оцінки). Теоретичний компонент оцінки

складається з сумарних результатів контрольної роботи, рефератів та інших видів індивідуальних завдань.

Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність та балів модульної контрольної роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота 1	Сума
T1	T2	T3	T4	50	100
12	13	12	13		

T1, T2 ... – теми;

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота 2	Сума
T5	T6	T7	T8	50	100
12	13	12	13		

T5, T6 ... – теми;

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни «Сучасний каталіз»

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	10	4	10
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	4	10	4	10
Есе (письмовий колоквіум)	4	10	4	10
Самостійна робота студента	4	20	4	20
...		-		-
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Максимальна оцінка з підсумкового (семестрового) контролю становить 100 балів. Студенти, підсумкова модульна оцінка яких становить 35-59 балів, зобов'язані пройти підсумковий (семестровий) контроль у формі, передбаченій

робочим навчальним планом з даної дисципліни - **екзамену**. До підсумкового (семестрового) контролю з даної навчальної дисципліни не допускаються студенти, які не виконали усі види обов'язкових робіт (лабораторних, розрахункових, тестових тощо), передбачених робочою програмою, а також підсумкова модульна оцінка яких становить менше 35 балів.

Форма проведення **підсумкового контролю** є стандартизованою та включає контроль теоретичної та практичної підготовки, проводиться у вигляді **екзамену**.

Максимальна кількість балів модульного підсумкового контролю дорівнює **100 балів**. Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (максимум **50 балів**) та балів модульної контрольної роботи (максимум **50 балів**). Модульний підсумковий контроль вважається зарахованим, якщо студент сумарно набрав не менше **60 балів**.

Критерії оцінювання поточної навчальної діяльності

Оцінку «*відмінно*» (90-100 % балів) одержує студент, який брав активну участь в обговоренні найбільш складних питань з теми заняття, дав не менше 90% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповів на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку «*добре*» (74-89 % балів) одержує студент, який брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав не менше 74% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку «*задовільно*» (60-73 % бали) одержує студент, який брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав не менше 60% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку «*незадовільно*» (0-59 % балів) одержує студент, який не брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або взагалі не дав відповідей на них, не виконав практичну роботу та не виклав її результати у належній формі.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота складається за підготовленими завданнями (білетами) з варіантами однакового рівня складності. До складання модульної контрольної роботи допускаються усі студенти незалежно від результатів поточного оцінювання та наявності пропущених і невідпрацьованих лабораторних

занять. Тривалість виконання усієї модульної контрольної роботи становить 1,5 години. Під час виконання модульної контрольної роботи користуватись будь-якими інформаційними джерелами заборонено. Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на теоретичні питання та тестові завдання. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів.

У модульну контрольну роботу входять: відповіді на теоретичні питання, тести (за необхідності може містити і розв'язування задач). Наприклад, модульний білет містить три теоретичні питання та двадцять тестових питань. Теоретичні питання потребують розлогої письмової відповіді. На тестових завданнях до кожного питання пропонується чотири варіанти відповіді, серед яких тільки один є правильним. Розподіл максимально можливих балів здійснюється таким чином: 60 % балів студент може здобути правильно відповівши на три теоретичні питання (давши розлогу відповідь на основні визначення, записавши та пояснивши необхідні формули, схематично зарисувавши графічні залежності до певного теоретичного питання) та 40 % балів правильно відповівши на усі двадцять тестових завдань. Із двох академічних годин (традиційної пари тривалістю 90 хвилин) приблизно 60 хвилин виділяється на письмові відповіді на три теоретичні питання та до 30 хвилин на відповіді на тестові завдання.

Оцінку «*відмінно*» (90-100 % балів) одержує студент, який дав не менше 90 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповів на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (74-89 % балів) одержує студент, який дав не менше 74 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (60-73 % бали) одержує студент, який дав не менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно*» (0-59 % балів) одержує студент, який дав менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або не надав відповіді на поставлені перед ним письмові завдання.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий рейтинг виводиться як середнє арифметичне двох модулів. Відповідно до Положення про оцінювання навчальних досягнень студентів за кредитно-модульною системою, якщо підсумкова модульна оцінка становить не менше 60 балів, то за згодою студента вона може бути зарахована як підсумкова (семестрова) оцінка з навчальної дисципліни. Студенти, яких не влаштовує підсумкова позитивна оцінка, виставлена викладачем за результатами модульних контролів, а також ті, хто отримав оцінку «*незадовільно*» і при цьому не мають невідпрацьованих практичних (лабораторних) занять, мають право складати екзамен з дисципліни. До підсумкового (семестрового) контролю з

конкретної дисципліни у вигляді екзамену студент денної форми навчання допускається тоді, коли за результатами модульних контролів він набрав не менше 35 % можливих балів. За результатами відповіді на екзамені виставляється оцінка за стобальною шкалою. Незалежно від того, чи студент складає екзамен у зв'язку з тим, що в нього підсумкова модульна оцінка незадовільна (35-59 балів), чи з метою підвищення позитивної оцінки, викладач виставляє студенту оцінку, керуючись виключно рівнем його знань, виявлених на екзамені, тобто, виходячи зі 100 балів, але при цьому виставлена підсумкова (семестрова) оцінка не може бути нижчою за підсумкову модульну оцінку.

Критерії оцінювання модульного та підсумкового семестрового контролю:

- оцінку «*відмінно*» (90-100 балів, А) заслуговує студент, який: всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом; вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях; засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває; вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію; самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.
- оцінку «*добре*» (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який: повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання в достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях; має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування; під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;
- оцінку «*добре*» (74-81 бал, С) заслуговує студент, який: в загальному роботу виконав, але при підсумковому контролі робить певну кількість помилок; вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність; опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;
- оцінку «*задовільно*» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який: знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії; виконує завдання непогано, але зі значною кількістю помилок; ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою; допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

- оцінку «задовільно» (60-63 балів, E) – заслуговує студент, який: володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.
- оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який: виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.
- оцінку «незадовільно» (0-34 балів, F) – виставляється студенту, який володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім; допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою; не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 бали, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти екзамен.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до екзаменаційної відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. ОСНОВИ СУЧАСНОГО КАТАЛІЗУ

Змістовий модуль №1. ВСТУП. ПРЕДМЕТ СУЧАСНОГО КАТАЛІЗУ.

Тема 1. Вступ. Предмет сучасного каталізу.

Предмет і завдання сучасного каталізу, його структура та практичне значення. Основні розділи сучасного каталізу як важливої складової фізичної хімії та суміжних дисциплін: каталізу в енергетиці та екології, каталізу в промисловості, фізичної хімії каталізаторів. Методи дослідження сучасних каталізаторів: теоретичні та експериментальні. Історичний огляд розвитку каталізу. Практичне значення сучасних каталізаторів у хімічній промисловості, енергетиці, охороні навколишнього середовища, науках про функціонування людського організму та ін.

Змістовий модуль №2. ГОМОГЕННИЙ ТА КВАЗІГОМОГЕННИЙ КАТАЛІЗ

Тема 2. Сучасний гомогенний та квазігомогенний каталіз.

Газофазний каталіз. Рідинний каталіз. Специфічний кислотний каталіз. Специфічний основний каталіз. Молекулярний кисень як каталізатор. Теорія проміжних сполук гомогенного каталізу. Квазігомогенні каталізатори. Каталізатори реакції Сузукі. Вплив форми частинок на активність каталізатора. Квазігомогенні каталізатори на основі золота та платини. Колоїдні розчини паладію та родію як квазігомогенні каталізатори.

Змістовий модуль №3. ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Тема 3. Фотокаталіз.

Фотохімічні реакції. Закони фотохімії. Закон Штарка–Ейнштейна. Фотостимульований каталіз. Ефективність фотокаталітичних перетворень. Фотохімічний вплив на зародження реакції. Фотохімічний вплив на розвиток реакції. Хімічні фотоперетворення в природі.

Змістовий модуль №4. КАТАЛІЗАТОРИ ЖИВОЇ ПРИРОДИ

Тема 4. Ензимний та альтернативний (неензимний) каталіз.

Загальна характеристика ензимів. Класифікація ензимів за типом каталітичної реакції. Білкова структура ензимів. Каталітична специфічність ензимів. Кінетика ензимних реакцій. Теорія Міхаеліса–Ментена. Теорія Брігса–Холдена. Каталіз ензимами за пуш-пульним механізмом. Промотування та інгібування ензимів. Рівняння Арреніуса для ензимів. Аллостерична дезактивація ензимів. Харчові неензимні каталізатори. Інгібітори процесів окиснення або антиокиснювачі. Синергісти-антиокиснювачі. Органічні кислоти та їх солі як антиокиснювачі.

Модуль 2. ГЕТЕРОГЕННИЙ КАТАЛІЗ

Змістовий модуль №5. ТЕОРІЇ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛІЗУ

Тема 5. Сучасні теорії гетерогенного каталізу.

Сучасні масштаби практичного використання гетерогенного каталізу. Теоретичні аспекти гетерогенного каталізу. Теорія Сабатьє. Теорія одно стадійної схеми. Теорія поверхневих проміжних з'єднань. Теорія активних центрів Тейлора. Теорія мультиплетів. Теорія активних ансамблів. Електронна теорія Писаржевського. Ланцюгові теорії. Теорія Воеводського. Теорія Ковальського.

Змістовий модуль №6. ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛІЗУ

Тема 6. Сучасний гетерогенний каталіз.

Каталіз нанометалами. Синтез Фішера–Тропша. Біфункціональний каталіз. Каталізатори гідрокрекінгу, гідроізомеризації, риформінгу. Каталітична активність каталізаторів. Активація гетерогенного каталізатора. Види енергії активації каталізатора. Допінгування каталізаторів. Коактивація. Підкладки каталізаторів. Виснаження каталізаторів. Цеоліти як каталізатори. Природні та синтетичні цеоліти. Цеолітні каталізатори з нанесеними нанометалами.

Змістовий модуль №7. ТЕРМОКАТАЛІЗ

Тема 7. Сучасний термокаталіз.

Термокаталіз твердофазних перетворень. Основні етапи термокаталізу. Кінетика термостимульованих реакцій. Ендотермічна хемосорбція на карбонових нанотрубках. Кріокаталіз. Метод матричної ізоляції. Метод сумісної конденсації. Залежність низькотемпературної хімічної активності від розмірів наночастинок. Низькотемпературна адсорбція на каталізаторах.

Змістовий модуль №8. ОДЕРЖАННЯ СУЧАСНИХ ГЕТЕРОГЕННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

Тема 8. Синтези сучасних каталізаторів.

Базові принципи синтезу каталізаторів. Гомогенна та гетерогенна нуклеації. Вторинна нуклеація. Вплив термообробки на форму та розмір каталізаторів. Висхідні методи синтезу каталізаторів. Гель-золевий та золь-гелевий методи синтезу. Синтез із прямих міцел. Синтез із обернених міцел. Гідротермічний синтез. Піроліз. Хімічне та фізичне осадження з парової фази. Низхідні методи синтезу каталізаторів. Нанолітографія. Контактна літографія з мікроззором. Мікроформування у капілярах. Синтези за допомогою електронної та атомно-силової мікроскопії. Синтези фосфатних каталізаторів.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин 240					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна а робота	самостійна робота	
1-й семестр						
Модуль 1. Основи сучасного каталізу						
Змістовий модуль 1. Вступ. Предмет сучасного каталізу						
Тема 1. Вступ. Предмет сучасного каталізу	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 1	30	5		7		18
Змістовий модуль 2. Гомогенний та квазігомогенний каталіз						
Тема 2. Сучасний гомогенний та квазігомогенний каталіз.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 2	30	5		7		18
Змістовий модуль 3. Фотокаталітичні перетворення						
Тема 3. Фотокаталіз.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 3	30	5		7		18
Змістовий модуль 4. Каталізатори живої природи						
Тема 4. Ензимний та альтернативний (неензимний) каталіз.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 4	30	5		7		18
Модульна контрольна робота						
Разом за Модуль 1	120	20		28		72
Модуль 2. Гетерогенний каталіз						
Змістовий модуль 5. Теорії гетерогенного каталізу						
Тема 5. Сучасні теорії гетерогенного каталізу.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 5	30	5		7		18
Змістовий модуль 6. Практичний аспект гетерогенного каталізу						
Тема 6. Сучасний гетерогенний каталіз.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 6	30	5		7		18
Змістовий модуль 7. Термокаталіз						
Тема 7. Сучасний термокаталіз.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 7	30	5		7		18
Змістовий модуль 8. Одержання сучасних гетерогенних каталізаторів						
Тема 8. Синтези сучасних каталізаторів.	30	5		7		18
Разом за змістовим модулем 8	30	5		7		18
Модульна контрольна робота						
Разом за Модуль 2	120	20		28		72
Усього годин	240	40		56		144

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Вступ. Предмет сучасного каталізу.	7
2.	Сучасний гомогенний та квазігомогенний каталіз.	7
3.	Фотокаталіз.	7
4.	Ензимний та альтернативний (неензимний) каталіз.	7
5.	Сучасні теорії гетерогенного каталізу.	7
6.	Сучасний гетерогенний каталіз.	7
7.	Сучасний термокаталіз.	7
8.	Синтези сучасних каталізаторів.	7
Разом		56

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Практичне значення сучасних каталізаторів у хімічній промисловості, енергетиці, охороні навколишнього середовища, науках про функціонування людського організму	18
2.	Квазігомогенні каталізатори	18
3.	Хімічні фотоперетворення в природі	18
4.	Інгібітори процесів окиснення або антиокиснювачі	18
5.	Ланцюгові теорії	18
6.	Природні та синтетичні цеоліти	18
7.	Кріокаталіз	18
8.	Низхідні методи синтезу каталізаторів	18
Разом		144

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: персональний комп'ютер Samsung (2019), персональний комп'ютер LG (2020) – 4 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X-400 (2020) – 3 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X05 (2017), комп'ютер портативний Samsung RV 518 (2015), комп'ютер портативний Acer E5-521 (2014), принтер – 3 шт.

Обладнання: Навчальне та лабораторне обладнання, згідно з діючими нормами оснащення: атомно-адсорбційний спектрометр Aurora Instrument AI 1200 (2016), аналітичні терези WA-21 (1972) - 2 шт., терези технічні ВКЛТ-160 (1982) - 8 шт., терези електронні AVAgo з 2 чашами 0,1-2000 г MHZ (2020)– 2 шт., терези електронні Pocket Scale MH 200 TS-C06 (2019)- 4 шт., терези торзійні BT-500

(1984) – 2 шт., седиментометр Фігуровського (1999), прилад для визначення кута змочування поверхні (1997), рефрактометр П-161 (1995), фотоколориметр КФК-2 (1992) – 2 шт., спектрофотометр СФ-46 (1990) – 2 шт., рН-метр-іонімір ЕКОТЕСТ-120 (1990), стіл титрувальний (1988), нефелометр, сталагмометр – 8 шт., віскозиметр – 4 шт., прилад Ребіндера – 4 шт., калориметр Юнкерса для визначення теплоти згорання речовин – 3 шт., прилад Мейера для випаровування речовини і визначення молярної маси і молярного об'єму пари досліджуваної речовини – 3 шт., установка для визначення теплоти розчинення та теплоти гідратації солі – 2 шт., калориметрична установка для визначення концентрації кислоти методом при нейтралізації її лугом – 2 шт., установка для вимірювання тиску насиченої пари і молярної прихованої теплоти пароутворення – 2 шт., каталітична установка для визначення швидкості гомогенних каталітичних реакцій та енергії активації процесів – 3 шт., каталітична установка для визначення швидкості гетерогенних каталітичних реакцій та енергії активації процесів – 3 шт., каталітична установка для визначення швидкості фотохімічних реакцій та енергії активації процесів – 2 шт., установка для термічного аналізу двокомпонентної системи – 2 шт., установка для дослідження кінетики термічного розкладу речовини (у т.ч. реактор, термостат) – 2 шт., установка для визначення електропровідності електролітів і обчислення їх ступеня дисоціації (у т. ч. реохордний міст, електроди) – 4 шт., установка для визначення концентрації кислоти методом кондуктометричного титрування – 2 шт., установка для визначення добутку розчинності важкорозчинних солей (у т.ч. нормальний елемент Вестона, гальванометр, реохорд, електроди, акумулятор) – 2 шт., установка для вимірювання електрорушійної сили гальванічних елементів та визначення електродних потенціалів окремих електродів (у т.ч. нормальний елемент Вестона, гальванометр, реохорд, набір електродів для створення гальванічних елементів, акумулятор) – 3 шт., установка для визначення величини електрокінетичного потенціалу (у т.ч. прилад для електрофорезу, вольтметр, універсальний напівпровідниковий випрямляч) – 2 шт., установка для визначення водневого показника буферних систем потенціометричним методом (у т.ч. потенціометр, нормальний елемент Вестона, гальванометр, хінгідронно-каломельний елемент, акумулятор) – 2 шт., установка для електрометричного титрування (у т.ч. електролізер, нормальний елемент Вестона, каломельний електрод, гальванометр, потенціометр, акумулятор) – 2 шт., прилад для кріоскопічних вимірювань (у т.ч. холодильник, кріоскоп, термометр Бекмана), прилад для визначення порогу коагуляції золь – 8 шт., реохордний міст Р-4833 – 4 шт., звуковий генератор – 2 шт., осцилограф – 2 шт., магазин опорів Р-33 – 4 шт., реохорди – 4 шт., електроди – 10 шт., терези технічні – 8 шт., насос Комовського – 2 шт., сушильна шафа, муфельна піч, електроплитки – 8 шт., тощо. Штативи з пробірками, штативи з мірними пробірками, лабораторні залізні штативи, хімічний посуд та реактиви, гумові груші, наважки та інші.

Програмне забезпечення:

Windows 10, Microsoft Power Point, Moodle (e-learn.uzhnu.edu.ua), Google Meet, Viber, Zoom (безкоштовна версія).

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали. Київ: *Наукова думка*, 2008. 424 с.
2. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Частина II. Хімічна кінетика. Каталітичні реакції. Фізико-хімія поверхневих явищ. Фото- та радіаційно-хімічні процеси. Електрохімія. Ужгород: *Мистецька лінія*, 2003. – 479 с.
3. Голуб Н.П., Гомонай В.І., Баренблат І.О., Козьма А.А., Дзямко В.М., Мільович С.С., Стерчо І.П. Медична хімія (фізична, колоїдна та біонеорганічна хімія). Навчальний посібник до лабораторного практикуму для студентів медичного факультету.- Ужгород: *Вид-во ФОП Сабов А.М.*- 2017. – 104 с.
4. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія: підручник для студ. вищ. навч. заклад. (Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як підручник для студентів вищих навчальних закладів). – Вид. 3-тє.- Вінниця: *Нова Книга*. – 2014. – 496 с.

Допоміжна література

1. Golub N.P., Robashchuk A.V., Golub Ye.O., Barenblat I.O., Kozma A.A. Methodical manual for laboratory workshops on the course «Medical Chemistry» for medical students with a foreign language of instruction (special «Medicine»). Uzhgorod: *UzhNU Publishing House*. 2021. 102 p.
2. Козьма А.А., Голуб Н.П. Методичні вказівки до лабораторного практикуму зі спецкурсу «Хімічна кінетика» для студентів ОС «Бакалавр» (спеціальність 102 Хімія та спеціальність 014.06 Середня освіта. Хімія). Ужгород: *ПП Роман О.І.*, 2023. 60 с.
3. Голуб Н.П., Козьма А.А. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Фізичної хімії» (Частина 1) для студентів ОС «Бакалавр» (спеціальність 102 Хімія та спеціальність 014.06 Середня освіта. Хімія) Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород: *ПП Роман О.І.*, 2023, 108 с.
4. Medical chemistry: textbook / V.O. Kalibabchuk, V.I. Halynska, L.I. Hryshchenko et al.; edited by V.O. Kalibabchuk/ 7th edition. Kyiv: *AUS Medicine Publishing*. 2020. 224 p.
5. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. 4-е видання. Київ: ВСВ «Медицина». 2019. 336 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Електронний репозитарій Ужгородського національного університету - dspace.uzhnu.edu.ua
2. Служба пошуку наукових статей та матеріалів Google Академія scholar.google.com.ua
3. www.nbuv.gov.ua (бібліотека ім.В.І.Вернадського).
4. Система електронного навчання УжНУ - e-learn.uzhnu.edu.ua
5. Journal of Catalysis. (Elsevier, Netherlands).
<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-catalysis>
6. Molecular Catalysis. (Elsevier, Netherlands)
<https://www.sciencedirect.com/journal/molecular-catalysis>
7. Catalysts. (Office Locations: Basel, Switzerland)
<https://www.mdpi.com/journal/catalysts>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами
(потрібне підкреслити)

(Додаток ____).

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами
(Додаток ____).

(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами
(Додаток ____).

(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі
змінами(Додаток ____).

(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Прізвище ініціали)