

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Факультет природничих наук

Кафедра хімії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ХІМІЯ СОРБЕНТІВ ТА ФОТОКАТАЛІЗАТОРІВ**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Освітня програма Хімія

Спеціальність 102 Хімія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “25” січня 2024 р.

м. Івано-Франківськ – 2024 р.

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Хімія сорбентів та фотокаталізаторів
Викладач (і)	професор Миронюк Іван Федорович
Контактний телефон викладача	+380503738486
E-mail викладача	ivan.myroniuk@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС, 180 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/
Консультації	щотижня

2. Анотація до навчальної дисципліни

Предмет спрямований на ознайомлення студентів з основними напрямками досліджень у сучасній хімії поверхні і нанотехнологій, як керувати хімічними процесами, особливостями пошуку шляхів одержання та ідентифікації нових типів сорбційних і фотокаталітичних матеріалів, а також із вдосконаленням методів синтезу відомих сорбційних матеріалів та фотокаталізаторів.

3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Мета курсу – формувати у студентів навички та вміння самостійної роботи при використанні основних методів отримання сорбентів нового покоління, а також ознайомити студентів з новітніми розробками в сфері дослідження сорбційних матеріалів та нанорозмірних фотокаталізаторів.

Завдання курсу: навчити студентів самостійної роботи з технікою хімічного експерименту (робота зі стандартним хімічним обладнанням та приладами), а також відпрацювати на конкретних прикладах найпростіші операції, що виконуються при отриманні сорбційних і фотокаталітичних матеріалів.

Знати:

- основні типи сорбційних матеріалів, найбільш поширені методи їх синтезу та технології створення;
- основні типи фотокаталізаторів, особливості їх фізичних та хімічних властивостей, основні напрямки практичного застосування у сучасній науці та промисловості;
- основи сучасних методів створення сорбційних матеріалів, і підходи, які дають можливість застосовувати наявну вихідну інформацію для розробки нових матеріалів;
- основні методи контролю функціональних властивостей неорганічних сорбентів та фотоактивних матеріалів;
- основні закономірності одержання вуглецевих сорбентів певної будови, принципи їх модифікування різноманітними сполуками та особливості використання фізико-хімічних методів для їхнього дослідження;

- методи модифікування поверхні вуглецевих сорбентів;
- адсорбційні властивості вуглецевих сорбентів.

Вміти:

- використовувати на практиці знання про будову сорбентів та фотокаталізаторів, їх властивості з використанням сучасних уявлень та шляхів розвитку науки;
- використовувати знання законів та хімічних понять для вирішення практичних питань;
- оволодіти хімічними розрахунками та навичками самостійного виконання експерименту використовувати закономірності зв'язку між хімічним складом, структурою та властивостями сорбентів та фотоактивних сполук у синтезі нових перспективних матеріалів.

4. Програмні компетентності та результати навчання

Загальні компетентності (ЗК):

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

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність працювати у команді.

ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

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 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

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

ЗК 13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

СК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

СК 6. Здатність оцінювати ризики.

СК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

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

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

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 8. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.

ПРН 9. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПРН 10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.

ПРН 13. Аналізувати та оцінювати результати досліджень, пропонувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних аспектів.

ПРН 17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросесність.

ПРН 19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженернотехнологічні навички на практиці для вирішення поставлених завдань.

5. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	30
практичні заняття	10
лабораторні заняття	20
самостійна робота	120

Ознаки навчальної дисципліни			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
Будь-який	102 Хімія	Будь-який	Вибірковий

Тематика навчальної дисципліни			
Тема	кількість год.		
	лекції	заняття	сам. роб

Тема 1. Явище адсорбції. Типи адсорбентів. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.	2	–	6
Тема 2. Ступінчаста і полімолекулярна адсорбція. Полімолекулярна адсорбція газів. Теорія БЕТ.	2	–	6
Тема 3. Потенціальна теорія Поляні. Адсорбційний потенціал. Теорія об'ємного заповнення мікропор.	2	–	6
Тема 4. Силікагель, його структурно-морфологічні характеристики. Технологічні аспекти одержання сферичних і циліндричних гранул силікагелю.	2	–	6
Тема 5. Вуглецеві адсорбенти та методи їх одержання. Структурно-морфологічні характеристики адсорбентів, одержаних термолітичним розкладом моно- та дисахаридів.	2	–	6
Тема 6. Синтез вуглецевих адсорбентів з використанням темплат. Темплати для синтезу мікро- та мезопористих адсорбентів.	2	–	6
Тема 7. Адсорбенти для еферентної медицини.	2	2	6
Тема 8. Адсорбенти для вилучення з водного середовища катіонів важких металів і стронцію.	2	–	6
Тема 9. Золь-гель синтез мезопористого титан (IV) оксиду та його структурно-морфологічні характеристики. Вплив катіонів металів та одержання рутильної і анатазної модифікацій TiO ₂ .	2	2	6
Тема 10. Пірогенний синтез аеродисперсного кремнезему. Аналітичні характеристики аеросилу. Адсорбція катіонів металів аеродисперсним кремнеземом із хемосорбованими триметилсилільними групами.	2	–	6
Тема 11. Явище фото каталізу. Зв'язок фото каталізу з фото сенсibiliзацією і спектрофотокаталізом. Різновиди фото каталізу і типи фото каталітичних систем.	2	2	6
Тема 12. Фотоіндуковане накопичення надлишкового заряду в наночастинкових напівпровідниках. Ефект Бурштейно-Месса.	2	–	6
Тема 13. Фотокаталітичні процеси за участю наночастинок напівпровідника, заряджених під дією світла.	2	2	6
Тема 14. Різновиди та методи синтезу нанодисперсних фотокаталізаторів.	2	–	6
Тема 15. Двохкомпонентні напівпровідникові нанофотокаталізатори. Одержання сонячного водню	2	2	6

з використанням нанофотокаталізаторів. Фото каталітичне знешкодження патогенних мікроорганізмів.			
Лабораторна робота 1. Розрахункова робота, опрацювання експериментальних ізотерм наноадсорбента математичними моделями.	–	4	6
Лабораторна робота 2. Синтез наночастинок магнетиту методом осадження.	–	4	6
Лабораторна робота 3. Отримання магнітного ферогелю на основі магнетиту.	–	4	6
Лабораторна робота 4. Синтез феромагнітних рідин метод хімічної конденсації високодисперсного магнетиту Fe ₃ O ₄ і дослідження їх властивостей.	–	4	6
Лабораторна робота 5. Синтез наночастинок магній фериту методом золь-гель автогоріння.	–	4	6
ЗАГ.:	30	30	120

6. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	<p>Оцінювання курсу відбувається згідно з Положенням про порядок організації та проведення оцінювання успішності здобувачів вищої освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Загальна максимальна сума балів, яка присвоюється за курс, становить 100 балів.</p> <p>Упродовж семестру студент отримує бали за</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконання тестових завдань за матеріалами лекцій на платформі дистанційного навчання d-learn.pnu.edu.ua - усний захист лабораторних робіт; - написання двох письмових контрольних робіт; - підсумковий контроль (максимально 50 балів).
Вимоги до письмових робіт	Протягом семестру передбачено написання від руки двох домашніх контрольних робіт.
Лабораторні роботи	<p>Методичні рекомендації до виконання робіт завантажуються з сайту d-learn.pnu.edu.ua і роздруковуються перед заняттям. Під час виконання лабораторних робіт необхідно дотримувати загальних правил техніки безпеки роботи в лабораторії. Виконання всіх лабораторних робіт необхідне для допуску до заліку.</p> <p>Спостереження за результатами експериментів вносяться студентом від руки під час лабораторної роботи. Кожен студент відповідає за запис всіх даних необхідних для проведення розрахунків і не повинен покладатися на записи інших студентів під час аналізу даних.</p>

Умови допуску до підсумкового контролю	Для допуску до підсумкового контролю необхідно виконати всі контрольні та лабораторні роботи і отримати не менше ніж 25 балів.
Підсумковий контроль	Форма контролю – залік. Форма здачі – письмова. Студент набирає 50 балів за роботу впродовж семестру (мінімум – 25 балів) та 50 (мінімум 25 балів) балів – за залік. Білет складається з 4 завдань. Перше, друге і третє завдання – теоретичні запитання, четверте завдання – практичне.

7. Політика навчальної дисципліни

Основою політики курсу є взаємоповага у спілкуванні та фокусування на навчанні. Телефони під час занять повинні бути переведені в беззвучний режим, а відлучення з аудиторії для спілкування допускаються тільки в нагальних випадках. Під час онлайн-занять студенти повинні бути готові вмикати камеру та мікрофон у разі потреби.

Письмові роботи: Очікується, що студент протягом семестру виконає дві домашні контрольні роботи. Варіанти контрольних робіт включають в себе задачі відповідного змістовного модуля різних типів та рівнів складності.

Академічна доброчесність: Списування та плагіат, а також користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час опитування, виконання письмового завдання чи тестування є недопустимими та призводять до незарахування результатів чи нескладання тестування відповідно до [Положення про запобігання академічному плагіату та іншим порушенням академічної доброчесності у навчальній та науково-дослідній роботі здобувачів освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника](#).

Відвідування занять є важливою складовою навчання. При виставленні підсумкового балу обов'язково враховується своєчасне виконання лабораторних робіт та контрольних завдань. Враховуються результати відпрацювання з поважної причини пропущених занять.

Якщо студент пропустив заняття і не зміг здати лабораторні (практичні) та письмові роботи у встановлені терміни через хворобу або з інших поважних причин, документально підтверджених відповідною організацією, він має право на перенесення терміну здачі робіт. Пропущені заняття відпрацьовуються протягом місяця або протягом тижня КСР шляхом складання тестів у системі дистанційного навчання.

Студентам, котрі навчаються за **індивідуальним графіком**, дозволяється вільне відвідування лекцій та опрацювання лекційного матеріалу самостійно з обов'язковим проходженням усіх тестувань на платформі дистанційного навчання d-learn.pnu.edu.ua та виконанням усіх завдань відповідно до індивідуального графіку навчання, складеного та погодженого з викладачем на початку семестру. Умови навчання за індивідуальним графіком регламентуються [Положенням про порядок навчання здобувачів вищої освіти за індивідуальним графіком у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника](#). Студент повинен звернутися з запитом щодо індивідуального графіку навчання впродовж двох тижнів після початку семестру. Викладач формулює завдання для студента, що навчається за індивідуальним графіком, протягом тижня після такого звернення студента і надає матеріали та завдання для виконання синхронно з видачею завдань для студентів, що навчаються очно.

Неформальна освіта: Сертифікат про успішне проходження курсу, зміст якого частково або повністю відповідає змісту дисципліни, дає можливість доповнити бали за підсумковий

контроль згідно з [Положенням про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника](#). Цю можливість, а також назви та програми курсів, бажано обговорити з викладачем завчасно.

8. Рекомендована література

1. Черненко Я.М. Каталізатори та сорбенти. Навч. Посібник /Я.М. Черненко, М.Д. Волошин, Л.П. Ларичева. Кам'янське: ДДТУ. 2017. 316 с.
2. Поджарський М.А. Теоретичні основи процесів сорбції: Конспект лекцій. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ. 2007. 40 с.
3. Кичкирук О.Ю., Кусяк Н.В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять вибіркової освітньої компоненти «Сорбційні методи в хімічному аналізі» / Кичкирук О.Ю., Кусяк Н.В. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2022. 37 с.
4. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі / І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. 232 с.
5. Гумницький Я.М. Адсорбція: система природний адсорбент – рідка фаза. Львів: Видавництво Львівська політехніка. 2022. 216 с.
6. Чеботарьов О. М. Сорбційно-спектроскопічні та тест-методи в хімічному аналізі: методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: «Одеський національний університет імені І. І. Мечникова». 2014. 55 с.
7. Стрелко В.В., Зажигалов В.О., Ставицька С.С. Селективна сорбція і каталіз на активному вугіллі та неорганічних іонітах. Київ: Наукова думка. 2008. 304 с.
8. Геращенко І. І. Ентеросорбенти: лікарські засоби і дієтичні добавки / І.І. Геращенко; НАН України, Ін-т хімії поверхні ім. О. О. Чуйка. Київ, 2014. 248 с.

Викладач _____ Іван МИРОНЮК