

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



Факультет природничих наук

Кафедра хімії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
АДСОРБЕНТИ ТА АДСОРБЦІЙНІ ПРОЦЕСИ**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

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	Адсорбенти та адсорбційні процеси
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

Лекційні матеріали стосуються фізико-хімічних основ явища адсорбції, властивостей адсорбентів. Розглядаються вуглецеві сорбенти, силікагель, адсорбенти на основі кремнезему, на основі алюмосилікатних та глинистих матеріалів, органосилоксанів, біополімерів і синтетичних органічних полімерів, адсорбенти лікувальної дії.

3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Метою викладання даного курсу є поглиблення знань студентів у галузі адсорбційних явищ, методів одержання різних видів адсорбентів, їх використання. Предметом вивчення навчальної дисципліни є адсорбційні явища, використання адсорбентів, хімічні аспекти синтезу адсорбентів.

4. Програмні компетентності та результати навчання

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 10. Здатність спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою, як усно, так і письмово.
- ЗК 11. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
- ЗК 12. Здатність працювати автономно.
- ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних

джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

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

СК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

СК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

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

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 2. Знати та розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми.

ПРН 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення якісних та кількісних задач хімії. ПРН 4. Знати методи синтезу та аналізу хімічних сполук.

ПРН 6. Знати методологію та організацію наукового дослідження.

ПРН 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальну роботу самостійно та автономно.

ПРН 11. Проводити хімічні дослідження з використанням сучасних лабораторних приладів.

ПРН 12. Виконувати обробку результатів досліджень з використанням спеціального програмного забезпечення.

ПРН 14. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.

ПРН 15. Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організувати свою роботу, складати звіт.

5. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	30
лабораторні заняття	30
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. Види адсорбційних взаємодій. Фізична адсорбція і хемосорбція. Адсорбція газів. Енергетичні параметри адсорбції.	2	–	6
Тема 2. Ізотерми адсорбції газів. Рівняння Генрі. Ізотерма Фройндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.	2	–	6
Тема 3. Ступінчаста адсорбція. Полімолекулярна адсорбція газів. Теорія БЕТ.	2	–	6
Тема 4. Потенціальна теорія адсорбції Полянї. Адсорбційний потенціал. Рівняння адсорбції Дубініна – Радушкевича.	2	–	6
Тема 5. Структурно - морфологічні властивості адсорбентів. Типи адсорбентів. Високодисперсні адсорбенти і матеріали із внутрішньою і текстурованою пористістю.	2	–	6
Тема 6. Капілярна конденсація. Теорія об'ємного заповнення мікропор. Кінетика адсорбції газів. Молекулярна адсорбція з розчинів.	2	–	6
Тема 7. Експериментальні методи визначення параметрів адсорбції. Визначення питомої поверхні матеріалів за адсорбцією молекул речовин і за теплою змочування. Йонообмінна адсорбція. Адсорбенти для вилучення катіонів важких металів із водного середовища.	2	–	6
Тема 8. Вуглецеві адсорбенти. Методи активації вуглецю. Темплатний синтез вуглецевих адсорбентів. Вуглецеві молекулярні сита.	2	–	6
Тема 9. Адсорбційний метод очищення води. Технологічні аспекти доочищення питної води з використанням вуглецевих адсорбентів.	2	–	6
Тема 10. Силікагель. Способи одержання силікагелю і його структурно-морфологічні характеристики.	2	–	6

Тема 11. Адсорбційні властивості аеродисперсного кремнезему. Адсорбенти на основі хімічно модифікованого кремнезему.	2	–	6
Тема 12. Адсорбенти для еферентної медицини. Адсорбція білків аеродисперсним кремнеземом. Механізм лікувальної дії адсорбентів. Пряма і опосередкована дія ентеросорбентів.	2	–	6
Тема 13. Фармакологічні властивості вуглецевих адсорбентів.	2	–	6
Тема 14. Ентеросорбенти на основі алюмосилікатних і глинистих матеріалів.	2	–	6
Тема 15. Ентеросорбенти на основі діоксиду кремнію і органосилоксанів. Ентеросорбенти на основі біополімерів і синтетичних органічних полімерів.	2	–	6
Лабораторна робота 1. Визначення точки нульового заряду поверхні адсорбентів.	–	4	4
Лабораторна робота 2. Визначення адсорбційної активності адсорбентів по відношенню до барвників.	–	4	4
Лабораторна робота 3. Опис експериментальних ізотерм адсорбентів математичними моделями.	–	4	4
Лабораторна робота 4. Одержання силікагелю.	–	4	4
Лабораторна робота 5. Визначення об'єму пор і питомої поверхні адсорбентів.	–	4	4
Лабораторна робота 6. Синтез мезопористого титан (IV) оксиду.	–	4	4
Лабораторна робота 7. Визначення адсорбційних характеристик титан (IV) оксиду.	–	4	4
Лабораторна робота 8. Адсорбція катіонів важких металів мезопористим TiO ₂ .	–	2	2
ЗАГ.:	30	30	120

6. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	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. Упродовж семестру студент отримує бали за
---------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<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	<p>Форма контролю – залік.</p> <p>Форма здачі – письмова.</p> <p>Студент набирає 50 балів за роботу впродовж семестру (мінімум – 25 балів) та 50 (мінімум 25 балів) балів – за залік.</p> <p>Екзаменаційний білет складається з 4 завдань. Перше, друге і третє завдання – теоретичні запитання, четверте завдання – практичне.</p>

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. 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.
2. Черненко Я.М. Каталізатори та сорбенти. Навч. Посібник / Я.М. Черненко, М.Д. Волошин, Л.П. Ларичева. Кам'янське: ДДТУ. 2017. 316 с.
3. Ентеросорбенти у медичній практиці: посібник для лікарів / В.П. Терещенко, В.А. Піщиков, Л.В. Дегтярьова та ін. / За ред. В.П. Терещенко, В.А. Піщикова. Київ: Міжрегіон. видав. центр «Медінформ». 2008. 80 с.
4. Поджарський М.А. Теоретичні основи процесів сорбції: Конспект лекцій. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ. 2007. 40 с.
5. І.Ф. Миронюк, В.І. Мандзюк, В.М. Сачко, Р.П. Лісовський, Б.І. Рачій. Морфологічні та електрохімічні властивості вуглецевих електродних матеріалів, отриманих на основі лактози // Журнал нано-та електронної фізики. 2016. Т. 8, № 3. С. 03028-1-03028-7.
6. 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.
7. 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