

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА»**

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕХАНІЗМИ АДСОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

Освітньо-наукова програма ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціальність 102 Хімія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 11 від “06” травня 2021 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Механізми адсорбційних процесів
Викладач	Професор Миронюк Іван Федорович
Контактний телефон викладача	+380503738486
E-mail викладача	myrif555@gmail.com
Формат дисципліни	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Обсяг дисципліни	6 кредитів, 180 годин
Посилання на сайт дистанційного навчання	www.d-learn.pnu.edu.ua
Консультації	Щотижня
2. Анотація до курсу	
<p>Дисципліна «Механізми адсорбційних процесів» належить до вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки. Дисципліна «Механізми адсорбційних процесів» вивчається аспірантами спеціальності 102 Хімія у третьому семестрі. Предмет спрямований на ознайомлення аспірантів із фізико-хімічними основами явища адсорбції, механізмами адсорбційних процесів, властивостями адсорбентів. Розглядаються вуглецеві сорбенти, силікагель, адсорбенти на основі кремнезему, на основі алюмосилікатних та глинистих матеріалів, органосилоксанів, біополімерів і синтетичних органічних полімерів, адсорбенти лікувальної дії.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою викладання курсу «Механізми адсорбційних процесів» є поглиблення знань аспірантів у галузі адсорбційних явищ, методів одержання різних видів адсорбентів, їх використання. Предметом вивчення навчальної дисципліни є адсорбційні явища, використання адсорбентів, хімічні аспекти синтезу адсорбентів.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни аспірант повинен:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фізико-хімічні основи явища адсорбції, види адсорбційних взаємодій; - механізми фізичної адсорбції і хемосорбції, адсорбції газів, енергетичні параметри адсорбції; - ізотерми адсорбції газів, рівняння Генрі, ізотерму Фрейндліха, теорію мономолекулярної адсорбції Ленгмюра; - механізми ступінчастої адсорбції, полімолекулярної адсорбції газів, теорію БЕТ; - потенціальну теорію адсорбції Поляні, означення адсорбційного потенціалу, рівняння адсорбції Дубініна-Радушкевича; - структурно-морфологічні властивості адсорбентів, типи адсорбентів; - характеристики високодисперсних адсорбентів, матеріалів із внутрішньою і текстурованою пористістю; - особливості капілярної конденсації, теорію об'ємного заповнення мікропор, кінетику адсорбції газів, особливості молекулярної адсорбції з розчинів; - експериментальні методи визначення параметрів адсорбції; - методи визначення питомої поверхні матеріалів за адсорбцією молекул речовин і за теплою змочування; - механізм йонообмінної адсорбції, адсорбенти для вилучення катіонів важких металів із водного середовища; - характеристику вуглецевих адсорбентів, методи активації вуглецю; - особливості темплатного синтезу вуглецевих адсорбентів, характеристики вуглецевих молекулярних сит; - адсорбційний метод очищення води, технологічні аспекти доочищення питної води з 	

використанням вуглецевих адсорбентів;

- способи одержання силікагелю і його структурно-морфологічні характеристики;
- адсорбційні властивості аеродисперсного кремнезему;
- адсорбенти на основі хімічно модифікованого кремнезему;
- адсорбенти для еферентної медицини, адсорбцію білків аеродисперсним кремнеземом;
- механізм лікувальної дії адсорбентів, пряму і опосередковану дію ентеросорбентів;
- фармакологічні властивості вуглецевих адсорбентів;
- ентеросорбенти на основі алюмосилікатних і глинистих матеріалів;
- ентеросорбенти на основі діоксиду кремнію і органосилоксанів;
- ентеросорбенти на основі біополімерів і синтетичних органічних полімерів;

вміти:

- описувати експериментальні адсорбційні ізотерми математичними моделями;
- визначати адсорбційну активність адсорбентів по відношенню до органічних барвників;
- визначати об'єм пор і питому поверхню адсорбентів;
- визначати точку нульового заряду поверхні адсорбентів;
- визначати адсорбційні властивості мезопористого TiO_2 по відношенню до катіонів важких металів.

4. Результати навчання (компетентності)

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність до проведення самостійних досліджень на сучасному рівні.

ЗК3. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Здатність презентувати наукові матеріали та аргументи у письмовій та усній формі.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, як теоретичні так й експериментальні, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі хімії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з хімії та суміжних галузей.

СК3. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних, методи комп'ютерного моделювання, спеціалізоване програмне забезпечення та електронні ресурси у науковій та навчальній діяльності.

СК5. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері хімії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімії та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН5. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження в галузі хімії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН9. Застосовувати сучасні методи аналізу для встановлення структури синтезованих сполук, вивчення кінетики та механізмів хімічних реакцій.

ПРН12. Застосовувати знання хімічних теорій до реальних процесів, прогнозувати фізико-хімічні властивості та реакційну здатність речовин.

5. Організація навчання курсу					
Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
Лекції			40		
Лабораторні заняття			20		
Самостійна робота			120		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий		
Третій	102 Хімія	Другий	Вибірковий		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год.	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Фізико-хімічні основи явища адсорбції. Види адсорбційних взаємодій.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 2. Фізична адсорбція і хемосорбція. Адсорбція газів. Енергетичні параметри адсорбції.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 3. Ізотерми адсорбції газів. Рівняння Генрі. Ізотерма Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Лабораторна робота 1. Опис експериментальних ізотерм адсорбентів математичними моделями.	Лабораторне заняття	[1 – 5]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Макс. оцінка – 10 балів	Згідно розкладу
Тема 4. Ступінчаста адсорбція. Полімолекулярна адсорбція газів. Теорія БЕТ.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 5. Потенціальна теорія адсорбції Поляні. Адсорбційний потенціал. Рівняння адсорбції Дубініна-Радушкевича.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 6. Структурно-морфологічні властивості адсорбентів. Типи адсорбентів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Лабораторна робота 2. Визначення адсорбційної активності адсорбентів по відношенню до барвників.	Лабораторне заняття	[1 – 5]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Макс. оцінка – 10 балів	Згідно розкладу

Тема 7. Високодисперсні адсорбенти і матеріали із внутрішньою і текстурованою пористістю.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 8. Капілярна конденсація. Теорія об'ємного заповнення мікропор. Кінетика адсорбції газів. Молекулярна адсорбція з розчинів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 9. Експериментальні методи визначення параметрів адсорбції. Визначення питомої поверхні матеріалів за адсорбцією молекул речовин і за теплою змочування.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 10. Йонообмінна адсорбція. Адсорбенти для вилучення катіонів важких металів із водного середовища.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Лабораторна робота 3. Визначення об'єму пор і питомої поверхні адсорбентів.	Лабораторне заняття	[1 – 5]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Макс. оцінка – 10 балів	Згідно розкладу
Тема 11. Вуглецеві адсорбенти. Методи активації вуглецю. Темплатний синтез вуглецевих адсорбентів. Вуглецеві молекулярні сита.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 12. Адсорбційний метод очищення води. Технологічні аспекти доочищення питної води з використанням вуглецевих адсорбентів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 13. Силікагель. Способи одержання силікагелю і його структурно-морфологічні характеристики.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 14. Адсорбційні властивості аеродисперсного кремнезему. Адсорбенти на основі хімічно модифікованого кремнезему.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Лабораторна робота 4. Визначення точки нульового заряду поверхні адсорбентів.	Лабораторне заняття	[1 – 5]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Макс. оцінка – 10 балів	Згідно розкладу

Тема 15. Адсорбенти для еферентної медицини. Адсорбція білків аеродисперсним кремнеземом.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 16. Механізм лікувальної дії адсорбентів. Пряма і опосередкована дія ентеросорбентів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 17. Фармакологічні властивості вуглецевих адсорбентів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 18. Ентеросорбенти на основі алюмосилікатних і глинистих матеріалів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Лабораторна робота 5. Адсорбція катіонів важких металів мезопористим TiO ₂ .	Лабораторне заняття	[1 – 5]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Макс. оцінка – 10 балів	Згідно розкладу
Тема 19. Ентеросорбенти на основі діоксиду кремнію і органосилоксанів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 20. Ентеросорбенти на основі біополімерів і синтетичних органічних полімерів.	Лекція	[1 – 5]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Екзамен: максимальна оцінка – 100 балів. Допуск до екзамену – 50 балів (за лабораторні заняття). Екзаменаційна робота – 50 балів.
Лабораторні заняття	Після виконання роботи аспірант повинен оформити звіт до кожної роботи, а також захистити їх у викладача. Максимум – 50 балів, мінімум – 25 балів.
Умови допуску до підсумкового контролю	Виконання 100 % завдань на лабораторних роботах. Відвідування більше 50% лекційних занять.

7. Політика курсу

- Неприпустимі списування, аспірант повинен вільно володіти матеріалом.
- Лекційні заняття не відпрацьовуються, але знання лекційного матеріалу обов'язкове.
- Пропуски лабораторних занять відпрацьовуються наступним чином: опрацювання теми, а також виконання лабораторної роботи в такий час, щоб не заважати проведенню інших лабораторних робіт.
- Якщо аспірант не відпрацював пропущені лабораторні заняття, то він не допускається до екзамену.
- Обов'язковим є відвідування більш 50% занять, виконання лабораторних робіт, а також виконання самостійної роботи.

8. Рекомендована література

1. Іваненко, І. М. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / І. М. Іваненко, Т. А. Донцова, Ю. М. Феденко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,55 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 233 с.
2. Я. М. Черненко, М.Д. Волошин, Л.П. Ларичева. Каталізатори та сорбенти. 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. – К.: Міжрегіон. видав. центр «Медінформ», 2008. – 80 с.
4. I.F. Myronyuk, V.I. Mandzyuk, V.M. Sachko, V.M. Gun'ko. Structural features of carbons produced using glucose, lactose, and saccharose // Nanoscale Research Letters. – 2016 – V.11 (508). – P. 1-9.5.
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.

Викладач _____ **І.Ф. Миронюк**