

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ
ІМ. А. В. ДУМАНСЬКОГО**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту колоїдної хімії та хімії води
ім. А. В. Думанського НАН України

Протокол № 10

від «13» 10 2023 р.

Директор Інституту колоїдної хімії та
хімії води ім. А. В. Думанського
НАН України,
академік НАН України



Владислав ГОНЧАРУК

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Колоїдна хімія»

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ
СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ**

**РІВЕНЬ ОСВІТИ
КВАЛІФІКАЦІЯ
ФОРМА НАВЧАННЯ**

**10 – ПРИРОДНИЧІ НАУКИ
102 – ХІМІЯ
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА,
КОЛОЇДНА ХІМІЯ
ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)
ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ
ДЕННА**

КИЇВ – 2023

РОЗРОБНИК РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ:

Зав.відділу електрохімії та адсорбції на мінеральних сорбентах,
д-р хім. наук, проф. Міщук Наталія Олексіївна

Програму затверджено на засіданні Вченої ради
Інституту колоїдної хімії та хімії води
ім. А. В. Думанського НАН України
протокол № 10 від «13» 10 2023 року

Вчений секретар

Людмила ЮРЛОВА

ВСТУП

Програму обов'язкової навчальної дисципліни «**«Колоїдна хімія»** складено відповідно до освітньо- професійної програми підготовки **«доктор філософії»** в галузі природничих наук за спеціальністю **102 - «Хімія»**.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є фундаментальні основи колоїдної хімії та хімії поверхні, експериментальні методи дослідження тонко- та крупнодисперсних систем, застосування колоїдної хімії в сучасних технологіях та охороні навколишнього природного середовища.

Міждисциплінарні зв'язки: Навчальна дисципліна «**«Колоїдна хімія»** згідно з навчальним планом належить до циклу дисциплін загальної підготовки, яка викладається на II курсі аспірантури, та відноситься до обов'язкових курсів спеціалізації «Колоїдна хімія» та «Екологічна безпека».

Нормативна навчальна дисципліна **«Колоїдна хімія»** є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «доктор філософії».

Матеріал курсу забезпечує загальний та професійний розвиток аспіранта, слугує основою для самостійної теоретичної та експериментальної роботи, формує поглиблені знання, необхідні для оволодіння методами дослідження штучних та природних дисперсних систем з різними об'ємними та поверхневими характеристиками та вміння управління властивостями таких систем в різноманітних технологічних процесах та охороні довкілля.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета навчальної дисципліни:

- засвоїти основні поняття колоїдної хімії;
- вміти вирізняти першочергові характеристики дисперсної чи пористої системи, які визначають її основні властивості;
- засвоїти основи наукового дослідження в галузі колоїдної хімії та дотичних областях.

Оволодіння програмою курсу сприятиме виконанню аспірантами завдань в рамках їх дисертаційної роботи та при дослідженнях з інших навчальних дисциплін, а також в подальшій науковій роботі. Матеріал курсу допоможе при аналізі інформаційних джерел, підготовці дисертаційної роботи, статей, доповідей на науково-практичних конференціях.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни:

- сформувані у аспірантів цілісне уявлення про колоїдну хімію;
- ознайомити з особливостями дисперсного стану речовини у природі та технологічних процесах;
- ознайомити з основними поверхневими характеристиками дисперсних та пористих матеріалів;
- сформувані основні уявлення про механізми стабілізації та дестабілізації колоїдних та дисперсних систем;
- ознайомити з принципами керування властивостями колоїдних систем;
- забезпечити оволодіння експериментальними методами дослідження основних характеристик дисперсних та пористих систем;
- сформувані навички математичного аналізу отриманих результатів;
- ознайомити з новітніми досягненнями колоїдної хімії.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни повинні:

знати:

- Визначення, основні поняття колоїдної хімії
- Загальні властивості міжфазних поверхонь
- Відмінності між ліофобними та ліофільними дисперсіями
- Електроповерхневі явища в дисперсних системах
- Закони адсорбції та закономірності впливу адсорбційних шарів на властивості дисперсних систем
- Оптичні властивості колоїдних систем
- Структурування та механічні властивості дисперсних систем

вміти:

- Визначати тип дисперсної системи та основні параметри, необхідні для опису їх властивостей
- Підібрати коректні умови експерименту та провести дослідження, які допоможуть охарактеризувати дану дисперсію чи пористу систему
- Аналізувати отримані експериментальні дані з точки зору сучасних уявлень колоїдної хімії
- Проводити необхідні розрахунки та співставляти теоретичні та експериментальні дані
- Виходячи із отриманих результатів знаходити шляхи керування властивостями досліджуваних дисперсій чи пористих систем

В рамках даної дисципліни поглиблюються і розвиваються такі компетенції:

Універсальні компетенції:

- здатність до критичного аналізу, оцінки наявних знань, синтезу нових та складних ідей на основі логічних аргументів та експериментально

перевірених фактів;

- здатність застосовувати творчий підхід до вирішення проблем, пов'язаних із системами різної природи.
- здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї у сфері колоїдної хімії та суміжних дисциплінах, знаходити найкращі рішення в нових умовах та ситуаціях.

Загальнопрофесійні компетенції:

- здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність в колоїдній хімії з використанням сучасних методів дослідження та інформаційно-комунікаційних технологій;
- здатність ініціювати та виконувати наукові дослідження, які дозволяють переосмислити наявні та отримати нові знання;
- комплексність у підході до володіння інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку колоїдної хімії та хімії поверхні;
- здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел.

Професійні компетенції:

- здатність визначати тип колоїдної чи пористої системи та вибрати адекватні методи їх дослідження;
- здатність використовувати існуючі теоретичні моделі до аналізу отриманих експериментальних даних та робити адекватні висновки;
- вміння регулювати властивості досліджуваної системи з врахуванням факторів, які мають суттєвий вплив на поверхневі та об'ємні характеристики частинок;
- здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність в колоїдній та екологічній хімії з використанням сучасних теоретичних та експериментальних методів.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 академічних годин/4 кредити ЄКТС.

Модулі дисципліни і види занять.

№	Назва модуля і теми дисципліни	Кількість кредитів ЄКТС	Обсяг навчальної роботи (в годинах)						Вид підсумкового контролю
			загальний обсяг	всього аудиторних	лекції	практичні	семінари	самостійна робота	
I	Характеристики міжфазної поверхні та фактори, які впливають на її властивості	1,5	45	12	10	2	-	33	Екзамен
	Основні явища в дисперсних та пористих системах	1,5	45	12	10	2	-	33	
	Разом	3	90	24	20	4	-	66	

Теми практичних робіт

№ п/п	Назва роботи	Кількість годин
1	Експериментальне дослідження властивостей поверхонь з різним ступенем гідрофобності	НДПП/самостійна робота
2	Ознайомлення з сорбційно-аналітичним, калориметричним і рентгенодифрактометричним методами дослідження адсорбційних шарів.	НДПП/самостійна робота
3	Ознайомлення з матеріалами експериментального дослідження лінійних та нелінійних електрокінетичних	НДПП/самостійна робота

	явищ, їх залежності від поверхневого заряду та структури матеріалів	
4	Електрофорез та електроосмос як метод вивчення поверхневого заряду дисперсних та пористих матеріалів.	2
5	Вивчення процесів диспергування та дезагрегації.	НДПП/самостійна робота
6	Спостереження за броунівським рухом, дифузією, седиментацією.	НДПП/самостійна робота
7	Експериментальні дослідження дифузії дисперсних частинок та оптичних властивостей дисперсій.	2
8	Калібрування фотоколориметра. Визначення концентрації барвника.	НДПП/самостійна робота
9	Вивчення седиментаційної та агрегативної коагуляції. Аналіз ролі розміру частинок в зазначених випадках.	НДПП/самостійна робота
10	Взаємодія міцел з гідрофільними та гідрофобними дисперсіями	НДПП/самостійна робота
11	Ознайомлення з дослідженнями інституту в області методів регулювання реологічних властивостей дисперсій.	НДПП/самостійна робота
Разом по практичних роботах		4

Навчальна дисципліна містить два кредитні модулі.

МОДУЛЬ 1. Характеристики міжфазної поверхні та фактори, які впливають на її властивості

Тема 1. Основні поняття колоїдної хімії

Сучасна колоїдна хімія як вчення про дисперсний стан речовини та поверхневі явища в дисперсних системах.

Універсальність та особливості дисперсного стану речовини у природі та технологічних процесах.

Визначальна роль поверхневих явищ при утворенні, стабілізації, руйнуванні дисперсних систем та керування їх властивостями.

Роль колоїдної хімії в народному господарстві.

Значення колоїдної хімії для розвитку біологічних, геологічних наук, ґрунтознавства, медицини.

Тема 2. Молекулярні взаємодії та загальні властивості поверхні розділу фвз

Методи термодинаміки поверхневих явищ.

Вільна поверхнева енергія, поверхневий натяг, молекулярний тиск; їх зв'язок з іншими характеристиками сил взаємодій в конденсованих фазах.

Молекулярна природа надлишку поверхневої енергії; дисперсійна складова поверхневої енергії на різних міжфазних межах.

Термодинамічні умови змочування та розтікання на твердих та рідких поверхнях.

Вибіркове змочування, його роль в процесах просочування, фільтрації, витіснення, флотації.

Основи теорії капілярності. Капілярний тиск, рівняння Лапласа.

Роль капілярних явищ у промисловості та агротехніці.

Тема 3. Адсорбційні шари та їх вплив на властивості дисперсних частинок

Термодинаміка адсорбції, рівняння Гіббса.

Поверхнево-активні та інактивні речовини.

Робота, теплота та ентропія адсорбції.

Фізична адсорбція та хемосорбція.

Ізотерми адсорбції.

Особливості адсорбції молекул та іонів з розчинів на твердій поверхні.

Адсорбція органічних поверхнево-активних речовин на межі розчин-газ.

Залежність поверхневого натягу від концентрації поверхнево-активних речовин.

Закономірності адсорбції на межах різних конденсованих фаз.

Основні класи аніонних, катіонних, амфолітних, неіоногенних ПАР, їх властивості, галузі застосування, біорозкладання.

Тема 4. Електроповерхневі властивості дисперсних матеріалів

Будова подвійного електричного шару слабо та сильнозарядженої поверхні.

Електрокінетичний потенціал; межа коагуляції.

Електрокінетичні явища у вільно- та зв'язнодисперсних системах.

Подвійний електричний шар твердих частинок, міцел гідрофобних золь, білків та поліелектролітів.

Вплив електролітів та специфічної адсорбції на електрокінетичний потенціал.

Електрокінетичні та фільтраційні властивості пористих систем.

Мембранна рівновага Доннана.

Ізоелектрична точка та точка нульового заряду.

Іонний обмін у природі та техніці. Іонообмінна рівновага.

Практичне застосування електрокінетичних явищ.

Тема 5. Утворення дисперсних систем

Основи термодинаміки дисперсних систем.

Ліофобні та ліофільні системи.

Конденсаційні методи отримання дисперсних систем.

Гомогенне та гетерогенне зародкоутворення.

Очистка колоїдних систем.

Процеси диспергування та дезагрегації в техніці та в природі.

МОДУЛЬ 2. Основні явища в дисперсних та пористих системах

Тема 6. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем

Теорія броунівського руху.

Флуктуація концентрації в колоїдних розчинах.

Дифузія в колоїдних системах.

Осмотичні явища в колоїдних системах.

Седиментація в дисперсних системах.

Експериментальне визначення числа Авогадро.

Тема 7. Оптичні властивості колоїдних систем

Розсіяння та поляризація світла в колоїдних системах.

Закон Релея та умови його використання.

Поглинання світла в дисперсних системах.

Основи теорії Дебая. Нерелеївське розсіяння та поглинання світла.

Визначення концентрації, розмірів та форми частинок за кутовим розподілом світлорозсіяння.

Використання ультра- та електронної мікроскопії, рентгенівських та інших фізичних методів для дослідження дисперсних систем.

Тема 8. Стійкість ліофобних дисперсних систем

Седиментаційна та агрегативна стабільність дисперсних систем.

Дестабілізація внаслідок коагуляції, коалесценції, рекристалізації; роль теплового руху частинок.

Фактори агрегативної стійкості ліофобних дисперсних систем; роль тонких плівок дисперсійного середовища.

Розклинювальний тиск в тонких плівках та його складові.

Структурно-механічний бар'єр як фактор стабілізації дисперсної системи

Концентраційна та нейтралізаційна коагуляція гідрофобних золів.

Правило Шульце-Гарді.

Кінетика швидкої та повільної коагуляції. Оборотна коагуляція. Пептизація.

Флокуляція. Гетерокоагуляція.

Емульсії, піни, аерозолі: отримання, властивості, стійкість, застосування.

Тема 9. Ліофільні колоїдні системи

Термодинамічна стійкість мікрогетерогенних дисперсних систем з низьким значенням міжфазної енергії.

Критерій самовільного диспергування та стійкості ліофільних колоїдних систем.

Критична концентрація міцелоутворювання, термодинаміка міцелоутворення; солюбілізація.

Діаграми фазових станів двох- та багатокомпонентних дисперсій міцелоутворюючих ПАР.

Міцелярні системи і мікроемульсії в технологічних процесах.

Тема 10. Структуроутворення. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем

Механічні властивості дисперсій та пористих систем, їх опис за допомогою реологічних моделей: пружність (високоеластичність), в'язкість, пластичність, міцність.

В'язко-пружна та в'язко-пластична поведінка дисперсій.

Структуроутворення в дисперсних системах; типи дисперсних структур.

Залежність міцності структури від її дисперсності (числа контактів) та властивості індивідуального контакту між частинками.

Періодичні колоїдні структури.

Тиксотропні коагуляційні структури у природі та техніці.

Пластичність та міцність твердих тіл і матеріалів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова:

1. Lyklema, Johannes. Fundamentals of interface and colloid science. Elsevier, 2005.
2. Hiemenz, P. C., & Rajagopalan, R. (Eds.). (2016). *Principles of Colloid and Surface Chemistry, revised and expanded*. CRC press.
3. Somasundaran, P. (Ed.). (2006). *Encyclopedia of surface and colloid science*. CRC press.
4. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1984. 368 с.
5. Фролов М.Г. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1982. 464 с.
6. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1976. 512 с.
7. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979. 382 с.
8. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М., Мир, 1979.
10. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы, М., Наука, 1985.
11. Духин С.С, Дерягин Б.В. Электрофорез. М.: Наука, 1976. 328 с.
12. Физико-химическая механика природы дисперсных систем; под ред. Щукина Е.Д., Перцева Н.В., Осипова В.И., Злочевского Р.И. М.: изд. МГУ, 1985. 264 с.

Допоміжна:

1. Pashley, R. M., & Karaman, M. E. (2021). Applied colloid and surface chemistry. John Wiley & Sons.
2. Everett, D. H. (2007). Basic principles of colloid science. Royal society of chemistry.
3. Cosgrove, T. (Ed.). (2010). Colloid science: principles, methods and applications. John Wiley & Sons.
4. Электрооптика коллоидов. //Под. общ. ред. док. хим. наук С.С. Духина. – К., Наук. думка, 1977. – 200 с.

5. Ю.И. Тарасевич. Поверхностные явления на дисперсных материалах. К.: Наукова думка, 2011. 390 с.
6. Коллоидно-химические основы нанонауки; под ред. А.П. Шпака, З.Р. Ульберг. К.: Академперіодика, 2005. 423 с.
7. Зоннтаг Т.Р., Штрэнге К., Коагуляция и устойчивость дисперсных систем., М. Химия, 1973.
8. Оно С., Кондо С., Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях , Л., ИЛ., 1963.
9. Булавін Л.А. Кармазіна Т.В. Клепко В.В. Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ. К.: Академперіодика, 2005. 640 с.
10. Перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики, химии и биологии воды; под ред. акад. НАН Украины Гончарука В.В. Киев: Наукова думка, 2011. 390 с.
11. Запольский А.К., Мешкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. та інші. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Київ: Лібра, 2000. 552 с