



Національна академія наук України
Інститут проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича



Силабус (робоча програма) навчальної дисципліни

ХІМІЯ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ CHEMISTRY OF DISPERSED SYSTEMS

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>Хімія</i>
Спеціальність	<i>102 – хімія</i>
Освітня програма	<i>Фізична хімія неорганічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна частина</i>
Форма навчання	<i>денна (очна), он-лайн/офф-лайн</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс навчання, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS, 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>лекція – раз на тиждень (32 години); практика/семінар/консультації – самостійна робота 58 год., у тому числі на виконання індивідуальних/домашніх завдань 20 год, екзамен – 1 год</i>
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про викладачів	<i>Доктор хімічних наук., старш.наук.співр. пров.наук.співр. Лавриненко Олена Миколаївна, alena.lavrynenko@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>GoogleClassroom; доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна присвячена вивченню теоретичних основ колоїдної хімії, зокрема, фізико-хімії поверхневих явищ і дисперсних систем, що містить в собі термодинаміку поверхневих явищ, молекулярну адсорбцію, класифікацію і способи одержання дисперсних систем, їх оптичні, молекулярно-кінетичні та електричні властивості, адсорбцію іонів та іонний обмін, ліофільні дисперсії, агрегативну стійкість, коагуляцію дисперсій, структурно-механічні властивості дисперсних систем.

Предмет освітньої компоненти – мікрогетерогенні системи, які складаються з дисперсної фази та дисперсійного середовища, і поверхневі явища (змочування, адгезія, адсорбція, електрокінетика тощо) та їх роль у створенні новітніх матеріалів технічного і медико-біологічного призначення.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти (з.в.о.) рівня PhD компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі хімії та хімічного матеріалознавства, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до освоєння і системного аналізу через наукове сприйняття і критичне осмислення нових знань в предметній та міжпредметних галузях.

ЗК02. Здатність до критичного аналізу і креативного синтезу нових ідей, які можуть сприяти в академічному і професійному контекстах технологічному, соціальному та культурному прогресу суспільства, базованому на знаннях.

ЗК06. Здатність оцінювати соціальну значимість результатів своєї діяльності, бути відповідальним громадянином, усвідомлювати рівні можливостей та гендерні проблеми.

ЗК07. Розуміння значення дотримання етичних норм та авторського права при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.

ЗК09. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

ФК01. Наявність глибоких обґрунтованих знань в галузі фізичної хімії, детальне розуміння підходів до аналізу інформації і застосування її до створення новітніх матеріалів, вміння проводити експериментальні і теоретичні дослідження у галузі хімії та хімічного матеріалознавства.

ФК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі хімії з урахуванням міжгалузевих зв'язків для забезпечення потреб у високоефективних матеріалах, енерго- та ресурсозберігаючих технологіях.

ФК05. Спроможність спілкуватись в галузі хімії в діалоговому режимі в різномовному середовищі.

ФК08. Здатність до постійного самовдосконалення у професійній сфері, планування та реалізації експерименту, відповідальність за навчання інших при проведенні науково-педагогічної діяльності та наукових досліджень в галузі хімії.

Програмні результати навчання. Після засвоєння освітньої компоненти аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

РН02. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі хімії дисперсних систем та бути здатними застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей.

РН03. Інтегрувати існуючі методики та методи досліджень та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень.

PH12. Демонструвати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень з хімії.

PH19. Дотримуватись етичних норм, враховувати авторське право та норми академічної доброчесності при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.

PH20. Використовувати набуті знання та компетенції з хімії для реалізації оригінального рішення, направленою на розв'язання конкретної науково-технічної проблеми.

PH21. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

2. Місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні аспіранту для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:	
Хімія дисперсних систем	Основи хімії дисперсних систем як міждисциплінарної галузі науки, що вивчає залежність дисперсним станом речовини, поверхневими явищами, процесами створення дисперсних матеріалів із керованими властивостями.
Отримання та стабілізація дисперсних систем	Загальні принципи та методи отримання колоїдно-стійких дисперсних систем з керованими властивостями та їх застосування в сучасних технологіях та інженерії.
Науково-дослідна практика	Знання з технології отримання дисперсних систем, а також дослідницькі навички, достатні для проведення досліджень з відповідного напрямку.
Постреквізити:	
Наукова складова	Планування і виконання експериментальних досліджень з використанням сучасних методів та методик дослідження, критичний аналіз результатів досліджень.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Основні поняття та термодинаміка поверхневих явищ.

Загальна характеристика поверхні; поверхневий натяг; ліофільність і ліофобність; гідрофобні взаємодії; повна поверхнева енергія; капілярний тиск; змочування і розтікання; розтікання рідини по рідкій поверхні; флотація; термодинамічна реакційна здатність і дисперсність.

Тема 2. Молекулярна адсорбція.

Основні поняття; теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра; теорія полімолекулярної адсорбції на твердих поверхнях; адсорбція на межі поділу вода-повітря.

Тема 3. Дисперсні системи – класифікація і одержання.

Дисперсні системи – властивості і класифікація; способи одержання дисперсних систем; будова міцел гідрозолів; емульсії; піни.

Тема 4. Оптичні властивості дисперсних систем.

Поглинання світла і закон Бугера; розсіяння світла колоїдними системами; ультрамікроскопія і нефелометрія; турбідиметрія і спектр мутності; забарвлення золів металів; вплив орієнтації частинок на оптичні ефекти; електронна мікроскопія.

Тема 5. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем.

Броуновський рух і його молекулярно-кінетична природа; седиментація; дифузійно-седиментаційна рівновага; седиментаційний аналіз.

Тема 6. Електричні властивості дисперсних систем.

Виникнення подвійного електричного шару; будова подвійного електричного шару; електрокінетичні явища.

Тема 7. Процеси перенесення в дисперсних системах. Електрокінетичні явища.

Загальні питання перенесення в дисперсних системах. Загальне уявлення про природу електрокінетичних явищ. Процеси перенесення у вільно дисперсних системах. Особливості процесів перенесення у зв'язано дисперсних системах Вплив електролітів на електрокінетичні явища.

Тема 8. Адсорбція іонів і іонний обмін.

Обмінна адсорбція; синтетичні і природні іонообмінники; іонообмінна рівновага; селективність іонного обміну; ліотропні ряди; обмінна ємність іонообмінників; застосування іонітів.

Тема 9. Ліофільні дисперсії. Колоїдні ПАР.

Загальна характеристика ліофільних колоїдних систем; розчини високомолекулярних сполук і їх властивості; міцелоутворення колоїдних ПАР; різновиди колоїдних ПАР і значення їх ККМ; будова міцел ПАР; явище сольбілізації і міцелярного каталізу; застосування колоїдних ПАР; обернені міцели колоїдних ПАР.

Тема 10. Міцелоутворення в розчинах ПАР.

Термодинаміка міцелоутворення. Концентровані дисперсії міцелоутворюючих ПАР. Міцелоутворення у неводному середовищі. Утворення мікроемульсій. Критичні емульсії.

Тема 11. Конденсаційне утворення ліофобних дисперсних систем.

Термодинамічні основи гомогенного зародкоутворення (згідно положення Гібса-Фольмера). Гетерогенне утворення нової фази. Кінетика виникнення зародків нової фази в мета стійкій системі. Швидкість росту частинок нової фази. Отримання ліофобних дисперсних систем.

Тема 12. Адсорбційні явища на поверхні конденсованих фаз. Електроповерхневі явища.

Адсорбція розчинних ПАР. Адсорбційні шари нерозчинних ПАР. Адсорбція ПАР на поверхні розділу конденсованих фаз. Використання ПАР для керування процесами змочування та вибіркового змочування. Електрокапілярні явища.

Тема 13. Загальні причини руйнування та відносної стійкості ліофобних дисперсних систем.

Седиментаційна та агрегативна стійкість дисперсних систем. Вплив теплового руху. Тонкі плівки. Молекулярні взаємодії в дисперсних системах. Чинники стабілізації дисперсних систем.

Тема 14. Агрегативна стійкість і коагуляція ліофобних дисперсних систем.

Стійкість ліофобних дисперсних систем; коагуляція ліофобних дисперсних систем, теорія ДЛФО; явища, які супроводжують коагуляцію.

Тема 15. Структурно-механічні властивості дисперсних систем і розчини високомолекулярних сполук.

Класифікація дисперсних сполук за структурно-механічними властивостями; в'язкість рідких агрегативно-стійких дисперсних систем; експериментальні методи визначення в'язкості, набухання ВМС.

Тема 16. Фізико-хімічні явища в процесах деформації та руйнування твердих тіл. Ефект Ребіндера.

Вплив хімічної природи твердого тіла та середовища на прояв адсорбційного зниження міцності. Роль реальної структури твердого тіла та зовнішніх умов у прояві ефектів адсорбційного впливу середовища на механічні властивості твердих тіл. Застосування ефекту Ребіндера.

Тема 17. Особливості будови, стійкості і руйнування дисперсних систем різної природи.

Аерозолі. Піни і пінні плівки. Емульсії та емульсійні плівки. Суспензії і золі. Коагуляція гідрофобних золів електролітами. Миюча дія. Мікрокапсулювання. Системи з твердим дисперсійним середовищем.

Тема 18. Основи біологічної хімії.

Біомінералізація. Використання мікроорганізмів в збагаченні та переробці природних корисних копалин (руд).

Тема 19. Характеристика природних дисперсних систем.

Наномінералогія. Формування мінеральних фаз за участі мікроорганізмів. Застосування процесів утворення дисперсних мінеральних фаз для охорони навколишнього середовища.

Тема 20. Сорбційні, каталітичні та фото каталітичні процеси при взаємодії частинок нанокмпозитів на основі діоксиду титану з молекулами органічних барвників.

Синтез, властивості і перетворення частинок на основі діоксиду титану. Подвійні та потрійні нанокмпозити. Сорбційні процеси. Каталіз. Фотокаталіз. УФ-ВС спектроскопія.

Тема 21. Фізико-хімічні і колоїдно-хімічні основи процесу гальванокоагуляційного фазоутворення.

Принцип гальванокоагуляційного процесу. Характеристика первинних частинок. Кінетичні закономірності і механізми утворення частинок в системі гальваноконтакту залізо – вуглець. Дослідження модельних систем. Приклади застосування гальванокоагуляції при комплексному знешкодженні рідких відходів гальванічних виробництв.

Тема 22. Синтез нанорозмірних частинок методом ротаційно-корозійного диспергування в системах на основі заліза і сталей, їх склад, структура та властивості.

Зародкоутворення на поверхні заліза і сталей. Феригідрит, Fe(II)-Fe(III) шаруваті подвійні гідроксиди. Синтез феришпінелей. Синтез оболонкових нанокмпозитів. Медико-біологічне використання ферум-оксигеновмісних нанорозмірних структур.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці інституту, а також можуть бути надані в електронному вигляді. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні.

Базова література:

1. Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. – Київ: Наукова думка, 2008. 423 с.
2. Староста В. І., Янчук О. М. Колоїдна хімія. Практикум: навч. Посібник для студентів вищ. Навч. Закл. – Луцьк: Східноєвропейський ун-т ім. Лесі Українки, 2014. – 360 с. ISBN 978-966-600-5
3. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем / М.О. Мchedлов-Петросян, В.І. Лебідь, О.М. Глазкова та інші Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2004. – 300 с.
4. Яворський Я.Т. Основи теоретичної хімії. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. 347 с.
5. *Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications, Second Edition.* Drew Myers Copyright _ 1999 John Wiley & Sons, Inc. mISBNs: 0-471-33060-4 (Hardback); 0-471-23499-0 (Electronic)
6. *Rosen, Milton J. Surfactants and interfacial phenomena / Milton J. Rosen. – 3rd ed.*
7. *Surface and thin film analizys / H. Bubert and H. Jenett – Wiley-VCH 2002*
8. *Cornell R. M. The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrence and uses / R. M. Cornell, U. Schwertmann // 2th ed. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2003. – 703 p.*

Додаткова література:

1. Derjaguin, B.V., *The Theory of Stability of Colloids and Thin Films*, Plenum Press, New York, 1989.
2. Fler, G.J. *Nanoparticles in Solids and Solutions* (J.H. Fendler and I. Dékány, Eds), Kluwer Academic Publ. 1999. pp. 269-283.
3. Лавриненко О.М. Процеси фазоутворення в системі гальваноконтактів залізо (СтЗ) – вуглець (кокс) у водному середовищі // К.: «КІМ». – 2019. – 300 с. (монографія) <https://doi.org/10.15407/materials.kiev.2020>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Передбачено комплексний підхід, що поєднує лекції та семінари, а також розгляд питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовується ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені в Google Classroom. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти.

6. Самостійна робота

Самостійна робота включає повторення лекційного матеріалу, опрацювання рекомендованої літератури, що дозволяє розширити та поглибити знання з дисципліни, підготовку до практичних завдань та заліку.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та семінарських занять, які можуть проводитись як он-лайн, так і офф-лайн, є обов'язковим. У випадку відсутності на занятті аспіранти зобов'язані повідомити викладача заздалегідь і надати документальне підтвердження причини відсутності, якщо це можливо. На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості. Під час сигналу повітряної тривоги заняття негайно припиняється, а всі учасники навчального процесу повинні пройти в найближче укриття. Для завершення заняття організується додатковий час.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів. Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем за активну участь у заняттях, виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Але їх сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали. Штрафні бали в рамках освітньої програми не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань. Дедлайни здачі завдань та контрольних робіт є обов'язковими. У разі поважних причин, аспіранти можуть звернутись до викладача для можливої зміни продовження термінів. Запити на продовження дедлайну повинні бути подані заздалегідь.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

В рамках навчальної дисципліни передбачено кілька видів контролю та систему рейтингування результатів навчання, а саме:

Поточний контроль: опитування під час лекцій та на семінарських заняттях.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова система оцінювання формується з суми балів, набраних під час поточного та семестрового контролю. Рейтинг аспіранта R розраховується за 100 бальною шкалою та складається з балів, що він отримує протягом семестру (стартовий рейтинг) S та диференційованого заліку C . Додаткові бали D можна отримати за активну участь у заняттях, виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Таким чином, сумарний рейтинговий бал розраховується як

$$R = S + C + D$$

Стартовий рейтинг S складається з балів, що аспірант отримує за відвідування занять (1 бал), активну роботу на занятті (2 бали), правильну відповідь при поточному опитуванні (2 бали), виконання творчого завдання (5 балів). Максимальна сума балів, яку аспірант може набрати протягом семестру (стартовий рейтинг), складає 50 балів. Умовою допуску до заліку є кількість рейтингових балів не менше 30.

На заліку аспіранти виконують письмову тестову роботу, що складається з 50 питань. Кожне запитання (завдання) оцінюється в 1 бал. Умовою успішної здачі заліку є кількість отриманих за залікову роботу балів не менше 30.

Сумарний рейтинговий бал розраховується за формулою:

$$R = S + C + D,$$

де S – стартовий рейтинг

*C – залік;
D – додаткові бали.*

Відповідність між кількістю балів, оцінкою за національною шкалою та шкалою ECTS наведена в таблиці.

Кількість балів	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
85-89	B	Добре
75-84	C	
65-74	D	Задовільно
60-64	E	
Менше 60	FX	Незадовільно
Не виконані умови допуску		Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено пров.наук.співр., д.х.н., с.н.с. О.М. Лавриненко

Ухвалено Вченою радою Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України (протокол №10 від «06» серпня 2024 р.).