



Колоїдно-хімічні аспекти технології неорганічних і органічних матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія¹</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна, вечірня)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, лекції – 18 год, лабораторні заняття – 36 год, самостійна робота – 66 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), лабораторні заняття 4 години на тиждень (2 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектори: к.х.н., старший викладач Пилипенко І. В. Професор, д.х.н., Гончарук О.В. iscgoncharuk@ukr.net, к.х.н., старший викладач Пилипенко І. В. Лабораторні роботи: Професор, д.х.н., Гончарук О.В. iscgoncharuk@ukr.net, к.х.н., старший викладач Пилипенко І. В.</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Курс "Колоїдно-хімічні аспекти технології неорганічних і органічних матеріалів" дає уявлення про фундаментальні теоретичні та експериментальні засади, що визначають загальні закономірності фізичної хімії дисперсних систем та поверхневих явищ. Особлива увага в курсі приділяється універсальному значенню дисперсного стану та ролі розмірного ефекту у фізикохімії дисперсних систем. В курсі викладаються поверхневі явища та адсорбція, електричні, оптичні, механічні та структурні властивості та стійкість дисперсних систем.

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

Предмет освітньої компоненти - загальні уявлення про поверхневі явища у дисперсних системах. Вивчення методів дослідження та характеристики дисперсних систем з метою зміни їх основних властивостей та одержання на їх основі сучасних матеріалів.

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

Інтегральна компетентність:

- Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування теорій та методів хімічних технологій та інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- К03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.
- ФК04. Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії.
- ФК09. Здатність до опанування теоретичних основ та практичних навичок в технології неорганічних керамічних матеріалів
- ФК10. Здатність проводити учбово-дослідні експерименти та володіти основними прийомами роботи в хімічній лабораторії

Програмні результати навчання:

Після засвоєння освітньої компоненти з.в.о. рівня бакалавр мають продемонструвати такі результати навчання:

- ПРО1. Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- ПРО2. Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництва хімічних речовин та матеріалів на їх основі.
- ПРО3. Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.

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

Для успішного засвоєння початкової дисципліни студент повинен володіти знаннями та уміннями з вивчених раніше дисциплін:

Пререквізити:

Загальна та неорганічна хімія	Основні закони хімії. Властивості неорганічних сполук.
Фізична хімія	Основи термодинаміки та кінетики.
Фізика	Молекулярна фізика, електричні потенціали, оптичні явища

Постреквізити:

Хімічна технологія кераміки 1	Підбір сировинних компонентів та складу керамічних мас.
-------------------------------	---

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Класифікація дисперсних систем та методи їх отримання.

Тема 2. Термодинаміка поверхневих явищ.

Тема 3. Адсорбційні явища.

Тема 4. Електроповерхневі явища.

Тема 5. Агрегативна та седиментаційна стабільність дисперсних систем.

Тема 6. Структурно-механічні властивості дисперсних систем.

Тема 7. Молекулярно-кінетичні та оптичні властивості дисперсних систем.

Тема 8. Властивості розчинів ПАР, ВМС та емульсій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології кераміки та скла. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

Базова:

1. Колоїдна хімія : підручник / М.О. Мchedлов-Петросян [та ін.] ; за редакцією М.О. Мchedлова-Петросяна ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. - Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. - 500 с.
2. Корнілович Б.Ю. Фізична хімія кремнезему і нанодисперсних силікатів: навчальний посібник/ Корнілович Б.Ю., Андрієвська О.Р., Племянніков М.М., Спасьонова Л.М.; за ред. чл.-кор НАН України Б.Ю. Корніловича. – К.: «Освіта України», 2013. – 178 с.
3. Фізична хімія міжфазних явищ : підручник / Л.П. Олексенко ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. - Київ : ВПЦ "Київський університет", 2018. - 287 с.
4. Колоїдна хімія. Малишева М.Л.: навчальний посібник.- Київ, Редакційно-видавничий центр «Київський університет» 2010. – 204 с.

Додаткова:

1. Поверхневі явища та дисперсні системи методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» усіх форм навчання / [Електронний ресурс] : Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ; укладачі О. С. Бережницька, М. Є. Пономарьов, І. О. Ренський [та ін.]. - Київ : НТУУ «КПІ», 2011. - 60 с.
2. Курс колоїдної хімії: (Поверхневі явища та дисперсні системи) : навч. посіб. для студ. хім. спец. / Дібрівний В. М., Сергеев В. В., Ван-Чин-Сян Ю. Я. - Львів : Інтелект-Захід, 2008. - 160 с.
3. Фізична та колоїдна хімія / Physical and colloidal chemistry : навчальний посібник / Авраменко М.О., Каплаушенко А.Г., Пряхін О.Р., Варинський Б.О. [та 2 інших] ; Міністерство охорони здоров'я України, Запорізький державний медичний університет.. - Львів : Видавництво "Магнолія 2006", 2020. - 1204 с.
4. Самоорганізовані структури. Ліюфільні колоїдні системи : навчальний посібник / О.О. Стрельцова ; Міністерство освіти і науки України, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Факультет хімії та фармації - Одеса : ОНУ, 2021. - 144 с.

Інформаційні ресурси

Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу: за запрошенням викладача.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з навчальної дисципліни проводиться паралельно з розглядом студентами питань, що виносяться на самостійну роботу. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	Вступ до дисципліни. Класифікація дисперсних систем. Методи отримання дисперсних систем.
2	Термодинаміка поверхневих явищ. Поверхневий натяг як міра вільної енергії міжфазної поверхні. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для повної енергії поверхневого шару. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах, класифікація поверхневих явищ.
3	Адгезія, змочування та розтікання рідин. Природа сил взаємодії при адгезії та змочуванні. Крайовий кут змочування. Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування. Визначення гідрофільності та гідрофобності матеріалів. Супергідрофобні поверхні. Імерсійне змочування. Теплота змочування та індекс гідрофільності Ребіндера для високодисперсних матеріалів. Капілярні явища. Рівняння Лапласа. Рівняння Жюрена. Явища обумовлені кривизною поверхні. Вплив кривизни поверхні на хімічний потенціал та тиск пари. Капілярна конденсація. Вплив дисперсності на температуру фазових переходів. Рівноважна форма кристалів.
4	Поверхневий натяг і адсорбція. Визначення поняття адсорбція. Види адсорбції, класифікація механізмів адсорбції та сили міжмолекулярної взаємодії при адсорбції. Термодинаміка адсорбції. Адсорбційне рівняння Гіббса та його аналіз. Поверхневий натяг розчинів, поверхнева активність. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини. Будова молекул ПАВ та їх вплив на поверхневий натяг. Правило Траубе. Рівняння Шишковського. Перехід від рівняння Гіббса до рівняння Ленгмюра. Поверхневі моношари.
5	Адсорбційні явища. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Ізотерми адсорбції Ленгмюра та їх лінеаризація. Основні експериментальні залежності адсорбції. Теорія Поляні. Емпіричне рівняння адсорбції Фрейндліха. Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ. Визначення питомої поверхні адсорбенту за ізотермами адсорбції. Адсорбція на пористих адсорбентах. Класифікація ізотерм адсорбції та петель гістерезису. Фізична адсорбція газів на твердій поверхні. Високодисперсні та поруваті адсорбенти. Вплив природи адсорбенту та адсорбата на величину адсорбції. Капілярна конденсація. Залежність адсорбції від текстурних характеристик адсорбенту. Визначення питомої поверхні та пористості за ізотермою адсорбції азоту.
6	Адсорбенти. Будова поверхні твердих тіл. Вільна поверхнева енергія твердого тіла та її роль в дисперсних системах. Дефекти грубої та тонкої структури. Модель структури поверхні Косселя. Дефекти Шотке та Френкеля. Активні поверхневі центри кислотного та основного типу Льюїса та Бренстеда. Методи дослідження кислотності поверхневих центрів. Індикатори Гаммета. Структура та класифікація адсорбентів. Вуглецеві та мінеральні адсорбенти. Бренстедівські та Льюїсівські центри поверхні цеолітів, кремнеземних та вуглецевих сорбентів. Хемосорбція на поверхні твердого тіла, її особливості та відмінності від фізичної сорбції. Використання хемосорбції для модифікування поверхні високодисперсних оксидів функціональними групами.

7	Адсорбція з розчинів на твердій поверхні. Молекулярна адсорбція з розчинів. Загальні закономірності адсорбції із розчинів на поверхні твердого тіла. Селективність адсорбції з розчинів і вплив на неї природи розчинника та полярності поверхні адсорбенту. Правило вирівнювання полярностей Ребіндера. Класифікація ізотерм адсорбції із розчинів на твердій поверхні. Особливості адсорбції макромолекул.
8	Іонна адсорбція. Механізми адсорбції електролітів. Вибіркова (специфічна) адсорбція. Правило Панета-Фаянса. Вплив природи іонів на їхню адсорбційну здатність в ПЕШ, ліотропні ряди. Іонообмінна адсорбція. Рівновага іонного обміну, обмінна ємність. Неорганічні іоніти та іонообмінні смоли. Практичне застосування іонообмінної адсорбції.
9	Подвійний електричний шар (ПЕШ). Механізми утворення та будова ПЕШ. Рівняння потенціалів між фазами і поверхневий потенціал. Густина поверхневого заряду. Теорії будови ПЕШ Гельмгольца-Перрена та Гуї-Чепмена. Теорія Штерна. Структура колоїдних міцел.
10	Електрокінетичні властивості дисперсних систем. Електрокінетичний потенціал. Точка нульового заряду та ізоелектрична точка. Прямі (електрофорез та електроосмос) і зворотні (потенціал протікання та седиментаційний потенціал) електрокінетичні явища. Класична теорія електрокінетичних явищ. Електрофорез. Теорія Смолуховського-Гуккеля-Генрі. Вплив електролітів на електрокінетичний потенціал.
11	Агрегативна та седиментаційна стабільність дисперсних систем. Ліофільні та ліофобні системи, їх критерій за Ребіндером. Фактори стійкості ліофільних та ліофобних систем, складові розклинюючого тиску. Основи теорії стійкості та коагуляції ДЛФО (Дергіна, Ландау, Фервея та Овербека)
12	Коагуляція та стабілізація дисперсних систем. Потенційні криві міжчастинкової взаємодії в дисперсіях. Константа Гамакера. Нейтралізаційна та концентраційна коагуляція. Закономірності коагуляції електролітами. Вплив індиферентних та неіндиферентних електролітів на ПЕШ. Правило Шульце-Гарді. Швидка і повільна коагуляція. Виведення, аналіз та застосування рівняння Смолуховського.
13	Структурно-механічні властивості дисперсних систем. Вільнодисперсні та зв'язанодисперсні системи. Структуроутворення в висококонцентрованих дисперсіях. Коагуляційний та кристалізаційний механізми структуроутворення. Гелеутворення. Характеризація структуроутворення за допомогою реологічних моделей.
14	Реологія як метод дослідження дисперсних систем. Моделювання структурно-механічних властивостей дисперсних систем: ідеально пружне тіло Гука, ідеально в'язке тіло Ньютона, ідеально пластичне тіло Сен-Венана –Кулона. Методи визначення в'язкості. Реологічні криві для дисперсних систем та їх аналіз. Залежність в'язкості від швидкості деформації. Руйнування та відновлення міжчастинкових коагуляційних контактів. Тиксотропія та реопексія. Шведівська та Бінгамівська в'язкість. Вплив електролітів та полімерів на реологічні властивості дисперсних систем.
15	Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем. Броунівський рух. Дифузія. Рівняння Ейнштейна для коефіцієнту дифузії. Осмотичний тиск. Рівновага Доннана. Седиментація і дисперсний аналіз. Седиментаційно-дифузійна рівновага. Ультрацентрифугування.
16	Оптичні властивості дисперсних систем та їх використання для дослідження розміру частинок. Поглинання та розсіяння світла. Ефект Тіндала. Теорія світлорозсіювання Релея. Поляризація світла при розсіюванні. Оптична густина дисперсних систем, рівняння Бугера-Бера. Оптичні методи дослідження дисперсних систем. Ультрамікроскопія, нефелометрія, турбидиметрія. Фотон-кореляційна спектроскопія. Електронна мікроскопія.
17	Розчини поверхнево-активних речовин. Класифікація та області застосування ПАР. Міцелоутворення в розчинах ПАР. Критична концентрація міцелоутворення. Точка Крафта. Солубілізація.

18	<i>Розчини високомолекулярних сполук. Набухання та розчинення полімерів. Реологічні властивості розчинів полімерів. Наповнені дисперсними частинками полімерні матриці. Основні шляхи використання дисперсних систем. Емульсії першого та другого роду. Стабілізація емульсій та обернення їх фаз. Піни. Основи пінної флотації.</i>
----	--

Практичні заняття

Не передбачено

Лабораторні заняття

Метою проведення лабораторних робіт з курсу «Поврехневі явища в дисперсних системах» виконуються з метою поглиблення знань та здобуття практичних навичок та вмінь застосовувати теоретичні знання для вирішення прикладних задач. На лабораторних роботах проводяться 3 контрольні роботи – в сумі вони потребують 3 аудиторні години занять.

№	Тема	Кількість годин
1	Вступне заняття. Ознайомлення студентів із технікою безпеки та планом лабораторних робіт.	4
2	Отримання нанооксиду нікелю методом термолізу нітрату	4
3	Визначення теплот змочування водою та деканом та коефіцієнту гідрофільності кремнезему та монтморилоніту.	4
4	Модифікування поверхні нанокремнезему шляхом хемосорбції гексаметилдисилазану.	4
5	Визначення питомої поверхні сорбентів методом десорбції аргону.	4
6	Експериментальне отримання ізотерми адсорбції желатини на високодисперсному оксиді.	4
7	Ультрацентрифугування як метод седиментаційного аналізу.	4
8	Визначення електрофоретичної рухливості та електрокінетичного потенціалу методом макроелектрофорезу.	4
9	Дослідження структурно-механічних властивостей дисперсій монтморилоніту у воді та гліцерині на ротаційному віскозиметрі.	4

6. Самостійна робота з.в.о. рівня бакалавр

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, підготовка ДКР, підготовка до іспиту.

Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу	1-2 години на тиждень
Підготовка до лабораторних робіт	3 години
Підготовка до МКР	4 години
Підготовка до РГР	4 години
Підготовка до екзамену	10 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі лекції та практичні заняття проводяться

через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання РГР без поважної причини штрафується 2 балами;
2. Несвоєчасна здача лабораторних робіт без поважної причини штрафується 1 балом за кожне;
3. За активну участь на лабораторних заняттях нараховується від 0,5 до 1 заохочувальних балів;

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лекціях, лабораторних, МКР, РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: екзамен (усний).

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- виконання контрольних робіт (3 поточні контрольні роботи на лабораторних заняттях);
- виконання та захист 8 лабораторних робіт;
- написання Розрахунково-графічної роботи (РГР);
- написання Модульної контрольної роботи (МКР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Експрес-контрольні роботи оцінюються із 10 балів кожна:

Кожна з 3 контрольних робіт складається з 10 питань по 1 балу кожне.

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації – 10 балів);
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 8 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно» - відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

2.2. Виконання лабораторних робіт

Ваговий бал 2,5. Максимальна кількість балів за 8 лабораторних робіт складає 20 бали. Рейтингові бали кожної лабораторної роботи складаються з виконання роботи (1 бал), оформлення протоколу (0,5 балів) і балів за здачу роботи (1 бал). Таким чином студент може отримати до 2,5 балів.

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації – 2,5 бала;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 2 бала;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;
- «незадовільно» - відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

2.3. Розрахунково-графічна робота оцінюється 10 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з 4 завдань роботи (кожне по 2 бали) і захисту роботи (2 бали).

Кожне запитання оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації – 2 бали;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 1,5 бали;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;

3. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови зарахування поточних контрольних робіт та домашньої контрольної роботи переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п. 6). Якщо сума балів менша за 60, але поточні та домашня контрольні роботи зараховані, студент допускається до іспиту.

4. Ваговий бал іспиту 40 балів. Іспит складається з трьох питань (кожне по 10 балів) та 10 балів за додаткові (уточнюючі запитання).

Кожне запитання оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації – 10 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 8 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно» - відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

Сума стартових балів та балів за усний екзамен переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

6. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок:

Кількість балів	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована РГР	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

Професором кафедри ХТКС, д.х.н. Гончарук О.В.

Старшим викладачем ХТКС, к.х.н. Пилипенком І. В.

Ухвалено кафедрою ХТКС (протокол № 16 від 27 червня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26 червня 2025 р.)