



Поверхневі явища та дисперсні системи

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Денна/дистанційна/Змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/модульна контрольна робота/розрахунково-графічна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Пилипенко Тетяна Миколаївна, pilipenkotm@bigmir.net</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., доцент Пилипенко Тетяна Миколаївна, pilipenkotm@bigmir.net</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа Sikorsky-distance (Moodle)</i>

Програма освітньої компоненти

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

Освітня компонента «Поверхневі явища та дисперсні системи» поглиблює та поєднує фундаментальні знання, набуті при вивченні попередніх дисциплін, дає теоретичну підготовку, необхідну для розуміння та вивчення технологічних процесів. Поверхневі явища та дисперсні системи не тільки закладають фундамент для засвоєння спеціальних дисциплін, але й формують у майбутніх спеціалістів науковий погляд на світ у цілому.

Предмет освітньої компоненти: основні закони та закономірності, що визначають перебіг технологічних процесів та впливають на них.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів компетентностей:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.
- Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи роботи з технологічними об'єктами в промислових і лабораторних умовах.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.
- Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення освітньої компоненти базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, аналітичної хімії, фізичної хімії.

Освітні компоненти, які базуються на результатах навчання: (Технології та проектування галузевих виробництв. КП).

3. Зміст освітньої компоненти

Вступ. Предмет і завдання освітньої компоненти «Поверхневі явища та дисперсні системи».

ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА ТА ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ

Тема 1. Поверхневі та адсорбційні явища

Основні методи вимірювання поверхневого натягу рідин. Вимірювання поверхневого натягу на границі рідина-рідина.

Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії у дисперсних системах. Залежність поверхневого натягу від складу розчину. Поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція на рідкій поверхні поверхнево-активних речовин (ПАР). Термодинаміка адсорбції, адсорбційне рівняння Гіббса (зв'язок поверхневого натягу з хімічним потенціалом), його аналіз. Поверхнева активність речовин і її характеристика. Будова молекул ПАР та її вплив на поверхневу активність. Правило Траубе. Будова адсорбційних шарів ПАР і визначення розмірів молекул. Рівняння Шишковського.

Адгезія, змочування і розтікання рідин. Адгезія і когезія. Природа сил взаємодії при адгезії. Рівняння Дюпре для роботи адгезії. Кут змочування (крайовий кут). Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування (рівняння Дюпре-Юнга). Ліофільність та ліофобність поверхонь. Вплив ПАР на змочуваність твердих поверхонь. Теплота змочування. Визначення змочуваності за Ребіндером. Умови розтікання рідин. Коефіцієнт розтікання за Гаркінсом.

Класифікація механізмів адсорбції (фізична адсорбція, хемосорбція та іонообмінна адсорбція). Природа адсорбційних сил.

Адсорбція парів і газів на твердій поверхні. Емпіричне рівняння ізотерми адсорбції Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра (залежність адсорбції від концентрації чи тиску), його аналіз. Лінійна форма рівняння ізотерми Ленгмюра і визначення констант рівняння. Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ (Брунауера-Емета-Телера). Фізичний

зміст констант у рівнянні БЕТ. Застосування рівняння БЕТ для визначення питомої поверхні адсорбентів.

Високодисперсні та поруваті адсорбенти: класифікація, методи отримання, коротка характеристика. Цеоліти: молекулярно-ситовий ефект. Вплив природи адсорбента і адсорбата на величину адсорбції. Потенціальна теорія полімолекулярної адсорбції Поляні: адсорбційний потенціал, характеристичні криві. Капілярна конденсація.

Тема 2. Електроповерхневі явища

Будова подвійного електричного шару (ПЕШ). Загальна характеристика будови ПЕШ та історія розвитку уявлень щодо нього (теорії Гельмгольца-Перена, Гуї-Чепмена і Штерна). Термодинамічний та електрокінетичний потенціали. Зміна ПЕШ і електрокінетичного потенціалу при дії різних факторів. Вплив індиферентних і неіндиферентних електролітів на величину електрокінетичного потенціалу. Ізоелектричний стан. Перезарядка поверхні. Залежність електрокінетичного потенціалу від температури.

Електрокінетичні явища. Електричні властивості дисперсних систем. Будова міцели. Дослід Рейса. Електрофорез і електроосмос. Потенціал течії та потенціал седиментації. Кількісна характеристика електрокінетичних явищ (рівняння Гельмгольца-Смолуховського). Методи визначення величини електрокінетичного потенціалу. Практичне використання прямих та зворотніх електрокінетичних явищ.

Тема 3. Методи одержання, очистки та властивості дисперсних систем

Методи одержання дисперсних систем. Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Адсорбційне зниження міцності тіл. Ефект Ребіндера, його практичне значення та області застосування. Приклади одержання дисперсних систем методами фізичної та хімічної конденсації. Пептизація. Методи очищення ліозолів – діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація. Застосування методів одержання дисперсних систем.

Визначення розміру частинок дисперсних систем. Седиментація та дисперсійний аналіз. Закон Стокса. Кількісний опис седиментації частинок дисперсних систем. Принципи седиментаційного аналізу. Седиментаційний аналіз моно-, бі- та полідисперсних систем. Аналіз седиментаційної кривої. Побудова кривої розподілу частинок за радіусами. Седиментація у штучному гравітаційному полі.

Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем.

Оптичні властивості дисперсних систем.

Тема 4. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем та колоїдно-хімічне матеріалознавство

В'язкість. Нормальні (ньютонівські) та неньютонівські рідини. Рівняння Ньютона та Пуазейля. Динамічна в'язкість і методи її зміни. Рівняння Ейнштейна для в'язкості рідких дисперсних систем, границі його застосування. Структурна в'язкість, її причини.

Структуроутворення. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем і твердих тіл. Механічні властивості та їх опис за допомогою реологічних моделей. Вільнодисперсні та зв'язанодисперсні системи, їх ознаки. Структуровані рідини.

Суспензії, їх загальна характеристика. Стабілізація суспензій, їх властивості та застосування. Пасту.

Емульсії, їх класифікація. Емульсії першого та другого роду, розведені, концентровані, висококонцентровані, критичні. Методи визначення типу емульсії. Одержання емульсій та їх стабілізація. Правило Банкрофта. Обернення фаз емульсій. Руйнування емульсій. Емульсії у природі та техніці. Емульсійні фарби, латекси, емульсоли.

Піни, їх загальна характеристика. Одержання стійких пін і фактори, що впливають на стійкість пін. Основи пінної флоатації. Руйнування пін.

Аерозолі, їх загальна характеристика. Стійкість аерозолів. Методи одержання та руйнування аерозолів. Аерозолі у природі та техніці. Екологічний захист від шкідливих аерозолів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

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

Базова:

1. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем. М.О. Мchedлов-Петросян, В.І. Лебідь, О.М. Гладкова та ін. Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004. 300 с.

Додаткова

1. Г.Г. Михайленко, Д.В. Миронов. Дисперсні системи і поверхневі явища. Колоїдна хімія: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2005. 172 с.

Інформаційні ресурси

Електронне навчальне видання «Поверхневі явища та дисперсні системи. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Поверхневі явища та дисперсні системи» укладачів Т.М. Пилипенко, О.Е. Чигиринець, В.Г. Єфімової. К.: НТУУ «КПІ», 2015. 40 с.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Поверхневі явища та дисперсні системи для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання. К.: Вид-во НТУУ «КПІ», 2000, 2012. 40 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з лабораторними заняттями, а також розглядом студентами питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet тощо) та матеріали, які розміщені на платформі Sikorsky-distance (Moodle). Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	05.09-10.09.2022 р.	Вступ. Предмет і завдання освітньої компоненти «Поверхневі явища та дисперсні системи». ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА ТА ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ Тема 1. Поверхневі та адсорбційні явища Основні методи вимірювання поверхневого натягу рідин. Вимірювання поверхневого натягу на границі рідина-рідина. Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії у дисперсних системах. Залежність поверхневого натягу від складу розчину. Поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція на рідкій поверхні поверхнево-активних речовин (ПАР). Термодинаміка адсорбції та адсорбційне рівняння Гіббса (зв'язок поверхневого натягу з хімічним потенціалом), його аналіз. Поверхнева активність речовин і її характеристика. Будова молекул ПАР та її вплив на поверхневу активність. Правило Траубе. Будова адсорбційних шарів ПАР і визначення розмірів молекул. Рівняння Шишковського.

2	12.09-17.09.2022 р.	Адгезія, змочування і розтікання рідин. Адгезія і когезія. Природа сил взаємодії при адгезії. Рівняння Дюпре для роботи адгезії. Кут змочування (крайовий кут). Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування (рівняння Дюпре-Юнга). Ліофільність та ліофобність поверхонь. Вплив ПАР на змочуваність твердих поверхонь. Теплота змочування. Визначення змочуваності за Ребіндером. Умови розтікання рідин. Коефіцієнт розтікання за Гаркінсом.
3	19.09-24.09.2022 р.	Класифікація механізмів адсорбції (фізична адсорбція, хемосорбція та іонообмінна адсорбція). Природа адсорбційних сил.
4	26.09-01.10.2022 р.	Адсорбція парів і газів на твердій поверхні. Емпіричне рівняння ізотерми адсорбції Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра (залежність адсорбції від концентрації чи тиску), його аналіз. Лінійна форма рівняння ізотерми Ленгмюра і визначення констант рівняння. Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ (Брунауера-Емета-Телера). Фізичний зміст констант у рівнянні БЕТ. Застосування рівняння БЕТ для визначення питомої поверхні адсорбентів. Високодисперсні та поруваті адсорбенти: класифікація, методи отримання, коротка характеристика. Цеоліти: молекулярно-ситовий ефект. Вплив природи адсорбента і адсорбата на величину адсорбції. Потенціальна теорія полімолекулярної адсорбції Поляні: адсорбційний потенціал, характеристичні криві. Капілярна конденсація.
5	03.10-08.10.2022 р.	Тема 2. Електроповерхневі явища Будова подвійного електричного шару (ПЕШ). Загальна характеристика будови ПЕШ та історія розвитку уявлень щодо нього (теорії Гельмгольца-Перена, Гуї-Чепмена і Штерна). Термодинамічний та електрокінетичний потенціали. Зміна ПЕШ і електрокінетичного потенціалу при дії різних факторів. Вплив індиферентних і неіндиферентних електролітів на величину електрокінетичного потенціалу. Ізоелектричний стан. Перезарядка поверхні. Залежність електрокінетичного потенціалу від температури.
6	10.10-15.10.2022 р.	Електрокінетичні явища. Електричні властивості дисперсних систем. Будова міцели. Дослід Рейса. Електрофорез і електроосмос. Потенціал течії та потенціал седиментації. Кількісна характеристика електрокінетичних явищ (рівняння Гельмгольца-Смолуховського). Методи визначення величини електрокінетичного потенціалу. Практичне використання прямих та зворотніх електрокінетичних явищ.
7	17.10-22.10.2022 р.	Тема 3. Методи одержання, очистки та властивості дисперсних систем Методи одержання дисперсних систем. Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Адсорбційне зниження міцності тіл. Ефект Ребіндера, його практичне значення та області застосування. Приклади одержання дисперсних систем методами фізичної та хімічної конденсації. Пептизація. Методи очищення ліозолів – діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація. Застосування методів одержання дисперсних систем.

8	24.10-29.10.2022 р.	Визначення розміру частинок дисперсних систем. Седиментація та дисперсійний аналіз. Закон Стокса. Кількісний опис седиментації частинок дисперсних систем. Принципи седиментаційного аналізу. Седиментаційний аналіз моно-, бі- та полідисперсних систем. Аналіз седиментаційної кривої. Побудова кривої розподілу частинок за радіусами. Седиментація у штучному гравітаційному полі.
9	31.10-05.11.2022 р.	Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем. Оптичні властивості дисперсних систем.
10	07.11-12.11.2022 р.	Тема 4. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем та колоїдно-хімічне матеріалознавство
11	14.11-19.11.2022 р.	В'язкість. Нормальні (ньютонівські) та неньютонівські рідини. Рівняння Ньютона та Пуазейля. Динамічна в'язкість і методи її зміни. Рівняння Ейнштейна для в'язкості рідких дисперсних систем, границі його застосування. Структурна в'язкість, її причини. Структуроутворення. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем і твердих тіл. Механічні властивості та їх опис за допомогою реологічних моделей. Вільнодисперсні та зв'язанодисперсні системи, їх ознаки. Структуровані рідини.
12	21.11-26.11.2022 р.	Суспензії, їх загальна характеристика. Стабілізація суспензій, їх властивості та застосування. Пасту. Емульсії, їх класифікація. Емульсії першого та другого роду, розведені, концентровані, висококонцентровані, критичні. Методи визначення типу емульсії. Одержання емульсій та їх стабілізація. Правило Банкрофта. Обернення фаз емульсій. Руйнування емульсій. Емульсії у природі та техніці. Емульсійні фарби, латекси, емульсоли. Піни, їх загальна характеристика. Одержання стійких пін і фактори, що впливають на стійкість пін. Основи пінної флотації. Руйнування пін. Аерозолі, їх загальна характеристика. Стійкість аерозолів. Методи одержання та руйнування аерозолів. Аерозолі у природі та техніці. Екологічний захист від шкідливих аерозолів.

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають у закріпленні теоретичних положень освітньої компоненти «Поверхневі явища та дисперсні системи» і набутті студентами умінь та досвіду застосування їх на практиці.

Тиждень	Назва лабораторної роботи
1 – 2	Адсорбція
3 – 4	Поверхневий натяг
5 – 6	Електрофорез

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (CPC) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт, оформлення звітів, підготовку до написання МКР, виконання індивідуального завдання (РГР), підготовку до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид CPC	Кількість годин на підготовку
Повторення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, виконання індивідуального завдання	2,5 години на тиждень (48 годин)
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	3 години
Підготовка до екзамену	30 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції проводяться в навчальних аудиторіях, лабораторні заняття – лабораторіях кафедри. У дистанційному режимі при читанні лекцій, проведенні лабораторних занять застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet тощо), матеріали розміщуються на платформі Sikorsky-distance (Moodle). Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим.

Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

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: виконання та захист лабораторних робіт, написання МКР, виконання індивідуального завдання.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи зі 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) виконання лабораторних робіт;
- 2) написання модульної контрольної роботи;
- 3) виконання індивідуального завдання.

Критерії нарахування балів:

— Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює: 5 балів x 3 = 15 балів.

Ваговий бал лабораторних робіт складається з:

- самостійної підготовки до роботи (опанування теорією, написання якісного протоколу) – 1 бал;
 - якісного виконання (оформлення) лабораторної роботи – 2 бали;
 - своєчасного захисту роботи (відповіді на запитання до роботи) – 2 бали.
- Написання МКР.

Ваговий бал – 20. Запитання і завдання МКР носять як теоретичний, так і практичний характер. Зараховується при написанні у встановлений термін².

- Виконання індивідуального завдання (РГР).

Ваговий бал – 15. Завдання носять практичний характер. Зараховується при виконанні у встановлений термін.

На екзамені студенти виконують письмову роботу. Екзаменаційна робота оцінюється у 50 балів.

Система оцінювання завдань:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 5 - 4,5 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 4 - 3,5 бали;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 3 - 2 бали;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 50 балів:

$$RC = r_{\text{ЛР}} + r_{\text{МКР}} + r_{\text{ІЗ}} = 15 + 20 + 15 = 50 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену є виконання та захист лабораторних робіт, написання МКР та виконання індивідуального завдання.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Перелік питань до МКР, екзамену та теми індивідуальних занять наведені у Moodle (платформа Sikorsky-distance). Вивчення освітньої компоненти передбачає індивідуальні заняття, теми яких зазначаються на лекційних заняттях.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри фізичної хімії:

к.т.н., доц. Пилипенко Т.М.

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2022 р.)

Ухвалено кафедрою фізичної хімії (протокол № 12 від 23.06.2022 р.)