



Поверхневі явища та нанодисперсні системи в хімічних технологіях косметичних та інших продуктів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітні програми	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), лабораторне заняття 4 години на 2 тижні (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, myk.ponomaryov@gmail.com¹</i> Лабораторні заняття: <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, myk.ponomaryov@gmail.com²</i>
Розміщення курсу	<i>платформа дистанційного навчання Сікорський (MOODLE); доступ за запрошенням викладача https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4357</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна продовжує програму підготовки бакалаврів. Курс «Поверхневі явища та нанодисперсні системи в хімічних технологіях косметичних та інших продуктів» читається паралельно з завершенням курсу «Фізична хімія» і є фундаментальною хімічною дисципліною в системі підготовки фахівців в галузі хімії та хімічної технології. Хімія поверхневих явищ та

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

дисперсних систем забезпечує неперервність зв'язку між загальнохімічними та хіміко-технологічними дисциплінами. Дисципліна посідає важливе місце серед наук, рівень розвитку яких визначає технічний прогрес, високу продуктивність і науково-технічну культуру проведення технологічних процесів. Цей напрямок хімічних досліджень є теоретичною і експериментальною основою для розвитку та впровадження нанотехнологій.

Предмет дисципліни: дисперсні системи, що утворюються і використовуються у хіміко-технологічних процесах та фізико-хімічні явища на поверхнях поділу фаз у таких системах.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- до кількісної оцінки поверхневих явищ та дисперсних систем, включно з розрахунками і використання їх у хімічній технології та при захисті довкілля;
- знати основні закономірності формування поверхонь поділу фаз та їхні енергетичні, електричні, оптичні характеристики та закономірності утворення та руйнування дисперсних систем;
- уміти розраховувати різні характеристики отриманих дисперсних систем та їхніх поверхонь;
- мати досвід експериментального визначення основних енергетичних і адсорбційних характеристик поверхонь поділу фаз;

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПР16 - Знання основних понять, визначень та законів термодинаміки, закономірностей фазових перетворень, теорій хімічної кінетики, властивостей іонних розчинів, які пов'язані з їх здатністю проводити електричний струм, параметрів поверхневих явищ та дисперсних систем

ПР15 - Знання принципів, методів і засад створення і аналізу дисперсних систем різного технологічного призначення

знання:

- термодинаміки поверхневих явищ– K18;
- впливу природи та концентрації поверхнево-активних речовин на стан поверхні поділу фаз та її енергетику – K17;
- основних закономірностей поверхневих явищ: змочування, адгезії, адсорбції, структуроутворення, електроповерхневих явищ – K17, K18;
- причин та факторів стабілізації дисперсних систем– K17, K18;
- методів отримання та очистки дисперсних систем– K17, K18.

уміння:

- отримувати дисперсні системи конденсаційними та диспергаційними методами– K17, K18;
- визначати і розраховувати величини характеристик дисперсних систем (електрокінетичний потенціал, світлорозсіяння, питома поверхня, коефіцієнт гідрофільності тощо) – K17, K18, K19;
- експериментально визначати знаки зарядів частинок золів та їхню відносну стійкість за порогамі коагуляції– K18, K19.

досвід:

- визначення та розрахунків поверхневого натягу, адсорбції на рідких і твердих поверхнях;
- експериментального визначення міри гідрофільності сипких тіл калориметричним методом та визначення можливості структуроутворення в розчинах полімерів– K18, K19.

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

Пререквізити дисципліни:

Фізика	Молекулярна фізика, електричні потенціали, рух твердих тіл, рідин та газів, оптичні явища (розсіяння та поглинання світла речовинами)
Загальна і неорганічна хімія	Основні закони хімії. Основи хімічної термодинаміки та кінетики. Властивості неорганічних сполук.
Органічна хімія	Будова та основні властивості головних класів органічних сполук, особливо гідрофільність чи гідрофобність, здатність до поверхневої активності, здатність до структурування.
Фізична хімія	Основні залежності хімічної термодинаміки та вчення про хімічні рівноваги, Кількісні і якісні залежності фазових рівноваг

Дисципліни, які базуються на результатах навчання (постреквізити):

Процеси та апарати хімічних виробництв	Закономірності різних видів адсорбції. Утворення, стійкість і руйнування дисперсних систем (емульсій, аерозолів, суспензій і т. п. Структурування в дисперсних системах.
Хімічна технологія косметичних засобів	Будова молекул ПАР і зв'язок між будовою і поверхневою активністю ПАР, адгезія і змочування поверхонь, кількісна оцінка гідрофільності міжфазних поверхонь, методи утворення і очистки дисперсних систем, фактори стійкості ДС, кінетика коагуляції ДС, закономірності іонної та молекулярної адсорбції
Курсове і дипломне проєктування	Будова молекул ПАР і зв'язок між будовою і поверхневою активністю ПАР, адгезія і змочування поверхонь, кількісна оцінка гідрофільності міжфазних поверхонь, методи утворення і очистки дисперсних систем, фактори стійкості ДС, кінетика коагуляції ДС, закономірності іонної та молекулярної адсорбції Вивчення і використання оптичних, молекулярно-кінетичних властивостей ДС, стабілізація і утворення ДС, фізико-хімічна механіка ДС.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Вступ. Предмет та зміст курсу "Поверхневі явища та нанодисперсні системи в хімічних технологіях косметичних та інших продуктів". Місце курсу в системі хімічних дисциплін.

Розділ 1. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА

Тема 1.1. Термодинаміка поверхневих явищ.

Загальні термодинамічні параметри поверхневого шару. Властивості поверхонь рідких і твердих тіл. Внутрішній тиск. Поверхнева енергія в загальному рівнянні I і II законів

термодинаміки. Поверхневий натяг як міра вільної енергії міжфазної поверхні. Поверхневий натяг і природа рідких і твердих тіл. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для повної енергії поверхневого шару. Теплота утворення одиниці поверхні. Залежність енергетичних параметрів поверхневого шару від температури. Капілярний тиск. Основні методи вимірювання поверхневого натягу рідин. Вимірювання поверхневого натягу на границі рідина-рідина.

Поверхневий натяг і адсорбція. Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (Гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах. Залежність поверхневого натягу від складу розчину. Поверхнево-активні і 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. 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.

Тема 1.2. Адсорбційні явища.

Взаємодія при адсорбції. 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 вивід і аналіз. Лінійна форма рівняння ізотерми Ленгмюра і визначення констант рівняння. Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ (Брунауера-Еммета-Телера). Фізичний зміст констант у рівнянні БЕТ. Застосування рівняння БЕТ для визначення питомої поверхні адсорбентів.

Адсорбція парів і газів на поруватих адсорбентах. 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. Вивід і аналіз рівняння капілярної конденсації Томсона. Залежність величини та ізотерми капілярної конденсації від величини і форми пор адсорбентів. Капілярно-конденсаційний гістерезис. Текстурна характеристика сорбентів: структурна крива адсорбента і крива розподілу пор за радіусами. Використання адсорбції парів і газів у хімічній технології.

Методи визначення величини адсорбції - статичні і динамічні. Вплив температури на величину адсорбції. Інтегральна і диференціальна теплоти адсорбції. Експериментальне визначення теплоти адсорбції. Кінетика адсорбційних процесів.

Хемосорбція, її особливості. Незворотність хемосорбції. Теплові ефекти. Кінетика хемосорбційних процесів. Роль хемосорбції в гетерогенному каталізі.

Молекулярна адсорбція з розчинів. Особливості молекулярної адсорбції з рідких розчинів. Залежність гіббсової адсорбції від складу бінарного розчину при необмеженому змішуванні компонентів. Вплив природи розчинника, властивостей адсорбента і адсорбата на адсорбцію.

Адсорбційна азеотропія. Селективність адсорбції з розчинів і вплив на неї різних факторів. Гідрофільні і гідрофобні адсорбенти.

Іонна адсорбція. Адсорбція іонів на твердій поверхні. Закономірності іонної адсорбції. Ліотропні ряди. Іонообмінна адсорбція. Природні і синтетичні іоніти: їх характеристика, класифікація і властивості. Обмінна ємність іонітів. Константа рівноваги при іонному обміні. Співвідношення адсорбції іонів з їх активностями (рівняння Нікольського). Застосування іонітів: пом'якшення та демінералізація води, покращення ґрунтів, сорбція шкідливих та цінних відходів.

Хроматографія. Основні принципи і суть хроматографії. Газова і рідинна хроматографія. Паперова і тонкошарова хроматографія. Застосування хроматографії для аналізу та розділення сумішей в хімічній промисловості.

Тема 1.3. Електроповерхневі явища.

Будова подвійного електричного шару (ПЕШ). Загальна характеристика будови ПЕШ та історія розвитку уявлень про нього (теорії Гельмгольца-Перена, Гуї-Чепмена і Штерна). Термодинамічний і 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 і потенціал седиментації. Кількісна характеристика електрокінетичних явищ (рівняння Гельмгольца-Смолуховського). Методи визначення величини електрокінетичного потенціалу. Практичне використання прямих та зворотніх електрокінетичних явищ.

Розділ 2. ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ

Тема 2.1. Фізико-хімічні властивості високодисперсних систем.

Методи одержання дисперсних систем. Диспергаційні і 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 в хімічних та біохімічних технологіях.

Визначення розміру частинок дисперсних систем. Седиментація і дисперсій-ний 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 в штучному гравітаційному полі.

Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем. Броунівський рух, його природа. Середній зсув. Дифузія. Закон Фіка. Рівняння Ейнштейна для коефіцієнта дифузії. Співвідношення між середнім зсувом і коефіцієнтом дифузії (рівняння Ейнштейна-Смолуховського). Особливості осмотичного тиску дисперсних систем. Використання осмотичних властивостей для визначення концентрації і розміру частинок дисперсних систем. Седиментаційно-дифузійна рівновага - вивід і аналіз рівняння.

Оптичні властивості дисперсних систем. Світлопоглинання і світлорозсіювання. Ефект Тиндалля. Рівняння Релея і його аналіз. Нефелометрія як метод визначення концентрації і дисперсності гетерогенних систем. Визначення форми частинок оптичними методами.

Оптична густина дисперсних систем - рівняння Бугера - Ламберта - Бера. Ультрамiкроскопія та її можливості. Конденсор темного поля. Електронна мікроскопія.

Тема 2.2. Стійкість та руйнування вільнодисперсних систем

Два види стійкості дисперсних систем - агрегативна и седиментаційна. Ліофільні і ліофобні системи; самовільне утворення одних та необхідність стабілізації інших. Критерій ліофільності та ліофобності за Ребіндером. Термодинамічна стійкість ліофільних систем і фактори, що її обумовлюють (поверхневий натяг і ентропійний фактор). Фактори стійкості ліофобних систем. Вплив в'язкості, температури і концентрації на агрегативну стійкість. Вибір методу стабілізації дисперсної системи.

Основи теорії стійкості і коагуляції ДЛФО (Дерягіна, Ландау, Фервея та Овербека). Потенціальні криві взаємодії частинок дисперсних систем та їх аналіз. Залежність характеру потенціальних кривих від природи і концентрації електроліта, що коагулює. Нейтралізаційна і концентраційна коагуляція. Правила електролітної коагуляції. Залежність порога коагуляції від заряду коагулюючого іона електроліта. Правило Шульце-Гарді.

Тема 2.3. Структурно-механічні властивості дисперсних систем

В'язкість. Нормальні (ньютонівські) і неньютонівські рідини. Рівняння Ньютона і Пуазейля, їх аналіз. 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 і зв'язанодисперсні системи, їх ознаки. Структуровані рідини. Вплив концентрації дисперсної фази, температури, часу, концентрації електроліта і механічної дії на структуроутворення. Структуроутворення як окремий вид коагуляції. Утворення структур згідно теорії ДЛФО. Потенціальні криві взаємодії частинок при структуроутворенні. Коагуляційні і кристалізаційно-конденсаційні структури. Реологічні криві для аномально в'язких рідин. Рівняння Бінгама - гранична напружка зсуву. Гелеутворення. Явища тиксотропії і синерезису.

Колоїдно-хімічне матеріалознавство. Суспензії, їх загальна характеристика. Стабілізація суспензій, їх властивості і застосування. Паста.

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

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

Аерозолі. Загальна характеристика аерозолів. Стійкість аерозолів. Методи одержання і руйнування аерозолів. Аерозолі в природі і техніці. Екологічний захист від шкідливих аерозолів.

Колоїдні поверхнево-активні речовини. Іоногенні і неіоногенні ПАР. Процес міцелоутворення в розчинах колоїдних ПАР. Форми міцел при різних концентраціях і середовищах (міцели Гартлі і Мак-Бена). Критична концентрація міцелоутворення (ККМ) і методи її визначення. Гідрофільно-ліофільний баланс (ГЛБ). Стабілізуюча і миюча дія мил і синтетичних миючих засобів. Солюбілізація. Застосування колоїдних ПАР у промисловості.

2. 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, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Колоїдна хімія. М.О.Мchedлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Гладкова та ін. - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
2. 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

3. Поверхневі явища та дисперсні системи: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія» усіх форм навчання / І.О. Ренський, М.Є. Пономарьов, О.С. Бережницька, – К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 84 с.
4. Поверхневі явища та дисперсні системи: методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студ. напряму підготовки «Хімічна технологія» усіх форм навчання / О.С. Бережницька, М.Є. Пономарьов, І.О. Ренський, Т. М. Пилипенко, В. Г. Єфімова. – К.: НТУУ «КПІ», 2011.- 60 с.
5. Поверхневі явища та дисперсні системи. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів [електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М. Є. Пономарьов, О. С. Бережницька, І.О. Ренський, Т.А. Каменська, Л. А. Хрокало, А. І. Васькевич– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – 67 с.
6. Нижник В.В., Волошинець В.А., Нижник Т.Ю. Колоїдна хімія з елементами нанохімії. Підручник. – Київ: Фітосоціоцентр, 2012. – 506 с.

Навчальний контент

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами домашніх робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу на практичних заняттях. При читанні лекцій застосовуються ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі MOODLE. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень навчання	Вступ. Місце колоїдної хімії в системі фундаментальних хімічних дисциплін. Класифікація дисперсних систем. Поверхневі явища. Елементи теорії фізики поверхні. Класифікація поверхневих явищ. Основні поверхневі явища : адсорбція, адгезія та змочування, капілярні явища, електричні явища, утворення нових фаз, стійкість дисперсних систем, структуроутворення і т. п. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, за дисперсністю. Питома поверхня та її зв'язок з розмірами дисперсної фази.
2	2 тиждень навчання	Тема 1. Термодинаміка поверхневих явищ. <u>Загальні термодинамічні параметри поверхневого шару.</u> Властивості поверхонь рідких і твердих тіл. Внутрішній тиск. Поверхнева енергія в загальному рівнянні I і II законів термодинаміки. Поверхневий натяг як міра вільної енергії міжфазної поверхні. Поверхневий натяг і природа рідких і твердих тіл. Рівняння Гібса-Гельмгольца для повної енергії поверхневого шару. Теплота утворення одиниці поверхні. Залежність енергетичних параметрів поверхневого шару від температури. Капілярний тиск. Вимірювання поверхневого натягу на границі рідина-рідина.
3	3 тиждень навчання	Продовження теми 1: Поверхневий натяг і адсорбція. Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (Гібсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах. Залежність поверхневого натягу від складу розчину. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція на рідкій поверхні поверхнево-активних речовин (ПАР). Термодинаміка адсорбції, адсорбційне рівняння Гібса, 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.
4	4 тиждень навчання	<u>Адгезія.</u> 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.
5	5 або 6 тиждень навчання	Тема 2. Адсорбційні явища. <u>Взаємодія при адсорбції.</u> Класифікація механізмів адсорбції (фізична адсорбція, хемосорбція та іонообмінна адсорбція). Природа

		адсорбційних сил. <u>Адсорбція парів і газів на твердій поверхні.</u> Емпіричне рівняння ізотерми адсорбції Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра(залежність адсорбції від концентрації чи тиску), його вивід і аналіз. Лінійна форма рівняння ізотерми Ленгмюра і визначення констант рівняння.
6	6 тиждень навчання	Продовження теми 2: Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ (Брунауера-Еммета-Телера). Фізичний зміст констант у рівнянні БЕТ. Застосування рівняння БЕТ для визначення питомої поверхні адсорбентів. Потенціальна теорія полімолекулярної адсорбції Поляні: адсорбційний потенціал, характеристичні криві. Застосування теорії Поляні для побудови ізотерм адсорбції за довільних температур.
7	7 тиждень навчання	Продовження теми 2: <u>Адсорбція парів і газів на поруватих адсорбентах.</u> Високодисперсні та поруваті адсорбенти: класифікація, методи отримання, коротка характеристика. Цеоліти: молекулярно-ситовий ефект. Вплив природи адсорбента і адсорбата на величину адсорбції. Капілярна конденсація. Вивід і аналіз рівняння капілярної конденсації Томсона. Залежність величини та ізотерми капілярної конденсації від величини і форми пор адсорбентів. Капілярно-конденсаційний гістерезис. Текстурна характеристика сорбентів: структурна крива адсорбента і крива розподілу пор за радіусами.
8	8 тиждень навчання	Продовження теми 2: Методи визначення величини адсорбції - статичні і динамічні. Вплив температури на величину адсорбції. Інтегральна і диференціальна теплоти адсорбції. Експериментальне визначення теплоти адсорбції. Кінетика адсорбційних процесів. <u>Хемосорбція, її особливості.</u> Незворотність хемосорбції. Теплові ефекти. Кінетика хемосорбційних процесів. Роль хемосорбції в гетерогенному каталізі. <u>Молекулярна адсорбція з розчинів.</u> Особливості молекулярної адсорбції з рідких розчинів. Залежність адсорбції від складу бінарного розчину. Вплив природи розчинника, властивостей адсорбента і адсорбата на адсорбцію. Селективність адсорбції з розчинів і вплив на неї різних факторів. Гідрофільні і гідрофобні адсорбенти.
5	9 тиждень навчання	Продовження теми 2: <u>Іонна адсорбція.</u> Адсорбція іонів на твердій поверхні. Закономірності іонної адсорбції. Ліотропні ряди. Іонообмінна адсорбція. Природні і синтетичні іоніти: їх характеристика, класифікація і властивості. Обмінна ємність іонітів. Константа рівноваги при іонному обміні Рівняння Нікольського. <u>Хроматографія.</u> Основні принципи і суть хроматографії. Газова і рідинна хроматографія. Паперова і тонкошарова хроматографія. Застосування хроматографії для аналізу та розділення сумішей.

10	10 тиждень навчання	Тема 3. Електроповерхневі явища <u>Будова подвійного електричного шару (ПЕШ). Загальна характеристика будови ПЕШ та історія розвитку уявлень про нього (теорії Гельмгольца-Перена, Гуп-Чепмена і Штерна). Термодинамічний і 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.</u>
11	11 тиждень навчання	Продовження теми 3: <u>Електричні властивості дисперсних систем. Будова міцели. Дослід Рейса. Електрофорез і електроосмос. Потенціал течії і потенціал седиментації. Кількісна характеристика електрокінетичних явищ (рівняння Гельмгольца-Смолуховського). Методи визначення електрокінетичного потенціалу. Практичне використання прямих та зворотніх електрокінетичних явищ.</u>
12	12 тиждень навчання	Тема 4. Фізико-хімічні властивості високодисперсних систем <u>Методи одержання дисперсних систем. Диспергаційні і конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Адсорбційне зниження міцності тіл. Ефект Ребіндера, його практичне значення та області застосування. Пептизація. Застосування методів одержання дисперсних систем в хімічних технологіях. Методи очищення ліозолів - діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація. Визначення розміру частинок дисперсних систем. Седиментація і дисперсійний аналіз. Закон Стокса. Кількісний опис седиментації частинок дисперсних систем. Принципи седиментаційного аналізу. Седиментаційний аналіз полідисперсних систем. Седиментаційно дифузійна рівновага - аналіз рівняння.</u>
13	13 або 14 тиждень навчання	Продовження теми 4: Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем. <u>Броунівський рух, його природа. Середній зсув. Дифузія. Закон Фіка. Рівняння Ейнштейна для коефіцієнта дифузії. Співвідношення між середнім зсувом і коефіцієнтом дифузії (рівняння Ейнштейна Смолюховського). Особливості осмотичного тиску дисперсних систем.</u> <u>Використання осмотичних властивостей для визначення концентрації і розміру частинок дисперсних систем. Оптичні властивості дисперсних систем. Світлопоглинання і світлорозсіювання. Ефект Тиндаля. Рівняння Релея і його аналіз. Нефелометрія як метод визначення концентрації і дисперсності гетерогенних систем. Визначення форми частинок оптичними методами.</u> <u>Оптична густина дисперсних систем. Вплив дисперсності на забарвлення гетерогенних високодисперсних систем. Ультрамікроскопія та її можливості. Конденсор темного поля. Електронна мікроскопія.</u>

14	14 тиждень навчання	Тема 5. Стійкість та руйнування вільнодисперсних систем Стійкість і коагуляція дисперсних систем. Два види стійкості - агрегативна і седиментаційна. Ліофільні і ліофобні системи; самочинне утворення одних та необхідність стабілізації інших. Критерій ліофільності та ліофобності за Ребіндером. Термодинамічна стійкість ліофільних систем і фактори, що її обумовлюють (поверхневий натяг і ентропійний фактор). Фактори стійкості ліофобних систем. Вплив в'язкості, температури і концентрації на агрегативну стійкість. Вибір методу стабілізації дисперсної системи. Основи теорії стійкості і коагуляції ДЛФО (Дерягіна, Ландау, Фервея та Овербека). Потенціальні криві взаємодії частинок дисперсних систем та їх аналіз. Залежність характеру потенціальних кривих від природи і концентрації електроліта, що коагулює.
15	15 тиждень навчання	Продовження теми 5: Нейтралізаційна і концентраційна коагуляція. Правила електролітної коагуляції. Залежність порога коагуляції від заряду коагулюючого іона електроліта. Правило Шульце-Гарді. Специфічна дія багатовалентних іонів – специфічна коагуляція. Кінетика коагуляції. Швидка і повільна коагуляція. Кінетика швидкої коагуляції - теорія Смолуховського. Вивід, аналіз і застосування рівняння Смолуховського. Зміна частинної концентрації ліозолів при коагуляції. Розрахунок кратності частинок.
16	16 тиждень навчання	Тема 6. Структурно-механічні властивості дисперсних систем <u>В'язкість.</u> Нормальні (ньютонівські) і неньютонівські рідини. Рівняння Ньютона і Пуазейля, їх аналіз. Динамічна в'язкість і методи її зміни. Рівняння Ейнштейна для в'язкості рідких дисперсних систем, границі його застосування. Структурна в'язкість, її причини. <u>Структуроутворення. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем і твердих тіл.</u> Механічні властивості та їх опис за допомогою реологічних моделей. Вільнодисперсні і зв'язанодисперсні системи. Структуровані рідини. Вплив концентрації дисперсної фази, температури, часу, концентрації електроліта і механічної дії на структуроутворення.
17	17 тиждень навчання	Продовження теми 6: Структуроутворення як окремий вид коагуляції. Утворення структур згідно теорії ДЛФО. Потенціальні криві взаємодії частинок при структуроутворенні. Коагуляційні і кристалізаційно-конденсаційні структури. Реологічні криві для аномально в'язких рідин. Рівняння Бінгама - гранична напружка зсуву. Гелеутворення. Тиксотропія і синерезис.
18	18 тиждень навчання	Тема 7: Колоїдно-хімічне матеріалознавство. Суспензії, їх загальна характеристика. Стабілізація суспензій, їх властивості і застосування. Пасту. Емульсії; їх класифікація. Емульсії

		першого і другого роду, розведені, концентровані, висококонцентровані, критичні. Методи визначення типу емульсії. Одержання емульсій та їх стабілізація. Правило Банкрофта. Обернення фаз емульсій. Руйнування емульсій. Піни, їх загальна характеристика. Одержання стійких пін і фактори, що впливають на стійкість пін. Руйнування пін - піногасителі. Аерозолі. Загальна характеристика аерозолів. Стійкість аерозолів. Методи одержання і руйнування аерозолів. Аерозолі в природі і техніці. Екологічний захист від шкідливих аерозолів. Колоїдні поверхнево-активні речовини. Іоногенні і неіоногенні ПАР. Процес міцелоутворення в розчинах колоїдних ПАР. Форми міцел при різних концентраціях і середовищах (міцели Гартлі і Мак-Бена). Критична концентрація міцелоутворення (ККМ) і методи її визначення. Гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ). Стабілізуюча і миюча дія мил і синтетичних миючих засобів. Солюбілізація. Застосування колоїдних ПАР у промисловості
--	--	--

Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять з курсу "Поверхневі явища та нанодисперсні системи в хімічних технологіях косметичних та інших продуктів" є поглиблення знань дисципліни та здобуття практичних навичок і вміння застосовувати теоретичні знання до вирішення прикладних задач хімії і хімічної технології. Крім того, на лабораторних роботах поводяться три контрольні роботи – в сумі вони потребують 3 аудиторні години занять. Тематика занять:

Тиждень	Кількість годин	Назва запланованої роботи
1	4	Адсорбція на поверхні рідини
3	4	Адсорбція органічної кислоти вугіллям
5	4	Теплота змочування
7	4	Седиментаційний аналіз суспензії
9	4	Дослідження в'язкості структурованих розчинів.
11	4	Одержання та коагуляція золів.
13	4	Електрофорез. Визначення знаку та величини електрокінетичного потенціалу частинок золю.
15	4	Захист лабораторних робіт та відпрацювання пропущених робіт
17	4	Захист лабораторних робіт

Домашня контрольна робота

Виконання Домашньої контрольної роботи має на меті застосування теоретичних знань, та умінь, отриманих на лекціях, лабораторних заняттях і в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Поверхневі явища та нанодисперсні системи в хімічних технологіях косметичних та інших продуктів». Домашня контрольна робота містить 4 завдання з розрахунків адсорбції пари з використанням теорії БЕТ, визначення текстурних характеристик адсорбента за даними з капілярної конденсації, розмірів часток та характеристик дисперсій, кінетики коагуляції. Завдання до ДКР наведені в методичних вказівках для розрахунково-графічних робіт. Задачі складені у 30-ти варіантах. Кожен студент виконує завдання того варіанту, який визначає йому викладач.

Контрольні роботи

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій, виконання лабораторних робіт та при самостійній роботі проводяться три поточні контрольні роботи. Запитання і завдання контрольних робіт носять як теоретичний, так і практичний характер. Контрольні роботи проводиться за всіма темами кредитного модуля.

4. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків за результатами лабораторних робіт, проведення розрахунків і оформлення Домашньої контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторних робіт та Домашньої контрольної роботи, підготовка до контрольних робіт та екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу,	18 годин
Виконання домашньої контрольної роботи	8 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	12 годин
Підготовка до заліку	10 годин

Політика та контроль

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять і виконання домашніх завдань 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.

Правила захисту Домашньої контрольної роботи (ДКР):

1. До захисту допускаються студенти, які грамотно виконали всі вимоги щодо кожного з розділів ДКР.

2. *Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.*
3. *Після перевірки завдання викладачем на захисті викладач задає 2 питання щодо роботи, при очному захисті студент відповідає одразу, при дистанційному – студенту дається час (до 1 год) на письмову відповідь. За результатами роботи і захисту виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.*
4. *Несвоєчасні виконання і захист роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.*

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. *Несвоєчасний захист лабораторних робіт без поважної причини штрафується 1 балом;*
2. *Несвоєчасний захист Домашньої контрольної роботи (ДКР) без поважної причини штрафуються 1 балом;*
3. *За кожний тиждень запізнення з поданням Домашньої контрольної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 3 балів).*
4. *За активну роботу на лекції нараховується до 2 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).*
5. *За дачасне представлення на перевірку і зразковий захист Домашньої контрольної роботи нараховуються 1-2 заохочувальні бали.*

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.

6. 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 і захист лабораторних робіт, активність на лекціях, виконання і захист ДКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- виконання і захист лабораторних робіт (8 робіт);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання і захист Домашньої контрольної роботи (ДКР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1.: Виконання і захист лабораторних робіт(8 робіт по 3 бали кожна)

Ваговий бал – 24 бали. Оцінювання робіт проводиться за наступною шкалою:

- бездоганні виконання і захист роботи – 3 бали;
- є дрібні недоліки при виконанні та захисті роботи – 2,4-2,9 балів;
- є суттєві недоліки у виконанні та захисті роботи – 1,6 – 2,3 бали.

Робота не виконана – 0 балів.

2.2. Модульний контроль. (3 контрольні роботи по 20 балів кожна)

Ваговий бал – **60 балів**. Контрольна робота складається з 2 питань і 2 задач, кожне питання або задача оцінюється у 5 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4,5 – 5 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3,8 – 4,4 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 – 3,7 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Домашня контрольна робота.

Ваговий бал – **16 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- відмінно виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 16 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки 13 – 15 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 10 – 12 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 32^1 = 16$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 72^2 = 36$ балів та виконана і надіслана Домашня контрольна робота.

4. **Умови допуску до заліку:** необхідною умовою допуску до заліку є зарахування домашньої контрольної роботи, захист всіх лабораторних робіт та написання трьох контрольних робіт.

Якщо кількість балів, набраних студентом з дисципліни у семестрі, дорівнює або перевищує 60 % від масимальної суми, тобто дорівнює або перевищує 60 балів, то студент має можливість погодитись з сумарним рейтингом, що в такому разі складе величину його семестрового рейтингу:

$$R = r_c$$

Де r_c – сума балів, отриманих за семестр, R – підсумкова оцінка за курс.

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

Якщо студент має незадовільну оцінку його роботи у семестрі, але допущений до заліку ($50 < r_c < 60$ балів), або хоче покращити позитивну оцінку, він пише залік на заліковому тижні семестру. Залікове завдання складається з п'яти завдань (питань і задач), кожне вагою 10 балів. У цьому випадку сумарний рейтинг за курс виставляється за формулою:

¹ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

² Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

$$R = 0,5r_c + 0,5r_z$$

Де r_c – сума балів, отриманих за семестр, r_z – сума балів, отриманих на заліку, R – підсумкова оцінка за курс.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних запитання (завдання) і два практичних. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9 – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7,5 – 8,9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 – 7,4 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги до оформлення Домашньої контрольної роботи наведені на платформі дистанційного навчання Сікорський (MOODLE) і у Електронному кампусі НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри фізичної хімії

к.х.н. доц. Пономарьовим М.Є.

Затверджено кафедрою фізичної хімії (протокол № 14 від 1.07.2025 р.)¹

Погоджено Методичною комісією хіміко-технологічного факультету (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)

¹ Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім ухвалюється кафедрою.