



# Поверхневі явища та дисперсні системи

## Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

### Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітні програми	<i>Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2023-2024 н.р., 3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), лабораторний практикум 2 години на тиждень (2 пари один раз на два тижні), практичні заняття 1 година на тиждень (1 пара один раз на два тижні) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>к.х.н., доцент Каменська Тетяна Анатоліївна, <a href="mailto:tetyana.kamenska@gmail.com">tetyana.kamenska@gmail.com</a></i> <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, <a href="mailto:myk.ponomaryov@gmail.com">myk.ponomaryov@gmail.com</a></i> Лабораторні заняття: <i>к.х.н., доцент Каменська Тетяна Анатоліївна, <a href="mailto:tetyana.kamenska@gmail.com">tetyana.kamenska@gmail.com</a></i> <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, <a href="mailto:myk.ponomaryov@gmail.com">myk.ponomaryov@gmail.com</a></i> Практичні заняття: <i>к.х.н., доцент Каменська Тетяна Анатоліївна, <a href="mailto:tetyana.kamenska@gmail.com">tetyana.kamenska@gmail.com</a></i> <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, <a href="mailto:myk.ponomaryov@gmail.com">myk.ponomaryov@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i>Група ХН-11 і група ХН-12 Telegram, частково «Електронний кампус»</i>

### Програма освітнього компонента

#### 1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчання та результати навчання

*Освітній компонент продовжує програму підготовки бакалаврів. Курс «Поверхневі явища та дисперсні системи в галузі» викладається паралельно із завершенням курсу «Фізична хімія» і є фундаментальною хімічною дисципліною в системі підготовки фахівців в галузі хімії та хімічної технології. Хімія поверхневих явищ та 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 освітнього компонента:** Кінетика хімічних процесів в гомогенних і гетерогенних системах; Електрохімічні явища в хімічних системах і процесах та їхнє використання; дисперсні системи, що утворюються і використовуються у хіміко-технологічних процесах та фізико-хімічні явища на поверхнях поділу фаз у таких системах.

**Метою** освітнього компонента є формування у студентів **компетентностей**:

- абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01);
- застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 02);
- використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології та водоочищенні (ФК 09);
- використовувати професійно-профільовані знання в галузі природничо-наукових дисциплін для аналізу, оцінювання та проектування технологічних процесів та устаткування, володіти методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та продукції промисловості (ФК 18);
- обґрунтовано обирати ефективні, безпечні, корозійно стійкі конструкційні матеріали для технологічного обладнання і устаткування неорганічних виробництв та водоочищення (ФК 19).

Після засвоєння освітнього компонента студенти мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми (ПРН 01);
- знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості (ПРН 03);
- здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії (ПРН 04).

**ЗНАННЯ:**

- основних кінетичних характеристик хімічних реакцій та закони, які їх зумовлюють;
- теорій хімічної кінетики;
- фотохімічних та гетерогенних процесів;
- теорії електролітичної дисоціації Арреніуса та її застосування до опису іонних рівноваг у розчинах електролітів;
- властивостей іонних розчинів, які пов'язані з їх здатністю проводити електричний струм;
- механізму утворення стрибка потенціалу на границі поділу між металом та розчином, характеристик різних типів електродів;
- особливостей виникнення електричного струму в різних типах гальванічних елементів та їх термодинамічних характеристик;
- законів електролізу Фарадея;
- термодинаміки поверхневих явищ;
- впливу природи та концентрації поверхнево-активних речовин на стан поверхні поділу фаз та її енергетику;
- основних закономірностей поверхневих явищ: змочування, адгезії, адсорбції, структуроутворення, електроповерхневих явищ;
- причин та факторів стабілізації дисперсних систем;
- методів отримання та очистки дисперсних систем.

**уміння:**

- вирішувати задачі керування реальними хімічними та фізико-хімічними процесами у хімічній технології;
- визначати порядок, константу швидкості, енергію активації хімічної реакції, аналізувати вплив концентрації, температури, наявності каталізатора на її швидкість;
- визначати область перебігу гетерогенного хімічного процесу;
- теоретично розраховувати та експериментально визначати рН розчинів, константу дисоціації слабкого електроліту, добуток розчинності малорозчинного електроліту, питому та молярну електропровідності розчину, потенціал електрода;
- складати схеми гальванічних елементів та за допомогою їх електрохімічних характеристик визначати термодинамічні властивості хімічних процесів, що в них відбуваються;
- отримувати дисперсні системи конденсаційними та диспергаційними методами;
- визначати і розраховувати величини характеристик дисперсних систем (електрокінетичний потенціал, світлорозсіяння, питома поверхня, коефіцієнт гідрофільності тощо);
- експериментально визначати знаки зарядів частинок золів та їхню відносну стійкість за порогамі коагуляції.

**досвід:**

- використання основних законів та закономірностей хімічної кінетики для визначення швидкості хімічного процесу за певних умов та визначення факторів, що впливають на неї;
- застосування хімічної термодинаміки для опису властивостей розчинів електролітів, визначення електропровідності розчинів електролітів;
- застосування специфіки електрохімічних реакцій для отримання електричної енергії;
- застосування електролізу для одержання речовин;
- визначення та розрахунків поверхневого натягу, адсорбції на рідких і твердих поверхнях;
- експериментального визначення міри гідрофільності сипких тіл калориметричним методом та визначення можливості структуроутворення в дисперсних системах.

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

Пререквізити освітнього компонента:

Фізика	Молекулярна фізика, електричні потенціали, рух твердих тіл, рідин та газів, оптичні явища (розсіяння та поглинання світла речовинами)
Загальна 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

Освітні компоненти, які базуються на результатах навчання (постреквізити):

Процеси та апарати хімічних виробництв	Кінетичні залежності в хімічних і фізико-хімічних процесах. Стан і поведінка електролітів у розчинах. Закономірності різних видів адсорбції. Утворення, стійкість і руйнування дисперсних систем (емульсій, аерозолів, суспензій і т. п.
Загальна хімічна технологія	Кінетичні залежності в хімічних і фізико-хімічних процесах. Стан і поведінка електролітів у розчинах. Закономірності різних видів адсорбції.
Курсове і дипломне проектування	Кінетичні залежності в хімічних і фізико-хімічних процесах. Стан і поведінка електролітів у розчинах. Визначення характеристик дисперсних систем з використанням оптичних та молекулярно-кінетичних властивостей ДС. Стабілізація і утворення ДС.

### 3. Зміст освітнього компонента

#### Розділ 1. ХІМІЧНА КІНЕТИКА І КАТАЛІЗ

##### Тема 1.1. Формальна кінетика

Термодинамічний та кінетичний критерії реакційної здатності хімічної системи. Прості та складні реакції. Механізм хімічного процесу. Молекулярність. Швидкість реакції. Лімітуюча стадія. Закон діючих мас. Кінетичне рівняння реакції. Константа швидкості хімічної реакції. Порядок реакції.

Кінетично необоротні реакції нульового, першого, другого та третього порядків. Час (період) напівперетворення, його залежність від концентрації в реакціях різних порядків.

Метод надлишку реагенту як метод підготовки системи для визначення порядку реакції. Інтегральні та диференціальні методи визначення порядку реакції.

##### Тема 1.2. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Теорії хімічної кінетики

Залежність швидкості та константи швидкості хімічної реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Температурний коефіцієнт швидкості реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації та методи її визначення. Енергетичні діаграми хімічних реакцій.

##### Тема 1.3. Кінетика ланцюгових реакцій

Природа ланцюгових реакцій та їх стадії: зародження, розвиток та обрив ланцюга. Нерозгалужені та розгалужені ланцюгові реакції.

##### Тема 1.4. Кінетика фотохімічних та радіаційно-хімічних реакцій

Природа фотохімічних процесів. Механізм перебігу фотохімічних реакцій: первинні та вторинні процеси. Основні закони фотохімії. Квантовий вихід. Кінетика фотохімічних процесів. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

##### Тема 1.5. Кінетика гетерогенних процесів

Специфіка та основні стадії гетерогенних процесів. Дифузія. Закони Фіка. Коефіцієнт дифузії, його залежність від температури та інших факторів. Стаціонарний та нестаціонарний режими гетерогенних процесів.

Дифузійна та кінетична області гетерогенних хімічних процесів. Експериментальне визначення лімітуючої стадії гетерогенної хімічної реакції. Кінетика фізичних та хімічних процесів розчинення твердих речовин у рідинах.

## **Тема 1.6. Каталіз**

Загальні особливості каталізу та властивості каталізаторів (каталіз та хімічна рівновага, активність, селективність, специфічність каталізаторів). Вплив каталізатора на кінетичні параметри реакцій. Типи каталізу: гомогенний, гетерогенний, ферментативний, автокаталіз. Механізми і енергетичні діаграми гомогенного каталізу. Види гомогенного каталізу: кислотно-основний, координаційний, окислювально-відновний, газофазний.

Особливості гетерогенно-каталітичних процесів. Стадії гетерогенного каталізу. Роль хімічної адсорбції в каталітичному процесі. Природа активних центрів та поверхневих проміжних сполук. Промотування, старіння та отруєння каталізаторів. Енергетична діаграма гетерогеннокаталітичних процесів.

## **Розділ 2. ЕЛЕКТРОХІМІЯ**

### **Тема 2.1. Рівноваги у розчинах електролітів**

Основні положення класичної теорії електролітичної дисоціації Арреніуса. Класифікації електролітів. Константа та ступінь електролітичної дисоціації. Закон розведення Оствальда. Електролітична дисоціація води; рН розчинів. Гідроліз солей, константи гідролізу. Буферні розчини.

Іон-дипольна та іон-іонна взаємодія в розчинах електролітів. Механізми утворення іонів у розчинах. Загальна схема рівноваг у розчинах електролітів. Вплив хімічних і фізичних властивостей розчинника на силу електроліту.

Теорія сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Іонна атмосфера. Зв'язок середнього іонного коефіцієнта активності сильних електролітів з іонною силою розчинів.

### **Тема 2.2. Електрична провідність (електропровідність) розчинів електролітів**

Питома, молярна, еквівалентна електропровідності. Залежність питомої та молярної електропровідностей слабких та сильних електролітів від концентрації та температури. Гранична молярна електропровідність, методи її визначення.

Рухливість іонів, її залежність від температури, природи іонів та в'язкості середовища. Закон незалежного руху іонів Кольрауша.

Числа переносу іонів.

Теорія електропровідності сильних електролітів Дебая-Гюккеля-Онзагера. Коефіцієнт електропровідності. Електрофоретичний та релаксаційний ефекти, їх вплив на електропровідність. Рівняння Дебая-Гюккеля-Онзагера.

Механізми переносу струму в електролітичних розчинах.

Кондуктометрія.

### **Тема 2.3. Електрорушійні сили (ЕРС) гальванічних елементів та електродні потенціали**

Механізм виникнення електродних потенціалів. Подвійний електричний шар. Термодинамічний вивід рівняння для розрахунку ЕРС електрохімічної системи.

Електродні потенціали за водневою шкалою. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг металів.

Класифікація електродів. Електроди першого та другого роду, газові, окислювально-відновні, спеціальні. Хінгідронний електрод. Скляний електрод. Залежність електродних потенціалів від активності іонів, які визначають їх потенціал.

Основні типи електрохімічних ланцюгів: хімічні та концентраційні, з переносом та без переносу.

Дифузійний потенціал, механізм його виникнення. Методи урахування та усунення дифузійних потенціалів. Методи вимірювання ЕРС гальванічних елементів. Потенціометрія.

### **Тема 2.4. Нерівноважні процеси в електрохімічних системах**

Електроліз. Закони електролізу Фарадея. Вихід продуктів електролізу за струмом. Електродна поляризація, її види. Перенапряга водню, роль цього явища в електролізі. Рівняння Тафеля.



### **Розділ 3. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА**

#### **Тема 3.1. 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. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для повної енергії поверхневого шару. Залежність енергетичних параметрів поверхневого шару від температури. Капілярний тиск. Основні методи вимірювання поверхневого натягу рідин.

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, його аналіз. Поверхнева активність речовин. Будова молекул ПАР та її вплив на поверхневу активність. Правило Траубе. Будова адсорбційних шарів ПАР. Рівняння Шишковського.

Адгезія. Адгезія, змочування і розтікання рідин. Адгезія і когезія. Природа сил взаємодії при адгезії. Рівняння Дюпре. 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. Умови розтікання рідин. Коефіцієнт розтікання за Гаркінсом.

#### **Тема 3.2. Адсорбційні явища**

Взаємодії при адсорбції. Класифікація механізмів адсорбції. Природа адсорбційних сил.

Адсорбція парів і газів на твердій поверхні. Емпіричне рівняння Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра, його аналіз. Визначення констант рівняння Ленгмюра. Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ (Брунауера-Емета-Телера). Фізичний зміст констант у рівнянні БЕТ. Застосування рівняння БЕТ для визначення питомої поверхні адсорбентів.

Адсорбція парів і газів на поруватих адсорбентах. Класифікація та методи отримання адсорбентів. Вплив природи адсорбента і адсорбата на величину адсорбції. Потенціальна теорія полімолекулярної адсорбції Поляні. Капілярна конденсація. Рівняння капілярної конденсації Томсона (Кельвіна). Залежність характеристик капілярної конденсації від величини і форми пор адсорбентів. 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. Вплив природи розчинника, властивостей адсорбента і адсорбата на адсорбцію. Селективність адсорбції з розчинів і вплив на неї різних факторів. Гідрофільні і гідрофобні адсорбенти.

Іонна адсорбція. Адсорбція іонів на твердій поверхні та її аномальності. Ліотропні ряди. Іонообмінна адсорбція. Природні і синтетичні іоніти: характеристика, класифікація і властивості. Обмінна ємність іонітів. Константа рівноваги іонного обміну. Рівняння Нікольського. Застосування іонітів.

Хроматографія. Принципи і суть хроматографії. Види хроматографії. Характеристики хроматографічного розділення сумішей. Застосування хроматографії для аналізу та розділення сумішей в хімічній промисловості.

### **Тема 3.3. Електроповерхневі явища**

Будова подвійного електричного шару (ПЕШ). Будова ПЕШ та розвиток уявлень про неї (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 4. ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ**

### **Тема 4.1. Фізико-хімічні властивості високодисперсних систем**

Методи одержання дисперсних систем. Диспергаційні і конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Приклади одержання дисперсних систем методами фізичної та хімічної конденсації. Пептизація. Методи очищення ліозолів. Застосування методів одержання дисперсних систем в хімічних та біохімічних технологіях.

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

Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем. Броунівський рух, його природа. Середній зсув. Дифузія. Закон Фіка. Рівняння Ейнштейна для коефіцієнта дифузії. Рівняння Ейнштейна-Смолуховського. Особливості осмотичного тиску в дисперсних системах. Використання молекулярно-кінетичних властивостей для визначення концентрації і розміру частинок дисперсних систем. Седиментаційно-дифузійна рівновага.

Оптичні властивості дисперсних систем. Світлопоглинання і світлорозсіювання. Ефект Тиндаля. Рівняння Релея і його аналіз. Нефелометрія як метод визначення концентрації і дисперсності гетерогенних систем. Оптична густина дисперсних систем. Ультрамiкроскопія та її можливості. Конденсор темного поля. Електронна мiкроскопія.

### **Тема 4.2. Стійкість та руйнування вільнодисперсних систем**

Два види стійкості дисперсних систем - агрегативна и седиментаційна. Ліофільні і ліофобні системи. Термодинамічна стійкість ліофільних систем і фактори, що її обумовлюють. 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.

### **Тема 4.3. 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. 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. Утворення структур згідно теорії ДЛФО. Потенціальні криві взаємодії частинок при структуроутворенні.

Коагуляційні і кристалізаційно-конденсаційні структури. Рівняння Бінгама - гранична напруга зсуву. Гелеутворення. Явища тиксотропії і синерезису.

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. Емульсії в природі і техніці. Емульсійні фарби, латекси, емульсоли.

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

#### **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, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

##### **Базові джерела:**

1. Чумак В.Л., Іванов С.В. Фізична хімія. – Київ: Книжкове вид-во авіаційного університету, 2007. – 648 с.
2. Колоїдна хімія. М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Гладкова та ін. - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
3. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем. М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Гладкова та ін. - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004. – 300 с.

##### **Додаткові джерела:**

4. Лебідь В.І. Фізична хімія. – Харків: Фоліо, 2005. – 478 с.
5. Ковальчук, Є.П. Фізична хімія: Підручник. / Є.П. Ковальчук, О.В. Решетняк – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800 с.
6. Фізична хімія: методичні вказівки до практичних занять для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» (161 «Хімічні технології та інженерія») усіх форм навчання / Уклад.: Т.А. Каменська, Т.В. Кірсенко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 77 с.
7. Фізична хімія. Хімічна кінетика. Електрохімія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» усіх форм навчання / Уклад.: Г.А. Рудницька, Т.А. Каменська, Т.В. Кірсенко. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 76 с.
8. Фізична хімія: Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з дисципліни для студентів спеціальностей хіміко-технологічного напряму. Частина 2. / Уклад.: Т.А. Каменська, Т.В. Кірсенко, І.О. Ренський, Г.А. Рудницька. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 28 с.
9. Фізична хімія. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна-технологія» усіх форм навчання. / Уклад.: Г.А. Рудницька, Т.А. Каменська, Т.В. Кірсенко, І.О. Ренський. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 60 с.
10. 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.



11. 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.
12. 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.
13. Нижник В.В., Волошинець В.А., Нижник Т.Ю. Колоїдна хімія з елементами нанохімії. Підручник. – Київ: Фітосоціоцентр, 2012. – 506 с
14. Краткий справочник физико-химических величин. / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983, 1999. – 232 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування освітнього компонента

#### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітнього компонента проводиться паралельно з практичними заняттями і виконанням студентами лабораторного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. Для читання лекцій застосовуються ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщено на платформі MOODLE. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень	<p><b>Розділ 1. ХІМІЧНА КІНЕТИКА І КАТАЛІЗ</b></p> <p><b>Тема 1.1. Формальна кінетика</b></p> <p>Термодинамічний та кінетичний критерії реакційної здатності хімічної системи. Прості та складні реакції. Механізм хімічного процесу. Молекулярність. Швидкість реакції. Лімітуюча стадія. Зв'язок між швидкістю хімічної реакції та концентраціями реагуючих речовин. Закон діючих мас. Кінетичне рівняння реакції. Константа швидкості хімічної реакції. Порядок реакції. Кінетично необоротні реакції нульового, першого, другого та третього порядків. Кінетичні рівняння для цих реакцій, розмірність констант швидкості та формули для їх обчислень. Час (період) напівперетворення, його залежність від концентрації в реакціях різних порядків.</p>
2	2 тиждень	<p>Продовження теми 1.1.: Метод підготовки системи для визначення порядку реакції – метод надлишку реагенту. Методи визначення порядку реакції: метод підстановки, графічний метод, визначення порядку реакції за часом напівперетворення, метод Вант-Гоффа.</p> <p><b>Тема 1.2. Вплив температури на швидкість хімічної реакції.</b></p> <p><b>Теорії хімічної кінетики</b></p> <p>Залежність швидкості та константи швидкості хімічної реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Температурний коефіцієнт швидкості реакції. Рівняння Арреніуса..</p>

3	3 тиждень	<p>Продовження теми 1.2.: Енергія активації та методи її визначення. Енергетичні діаграми хімічних реакцій. Теорія активних зіткнень. Теорія перехідного стану.</p> <p><b>Тема 1.3. Кінетика ланцюгових реакцій</b>          Природа ланцюгових реакцій та їх стадії: зародження, розвиток та обрив ланцюга. Нерозгалужені та розгалужені ланцюгові реакції. Залежність швидкості ланцюгових процесів від тиску та температури.</p> <p><b>Тема 1.4. Кінетика фотохімічних реакцій</b>          Природа фотохімічних процесів. Механізм перебігу фотохімічних реакцій: первинні та вторинні процеси. Основні закони фотохімії. Квантовий вихід. Кінетика фотохімічних процесів. Закон Ламберта-Бера. Основні типи фотохімічних реакцій (ізомеризація, приєднання, фотоліз, ланцюгові реакції).</p>
4	4 тиждень	<p><b>Тема 1.5. Кінетика гетерогенних процесів</b>          Специфіка та основні стадії гетерогенних процесів. Дифузія. Закони Фіка. Коефіцієнт дифузії, фактори, які на нього впливають. Стаціонарний та нестаціонарний режим гетерогенних процесів. Дифузійна та кінетична області гетерогенних хімічних процесів. Вплив температури та режиму перемішування на швидкість гетерогенного процесу, який перебігає в дифузійній області. Експериментальне визначення лімітуючої стадії гетерогенної хімічної реакції. Кінетика фізичних та хімічних процесів розчинення твердих тіл у рідинах.</p> <p><b>Тема 1.6. Каталіз</b>          Загальні особливості каталізу та властивості каталізаторів (каталіз та хімічна рівновага, активність, селективність, специфічність каталізаторів). Вплив каталізатора на кінетичні параметри реакцій. Типи каталізу: гомогенний, гетерогенний, ферментативний, автокаталіз. Механізми і енергетичні діаграми гомогенного каталізу. Види гомогенного каталізу: кислотно-основний, координаційний, окислювально-відновний, газофазний.</p> <p>Особливості гетерогенно-каталітичних процесів. Стадії гетерогенного каталізу. Роль хімічної адсорбції в каталітичному процесі. Природа активних центрів та поверхневих проміжних сполук. Промотування, старіння та отруєння каталізаторів. Енергетична діаграма гетерогеннокаталітичних процесів.</p>
5	5 тиждень	<p><b>Розділ 2. ЕЛЕКТРОХІМІЯ</b></p> <p><b>Тема 2.1. Рівноваги у розчинах електролітів</b>          Основні положення класичної теорії електролітичної дисоціації Арреніуса. Класифікації електролітів. Константа та ступінь електролітичної дисоціації. Закон розведення Оствальда. Електролітична дисоціація води; рН розчинів. Гідроліз солей, константи гідролізу. Буферні розчини.</p> <p>Іон-дипольна взаємодія в розчинах електролітів. Механізми утворення електролітних розчинів. Іон-іонні взаємодії в розчинах електролітів. Активність та середній іонний коефіцієнт активності електроліту. Іонна сила розчину. Правило іонної сили.</p> <p>Теорія сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Іонна атмосфера. Зв'язок середнього іонного коефіцієнта активності сильних електролітів з іонною силою розчинів.</p>

6	6 тиждень	<p><b>Тема 2.2. Електрична провідність розчинів електролітів</b>          Питома, молярна електропровідність. Залежність питомої та молярної електропровідності слабких та сильних електролітів від концентрації та температури. Гранична молярна електропровідність, методи її визначення. Абсолютна швидкість руху іонів, рухливість іонів, її залежність від температури, природи іонів та в'язкості розчинника. Закон незалежного руху іонів Кольрауша. Коефіцієнт електропровідності. Механізми переносу струму в розчинах електролітів.          Теорія електропровідності сильних електролітів Дебая-Гюккеля-Онзагера. Електрофоретичний та релаксаційний ефекти, їх вплив на електропровідність. Рівняння Дебая-Гюккеля-Онзагера.          Числа переносу іонів.          Кондуктометрія.</p>
7	7 тиждень	<p><b>Тема 2.3. Електрорушійні сили (ЕРС) гальванічних елементів та електродні потенціали</b>          Механізм виникнення стрибка потенціалу на межі поділу «метал – розчин електроліту». Гальванічний елемент (ГЕ). Термодинамічний вивід рівняння для розрахунку ЕРС електрохімічної системи. Електродні потенціали у водневій шкалі. Рівняння Нернста для обчислення електродного потенціалу. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг металів.          Класифікація електродів. Електроди першого та другого роду, газові, окислювально-відновні, спеціальні (скляний електрод). Електроди порівняння. Залежність електродних потенціалів від активності іонів, що визначають потенціал.</p>
8	8 тиждень	<p>Продовження теми 2.3.: Застосування таблиці стандартних електродних потенціалів для аналізу процесів, які перебігають в ГЕ. Визначення напрямку та термодинамічних параметрів хімічної реакції, що перебігає у гальванічному елементі. Розрахунок констант рівноваги електрохімічних процесів. Потенціометрія.  <b>Тема 2.4. Нерівноважні процеси в електрохімічних системах</b>          Електроліз. Процеси на електродах під час електролізу водних розчинів електролітів. Закони електролізу Фарадея. Вихід продуктів електролізу за струмом. Кулометри.          Електродна поляризація, її види. Перенапруга водню, роль цього явища в електролізі. Рівняння Тафеля.</p>
9	9 тиждень	<p><b>Вступ.</b> Місце колоїдної хімії в системі фундаментальних хімічних дисциплін.  <b>Поверхневі явища.</b> 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.  <b>Тема 1. Термодинаміка поверхневих явищ.</b>  <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</p>

		поверхневого шару від температури. Капілярний тиск. Вимірювання поверхневого натягу на границі рідина-рідина.
10	10 тиждень	<p><b>Продовження теми 1: Поверхневий натяг і адсорбція.</b> 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.</p> <p><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.</p>
11	11 тиждень	<p><b>Тема 2. Адсорбційні явища.</b></p> <p><u>Взаємодія при адсорбції.</u> Класифікація механізмів адсорбції (фізична адсорбція, хемосорбція та іонообмінна адсорбція). Природа адсорбційних сил.</p> <p><u>Адсорбція парів і газів на твердій поверхні.</u> Емпіричне рівняння ізотерми адсорбції Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра, його вивід і 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.</p> <p><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. 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. Текстура характеристика сорбентів: структурна крива адсорбента і крива розподілу пор за радіусами.</p> <p>Методи визначення величини адсорбції - статичні і динамічні. Вплив температури на величину адсорбції. Інтегральна і диференціальна теплоти адсорбції. Експериментальне визначення теплоти адсорбції. Кінетика адсорбційних процесів.</p>
12	12 тиждень	<p><b>Продовження теми 2:</b></p> <p><u>Хемосорбція, її особливості.</u> Незворотність хемосорбції. Теплові ефекти. Кінетика хемосорбційних процесів. Роль хемосорбції в гетерогенному каталізі.</p> <p><u>Молекулярна адсорбція з розчинів.</u> Особливості молекулярної</p>



		<p>адсорбції з рідких розчинів. Залежність гібсової 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.</p> <p><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. Співвідношення адсорбції іонів з їх активностями (рівняння Нікольського).</p> <p><u>Хроматографія.</u> Основні принципи і суть хроматографії. Газова і рідинна хроматографія. Паперова і тонкошарова хроматографія. Застосування хроматографії для аналізу та розділення сумішей в хімічній промисловості.</p>
13	13 тиждень	<p><b>Тема 3. Електроповерхневі явища</b></p> <p><u>Будова подвійного електричного шару (ПЕШ).</u> 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.</p> <p>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.</p>
14	14 тиждень	<p><b>Тема 4. Фізико-хімічні властивості високодисперсних систем</b></p> <p><u>Методи одержання дисперсних систем.</u></p> <p>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, зворотній осмос. Застосування методів одержання дисперсних систем в хімічних та біохімічних технологіях. <u>Визначення розміру частинок дисперсних систем.</u></p> <p>Седиментація і 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. Седиментаційно-дифузійна рівновага - вивід і аналіз рівняння</p>
15	15 тиждень	<p><b>Продовження теми 4:</b></p> <p><u>Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем.</u></p> <p>Броунівський рух, його природа. Середній зсув. Дифузія. Закон Фіка. Рівняння Ейнштейна для коефіцієнта дифузії. Співвідношення між</p>

		<p>середнім зсувом і коефіцієнтом дифузії (рівняння Ейнштейна-Смолуховського). Особливості осмотичного тиску дисперсних систем. Використання осмотичних властивостей для визначення концентрації і розміру частинок дисперсних систем.</p> <p><u>Оптичні властивості дисперсних систем.</u> Світлопоглинання і світлорозсіювання. Ефект Тундала. 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-Бера. Вплив дисперсності на забарвлення гетерогенних високодисперсних систем. Визначення дисперсності білих золів і молекулярних мас ВМС за рівнянням Гелера. Ультраматроскопія та її можливості. Конденсор темного поля. Електронна мікроскопія.</p>
16	16 тиждень	<p><b>Тема 5. Стійкість та руйнування вільнодисперсних систем</b></p> <p><u>Стійкість і коагуляція дисперсних систем.</u> 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.</p> <p>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. Специфічна дія багатовалентних іонів - специфічна коагуляція.</p> <p><u>Кінетика коагуляції.</u> Швидка і повільна коагуляція. Кінетика швидкої коагуляції - теорія Смолуховського. Вивід, аналіз і застосування рівняння Смолуховського. Зміна частинної концентрації ліозолів при коагуляції. Розрахунок кратності частинок.</p>
17	17 тиждень	<p><b>Продовження теми 5: Колоїдно-хімічне матеріалознавство.</b></p> <p>— Суспензії, їх загальна характеристика. Стабілізація суспензій, їх властивості і застосування. Пасту.</p> <p>— 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.</p> <p>— Піни, їх загальна характеристика. Одержання стійких пін і фактори, що впливають на стійкість пін. Основи пінної флоатації. Руйнування пін - піногасителі.</p> <p>— Аерозолі. Загальна характеристика аерозолів. Стійкість аерозолів. Методи одержання і руйнування аерозолів. Аерозолі в природі і техніці. Екологічний захист від шкідливих аерозолів.</p> <p><b>Продовження теми 5: Колоїдні поверхнево-активні речовини.</b></p> <p>Іоногенні і неіоногенні ПАР. Процес міцелоутворення в розчинах колоїдних ПАР. Форми міцел при різних концентраціях і середовищах</p>

		(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.
18	18 тиждень	<p><b>Тема 6. Структурно-механічні властивості дисперсних систем</b></p> <p><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.</p> <p><u>Структуроутворення.</u> Фізико-хімічна механіка дисперсних систем і твердих тіл. 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. 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 напруга зсуву. Гелеутворення. Тиксотропія і синерезис.</p>

## Практичні заняття

Мета практичних занять полягає в отриманні студентами досвіду аналізувати закономірності перебігу різноманітних фізико-хімічних процесів, розраховувати їх кінетичні параметри та визначати оптимальні умови здійснення зазначених процесів. Під час підготовки до практичного заняття студенти повинні ознайомитись з відповідним розділом освітнього компонента, опрацювати матеріал за конспектом лекцій, підручниками та навчальними посібниками.

№	Тиждень	Кількість годин	Тема	Опис запланованої роботи
1	1-2	2	Методи визначення порядку реакції.	Розв'язання типових задач на визначення на визначення порядку реакції інтегральними та диференціаль-ними методами, а також на визначення складу реакційної суміші через певні проміжки часу в реакціях різних порядків.
2	3-4	2	Вплив температури та наявності каталізатора на швидкість реакції. Кінетика гетерогенних процесів.	Розв'язання типових задач на визначення енергії активації реакції, констант швидкості за різних температур. Розв'язання типових задач на визначення швидкості процесів розчинення твердих речовин у рідинах.
3	5-6	2	Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса. Електропровідність розчинів електролітів.	Розв'язання типових задач на визначення рН розчинів електролітів. Розв'язання типових задач на визначення питомої, молярної та граничної молярної електропровідності електролітів, ступеня та константи дисоціації слабких електролітів.
4	7-8	2	Електрорушійні сили гальванічних елементів. Електроліз.	Розв'язання типових задач на визначення потенціалів електродів та електрорушійних сил гальванічних елементів. Розв'язання типових задач на основі законів Фарадея.
5	9-10	2	Написання 1-ої частини модульної контрольної роботи з теми «Хімічна кінетика. Електрохімія»	
6	11-12	2	Поверхневі явища	Розв'язання типових задач на визначення адсорбційних та енергетичних параметрів поверхні «рідина – газ»
7	13-14	2	Адсорбційні явища. Електроповерхневі явища.	Розв'язання типових задач на визначення адсорбційних характеристик при адсорбції з газів і розчинів на твердих поверхнях та на



				визначення характеристик в електроповерхневих явищах
8	15-16	2	Властивості дисперсних систем. Закономірності їхнього утворення, стійкості і руйнування.	Розв'язання типових задач на визначення молекулярно-кінетичних і оптичних характеристик дисперсних систем, на седиментацію і кінетику коагуляції, на правила іонної коагуляції.
9	17-18	2	Структурно-механічні властивості дисперсних систем.	Розв'язання задач на визначення реологічних характеристик. Написання 2-ої частини модульної контрольної роботи з розділів «Поверхневі явища» і «Дисперсні системи»

### Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять з курсу "Поверхневі явища та дисперсні системи" є поглиблення знань дисципліни та здобуття практичних навичок і вміння застосовувати теоретичні знання до вирішення прикладних задач хімії і хімічної технології. Виконання лабораторного практикуму надає змогу студентам отримувати сукупність вмінь самостійного проведення експерименту, обчислювати його кількісні параметри, аналізувати одержані результати і робити обґрунтовані висновки.

Тиждень	Кількість годин	Назва запланованої роботи
1-2	4	<b>Кінетика хімічних реакцій у розчинах. Дослідження кінетики реакції окислення йодиду калію персульфатом калію.</b> Визначення частинного порядку реакції за персульфатом калію, написання кінетичного рівняння, дослідження залежності константи швидкості від температури, обчислення енергії активації.
3-4	4	<b>Електропровідність розчинів електролітів.</b> 1. Визначення константи електролітичної комірки. 2. Дослідження електропровідності розчинів сильних та слабких електролітів. 3. Визначення константи дисоціації слабого електроліту.
5-6	4	<b>Електрорушійні сили.</b> 1. Визначення ЕРС хімічних гальванічних елементів та електродних потенціалів. 2. Визначення ЕРС концентраційного гальванічного елемента. 3. Визначення добутку розчинності галогеніду аргентуму у водному розчині..
7-8	4	<b>Електроліз. Електрохімічний синтез перманганату.</b> Одержання електролізом перманганату натрію у водному розчині та визначення його виходу за струмом.
9-10	4	<b>Поверхневий натяг Адсорбція на поверхні рідини.</b>
11-12	4	<b>Адсорбція органічної кислоти вугіллям з водних розчинів</b>
13-14	4	<b>Теплота змочування</b>

15-16	4	<b>Седиментаційний аналіз суспензії</b>
17-18	4	<b>Одержання та коагуляція золів. Електрофорез. Визначення знаку та величини електрокінетичного потенціалу частинок золю.</b>

#### Розрахункова робота

Виконання Розрахункової 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 освітнього компонента «Поверхневі явища та дисперсні системи». Розрахункова робота поділяється на дві частини і містить завдання з розрахунків кінетичних характеристик реакції, активаційних параметрів хімічного процесу, визначення характеристик дисоціації електроліту в розчині за електропровідністю, ЕРС і потенціалів електродів в гальванічному елементі, параметрів процесу електролізу водного розчину електроліту (частина 1), адсорбції пари з використанням теорії БЕТ, розмірів часток та характеристик дисперсій, кінетики коагуляції (частина 2). Завдання до РР наведено в методичних вказівках для розрахункових робіт [8, 11]. Задачі складено у 30-ти варіантах. Кожен студент виконує завдання того варіанту, який визначає йому викладач.

#### Модульні контрольні роботи

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих внаслідок опрацювання лекційного матеріалу, виконання лабораторних робіт та в результаті самостійної роботи, проводяться дві частини МКР. Запитання і завдання МКР мають як теоретичний, так і практичний характер. МКР проводиться за всіма темами освітнього компонента. Допуском до написання першої частини МКР є виконання першої частини РР та захист лабораторних робіт, які стосуються теми «Хімічна кінетика. Електрохімія». Допуском до написання другої частини МКР є виконання другої частини РР та захист 3 лабораторних робіт, які стосуються розділів 3 «Поверхневі явища» та 4 «Дисперсні системи».

#### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків за результатами лабораторних робіт, проведення розрахунків і оформлення Розрахункової роботи, підготовка до захисту лабораторних робіт та РР, 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	20 годин
Виконання розрахункової роботи	16 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	24 години
Підготовка до екзамену	30 годин

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні, практичні заняття проводяться через платформи Google Meet, Zoom тощо, лабораторні практикуми – в лабораторіях фізичної хімії та колоїдної хімії. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформи дистанційного навчання Сікорський, Google Meet, Zoom. Відвідування лекцій, лабораторних практикумів та практичних занять, 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 лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали лабораторну роботу, правильно оформили її протокол: виконали розрахунки, побудували графіки (якщо це вимагається в роботі), написали висновок (якщо є зауваження викладача щодо оформлення роботи, то помилки слід усунути).
2. Захист відбувається на лабораторному занятті або на консультації викладача .
3. Після відповіді на питання викладача студенту виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

### Правила захисту Розрахункової роботи (РР):

1. До захисту допускаються студенти, які якісно виконали всі вимоги щодо кожного з розділів РР.
2. Захист відбувається за графіком, зазначеними у п.5 індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захисті викладач задає 2 питання щодо роботи, у разі очного захисту 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.

### Правила призначення заохочувальних балів:

1. результативна участь у факультетських та університетських олімпіадах з освітнього компонента: +2 - 7 балів, залежно від рівня заходу та призового місця;
2. за активну роботу на лекції нараховується до 2 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр\*);
3. за дочасне представлення на перевірку і зразковий захист РР нараховуються 1-2 заохочувальні бали\*.

---

\*- якщо це оголошено викладачем потоку на початку семестру

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 і захист лабораторних робіт, активність на лекціях, виконання і захист РР, написання МКР.

2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

1. Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 54 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання і захист лабораторних робіт (9 робіт);
- написання модульної контрольної роботи (одна МКР поділяється на 2 контрольні роботи);
- виконання і захист Розрахункової роботи (складається з двох частин).

#### **2. Критерії нарахування балів:**

##### **2.1. Лабораторні роботи.**

Ваговий бал кожної – 1,5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $1,5 \text{ бали} \times 9 + 0,5 \text{ балів за вчасний захист всіх лабораторних робіт (на останньому занятті включно)} = 14 \text{ балів}$ .

Максимальний ваговий бал лабораторних робіт складається з:

- самостійної підготовки до роботи (опанування теорією, методикою виконання експерименту, написання протоколу) – 0,25 балів;
- обговорення та виконання лабораторної роботи – 0,25 балів;
- своєчасний захист роботи (впродовж двох тижнів після її виконання) – 1 бал.

У разі відсутності протоколу 0,25 балів не нараховуються і студент може бути недопущеним до виконання лабораторного практикуму, якщо він не засвоїв теоретичні відомості та не знає методики виконання роботи.

##### **2.2. Модульна контрольна робота.**

**Ваговий бал – 32 бали.** Ваговий бал кожної з двох частин – 16 балів. Максимальна кількість балів за дві частини контрольної роботи дорівнює  $16 \text{ балів} \times 2 = 32 \text{ бали}$ .

Модульні контрольні студенти пишуть на практичних заняттях, або на лекції, або на лабораторних заняттях (наприкінці заняття виділяється зазначений викладачем час). Контрольні роботи проводяться у письмовій формі. Перша частина МКР стосується розділів «Хімічна кінетика і каталіз. Електрохімія», друга – «Поверхневі явища. Дисперсні системи». Завдання в контрольній роботі містять як теоретичні питання, так і задачі, що потребує вміння студента логічно мислити. До кожного питання запропоновано варіанти відповіді, серед яких студент повинен вибрати правильну та навести розгорнуте пояснення. Саме це фактично виключає ймовірність відгадування правильної відповіді. Кількість балів за певну контрольну роботу визначається множенням частки правильних відповідей на 16 (максимальна кількість балів).

##### **2.3. Розрахункова робота**

**Ваговий бал – 8 балів.** Ваговий бал кожної з двох частин – 4 бали. Максимальна кількість балів за дві частини розрахункової роботи дорівнює  $4 \text{ бали} \times 2 = 8 \text{ балів}$ .

Термін виконання РР повідомляє викладач.

Оцінювання кожної частини РР проводиться за наступною шкалою:

- відмінно та вчасно виконана робота, виконано всі вимоги до роботи – 4 бали;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконано майже всі вимоги до роботи або є несуттєві помилки – 3,25 - 3,75 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 2 - 3 бали;
- роботу не зараховано (завдання не виконано або є грубі помилки) – 0 балів;
- за несвоєчасне виконання РР студент може одержати 0,5 – 3,5 балів.



3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). Студент отримує «зараховано» на **першому календарному контролі** (8-й тиждень) та на **другому календарному контролі** (14-й тиждень), якщо його поточний рейтинг складає не менше 50 % від максимально можливої кількості балів на момент проведення відповідного календарного контролю.

4. **Умови допуску до екзамену:** виконання та захист всіх лабораторних робіт, зарахування РР, написання МКР і кількість рейтингових балів не менше 27.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 54 бали:

$$RC = r_{лр} + r_{мкр} + r_{рр} = 14 + 32 + 8 = 54 \text{ бали}$$

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу, яка містить теоретичні питання та задачі. Теоретичне питання потребує детального пояснення. Для задачі повинен бути наведений студентом розв'язок і зазначатись розмірність результату. Залежно від правильності та якості відповіді кожне питання оцінюється як частка від 1. Кількість балів за екзамен визначається множенням загальної частки правильних відповідей на 46 (максимальна кількість балів).

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 дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги до оформлення Розрахункової роботи наведено в Електронному кампусі НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського.
- Перелік запитань для підготовки до МКР наведено в [6], [9] п.4., [12]

**Робочу програму освітнього компонента (силабус):**

**Складено доцентами кафедри Фізичної хімії:**

к.х.н. доц. Пономарьовим М.Є.

к.х.н., доц. Каменською Т.А.

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 25 травня 2023 р.)

**Ухвалено** кафедрою Фізичної хімії (протокол № 14 від 22 червня 2023 р.)