

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Фізична та колоїдна хімія
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра теоретичної та прикладної хімії
<b>Розробник(и)</b>	Пшеничний Роман Миколайович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 3-го семестру, 16 тижнів протягом 4-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 10 кред. ЄКТС, 300 год., з яких 160 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 128 год. лабораторних занять)
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 102 "Хімія"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Дисципліни: «Загальна хімія», «Неорганічна хімія»
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування компетенцій у студентів в області теоретичних засад фізичної хімії та колоїдної хімії, системних знань, необхідних при розгляді фізико-хімічних процесів, що відбуваються в природі та хіміко-технологічних процесах.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Предмет та задачі фізичної хімії Предмет і задачі фізичної хімії. Етапи розвитку фізичної хімії як науки. Методи фізичної хімії. Місце фізичної хімії в системі хімічних наук.
Тема 2 Молекулярно-кінетична теорія газів Характеристика газоподібного стану. Модель ідеального газу. Закони Бойля-Маріотта, Шарля та Гей-Люссака. Рівняння стану ідеального газу. Універсальна газова стала та її фізичний зміст. Кінетична теорія газів. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Енергія молекули та моль ідеального газу. Середня швидкість руху молекул. Середня квадратична швидкість. Розподіл молекул за швидкостями та енергіями. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Конденсація газів. Критичний стан.

Тема 3 Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Характеристичні функції Хімічна термодинаміка. Основні поняття хімічної термодинаміки: система, фаза, параметри стану, функції стану, термодинамічний процес. Внутрішня енергія. Обмін енергією. Форми обміну енергією. Теплота і робота. Формулювання та математичний вираз першого закону термодинаміки. Обмін енергією в формі роботи. Ентальпія як функція стану. Обмін енергією в формі теплоти. Теплоємність. Ізохорна та ізобарна теплоємність ідеального газу з точки зору кінетичної теорії газів. Тепловий ефект хімічної реакції при ізохорно- та ізобарних умовах. Екзотермічні та ендотермічні реакції. Закон Гесса. Наслідки із закону Гесса. Ентальпії утворення, згорання, нейтралізації, фазових переходів, гідратації, розчинення. Залежність теплового ефекту хімічної реакції від температури. Закон Кірхгофа.

Тема 4 Другий і третій закони термодинаміки

Процеси, що відбуваються самочинно. Формулювання другого закону термодинаміки. Коефіцієнт корисної дії теплової машини. Ентропія як функція стану. Зміна ентропії при фазових переходах, розширенні ідеального газу в різних процесах. Ентропія та ймовірність. Статистичний характер II закону термодинаміки. Термодинамічна ймовірність. Рівняння Больцмана. Третій закон термодинаміки. Абсолютне значення ентропії. Зміна ентропії в різних процесах.

Тема 5 Термодинамічні потенціали та критерії визначення напрямленості процесів. Хімічний потенціал

Енергія Гіббса. Енергія Гельмгольца. Фізичний сенс потенціалу Гіббса. Критерій напрямку термодинамічного процесу в закритій системі. Характеристичні функції. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Хімічний потенціал. Критерій напрямку термодинамічного процесу у відкритій системі.

Тема 6 Хімічна рівновага. Рівняння ізотерми хімічної реакції

Хімічна рівновага. Константа хімічної рівноваги. Закон дії мас. Рівняння ізотерми хімічної реакції Вант-Гоффа. Особливості рівноваги в гетерогенних системах. Залежність константи хімічної рівноваги від температури. Принцип Ле-Шательє. Вплив різних факторів на зміщення хімічної рівноваги. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції.

Тема 7 Фазові рівноваги. Правило фаз Гіббса. Фізико-хімічний аналіз

Поняття фаза, кількість компонентів, кількість незалежних компонентів, кількість ступенів свободи (варіантність) системи. Правило фаз Гіббса, його аналіз і практичне застосування. Фазові перетворення. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Діаграми стану.

Тема 8 Термодинамічна теорія розчинів

Визначення розчинів. Способи вираження концентрації розчинів. Тверді, рідкі, газоподібні розчини. Термодинамічна стійкість розчинів. Парціальні мольні величини. Розчини газів.

Тема 9 Властивості розведених розчинів нелетких речовин

Розбавлені та ідеальні розчини. Тиск насиченої пари над розчином. Закон Рауля. Закон Генрі. Позитивні та негативні відхилення від закону Рауля. Активність компонентів розчину. Розчини газів в рідинах. Залежність розчинності газів від температури. Рівноваги рідина – пара. I закон Коновалова. Перегонка розчинів. Ректифікація. II закон Коновалова. Азеотропні суміші. Обмежена взаємна розчинність рідин. Критичні температури розчинення. Перегонка з водяною парою.

#### Тема 10 Фазові рівноваги у двокомпонентних системах рідина–тверда речовина

Розчинність твердих речовин у рідинах. Температура кипіння та замерзання розчинів. Кріоскопічна та ебуліоскопічна константи, їх фізичний зміст. Осмос. Вимірювання осмотичного тиску. Закон Вант-Гоффа.

#### Тема 11 Діаграми стану двокомпонентних систем з конденсованими фазами

Системи з простою евтектикою. Термічний аналіз. Системи зі сполукою, що плавиться конгруентно. Системи зі сполукою, що плавиться інконгруентно. Тверді розчини. Системи з обмеженою розчинністю у твердому стані. Поняття про фізико-хімічний аналіз. Практичне застосування діаграм плавкості.

#### Тема 12 Трикомпонентні системи

Способи зображення трикомпонентних систем. Обмежена розчинність трьох рідин. Розподіл речовини у двох розчинниках, що не змішуються. Рівняння Шилова. Роботи Нернста. Екстракція.

#### Тема 13 Хімічна кінетика. Основні поняття

Предмет хімічної кінетики. Основні поняття та визначення. Закон дії мас. Швидкість та константа швидкості. Молекулярність та порядок хімічної реакції. Кінетичне рівняння реакцій нульового, першого порядку і другого порядку. Інтегральні та диференціальні методи визначення порядку реакції. Залежність константи швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Період напіврозпаду. Гетерогенні хімічні реакції.

#### Тема 14 Теоретичні основи хімічної кінетики

Вплив температури на швидкість хімічних реакцій. Рівняння Арреніуса. Енергія активації, її фізичний зміст, способи визначення. Стеричний фактор. Теорія активних зіткнень. Теорія активованого комплексу. Кінетика реакцій в розчинах. Роль розчинника.

#### Тема 15 Кінетика складних реакцій

Оборотні реакції. Послідовні реакції. Паралельні реакції. Ланцюгові реакції. Супряжені реакції. Фотохімічні реакції. Основні закони фотохімії. Типи фотохімічних реакцій.

#### Тема 16 Каталіз

Види каталітичних процесів. Особливості каталітичних процесів. Властивості каталізаторів. Селективність. Теорія активних центрів. Гомогенний каталіз, його механізм. Енергія активації каталітичних реакцій. Кислотно-основний каталіз. Гетерогенний каталіз. Ферментативний каталіз і його особливості. Мультиплетна теорія гетерогенного каталізу. Теорія активних ансамблів. Інгібітори. Отруєння, промотування та модифікування каталізаторів. Значення каталізу для сучасної хімічної технології.

#### Тема 17 Розчини сильних електролітів. Теорія Дебая-Хюккеля

Розчини електролітів. Електролітична дисоціація. Теорія Арреніуса. Міжйонна взаємодія в розчинах сильних електролітів. Йонна атмосфера. Активність та коефіцієнт активності. Йонна сила розчину. Теорія Дебая-Хюккеля. Ізотонічний коефіцієнт для розчинів електролітів. Ступінь і константа дисоціації. Теорія кислот і основ Арреніуса, Бренстеда-Лоурі, Льюїса.

#### Тема 18 Електропровідність розчинів електролітів. Кондуктометрія

Електропровідність розчинів. Питома та молярна електричні провідності. Рухливість йонів. Залежність електропровідності від концентрації розчину. Електропровідність неводних розчинів. Числа переносу. Вимірювання електричної провідності розчинів електролітів. Закон Кольрауша. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування.

#### Тема 19 Електродні потенціали та електрорушійна сила

Електродні потенціали. Механізми виникнення електродних потенціалів. Електрорушійна сила. Термодинаміка електрохімічних елементів. Типи електродів. Стандартний водневий електрод. Стандартний електродний потенціал, фізичний зміст. Визначення стандартних електродних потенціалів. Рівняння Нернста. Електроди першого та другого роду. Окисно-відновні електроди. Йонселективні електроди. Скляний електрод. Визначення рН.

#### Тема 20 Гальванічні елементи. Потенціометрія

Гальванічні елементи. Оборотно та необоротно гальванічні елементи. Рівняння для розрахунку ЕРС оборотного елемента. Концентраційні гальванічні елементи. Гальванічні елементи на основі неводних електролітів. Паливні елементи. Потенціометрія. Потенціометричне титрування.

#### Тема 21 Нерівноважні електродні процеси

Процеси, що відбуваються на електродах при проходженні електричного струму. Електроліз розплавів і розчинів електролітів. Закони електролізу. Можливості та значення електролізу для промисловості. Поляризація електродів та її види. Перенапруга. Види перенапруги. Електрохімічне виділення металів. Електрохімічне розчинення та пасивація. Корозія.

#### Тема 22 Предмет колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем. Методи отримання колоїдних систем

Предмет і задачі колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем за дисперсністю, агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії між частинками дисперсної фази. Методи отримання дисперсних систем: конденсаційні та диспергаційні. Термодинаміка та кінетика конденсаційного утворення нової фази. Метод пептизації. Очищення колоїдних систем.

#### Тема 23 Предмет колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем. Методи отримання колоїдних систем

Предмет і задачі колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем за дисперсністю, агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії між частинками дисперсної фази. Методи отримання дисперсних систем: конденсаційні та диспергаційні. Термодинаміка та кінетика конденсаційного утворення нової фази. Метод пептизації. Очищення колоїдних систем.

#### Тема 24 Адсорбція електролітів. Адгезія

Фізична адсорбція та хемосорбція. Енергетичні параметри адсорбції. Ізотерми адсорбції. Теорія мономолекулярної адсорбції. Полімолекулярна адсорбція. Теорія Поляні. Теорія БЕТ. Типи адсорбентів. Адсорбція на твердих адсорбентах. Капілярна конденсація. Адсорбція електролітів. Йонно-обмінна адсорбція. Селективність іонного обміну. Обмінна ємність. Застосування іонітів.

#### Тема 25 Електрокінетичні властивості дисперсних систем

Електрокінетичні явища. Електрофорез. Електроосмос. Подвійний електричний шар. Ізоелектрична та ізойонна точка. Теорії будови ПЕШ. Будова колоїдних міцел. Практичне значення електрокінетичних явищ.

#### Тема 26 Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем

Молекулярно-кінетичні властивості в колоїдних системах. Осмотичний тиск. Сидементація. Методи сидементаційного аналізу. Сидементаційно-дифузійна рівновага. Центрифугування.

<p>Тема 27 Оптичні властивості дисперсних систем</p> <p>Розсіювання та поглинання світла колоїдними системами. Опалесценція. Оптичні методи дослідження. Ультрамiкроскопія та нефелеметрія. Турбiдиметрія. Забарвлення золів металів.</p>
<p>Тема 28 Агрегативна стійкість та коагуляція дисперсних систем</p> <p>Коагуляція колоїдних систем. Коагуляція електролітами. Теорії коагуляції електролітами: хімічна, адсорбційна, електростатична. Правило Шульце-Гарді. Фізична теорія коагуляції. Кінетика коагуляції електролітами. Фактори стійкості та захист колоїдів. Флокуляція. Оборотність коагуляції. Флокуляція.</p>
<p>Тема 29 Представники дисперсних систем</p> <p>Системи з газовим дисперсійним середовищем. Особливості аерозолів. Порошки. Системи з рідкою дисперсною фазою. Суспензії. Емульсії. Піни. Системи з твердим дисперсійним середовищем.</p>
<p>Тема 30 Ліофільні колоїдні системи. Поверхнево-активні речовини</p> <p>Характеристика ліофільних колоїдних систем. Розчини високомолекулярних сполук. Поліелектроліти. Міцелоутворення колоїдних ПАР. Термодинаміка міцелоутворення колоїдних ПАР. Будова міцел ПАР. Солюбілізація. Миюча дія колоїдних ПАР. Обернені міцели колоїдних ПАР.</p>
<p>Тема 31 Структурно-механічні властивості дисперсних систем</p> <p>Фундаментальні закони реології. Особливості структур у дисперсних системах. В'язкість колоїдних систем. Методи визначення в'язкості. Концентраційна залежність в'язкості. Структурно-механічні властивості ВМС. Розчини ВМС. Набухання. Драглі.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Демонструвати знання основних законів, теорій, принципів та правил теоретичних основ фізичної та колоїдної хімії.
PH2	Користуватися основними прийомами та методами фізико-хімічних вимірювань, працювати з основними типами приладів, що використовують у фізичній та колоїдній хімії.
PH3	Розраховувати термодинамічні функції стану системи, теплові ефекти хімічних процесів, розраховувати константи рівноваги, рівноважні концентрації реагентів, зміщувати рівноваги в розчинах, проводити електрохімічні розрахунки.
PH4	Планувати та виконувати експериментальні дослідження, коректно реєструвати та проводити обробку результатів хімічних експериментів за допомогою комп'ютерної техніки
PH5	Аналізувати та кількісно характеризувати поверхневі явища та адсорбційні рівноваги.
PH6	Розуміти та пояснювати структурно-механічні, молекулярно-кінетичні, оптичні, електрокінетичні властивості колоїдних систем. Використовувати набуті теоретичні знання та вміння для проведення типових розрахунків щодо дисперсних систем.

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 102 Хімія:

ПР1	Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук і наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії
ПР4	Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики
ПР5	Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.
ПР8	Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.
ПР9	Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.
ПР10	Застосовувати основні принцип термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.
ПР13	Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань
ПР14	Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ та закономірностей
ПР15	Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних
ПР18	Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій хімії.
ПР19	Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення проблем та задач відомої природи.
ПР20	Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Вступ. Предмет та задачі фізичної хімії</b>
Лк1 "Предмет і задачі фізичної хімії. Етапи розвитку фізичної хімії" (денна) Предмет і задачі фізичної хімії. Етапи розвитку фізичної хімії як науки. Методи фізичної хімії. Місце фізичної хімії в системі хімічних наук.
<b>Тема 2. Молекулярно-кінетична теорія газів</b>
Лк1 "Молекулярно-кінетична теорія газів. Характеристика газоподібного стану Газові закони." (денна) Характеристика газоподібного стану. Модель ідеального газу. Закони Бойля-Маріотта, Шарля та Гей-Люссака. Рівняння стану ідеального газу. Універсальна газова стала та її фізичний зміст. Кінетична теорія газів. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Енергія молекули та моль ідеального газу. Середня швидкість руху молекул. Середня квадратична швидкість. Розподіл молекул за швидкостями та енергіями. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Конденсація газів. Критичний стан.

Лб1 "Визначення молекулярної маси карбон(IV) оксиду" (денна) Виконання лабораторної роботи, обробка результатів та захист
Лб2 "Розрахунки в МКТ" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач
<b>Тема 3. Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Характеристичні функції</b>
Лк2 "Термодинаміка. Перший закон термодинаміки." (денна) Хімічна термодинаміка. Основні поняття хімічної термодинаміки: система, фаза, параметри стану, функції стану, термодинамічний процес. Внутрішня енергія. Обмін енергією. Форми обміну енергією. Теплота і робота. Формулювання та математичний вираз першого закону термодинаміки. Обмін енергією в формі роботи. Ентальпія як функція стану. Обмін енергією в формі теплоти. Теплоємність. Ізохорна та ізобарна теплоємність ідеального газу з точки зору кінетичної теорії газів. Тепловий ефект хімічної реакції
Лб3 "Перший закон термодинаміки" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач
Лб4 "Термодинамічні процеси" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.
Лб5 "Основи термохімії" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.
Лб6 "Розрахунки в термохімії" (денна) Розв'язання розрахункових задач.
<b>Тема 4. Другий і третій закони термодинаміки</b>
Лк2 "Другий закон термодинаміки. Ентропія" (денна) Процеси, що відбуваються самочинно. Формулювання другого закону термодинаміки. Коефіцієнт корисної дії теплової машини. Ентропія як функція стану. Зміна ентропії при фазових переходах, розширенні ідеального газу в різних процесах. Ентропія та ймовірність. Статистический характер II закону термодинаміки. Термодинамічна ймовірність. Рівняння Больцмана. Третій закон термодинаміки. Абсолютне значення ентропії. Зміна ентропії в різних процесах
Лб7 "Визначення сталої калориметра" (денна) Виконання лабораторної роботи
Лб8 "Визначення сталої калориметра. Обробка експеримельних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експеримельних результатів, захист лабораторної роботи
<b>Тема 5. Термодинамічні потенціали та критерії визначення напрямленості процесів. Хімічний потенціал</b>

<p>Лк3 "Термодинамічні потенціали. Напрявленість термодинамічних процесів" (денна)</p> <p>Енергія Гіббса. Енергія Гельмгольца. Фізичний сенс потенціалу Гіббса. Критерій напрямку термодинамічного процесу в закритій системі. Характеристичні функції. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Хімічний потенціал. Критерій напрямку термодинамічного процесу у відкритій системі</p>
<p>Лб9 "Другий закон термодинаміки" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.</p>
<p>Лб10 "Визначення напрямку хімічної реакції" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.</p>
<p><b>Тема 6. Хімічна рівновага. Рівняння ізотерми хімічної реакції</b></p>
<p>Лк3 "Хімічна рівновага. Зміщення хімічної рівноваги" (денна)</p> <p>Хімічна рівновага. Константа хімічної рівноваги. Закон дії мас. Рівняння ізотерми хімічної реакції Вант-Гоффа. Особливості рівноваги в гетерогенних системах. Залежність константи хімічної рівноваги від температури. Принцип Ле-Шательє. Вплив різних факторів на зміщення хімічної рівноваги. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції.</p>
<p>Лб11 "Визначення ентальпії хімічної реакції" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб12 "Визначення ентальпії хімічної реакції. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 7. Фазові рівноваги. Правило фаз Гіббса. Фізико-хімічний аналіз</b></p>
<p>Лк4 "Правило фаз Гіббса. Фазові перетворення" (денна)</p> <p>Поняття фаза, кількість компонентів, кількість незалежних компонентів, кількість ступенів свободи (варіантність) системи. Правило фаз Гіббса, його аналіз і практичне застосування. Фазові перетворення. Рівняння Клаузіса-Клапейрона. Діаграми стану.</p>
<p>Лб13 "Фазові рівноваги" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.</p>
<p>Лб14 "Рівняння Клаузіса-Клапейрона. Діаграми стану." (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.</p>
<p><b>Тема 8. Термодинамічна теорія розчинів</b></p>
<p>Лк4 "Термодинамічна теорія та стійкість розчинів" (денна)</p> <p>Визначення розчинів. Способи вираження концентрації розчинів. Тверді, рідкі, газоподібні розчини. Термодинамічна стійкість розчинів. Парціальні мольні величини. Розчини газів.</p>
<p><b>Тема 9. Властивості розведених розчинів нелетких речовин</b></p>



<p>Лк5 "Властивості розведених розчинів нелетких речовин" (денна)</p> <p>Розбавлені та ідеальні розчини. Тиск насиченої пари над розчином. Закон Рауля. Закон Генрі. Позитивні та негативні відхилення від закону Рауля. Активність компонентів розчину. Розчини газів в рідинах. Залежність розчинності газів від температури. Рівноваги рідина – пара. І закон Коновалова. Перегонка розчинів. Ректифікація. ІІ закон Коновалова. Азеотропні суміші. Обмежена взаємна розчинність рідин. Критичні температури розчинення. Перегонка з водяною парою.</p>
<p>Лб15 "Тиск насиченої пари над розчином. Закон Рауля" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p>Лб16 "Закони Коновалова. Перегонка розчинів" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p><b>Тема 10. Фазові рівноваги у двокомпонентних системах рідина–тверда речовина</b></p>
<p>Лк5 "Температури кипіння та замерзання розчинів. Осмотичний тиск" (денна)</p> <p>Розчинність твердих речовин у рідинах. Температура кипіння та замерзання розчинів. Кріоскопічна та ебуліоскопічна константи, їх фізичний зміст. Осмос. Вимірювання осмотичного тиску. Закон Вант-Гоффа.</p>
<p>Лб17 "Визначення молярної маси неелектроліту кріометричним методом" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб18 "Визначення молярної маси неелектроліту кріометричним методом. Обробка експериментальних результатів лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи.</p>
<p>Лб19 "Визначення осмотичної концентрації та осмотичного тиску" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб20 "Визначення осмотичної концентрації та осмотичного тиску. Обробка експериментальних результатів лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 11. Діаграми стану двокомпонентних систем з конденсованими фазами</b></p>
<p>Лк6 "Типи діаграм стану двокомпонентних систем." (денна)</p> <p>Системи з простою евтектикою. Термічний аналіз. Системи зі сполукою, що плавиться конгруентно. Системи зі сполукою, що плавиться інконгруентно. Тверді розчини. Системи з обмеженою розчинністю у твердому стані. Поняття про фізико-хімічний аналіз. Практичне застосування діаграм плавкості.</p>
<p>Лб21 "Термічний аналіз бінарних систем" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>

<p>Л622 "Термічний аналіз бінарних систем. Обробка експериментальних результатів лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 12. Трикомпонентні системи</b></p>
<p>Лк6 "Характеристика трикомпонентних систем. Екстракція" (денна) Способи зображення трикомпонентних систем. Обмежена розчинність трьох рідин. Розподіл речовини у двох розчинниках, що не змішуються. Рівняння Шилова. Роботи Нернста. Екстракція.</p>
<p>Л623 "Визначення розподілу речовини між двома рідкими фазами" (денна) Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Л624 "Визначення розподілу речовини між двома рідкими фазами. Обробка експериментальних результатів лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p>Л625 "Фазові рівноваги багатоконпонентних систем" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.</p>
<p>Л626 "Зображення трикомпонентних систем" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.</p>
<p><b>Тема 13. Хімічна кінетика. Основні поняття</b></p>
<p>Лк7 "Основні поняття хімічної кінетики" (денна) Предмет хімічної кінетики. Основні поняття та визначення. Закон дії мас. Швидкість та константа швидкості. Молекулярність та порядок хімічної реакції. Кінетичне рівняння реакцій нульового, першого порядку і другого порядку. Інтегральні та диференціальні методи визначення порядку реакції. Залежність константи швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Період напіврозпаду. Гетерогенні хімічні реакції.</p>
<p>Л627 "Визначення швидкості інверсії сахарози" (денна) Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Л628 "Визначення швидкості інверсії сахарози. Обробка експериментальних результатів лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 14. Теоретичні основи хімічної кінетики</b></p>
<p>Лк7 "Вплив температури на швидкість хімічних реакцій" (денна) Вплив температури на швидкість хімічних реакцій. Рівняння Арреніуса. Енергія активації, її фізичний зміст, способи визначення. Стеричний фактор. Теорія активних зіткнень. Теорія активованого комплексу. Кінетика реакцій в розчинах. Роль розчинника.</p>
<p>Л629 "Визначення порядку реакції" (денна) Виконання лабораторної роботи</p>

<p>Лб30 "Визначення порядку реакції. Обробка експериментальних результатів лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 15. Кінетика складних реакцій</b></p>
<p>Лк8 "Характеристика складних реакцій" (денна) Оборотні реакції. Послідовні реакції. Паралельні реакції. Ланцюгові реакції. Супряжені реакції. Фотохімічні реакції. Основні закони фотохімії. Типи фотохімічних реакцій.</p>
<p><b>Тема 16. Каталіз</b></p>
<p>Лк8 "Каталітичні процеси" (денна) Види каталітичних процесів. Особливості каталітичних процесів. Властивості каталізаторів. Селективність. Теорія активних центрів. Гомогенний каталіз, його механізм. Енергія активації каталітичних реакцій. Кислотно-основний каталіз. Гетерогенний каталіз. Ферментативний каталіз і його особливості. Мультиплетна теорія гетерогенного каталізу. Теорія активних ансамблів. Інгібітори. Отруєння, промотування та модифікування каталізаторів. Значення каталізу для сучасної хімічної технології.</p>
<p>Лб31 "Загальні закономірності хімічної кінетики" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p>Лб32 "Каталіз" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p><b>Тема 17. Розчини сильних електролітів. Теорія Дебая-Гюккеля</b></p>
<p>Лк9 "Розчини електролітів. Міжйонна взаємодія" (денна) Розчини електролітів. Електролітична дисоціація. Теорія Арреніуса. Міжйонна взаємодія в розчинах сильних електролітів. Йонна атмосфера. Активність та коефіцієнт активності. Йонна сила розчину. Теорія Дебая-Гюккеля. Изотонічний коефіцієнт для розчинів електролітів. Ступінь і константа дисоціації. Теорія кислот і основ Арреніуса, Бренстеда-Лоурі, Льюїса.</p>
<p>Лб33 "Визначення константи дисоціації електроліту" (денна) Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб34 "Визначення константи дисоціації електроліту. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 18. Електропровідність розчинів електролітів. Кондуктометрія</b></p>
<p>Лк9 "Питома та молярна електричні провідності. Кондуктометрія" (денна) Електропровідність розчинів. Питома та молярна електричні провідності. Рухливість йонів. Залежність електропровідності від концентрації розчину. Електропровідність неводних розчинів. Числа переносу. Вимірювання електричної провідності розчинів електролітів. Закон Кольрауша. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування</p>

Лб35 "Кондуктометричне титрування. Визначення концентрації розчину електроліту" (денна) Виконання лабораторної роботи
Лб36 "Кондуктометричне титрування. Визначення концентрації розчину електроліту. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи
<b>Тема 19. Електродні потенціали та електрорушійна сила</b>
Лк10 "Електродні потенціали. Термодинаміка електрохімічних елементів" (денна) Електродні потенціали. Механізми виникнення електродних потенціалів. Електрорушійна сила. Термодинаміка електрохімічних елементів. Типи електродів. Стандартний водневий електрод. Стандартний електродний потенціал, фізичний зміст. Визначення стандартних електродних потенціалів. Рівняння Нернста. Електроди першого та другого роду. Окисно-відновні електроди. Йонселективні електроди. Скляний електрод. Визначення рН.
Лб37 "Електродні потенціали та ЕРС" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.
Лб38 "Рівняння Нернста. Типи електродів" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач.
<b>Тема 20. Гальванічні елементи. Потенціометрія</b>
Лк10 "Оборотні та необоротні гальванічні елементи" (денна) Гальванічні елементи. Оборотно та необоротні гальванічні елементи. Рівняння для розрахунку ЕРС оборотного елемента. Концентраційні гальванічні елементи. Гальванічні елементи на основі неводних електролітів. Паливні елементи. Потенціометрія. Потенціометричне титрування.
Лб39 "Визначення рН розчину потенціометричним методом" (денна) Виконання лабораторної роботи.
Лб40 "Визначення рН розчину потенціометричним методом. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи
Лб41 "Визначення ЕРС гальванічного елемента" (денна) Виконання лабораторної роботи
Лб42 "Визначення ЕРС гальванічного елемента. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи
<b>Тема 21. Нерівноважні електродні процеси</b>

<p>Лк11 "Особливості електролізу розплавів і розчинів електролітів" (денна)</p> <p>Процеси, що відбуваються на електродах при проходженні електричного струму. Електроліз розплавів і розчинів електролітів. Закони електролізу. Можливості та значення електролізу для промисловості. Поляризація електродів та її види. Перенапруга. Види перенапруги. Електрохімічне виділення металів. Електрохімічне розчинення та пасивація. Корозія</p>
<p>Лб43 "Процеси на електродах при проходженні електричного струму" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p>Лб44 "Електрохімічне виділення металів. Корозія" (денна)</p> <p>Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p><b>Тема 22. Предмет колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем. Методи отримання колоїдних систем</b></p>
<p>Лк12 "Класифікація та методи отримання дисперсних систем" (денна)</p> <p>Предмет і задачі колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем за дисперсністю, агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії між частинками дисперсної фази. Методи отримання дисперсних систем: конденсаційні та диспергаційні. Термодинаміка та кінетика конденсаційного утворення нової фази. Метод пептизації. Очищення колоїдних систем</p>
<p><b>Тема 23. Предмет колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем. Методи отримання колоїдних систем</b></p>
<p>Лк12 "Поверхневі явища" (денна)</p> <p>Предмет і задачі колоїдної хімії. Класифікація дисперсних систем за дисперсністю, агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії дисперсної фази та дисперсійного середовища, характером взаємодії між частинками дисперсної фази. Методи отримання дисперсних систем: конденсаційні та диспергаційні. Термодинаміка та кінетика конденсаційного утворення нової фази. Метод пептизації. Очищення колоїдних систем.</p>
<p>Лб45 "Визначення поверхневого натягу розчинів" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб46 "Визначення поверхневого натягу розчинів. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи.</p>
<p><b>Тема 24. Адсорбція електролітів. Адгезія</b></p>
<p>Лк13 "Адсорбція. Ізотерми адсорбції" (денна)</p> <p>Фізична адсорбція та хемосорбція. Енергетичні параметри адсорбції. Ізотерми адсорбції. Теорія мономолекулярної адсорбції. Полімолекулярна адсорбція. Теорія Поляні. Теорія БЕТ. Типи адсорбентів. Адсорбція на твердих адсорбентах. Капілярна конденсація. Адсорбція електролітів. Йонно-обмінна адсорбція. Селективність іонного обміну. Обмінна ємність. Застосування іонітів.</p>
<p>Лб47 "Визначення адсорбції ПАР твердим адсорбентом з розчину" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>

<p>Л648 "Визначення адсорбції ПАР твердим адсорбентом з розчину. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 25. Електрокінетичні властивості дисперсних систем</b></p>
<p>Лк14 "Електрокінетичні явища в дисперсних системах" (денна) Електрокінетичні явища. Електрофорез. Електроосмос. Подвійний електричний шар. Ізоелектрична та ізойонна точка. Теорії будови ПЕШ. Будова колоїдних міцел. Практичне значення електрокінетичних явищ</p>
<p>Л649 "Дослідження міцелоутворення в колоїдних розчинах" (денна) Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Л650 "Дослідження міцелоутворення в колоїдних розчинах. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 26. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем</b></p>
<p>Лк14 "Молекулярно-кінетичні властивості в колоїдних системах" (денна) Молекулярно-кінетичні властивості в колоїдних системах. Осмотичний тиск. Сидементація. Методи седиментаційного аналізу. Седиментаційно-дифузійна рівновага. Центрифугування.</p>
<p>Л651 "Отримання емульсій та пін, дослідження їхніх властивостей" (денна) Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Л652 "Отримання емульсій та пін, дослідження їхніх властивостей. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 27. Оптичні властивості дисперсних систем</b></p>
<p>Лк15 "Розсіювання та поглинання світла колоїдними системами" (денна) Розсіювання та поглинання світла колоїдними системами. Опалесценція. Оптичні методи дослідження. Ультрамiкроскопія та нефелеметрія. Турбiдиметрія. Забарвлення золів металів.</p>
<p>Л653 "Поверхневі явища дисперсних систем" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p>Л654 "Кінетичні властивості дисперсних систем" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач</p>
<p><b>Тема 28. Агрегативна стійкість та коагуляція дисперсних систем</b></p>

<p>Лк15 "Коагуляція колоїдних систем" (денна)</p> <p>Коагуляція колоїдних систем. Коагуляція електролітами. Теорії коагуляції електролітами: хімічна, адсорбційна, електростатична. Правило Шульце-Гарді. Фізична теорія коагуляції. Кінетика коагуляції електролітами. Фактори стійкості та захист колоїдів. Флокуляція. Оборотноість коагуляції. Флокуляція</p>
<p>Лб55 "Коагуляція та стабілізація гідрозолів" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб56 "Коагуляція та стабілізація гідрозолів." (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи.</p>
<p><b>Тема 29. Представники дисперсних систем</b></p>
<p>Лк15 "Характеристика дисперсних систем" (денна)</p> <p>Системи з газовим дисперсійним середовищем. Особливості аерозолів. Порошки. Системи з рідкою дисперсною фазою. Суспензії. Емульсії. Піни. Системи з твердим дисперсійним середовищем.</p>
<p>Лб57 "Отримання дисперсних систем і дослідження їхніх властивостей" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб58 "Отримання дисперсних систем і дослідження їхніх властивостей. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи.</p>
<p><b>Тема 30. Ліофільні колоїдні системи. Поверхнево-активні речовини</b></p>
<p>Лк16 "Розчини високомолекулярних сполук" (денна)</p> <p>Характеристика ліофільних колоїдних систем. Розчини високомолекулярних сполук. Поліелектроліти. Міцелоутворення колоїдних ПАР. Термодинаміка міцелоутворення колоїдних ПАР. Будова міцел ПАР. Солюбілізація. Миюча дія колоїдних ПАР. Обернені міцели колоїдних ПАР.</p>
<p>Лб59 "Визначення кінетики набухання ВМС" (денна)</p> <p>Виконання лабораторної роботи</p>
<p>Лб60 "Визначення кінетики набухання ВМС. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи" (денна)</p> <p>Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи</p>
<p><b>Тема 31. Структурно-механічні властивості дисперсних систем</b></p>
<p>Лк16 "Особливості структур у дисперсних системах" (денна)</p> <p>Фундаментальні закони реології. Особливості структур у дисперсних системах. В'язкість колоїдних систем. Методи визначення в'язкості. Концентраційна залежність в'язкості. Структурно-механічні властивості ВМС. Розчини ВМС. Набухання. Драглі.</p>

Лб61 "Визначення ізоелектричної точки білка" (денна) Виконання лабораторної роботи
Лб62 "Визначення ізоелектричної точки білка. Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи." (денна) Обробка експериментальних результатів, захист лабораторної роботи
Лб63 "Стійкість колоїдних систем" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач
Лб64 "Розчини ВМС" (денна) Обговорення теоретичних питань. Розв'язання розрахункових задач

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Підготовка до лабораторного заняття
НД3	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД4	Розв'язок розрахункових задач
НД5	Вирішення теоретичних завдань
НД6	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лабораторні роботи
МН3	Інтерактивне тестування

Лекції надають студентам теоретичні матеріали з тем дисципліни, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 2, РН 3). Лекції доповнюються лабораторними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 1 та РН 4).

Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність; навички письмової комунікації, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до лабораторних робіт розвиває у студентів навички до синтезу та аналізу інформації, планування та виконання хімічних експериментів, висловлення думок у письмовій та усній формі.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
-----------------------	------------	---	------------------------------------



A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

## 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Експрес-тестування
МФО2	Перевірка та оцінювання письмових завдань
МФО3	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами

## 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Інтерактивне тестування за темами лекцій
МСО2	Письмові контрольні роботи
МСО3	Усні опитування на заняттях
МСО4	Оформлення та захист лабораторних робіт
МСО5	Індивідуальні домашні завдання
МСО6	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

<b>3 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Інтерактивне тестування за темами лекцій		<b>8</b>
		8
МСО2. Письмові контрольні роботи		<b>30</b>
	3x10	30
МСО3. Усні опитування на заняттях		<b>24</b>
	8x3	24
МСО4. Оформлення та захист лабораторних робіт		<b>18</b>
	9x2	18
МСО5. Індивідуальні домашні завдання		<b>20</b>
	10x2	20
<b>4 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Інтерактивне тестування за темами лекцій		<b>4</b>

		4
МСО2. Письмові контрольні роботи		<b>16</b>
	2x8	16
МСО3. Усні опитування на заняттях		<b>8</b>
	4x2	8
МСО4. Оформлення та захист лабораторних робіт		<b>24</b>
	12x2	24
МСО5. Індивідуальні домашні завдання		<b>8</b>
	4x2	8
МСО6. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

<b>3 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Інтерактивне тестування за темами лекцій		<b>32</b>
	8x4	32
МСО2. Письмові контрольні роботи		<b>39</b>
	3x13	39
МСО4. Оформлення та захист лабораторних робіт		<b>9</b>
	9x1	9
МСО5. Індивідуальні домашні завдання		<b>20</b>
	10x2	20
<b>4 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Інтерактивне тестування за темами лекцій		<b>12</b>
	2x6	12
МСО2. Письмові контрольні роботи		<b>20</b>
	2x10	20
МСО4. Оформлення та захист лабораторних робіт		<b>12</b>
	12x1	12
МСО5. Індивідуальні домашні завдання		<b>16</b>
	4x4	16
МСО6. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>
		40

залік, екзамен

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

## 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартошки тощо)
ЗН2	Лабораторне обладнання (хімічне, фізичне, медичне, матеріали та препарати тощо)
ЗН3	Хімічні реактиви
ЗН4	Прилади (вимірювальні, мобільні міні-лабораторії тощо)

## 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Фізична та колоїдна хімія: навч. посіб. / С. О. Самойленко, Н. О. Отрошко, О.Ф. Аксьонова, В. О. Добровольська. - Х. : Світ Книг, 2018. - 340 с
2	Фізична хімія. Навчальний посібник / В. А. Волошинець, О. В. Решетняк. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 172 с.
3	Фізична та колоїдна хімія: Фізико-хімія дисперсних систем та полімерів / В. А. Волошинець. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 200 с.
4	Короткова І.В., Маренич М.М. Фізична і колоїдна хімія: Лабораторний практикум. – Полтава, 2018. – 224 с.
5	Фізична хімія: теорія і задачі: Навч. посібник. 3-тє вид. перер. і допов. / Л.Б. Цветкова. - Каравела, 2020. - 416 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Madan R.L. Physical Chemistry. – McGraw-Hill Education, 2015. — 1309 p.
2	Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. / А.І. Костржицький, О.Ю. Калінков, В.М. Тіщенко, О.М. Берегова. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с.
3	Фізична і колоїдна хімія : навч. посібник / М.В. Яцков, Н.М. Буденкова, О.І. Мисіна. – Рівне : НУВГП, 2016. – 164 с.
4	Колоїдна хімія. Практикум : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Староста, О. М. Янчук. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2014. – 360 с.
5	Ковальчук Є. П., Решетняк О. В. Фізична хімія: Підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800 с.
6	Фізична та колоїдна хімія : підручник для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Гомонай. - Вид 3-тє. - Вінниця, Нова Книга 2014. - 496 с.
7	Колоїдна хімія: теорія і задачі / Л.Б. Цветкова. – Магнолія, 2019. - 292 с.
8	Фізична та колоїдна хімія. Лабораторний практикум: Навч. посіб. для студ. вищ. фармац. навч. закладів / В.І. Кабачний, В.П. Колеснік, Л.Д. Грицан та ін.; За ред. В.І. Кабачного. – Х.: Вид-во НФаУ: Золоті сторінки, 2004. – 200 с.
9	Лебідь В.І. Фізична хімія. – Харків: Фоліо, 2005. – 478 с.
10	Фізична та колоїдна хімія : базовий підруч. для студ. вищ. фармац. навч. закл. / В.І. Кабачний, Л.Д. Грицан, Т.О. Томаровська та ін. ; за заг. ред. В.І. Кабачного. - 2-ге вид., перероб. та доп. - Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2015. - 432 с.