



Кінетика і термодинаміка в хімічних технологіях органічних речовин

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології синтезу та фізико-хімічні властивості органічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна, цикл професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів, 36 год лекцій, 18 год практичних робіт, 18 год лабораторних робіт, 78 СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на 1 тиждні (1 пара на тиждень), практичне заняття 1 година на 1 тиждень (1 пара на 2 тиждні), лабораторне заняття 1 година на 1 тиждень (1 пара на 2 тиждні) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.х.н., доцент Левандовський Ігор Анатолійович, lia@xtf.kpi.ua</i> Практичні заняття: <i>к.х.н., доцент Левандовський Ігор Анатолійович, lia@xtf.kpi.ua, к.т.н., ст.викладач Примиська Світлана Олексіївна, prymyska@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&create&filter=&sd=10166

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення законів і закономірностей перебігу органічних реакцій є необхідним для глибокого розуміння суті процесів, умілого керування органічними реакціями в технологічних процесах тонкого органічного синтезу та для оптимізації уже існуючих процесів. Вивчення законів і основних закономірностей перебігу органічних реакцій. Особлива увага відведена вивченню механізмів складних органічних реакцій, впливу температури та каталізаторів на їх перебіг.

Предмет дисципліни: *Закони та закономірності органічних реакцій, які використовуються у хіміко-технологічних процесах та методи вибору оптимальних умов перебігу таких реакцій.*

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- (ФК1) Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв;
- (ФК2) Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів;
- (ФК3) Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв;
- (ФК6). Здатність моделювання маршрутів та технологічних режимів, методів визначення кінетичних рівнянь та обробки експериментальних даних для розрахунків оптимальних значень технологічних режимів хімічних процесів виробництва органічних речовин, косметичних продуктів, харчових добавок

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- (ПР 1) Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій;
- (ПР3) Організовувати свою роботу і роботу колективу в умовах промислового виробництва, проєктних підрозділів, науково-дослідних лабораторій, визначати цілі і ефективні способи їх досягнення, мотивувати і навчати персонал;
- (ПР4) Оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв;
- (ПР 6) Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
- (ПР8) Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнання, сучасного програмного забезпечення в галузі технологій та вивчення фізико-хімічних властивостей органічних матеріалів;
- (ПР 10) Знання методів визначення кінетичних рівнянь на основі експериментальних даних для планування технологічних процесів, практичне застосування законів хімічної термодинаміки та законів хімічної кінетики для виробництв органічних матеріалів;
- (ПР11) Знання реакцій і комбінацій реагентів, які використовуються при побудові складних органічних систем, косметичних продуктів, харчових добавок.

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

Міждисциплінарні зв'язки: Матеріал кредитного модуля може бути використаний при вивченні дисциплін вибіркового циклу, «Інноваційні хімічні технології органічних матеріалів. Частина 2. Отримання та дослідження властивостей органічних матеріалів» та при проходженні практики. Він є завершальним у циклі професійної і практичної підготовки та буде використаний при роботі над магістерською дисертацією.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих.

Хімічна кінетика, пряма та зворотна задача хімічної кінетики. Основні поняття та формули. Експериментальні методи отримання кінетичних кривих. Кінетика простих

хімічних реакцій. Методи визначення порядків хімічних реакцій. Кінетика складних хімічних реакцій.

Тема 2. Вплив температури на швидкість хімічної реакції.

Допущення прийняті Арреніусом при виводі рівняння. Рівняння Арреніуса. Види Арреніусовських графіків. Від'ємний температурний коефіцієнт рівняння Арреніуса.

Тема 3. Теорії газозфазних реакцій.

Теорія активних зіткнень. Теорія активованого комплексу. Кінетичний ізотопний ефект. Термодинамічні (активаційні) параметри АК. Порівняння рівняння Арреніуса, ТАЗ і ТАК.

Тема 4. Реакції в розчинах.

Особливості протікання реакцій в розчинах, порівняно з газовою фазою. Клітинний ефект Франка-Рабиновича. ТАЗ в розчинах, рівняння Мелвіна-Фьюза. Класифікація хімічних реакцій за Перріном. (Швидкі, нормальні та повільні). Рівняння Бренстеда — Бьеррума. Вплив іонної сили розчину на швидкість реакції. Сольові ефекти. Первинний та вторинний сольові ефекти. Рівняння взаємодії між двома іонами. Теорія Дебая-Хюкеля. Рівняння Кірквуда (взаємодія диполь-диполь). Рівняння взаємодії між іоном і нейтральною молекулою. Види кореляційних рівнянь з використанням діелектричної сталості.

Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю

Принцип лінійності вільних енергій (ПЛВЕ).

Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. рівняння Тафта. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ПЛВЕ. методологія QSAR/QSPR/QSRR.

Тема 6. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції.

Гомогенний, гетерогенний та ферментативний каталіз.

Навчальні матеріали та ресурси

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

Базова:

1. «Кінетика і термодинаміка процесів основного органічного і нафтохімічного синтезу» Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології органічних речовин»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. А. Левандовський,. – Електронні текстові дані (1 файл: 929,91 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 73 с.

2. «Кінетика і термодинаміка процесів основного органічного і нафтохімічного синтезу» Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології органічних речовин»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. А. Левандовський,. – Електронні текстові дані (1 файл: 819,96 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 113 с.

3. «Кінетика і термодинаміка органічного синтезу» Практикум [Електронний ресурс] :

навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І.А. Левандовський, С.О. Примиська. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,424 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 151 с.

Додаткова

1. В.Л. Чумак, С.В. Іванов. Фізична хімія, Київ, книжкове видавництво Національного авіаційного університету, 2007. - 647с. Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

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

№	Дата	Опис заняття
1	За розкладом	Вступна лекція. Ознайомлення зі структурою курсу та РСО. Хімічна кінетика, пряма та зворотна задача хімічної кінетики. Тема 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Основні поняття та формули. Хімічні методи аналізу. Переваги та недоліки. Фізичні методи аналізу. Переваги та недоліки. Повільні та швидкі хімічні реакції. Застосування методів аналізу в випадку повільних реакцій. Застосування методів аналізу в випадку швидких реакцій. Апаратура для проведення таких досліджень. Експериментальні методи отримання кінетичних кривих.
2	За розкладом	Продовження теми 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Кінетика реакцій першого та нульового порядку. Кінетика реакції другого порядку. Кінетика реакції третього порядку. Інваріант 1-го роду. Інваріант 2-го роду. Кінетика простих хімічних реакцій.
3	За розкладом	Продовження теми 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Методи визначення порядків хімічних реакцій. Точність необхідна для визначення порядку реакції. Порівняння методів надлишкових концентрацій та стехіометричної суміші. Інтегральні та диференційні методи визначення порядку реакцій
4	За розкладом	Продовження теми 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Кінетика складних хімічних реакцій (паралельні та послідовні реакції). Кінетика двох паралельних реакції першого порядку. Кінетика двох паралельних реакції першого порядку зі спільним продуктом. Кінетика двох послідовних реакцій першого порядку. Метод квазістаціонарних концентрацій (принцип Боденштейна).

5	За розкладом	Продовження теми 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Кінетика зворотної реакції першого порядку. Кінетика зворотної реакції другого порядку. Кінетика змішаної зворотної реакції першого та другого порядків. Кінетика двох послідовних реакцій першого порядку зі зворотною першою стадією. Тип 1. $k_+ + k_- \ll k_2$, Тип 2. $k_+ + k_- \gg k_2$. Тип 3. $k_+ \approx k_- \approx k_2$. Кінетика складних хімічних реакцій (двох послідовних реакцій першого порядку зі зворотною першою стадією).
6	За розкладом	Тема 2. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Допущення прийняті Арреніусом при виводі рівняння. Рівняння Арреніуса. Види Арреніусовських графіків. Від'ємний температурний коефіцієнт рівняння Арреніуса.
7	За розкладом	Тема 3. Теорії газозфазних реакцій. Теорія активних зіткнень (ТАЗ). Теорія активних зіткнень. Співвідношення енергій активації в рівняннях Арреніуса та ТАЗ. Стеричний коефіцієнт в ТАЗ. Чинники від яких він залежить.
8	За розкладом	Продовження теми 3. Теорії газозфазних реакцій. Теорія активованого комплексу (ТАК). Адіабатичне наближення. Теорема Борна – Опенгеймера. Теорія Франка – Кондона. Наближення, що використовуються в ТАК. Вивід рівняння Ейрінга. Трансмісійний коефіцієнт. Неадіабатичні реакції. Параметр Мессі.
9	За розкладом	Продовження теми 3. Тунельний ефект. Кінетичний ізотопний ефект (КІЕ). Експериментальні методи визначення тунельного ефекту. Кінетичне рівняння константи швидкості з врахуванням тунельного ефекту. Області низькотемпературного межі в реакціях з тунельним ефектом. Фактори, які впливають на відхилення від рівняння тунельного ефекту. Відхилення від Арреніусовських графіків при тунельному ефекті. Ефективна енергія активації при тунельному ефекті. Величини, які впливають на значення КІЕ. Первинний та вторинний КІЕ. Використання КІЕ при дослідженні явищ тунельного ефекту. Обмеження в використанні ізотопів ^{11}B, ^{13}C, ^{14}C, ^{18}O та ^{34}S в КІЕ.
10	За розкладом	Продовження теми 3: Термодинамічні (активаційні) параметри АК. Термодинамічну форма рівняння Ейрінга. Фізичний сенс ентальпії активації, ентропії активації, об'єму активації. Порівняння рівняння Арреніуса, ТАЗ і ТАК. Ізокінетична температура.
11	За розкладом	Продовження теми 4: Реакції в розчинах. Особливості протікання реакцій в розчинах. Клітинний ефект Франка-Рабиновича. ТАЗ в розчинах, рівняння Мелвіна-Фьюза.

		Класифікація хімічних реакцій за Перріном. (Швидкі, нормальні та повільні).
12	За розкладом	Продовження теми 4: Реакції в розчинах. Рівняння Бренстеда — Бьеррума. Вплив іонної сили розчину на швидкість реакції. Сольові ефекти. Первинний та вторинний сольові ефекти. Рівняння взаємодії між двома іонами. Теорія Дебая-Хюкеля. Рівняння Кірквуда (взаємодія диполь-диполь). Рівняння взаємодії між іоном і нейтральною молекулою. Види кореляційних рівнянь з використанням діелектричної сталої.
13	За розкладом	Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю. Принцип лінійності вільних енергій, рівняння Гамета, Тафта,
14	За розкладом	Продовження теми 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю. Методологія QSAR/QSPR/QSRR.
15	За розкладом	Тема 6. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції. Гомогенний каталіз.
16	За розкладом	Продовження теми 6. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції. Гетерогенний каталіз.
17	За розкладом	Продовження теми 6. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції. Ферментативний каталіз.
18	За розкладом	Заклучна лекція. Ознайомлення з умовами проведення іспиту.

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Механізми реакцій синтезу». Матеріал практичних занять спрямований на одержання досвіду вирішення проблем хімічної технології тонкого органічного синтезу шляхом розв'язання наближених до реальних технологічних ситуацій задач.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	1	Тема 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Основні поняття хімічної кінетики.
3	1	Тема 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих. Розрахунок кінетичних констант односторонніх реакцій різних порядків за експериментальними даними в закритих системах.
5	1	Тема 1. Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих.

		<i>Методи визначення порядку реакцій. Кінетика складних хімічних реакцій. Принцип Боденштейна.</i>
7	2	<i>Тема 2. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Рівняння Арреніуса. Види Арреніусовських графіків. Від'ємний температурний коефіцієнт рівняння Арреніуса.</i>
9	3	<i>Тема 3. Теорії газозфазних реакцій. Теорія активних зіткнень (ТАЗ). Теорія активованого комплексу (ТАК).</i>
11	4	<i>Тема 4: Реакції в розчинах. Рівняння Бренстеда — Бьеррума. Вплив іонної сили розчину на швидкість реакції. Сольові ефекти. Первинний та вторинний сольові ефекти. Рівняння взаємодії між двома іонами. Теорія Дебая-Хюкеля. Рівняння Кірквуда (взаємодія диполь-диполь). Рівняння взаємодії між іоном і нейтральною молекулою. Види кореляційних рівнянь з використанням діелектричної сталої.</i>
13	5	<i>Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю. Рівняння Гамета, Тафта.</i>
15	6	<i>Тема 6. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції. Гомогенний, ферментативний та гетерогенний каталіз.</i>
17		<i>Модульна контрольна робота.</i>

Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Органічна хімія чистих виробництв». Матеріал лабораторних занять спрямований проведення дослідів з методів добування, хімічних та фізичних властивостей циклічних органічних сполук, за допомогою якісних реакцій вміти визначати, до якого класу сполук відноситься дана речовина, оволодінні прийомами та правилами техніки безпеки при роботі з органічними речовинами.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1,2	<i>Лабораторна робота №1. ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ШВИДКОСТІ РЕАКЦІЇ ГІДРОЛІЗУ ЕСТЕРУ,</i>	<i>Розрахунок константи швидкості і енергію активації реакції гідролізу етилацетату.</i>
3		<i>Захист роботи</i>
4,5	<i>Лабораторна робота №2. ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ШВИДКОСТІ ІНВЕРСІЇ ТРОСТИННОГО ЦУКРУ</i>	<i>Визначення константи швидкості інверсії тростинного цукру, засвоєння графічного методу визначення константи швидкості реакції першого порядку.</i>
6		<i>Захист роботи</i>
7,8	<i>Лабораторна робота №3. ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ШВИДКОСТІ РЕАКЦІЇ ДРУГОГО ПОРЯДКУ</i>	<i>Визначення константи швидкості реакції другого порядку з експериментальних даних.</i>
9		<i>Захист роботи</i>

10, 11	<i>Лабораторна робота №4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ АКТИВАЦІЇ ГОМОГЕННОЇ РЕАКЦІЇ</i>	<i>Визначення константи швидкості реакції окиснення йодистого калію (чи натрію) за трьох температур і розрахунок енергії активації з графічної залежності.</i>
12		<i>Захист роботи</i>
13, 14	<i>Лабораторна робота №5. ВИВЧЕННЯ ПЕРВИННОГО ТА ВТОРИННОГО СОЛЬОВОГО ЕФЕКТУ</i>	<i>Вивчення первинного сольового ефекту на прикладі збільшення каталітичної дії кислоти при додаванні нейтральної солі, яка не має спільного аніона з кислотою. Вивчення вторинного сольового ефекту на прикладі додавання в реакційну суміш солі кислоти, яка каталізує реакцію з підвищенням концентрації солі.</i>
15		<i>Захист роботи</i>
16	<i>Лабораторна робота №6. ВИВЧЕННЯ КОЛИВАЛЬНОЇ РЕАКЦІЇ</i>	<i>Вивчення коливальної реакції.</i>
17		<i>Захист роботи</i>
18	<i>Підсумкове заняття</i>	<i>До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Студенти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.</i>

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять (виконання домашніх завдань) та Модульної контрольної роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, виконання домашніх завдань, підготовка до лабораторних робіт</i>	<i>2 години на тиждень</i>
<i>Виконання РГР</i>	<i>8 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять і виконання домашніх завдань є обов'язковим.

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

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання домашнього завдання без поважної причини штрафується 1 балом;
2. За творчий підхід до виконання домашніх завдань нараховується від 1 до 2 заохочувальних балів за кожне;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 2 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).

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.

7. 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: оцінювання домашніх завдань, активність на лекціях, практичних та лабораторних заняттях.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу у вигляді модульної контрольної роботи та курсового проекту.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- роботу на практичних заняттях і виконання домашніх завдань);
- написання модульної контрольної роботи (МКР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях:

- бездоганна робота – 2 бали;
- є дрібні недоліки у виконанні роботи – 1,5 бали;
- є недоліки у виконанні роботи – 1 балів.

Робота не виконана – 0 балів.

Якість виконання роботи:

- студент вчасно, вірно і повністю виконав всі надані завдання – **2 бали**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 1,5 бали;
- студент при виконанні завдання допустився суттєвих помилок – 1 бал.

- результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.

Ваговий бал – 12 (6*2).

2.2. Робота на лабораторних заняттях:

- бездоганна робота – 1 бали;
- є дрібні недоліки у виконанні роботи – 0,75 бали;
- є недоліки у виконанні роботи – 0,5 балів.

Робота не виконана – 0 балів.

Якість виконання роботи:

- студент вчасно, вірно і повністю виконав всі надані завдання – 1 бал;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 0,75 балів;
- студент при виконанні завдання допустився суттєвих помилок – 0,5 балів.
- результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.

Ваговий бал – 6 (6*1).

2.3. Модульний контроль.

Ваговий бал – 12 **балів**. Контрольна робота складається з 2 питань і 2 задач, кожне питання або задача оцінюється у 3 бали. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 – 12 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8 – 9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 – 7 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.4. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – 20 **балів**. РГР складається з 4 задач, кожна задача оцінюється у 5 балів.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18 – 20 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 15 – 17 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 12 – 14 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 24^1 = 12$ **балів**. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 48^2 = 24$ **балів**.

4. **Умови допуску до екзамену:** необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування обох контрольних робіт.

Якщо студент має відмінну, добру або задовільну оцінку його роботи у семестрі ($r_c > 60$ балів) або має незадовільну оцінку його роботи у семестрі, але допущений до екзамену

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

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

($50 < r_c < 60$ балів), він пише екзаменаційне завдання. Екзаменаційне завдання складається з п'яти завдань (питань і задач), кожне вагою 10 балів. Сумарний рейтинг за курс виставляється за формулою:

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

Де r_e – сума балів, отриманих за екзаменаційну роботу, R – підсумкова оцінка за курс.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

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

Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання питань:

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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри органічної хімії та технології органічних виробництв, доц., к.х.н. Левандовський І.А., ст. викладачем, к.т.н. Примиською С.О.

Ухвалено кафедрою органічної хімії та технології органічних виробництв (протокол № 13 від 08.06.2023)

Погоджено Методичною комісією ХТФ¹ (протокол № 9 від 25.05.2023.)