



Механізми реакцій синтезу

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), практичне заняття 2 години на 2 тижні (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, myk.ponomaryov@gmail.com¹</i> Практичні заняття: <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, myk.ponomaryov@gmail.com²</i>
Розміщення курсу	<i>платформа дистанційного навчання Сікорський (MOODLE); доступ за запрошенням викладача https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2493</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення механізмів органічних синтетичних реакцій відкриває шлях до глибокого розуміння суті технологічних процесів і умілого керування органічними реакціями в технологічних процесах тонкого органічного синтезу та до оптимізації уже існуючих процесів. Вивчення механізмів органічних реакцій передбачене на сучасному рівні з використанням відкриттів останніх років. Особлива увага відведена ролі середовища у перебігу реакцій та каталітичній дії добавок (солей, основ, кислот та ін.).

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

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

Предмет освітньої компоненти: *Механізми синтетичних органічних реакцій та методи їх вивчення.*

Метою освітньої компоненти є формування у студентів здатностей:

- визначати тип механізму реакції за наявною інформацією та визначати, яку інформацію необхідно додатково мати для такого визначення;
- мінімізувати вплив побічних реакцій на основний процес;
- забезпечувати при необхідності потрібну стереоселективність реакцій синтезу.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРО3 - Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості

ПРО7 - Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв

знання:

- основних закономірностей перебігу хімічних процесів, типів інтермедіатів, класифікацій механізмів реакцій – K09, K17, K18
- факторів, що впливають на хід процесу для розглянутих механізмів реакцій – K17, K18.

уміння:

- визначати тип механізму реакції за наявною інформацією та визначати, яку інформацію необхідно додатково мати для такого визначення – K09, K18
- вибирати оптимальні умови проведення процесу синтезу для конкретних реакцій і речовин – K17, K18.

досвід:

- отримання інформації про механізм реакції – K09
- оптимізації технології синтезу органічних речовин шляхом варіації технологічних параметрів процесу – K17, K18.

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

Пререквізити дисципліни:

Загальна і неорганічна хімія	Знання про будову атома і хімічний зв'язок, про властивості неорганічних речовин, особливо сполук органогенних елементів.
Органічна хімія	Знання про реакційну здатність та хімічні властивості основних класів органічних сполук, елементарні знання про взаємний вплив атомів і груп в органічних молекулах, про електронні і стеричні ефекти, механізми реакцій.
Фізична хімія	Знання про термодинамічні та кінетичні закономірності хімічних реакцій, про гомогенний та гетерогенний каталіз та про роль сольватації у перебігу хімічних процесів. Уміння встановлювати вірогідний механізм

	<i>реакції за кінетичним рівнянням реакції,</i>
<i>Динамічна та статична стереохімія</i>	<i>Знання основних понять статичної стереохімії, стереохімії хімічних перетворень у окремих типах реакцій, ролі просторових забруднень у спрямуванні реакційних потоків. Уміння визначати просторові конфігурації молекул та можливість утворення певних типів хіральності у молекулах і напрямків її зміни.</i>
<i>Фізика</i>	<i>Базові знання з молекулярної фізики і термодинаміки, оптики, атомної фізики (особливо будови атомів і молекул та методів її дослідження).</i>
<i>Постреквізити дисципліни:</i>	
<i>Курсове і дипломне проектування</i>	<i>Знання механізмів реакцій є необхідною ланкою для визначення технологічних параметрів процесів: температура синтезу, порядок змішування і додавання реагентів, відношення концентрацій реагентів, інтенсивність перемішування та ін.</i>

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Загальні положення про механізми органічних реакцій.

Механізми реакцій та методи їх встановлення. Основні типи механізмів органічних реакцій. Основи термодинаміки та кінетики органічної реакції. Термодинамічний та кінетичний контроль реакції. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Постулат Хемонда, принцип Кертіна - Гаммета. Кінетичні ізотопні ефекти. Теорія ЖМКО. Рівняння Клопмана - Салема.

Тема 2. Реакції нуклеофільного заміщення.

Основні типи реакцій нуклеофільного заміщення. Експериментальні докази реалізації механізму S_N2 . Іонізаційний механізм нуклеофільного заміщення S_N1 . Схема Вінстейна та її експериментальні докази. Природа сольватаційних ефектів у механізмах нуклеофільного заміщення. Нуклеофільне заміщення за схемою S_Ni . Схеми механізмів ароматичного нуклеофільного заміщення. Ариновий механізм. Комплекси Мейзенгеймера. Особливості ароматичного нуклеофільного заміщення в гетероциклічних системах.

Скелетні перегрупування карбокатионів. Перегрупування Вагнера-Меєрвейна, дієнон-фенольне перегрупування. Перегрупування Баєра-Вілігера. Анхімерне сприяння реакції нуклеофільного заміщення. Некласичні карбокатиони. Сприяння сусідніх груп. Перегрупування Фаворського.

Тема 3. Реакції елімінування.

Реакція елімінування. Схеми механізмів, стереохімія. Орієнтація $C=C$ зв'язку. Правила Зайцева, Гофмана, Бредта. Фактори, що впливають на відносний вихід продуктів елімінування та заміщення.

Реакції фрагментації. Основні типи механізмів.

Реакції термічного (піролітичного) елімінування. Схеми механізмів. Реакція Чугаєва, Коупа та її стереохімія.

Скелетні перегрупування карбенів та їх гетероаналогів. Перегрупування Вольфа, синтез Арндта-Ейстера. Перегрупування Гофмана, Курціуса, Лоссеня, Шмідта. Перегрупування Бекмана.

Тема 4. Реакції приєднання.

Механізми нуклеофільного приєднання до алкінів. Реакції нуклеофільного приєднання до карбонільної групи. Загальна схема механізму. Загальний та специфічний кислотний каталіз. Приєднання синильної кислоти, азотистих основ. Альдольна конденсація. Схеми механізму при каталізі основою та кислотою. Аелювання за Робінсоном. Конденсації Перкіна, Дарзана, Дікмана. Бензоїнова конденсація. Реакції карбонільних сполук з криптоосновами. Реакції Меєрвейна-Пондорфа-Верлея. Окиснення за Опенауером. Реакції електрофільного приєднання до кратних С-С зв'язків. Схема механізму та стереохімія реакції. Циклічний іон бромонію та експериментальні докази його існування. Реакція галолактонізації. Реакція Симонса-Сміта, гідроксимеркування. Епоксидування алкенів надкислотами. Реакція Маніха.

Тема 5. Реакції ароматичного заміщення.

Ароматичність. Концепції ароматичності. Аннулени. Ароматичність у заряджених циклах. Гомоароматичність. Схема механізму ароматичного електрофільного заміщення. Приклади. Особливості ароматичного електрофільного заміщення в гетероциклічних системах.

Тема 6. Вільні радикали та їх реакції.

Реакції з участю вільних радикалів. Джерела радикалів та їхня стабільність. Структура та просторова будова радикальних інтермедіатів. Заряджені радикальні частинки. Кінетичні особливості ланцюгових реакцій.

Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування, окиснення, заміщення за участю арильних радикалів.

Реакції вільно-радикального приєднання. Внутрішньомолекулярні вільнорадикальні реакції. Реакція Гофмана-Лефлера. Перегрупування та фрагментація вільних радикалів.

Тема 7. Синхронні процеси.

Перициклічні реакції. Аналіз реакцій з точки зору орбітальної симетрії. Правила збереження орбітальної симетрії Вудворда-Гофмана. Ароматичний перехідний стан Д'юара-Цимермана.

Сигматропні реакції. Супра- та антараповерхневі міграції атома водню. [2,3]-Сигматропні перегрупування. [3,3]-Сигматропні перегрупування. Перегрупування Коупа та Кляйзена.

Реакції циклоприєднання. Стереохімія. [2+2] Циклоприєднання. Реакція Дільса-Альдера. Стереохімія [4+2] циклоприєднання. Роль каталізаторів.

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.

Базова:

- 1. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах. К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. – 303 с.*

2. Isaacs N.S. *Physical organic chemistry*. Harlow: Longman scientific & technical, 1992. – 828 p.
Додаткова

1. Maskill H. *The physical basis of organic chemistry*. Oxford – New York: Oxford university press, 1993.- 490 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

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

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень	Тема 1. Загальні положення про механізми органічних реакцій. Механізми реакцій та методи їх встановлення. Основні типи механізмів органічних реакцій. Основи термодинаміки та кінетики органічної реакції. Термодинамічний та кінетичний контроль реакції. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Постулат Хемонда, принцип Кертіна - Гаммета.
2	2 тиждень	Продовження теми 1: Кінетичні ізотопні ефекти. Природа інтермедіатів в органічних реакціях.
3	3 тиждень	Продовження теми 1: Теорія ЖМКО. Рівняння Клоппмана - Салема.
4	4 тиждень	Тема 2. Реакції нуклеофільного заміщення. Основні типи реакцій нуклеофільного заміщення. Експериментальні докази реалізації механізму S_N2 .
5	5 тиждень	Продовження теми 2: Іонізаційний механізм нуклеофільного заміщення S_N1 . Схема Вінстейна та її експериментальні докази. Природа сольватаційних ефектів у механізмах нуклеофільного заміщення.
6	6 тиждень	Продовження теми 2: Природа сольових ефектів у мономолекулярних механізмах нуклеофільного заміщення та елімінування.
7	7 тиждень	Продовження теми 2: Нуклеофільне заміщення за схемою S_Ni . Схеми механізмів ароматичного нуклеофільного заміщення. Ариновий механізм. Комплекси Мейзенгеймера. Особливості ароматичного нуклеофільного заміщення в гетероциклічних системах.
8	8 тиждень	Продовження теми 2: Скелетні перегрупування карбокатіонів. Анхімерне сприяння реакції нуклеофільного заміщення. Некласичні карбокатіони. Сприяння сусідніх груп. Перегрупування Фаворського. Перегрупування Баєра-Вілігера.
9	9 тиждень	Продовження теми 2: Перегрупування Вагнера-Меєрвейна, дієнон-фенольне перегрупування. Скелетні перегрупування карбенів та їх

		гетероаналогів. Перегрупування Вольфа, синтез Арндта-Ейстера. Перегрупування Гофмана, Курціуса, Лоссеня, Шмідта. Перегрупування Бекмана.
10	10 тиждень	Тема 3. Реакції елімінування. Реакція елімінування. Схеми механізмів, стереохімія. Орієнтація C=C зв'язку. Правила Зайцева, Гофмана, Бредта. Фактори, що впливають на відносний вихід продуктів елімінування та заміщення.
11	11 тиждень	Продовження теми 3: Реакції фрагментації. Основні типи механізмів. Реакції термічного (піролітичного) елімінування. Схеми механізмів. Реакція Чугаєва, Коупа та її стереохімія.
12	12 тиждень	Тема 4. Реакції приєднання. Механізми нуклеофільного приєднання до алкінів. Реакції нуклеофільного приєднання до карбонільної групи. Загальна схема механізму. Загальний та специфічний кислотний каталіз. Приєднання синильної кислоти, азотистих основ. Альдольна конденсація. Схеми механізму при каталізі основою та кислотою. Аелювання за Робінсоном. Конденсації Перкіна, Дарзана, Дікмана. Бензоїнова конденсація. Реакції карбонільних сполук з криптоосновами. Реакції Меєрвейна-Пондорфа-Верлея. Окиснення за Опенауером.
13	13 тиждень	Продовження теми 4: Реакції електрофільного приєднання до кратних C-C зв'язків. Схема механізму та стереохімія реакції. Циклічний іон бромонію та експериментальні докази його існування. Реакція галолактонізації. Реакція Симонса-Сміта, гідроксимеркурування. Епоксидування алкенів надкислотами. Реакція Маніха.
14	14 тиждень	Тема 5. Реакції ароматичного заміщення. Ароматичність. Концепції ароматичності. Аннулені. Ароматичність у заряджених циклах. Гомоароматичність. Схема механізму ароматичного електрофільного заміщення. Приклади. Особливості ароматичного електрофільного заміщення в гетероциклічних системах.
15	15 тиждень	Тема 6. Вільні радикали та їх реакції. Реакції з участю вільних радикалів. Джерела радикалів та їхня стабільність. Структура та просторова будова радикальних інтермедіатів. Заряджені радикальні частинки. Кінетичні особливості ланцюгових реакцій.
16	16 тиждень	Продовження теми 6: Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування, окиснення, заміщення за участю арильних радикалів. Реакції вільно-радикального приєднання. Внутрішньомолекулярні вільнорадикальні реакції. Реакція Гофмана-Лефлера. Перегрупування та фрагментація вільних радикалів.

17	17 тиждень	Тема 7. Синхронні процеси. Перициклічні реакції. Аналіз реакцій з точки зору орбітальної симетрії. Правила збереження орбітальної симетрії Вудворда-Гофмана. Ароматичний перехідний стан Д'юара-Цимермана.
18	18 тиждень	Продовження теми 7: Сигматропні реакції. Супра- та антараповерхневі міграції атома водню. [2,3]-Сигматропні перегрупування. [3,3]-Сигматропні перегрупування. Перегрупування Коупа та Кляйзена. Реакції циклоприєднання. Стереохімія. [2+2] Циклоприєднання. Реакція Дільса-Альдера. Стереохімія [4+2] циклоприєднання. Роль каталізаторів.

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «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 або 2	1	Загальні положення про механізми органічних реакцій. Механізми реакцій та методи їх встановлення. Основні типи механізмів органічних реакцій. Основи термодинаміки та кінетики органічної реакції. Термодинамічний та кінетичний контроль реакції. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Постулат Хемонда, принцип Кертіна - Гаммета. Кінетичні ізотопні ефекти. Теорія ЖМКО. Рівняння Клопмана - Салема.
3 або 4	2	Основні типи реакцій нуклеофільного заміщення. Експериментальні докази реалізації механізму S_N2 . Іонізаційний механізм нуклеофільного заміщення S_N1 . Схема Вінстейна та її експериментальні докази. Природа сольватаційних ефектів у механізмах нуклеофільного заміщення. Нуклеофільне заміщення за схемою S_Ni . Схеми механізмів ароматичного нуклеофільного заміщення. Ариновий механізм. Комплекси Мейзенгеймера. Особливості ароматичного нуклеофільного заміщення в гетероциклічних системах.
5 або 6	3	Реакція елімінування. Схеми механізмів, стереохімія. Орієнтація C=C зв'язку. Правила Зайцева, Гофмана, Бредта. Фактори, що впливають на відносний вихід продуктів елімінування та заміщення. Реакції фрагментації. Реакції термічного елімінування. Реакція Чугаєва, Коупа та її стереохімія. Скелетні перегрупування карбенів та їх гетероаналогів. Перегрупування Вольфа, синтез Арндта-Ейстерта. Перегрупування Гофмана, Курціуса, Лоссеня, Шмідта. Перегрупування Бекмана.
7 або 8		Контрольна робота з тем 1, 2 і 3
9 або 10	4,5	Реакції приєднання. Механізми нуклеофільного приєднання до алкінів. Реакції нуклеофільного приєднання до карбонільної групи. Загальна схема механізму. Загальний та

		специфічний кислотний каталіз. Приєднання синильної кислоти, азотистих основ. Альдольна конденсація. Конденсації Перкіна, Дарзана, Дікмана. Бензоїнова конденсація. Реакції карбонільних сполук з криптоосновами. Реакції Меєрвейна-Пондорфа-Верлея. Окиснення за Опенауером. Реакції електрофільного приєднання до кратних С-С зв'язків. Схема механізму та стереохімія реакції. Циклічний іон бромонію та експериментальні докази його існування. Реакція Реакція Симонса-Сміта. Епоксидування алкенів надкислотами. Реакція Маніха. Реакції електрофільного заміщення. Ароматичність. Аннулени. Ароматичність у заряджених циклах. Схема механізму ароматичного електрофільного заміщення. Приклади. Особливості ароматичного електрофільного заміщення в гетероциклічних системах.
11 або 12		Захист ДКР
13 або 14	6,7	Вільні радикали та їх реакції. Джерела радикалів та їхня стабільність. Структура та просторова будова радикальних інтермедіатів. Кінетичні особливості ланцюгових реакцій. Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування, окиснення, заміщення за участю арильних радикалів. Реакції вільно-радикального приєднання. Внутрішньомолекулярні вільнорадикальні реакції. Реакція Гофмана-Лефлера. Перегрупування та фрагментація вільних радикалів. Синхронні процеси. Періциклічні реакції. Аналіз реакцій з точки зору орбітальної симетрії. Правила збереження орбітальної симетрії Вудворда-Гофмана. Сигматропні реакції. Супра- та антараповерхневі міграції атома водню. Перегрупування Коупа та Кляйзена. Реакції циклоприєднання. Стереохімія. [2+2] Циклоприєднання. Реакція Дільса-Альдера. Стереохімія [4+2] циклоприєднання. Роль каталізаторів.
15 або 16		Контрольна робота з тем 4-7
17 або 18		Залік

Домашня контрольна робота

Виконання Домашньої контрольної роботи має на меті застосування теоретичних знань, та умінь, отриманих на лекціях, практичних заняттях і в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Механізми реакцій синтезу». Виконання Домашньої контрольної роботи спрямоване на одержання досвіду оформлення механістичних висновків по конкретному процесу у оптимальні технологічні рішення: виходячи з механізмів основної і побічних реакцій, оптимізувати перебіг основної реакції і/або мінімізувати перебіг побічних реакцій шляхом вибору технологічного оформлення процесу (тип апарата, мішалки, наявність точок контролю і регулювання) і технологічних параметрів (відношення завантажень реагентів, порядок змішування, температура процесу, тиски (або концентрації) реагентів, розчинник, добавки і каталізатори і т. п.).

6. Самостійна робота студента

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

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, виконання домашніх завдань	1,5 години на тиждень, всього 27 годин
Виконання Домашньої контрольної роботи	15 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	12 годин
Підготовка до заліку	12 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

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

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

Правила захисту Домашньої контрольної роботи (ДКР):

1. До захисту допускаються студенти, які грамотно виконали всі вимоги щодо кожного з розділів ДКР.
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захисті викладач задає 1-2 питання щодо роботи, при очному захисті студент відповідає одразу, при дистанційному – студенту дається час (до 0,5 год) на письмову відповідь. За результатами роботи і захисту виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні виконання і захист роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання домашнього завдання без поважної причини штрафується 1 балом;
2. Несвоєчасний захист Домашньої контрольної роботи (ДКР) без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За кожний тиждень запізнення з поданням Домашньої контрольної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 3 балів).
4. За творчий підхід до виконання домашніх завдань та Домашньої контрольної роботи (ДКР) нараховується від 1 до 2 заохочувальних балів за кожну;
5. 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.

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: оцінювання домашніх завдань, активність на лекціях і практичних заняттях, захист ДКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу у вигляді Модульної контрольної роботи.
3. Семестровий контроль: письмовий залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- роботу на практичних заняттях і виконання домашніх завдань (7 тем, 5 занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання і захист Домашньої контрольної роботи (ДКР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях і виконання домашніх завдань:

Ваговий бал – **15 балів** – 5 завдань по 3 бали

- бездоганна робота – 3 бали;
- є дрібні недоліки у виконанні роботи – 2-2,5 бали;
- є недоліки у виконанні роботи – 1,5 бали.

Робота не виконана – 0 балів.

Якість виконання роботи:

- студент вчасно, вірно і повністю виконав всі надані завдання – **3 бали**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 2,5 бали;
- студент при виконанні завдання допустив ряд суттєвих неточностей – 2 бали;
- студент при виконанні завдання допустився суттєвих помилок – 1,5 бали.
- результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.

2.2. Модульний контроль. (2 контрольні роботи по 30 балів кожна)

Ваговий бал – **60 балів**. Контрольна робота складається з 2 питань і 1 задачі, кожне питання або задача оцінюється у 10 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 27 – 30 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 23 – 26 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 18 – 22 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Домашня контрольна робота.

Ваговий бал – **25 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 23 – 25 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 18 – 22 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 15 – 17 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 36^1 = 18$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 72^2 = 36$ балів та виконана і надіслана Домашня контрольна робота.

4. **Умови допуску до заліку:** необхідною умовою допуску до заліку є зарахування домашньої контрольної роботи та обох контрольних робіт.

Якщо студент отримав позитивну оцінку семестрового рейтингу і вона його влаштовує, то вона стає оцінкою рейтингу кредитного модуля: $r_c = R$.

Сума стартових балів переводиться до залікової оцінки у відповідності до таблиці:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

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

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

Де r_z – сума балів, отриманих на заліковій роботі, R – підсумкова оцінка за курс.

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

Кожне питання оцінюється у 10 балів.

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

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

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.

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри фізичної хімії

к.х.н. доц. Пономарьовим М.Є.

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

Погоджено Методичною комісією ХТФ (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)

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