



# Фізична органічна хімія

## 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>Для освітньої програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень, 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, <a href="mailto:myk.ponomaryov@gmail.com">myk.ponomaryov@gmail.com</a><sup>1</sup></i> Практичні заняття: <i>к.х.н., доцент Пономарьов Микола Євгенович, <a href="mailto:myk.ponomaryov@gmail.com">myk.ponomaryov@gmail.com</a><sup>2</sup></i>
Розміщення курсу	<i>платформа дистанційного навчання Сікорський (MOODLE); доступ за запрошенням викладача <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2328">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2328</a></i>

### 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 закономірностей перебігу 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.) і використанню досягнень фотохімії та механохімії.*

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 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:

- розуміти фізичні закономірності органічних реакцій, які використовують у хіміко-технологічних процесах та обирати оптимальні умови проведення таких реакцій;
- досліджувати, науково обґрунтовувати і створювати оптимальні режими і процеси для виробництва сучасних косметичних продуктів і харчових добавок.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- основних закономірностей перебігу хімічних процесів, типів інтермедіатів, основних класифікацій механізмів органічних реакцій;
- факторів, що впливають на напрямок процесу для кожного з розглянутих механізмів реакцій та забезпечують потрібну селективність процесу;

**уміння:**

- 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.

**досвід:**

- отримання інформації про механізм реакції з експериментальних даних та з літературних джерел;
- використання інформації про деталі механізмів основної та побічних реакцій для вибору оптимальних умов проведення технологічного процесу (температура, тиск, розчинник, концентрації реагентів).

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

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння 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 реакції за кінетичним рівнянням реакції.
Механізми реакцій синтезу	Знання про типи механізмів органічних реакцій, методи встановлення механізмів реакцій, кінетичні та стереохімічні риси механізмів органічних реакцій, уміння використовувати знання про механізми реакцій для покращення технологій тонкого органічного синтезу.

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: «Токсикологічна хімія», «Інноваційні технології виробництва косметичних засобів та харчових добавок», «Косметична хімія і фармакогнозія» та у виконанні магістерських дисертацій.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Тема 1. Хімічний зв'язок.

Теорія молекулярних орбіталей (МО). Енергії зв'язків, довжини зв'язків, кратність зв'язку, полярність зв'язків. Ефективний заряд. Іонні зв'язки, електростатичні взаємодії. Міжмолекулярні сили: сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Поверхні потенціальної енергії.

#### Тема 2. Основи термодинаміки та кінетики органічних реакцій.

##### Термодинаміка органічних реакцій.

Ентальпії утворення органічних сполук. Термохімічна інформація щодо стійкості сполук та конформацій. Роль ентропії в органічних реакціях. Фактори, що вносять вклад у зміну ентропії в реакціях. Енергія Гіббса та хімічна рівновага. Умови термодинамічного контролю складу продуктів реакції.

##### Кінетика органічних реакцій

Формальна кінетика. Кінетичні підстави для визначення механізму процесу. Кінетичні ізотопні ефекти. Активаційні параметри реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Величини енергій активації для різних типів реакцій. Постулат Хеммонда.

Рівняння Ейрінга – Поляні. Теорія перехідного стану. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Поверхні потенціальної енергії. Принцип найменших змін. Принцип мікроскопічної зворотності. Реактивність та селективність. Використання величин ентальпії та ентропії активації для верифікації механізму реакції. Активаційний об'єм. Використання даних про термодинамічний та кінетичний контроль реакції для оптимізації умов процесу та виходу цільових продуктів.

#### Тема 3. Кислоти і основи.

Роль кислотності і основності у перебігу органічних реакцій. Електрофільність та нуклеофільність реагентів.

Теорії кислотності-основності Арреніуса, Брьонстеда, Льюїса. Електрофільність та нуклеофільність реагентів. Кількісні показники кислотності та основності, електрофільності та нуклеофільності, їхнє використання для передбачення реактивності і напрямку перебігу процесів. Принцип ЖМКО. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ Пірсона (ЖМКО). Зарядовий та орбітальний контроль реакцій. Рівняння Клопмана – Салема.

#### Тема 4. Каталіз в органічних реакціях

##### Кисотно-основний каталіз

Специфічний і загальний каталіз. Нуклеофільний та електрофільний каталіз. Каталітична роль розчинників. Приклади каталітичних реакцій.

##### Каталіз добавками солей.

Сольові ефекти в органічних реакціях. Класифікація сольових ефектів. Роль добавок солей у процесах епімеризації та ізомеризації, вплив на розподіл продуктів. Зміна механізму реакції під дією солі. Кількісна оцінка ефективності дії солей. Рівняння Вінстейна. Моделювання сольових ефектів.

#### *Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю*

##### *Принцип лінійності вільних енергій (ЛВЕ).*

*Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ЛВЕ.*

#### *Тема 6. Сольватаційні ефекти.*

##### *Вплив природи розчинника на перебіг реакцій різних типів.*

*Специфічна та неспецифічна сольватація. Чутливість реакційної здатності до впливу природи розчинника для різних типів реакцій. Кількісна оцінка впливу природи розчинника загалом та окремих його властивостей на реакційну здатність. Рівняння Грюнвальда - Вінстейна, Коппеля – Пальма, Камлета – Тафта. Кореляції реакційної здатності з сольватохромними параметрами Дімрота – Райхардта  $E_T$  та Косовера  $Z$ . Міжсубстратні кореляції.*

#### *Тема 7. Стеричні і конформаційні ефекти в органічних реакціях*

##### *Види стеричних перешкод і напружень та їхній вплив на перебіг реакцій.*

*Ван-дер-Ваальсівські радіуси атомів. Класифікація напружень у циклах. Конформації і конформаційні бар'єри. Термодинаміка процесів циклізації: роль ентропії та ентальпії.*

#### *Тема 8. Органічна фотохімія*

*Збуджені стани. Спінова множинність: синглетні та триплетні стани. Сенсibilізація і гасіння збудження. Приклади фотохімічних реакцій. Фотохімічні перциклічні процеси. Вільнорадикальні процеси. Реакційна здатність радикалів та її кількісна оцінка.*

### **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. Гаммет Л. Основы физической органической химии. М.: Мир, 1972. - 534 с.*
- 2. Днепроvский А.С., Темникова Т.И. Теоретические основы органической химии. - Ленинград: Химия, 1979. - 520 с.*
- 3. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир, 1973.- 1054 с.*

#### **Додаткова**

- 1. Пальм В. А. Введение в теоретическую органическую химию. М.: Высшая школа, 1974. - 446 с.*
- 2. Райхардт К. Растворители и эффекты среды в органической химии М.: Мир, 1991. – 763 с.*
- 3. Лупи А., Чубар Б. Солевые эффекты в органической и металлоорганической химии. М.: Мир, 1991. - 376 с.*
- 4. Isaacs N.S. Physical organic chemistry. Harlow: Longman scientific & technical, 1992. – 828 p.*
- 5. Maskill H. The physical basis of organic chemistry. Oxford – New York: Oxford university press, 1993.- 490 p.*
- 6. В.А. Пальм. Основы количественной теории органических реакций. Ленинград: Химия, 1977. - 360 с.*

5. 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, 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	2 лютого 2022 р.	Тема 1. Хімічний зв'язок. Теорія молекулярних орбіталей (МО). Енергії зв'язків, довжини зв'язків, кратність зв'язку, полярність зв'язків. Ефективний заряд.
2	9 лютого 2022 р.	Продовження теми 1: Іонні зв'язки, електростатичні взаємодії. Міжмолекулярні сили: сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Поверхні потенціальної енергії.
3	16 лютого 2022 р.	Тема 2. Основи термодинаміки та кінетики органічних реакцій. Термодинаміка органічних реакцій. Ентальпії утворення органічних сполук. Термохімічна інформація щодо стійкості сполук та конформацій.
4	23 лютого 2022 р.	Продовження теми 2: Роль ентропії в органічних реакціях. Фактори, що вносять вклад у зміну ентропії в реакціях. Енергія Гіббса та хімічна рівновага. Умови термодинамічного контролю складу продуктів реакції.
5	2 березня 2022 р.	Продовження теми 2: Кінетика органічних реакцій Формальна кінетика. Кінетичні підстави для визначення механізму процесу. Кінетичні ізотопні ефекти.
6	9 березня 2022 р.	Продовження теми 2: Активаційні параметри реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Величини енергій активації для різних типів реакцій. Постулат Хеммонда. Рівняння Ейрінга – Поляні. Теорія перехідного стану. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Поверхні потенціальної енергії.
7	16 березня 2022 р.	Продовження теми 2: Принцип найменших змін. Принцип мікроскопічної зворотності. Реактивність та селективність. Використання величин ентальпії та ентропії активації для верифікації механізму реакції. Активаційний об'єм. Використання даних про термодинамічний та кінетичний контроль реакції для оптимізації умов процесу та виходу цільових продуктів.
8	23 березня 2022 р.	Тема 3. Кислоти і основи. Роль кислотності і основності у перебігу органічних реакцій. Теорії кислотності-основності Арреніуса, Брьонстеда, Льюїса
9	30 березня 2022 р.	Продовження теми 3: Електрофільність та нуклеофільність реагентів. Кількісні показники кислотності та основності,

		<i>електрофільності та нуклеофільності, їхнє використання для передбачення реактивності і напрямку перебігу процесів.</i>
10	6 квітня 2022 р.	<i>Продовження теми 3: Принцип ЖМКО. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ Пірсона (ЖМКО). Зарядовий та орбітальний контроль реакцій. Рівняння Клопмана – Салема.</i>
11	13 квітня 2022 р.	<i>Тема 4. Каталіз в органічних реакціях Кислотно-основний каталіз. Специфічний і загальний каталіз. Нуклеофільний та електрофільний каталіз. Каталітична роль розчинників. Приклади каталітичних реакцій..</i>
12	20 квітня 2022 р.	<i>Продовження теми 4: Каталіз добавками солей. Сольові ефекти в органічних реакціях. Класифікація сольових ефектів. Роль добавок солей у процесах епімеризації та ізомеризації, вплив на розподіл продуктів. : Зміна механізму реакції під дією солі. Кількісна оцінка ефективності дії солей. Рівняння Вінстейна. Моделювання сольових ефектів.</i>
13	27 квітня 2022 р.	<i>Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю Принцип лінійності вільних енергій (ЛВЕ). Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ЛВЕ.</i>
14	4 травня 2022 р.	<i>Тема 6. Сольватаційні ефекти. Вплив природи розчинника на перебіг реакцій різних типів. Специфічна та неспецифічна сольватація. Чутливість реакційної здатності до впливу природи розчинника для різних типів реакцій</i>
15	11 травня 2022 р.	<i>Продовження теми 6: Кількісна оцінка впливу природи розчинника загалом та окремих його властивостей на реакційну здатність. Рівняння Грюнвальда - Вінстейна, Коппеля – Пальма, Камлета – Тафта.</i>
16	18 травня 2022 р.	<i>Продовження теми 6: Кореляції реакційної здатності з сольватохромними параметрами Діброта – Райхардта <math>E_T</math> та Косовера Z. Міжсубстратні кореляції.</i>
17	25 травня 2022 р.	<i>Тема 7. Стеричні і конформаційні ефекти в органічних реакціях Види стеричних перешкод і напружень та їхній вплив на перебіг реакцій. Ван-дер-Ваальсівські радіуси атомів. Класифікація напружень у циклах. Конформації і конформаційні бар'єри. Термодинаміка процесів циклізації: роль ентропії та ентальпії.</i>
18	1 червня 2022 р.	<i>Тема 8. Органічна фотохімія Збуджені стани. Спінова множинність: синглетні та триплетні стани. Сенсibiliзація і гасіння збудження. Приклади фотохімічних реакцій. Фотохімічні перциклічні процеси. Вільнорадикальні процеси. Реакційна здатність радикалів та її кількісна оцінка.</i>

## 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	<p>Тема 1. Хімічний зв'язок.</p> <p>Теорія молекулярних орбіталей (МО). Енергії зв'язків, довжини зв'язків, кратність зв'язку, полярність зв'язків. Ефективний заряд. Іонні зв'язки, електростатичні взаємодії. Міжмолекулярні сили: сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Поверхні потенціальної енергії.</p>
3	2	<p>Тема 2. Основи термодинаміки та кінетики органічних реакцій.</p> <p>Термодинаміка органічних реакцій.</p> <p>Термохімічна інформація щодо стійкості сполук та конформацій. Роль ентропії в органічних реакціях. Фактори, що вносять вклад у зміну ентропії в реакціях. Енергія Гіббса та хімічна рівновага. Умови термодинамічного контролю складу продуктів реакції.</p> <p>Кінетика органічних реакцій</p> <p>Формальна кінетика. Кінетичні підстави для визначення механізму процесу. Кінетичні ізотопні ефекти. Активаційні параметри реакції.</p> <p>Рівняння Ейрінга – Поляні. Реактивність та селективність. Використання величин ентальпії та ентропії активації для верифікації механізму реакції. Використання даних про термодинамічний та кінетичний контроль реакції для оптимізації умов процесу та виходу цільових продуктів.</p>
5	3	<p>Тема 3. Кислоти і основи.</p> <p>Роль кислотності і основності у перебігу органічних реакцій. Електрофільність та нуклеофільність реагентів.</p> <p>Теорії кислотності-основності Арреніуса, Брьонстеда, Льюїса. Кількісні показники кислотності та основності, електрофільності та нуклеофільності, їхнє використання для передбачення реактивності і напрямку перебігу процесів. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ Пірсона (ЖМКО). Зарядовий та орбітальний контроль реакцій. Рівняння Клопмана – Салема.</p>
7		Модульна контрольна робота з тем 1, 2 і 3
9	4	<p>Тема 4. Каталіз в органічних реакціях</p> <p>Кисотно-основний каталіз. Специфічний і загальний каталіз.</p> <p>Нуклеофільний та електрофільний каталіз. Каталітична роль розчинників.</p> <p>Каталіз добавками солей. Сольові ефекти в органічних реакціях.</p> <p>Класифікація сольових ефектів. Роль добавок солей у процесах епімеризації та ізомеризації, вплив на розподіл продуктів. Зміна механізму реакції під дією солі. Кількісна оцінка ефективності дії солей. Рівняння Вінстейна.</p>

11	5,6	<p><i>Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю</i>  <i>Принцип лінійності вільних енергій (ЛВЕ). Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ЛВЕ.</i></p> <p><i>Тема 6. Сольватаційні ефекти.</i>  <i>Вплив природи розчинника на перебіг реакцій різних типів.</i>  <i>Специфічна та неспецифічна сольватація. Чутливість реакційної здатності до впливу природи розчинника для різних типів реакцій. Кількісна оцінка впливу природи розчинника загалом та окремих його властивостей на реакційну здатність. Рівняння Грюнвальда - Вінстейна, Коппеля – Пальма, Камлета – Тафта. Кореляції реакційної здатності з сольватохромними параметрами Дімрота – Райхардта <math>E_T</math> та Косовера <math>Z</math>. Міжсубстратні кореляції.</i></p>
13	7,8	<p><i>Тема 7. Стеричні і конформаційні ефекти в органічних реакціях</i>  <i>Види стеричних перешкод і напружень та їхній вплив на перебіг реакцій. Класифікація напружень у циклах. Конформації і конформаційні бар'єри. Термодинаміка процесів циклізації: роль ентропії та ентальпії.</i></p> <p><i>Тема 8. Органічна фотохімія</i>  <i>Збуджені стани. Спінова множинність: синглетні та триплетні стани. Сенсibilізація і гасіння збудження. Приклади фотохімічних реакцій. Вільнорадикальні процеси. Реакційна здатність радикалів та її кількісна оцінка.</i></p>
15		<i>Модульна контрольна робота з тем 4-8</i>
17		<i>Залік</i>

## 6. 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</i>	<i>2 години на тиждень</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>16 години</i>
<i>Підготовка до заліку</i>	<i>14 годин</i>

## Політика та контроль

### 7. 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.

## **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.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу 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).

## **2. Критерії нарахування балів:**

### **2.1. Робота на практичних заняттях і виконання домашніх завдань:**

- бездоганна робота – 4 бали;
- є дрібні недоліки у виконанні роботи – 3,5 бали;
- є недоліки у виконанні роботи – 3 бали.

Робота не виконана – 0 балів.

### **Якість виконання роботи:**

- студент вчасно, вірно і повністю виконав всі надані завдання – 4 бали;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 3,5 бали;
- студент при виконанні завдання допустився суттєвих помилок – 2,5 - 3 бали.
- результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.

## 2.2. Модульний контроль. (2 контрольні роботи по 40 балів кожна)

Ваговий бал – **20 балів**. Контрольна робота складається з 2 питань і 2 задач, кожне питання або задача оцінюється у 10 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 36 – 40 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 30 – 35 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 24 – 29 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  $0,5 \cdot 48^1 = 24$  балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 96^2 = 48$  балів.

4. **Умови допуску до заліку:** необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування 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, 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:

<sup>1</sup> Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

<sup>2</sup> Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

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.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом кафедри фізичної хімії

к.х.н. доц. Пономарьовим М.Є.

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2021 р.)

**Ухвалено** кафедрою фізичної хімії (протокол № 13 від 30.06.2021 р.)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Силабус спочатку погоджується метод. Комісією, а потім Ухвалюється кафедрою.