|  |
| --- |
| Кафедра органічної хімії і технології органічних речовин |
| **Органічні інтермедіати**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** |

# Реквізити навчальноїдисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| **Рівень вищої**  **освіти** | ***Другий (магістерський)*** |
| **Галузь знань** | 16 Хімічна інженерія та біоінженерія |
| **Спеціальність** | 161 Хімічні технології та інженерія |
| **Освітня програма** | **Хімічні технології та інженерія** |
| **Статус освітньої компоненти** | *Вибіркова* |
| **Форма**  **навчання** | *Очна (денна)* |
| **Рік підготовки, семестр** | *1 курс, семестр 2* |
| **Обсяг освітньої компоненти** | 4 кредити /120 годин (лекційні заняття – 18 годин, практичні заняття – 36 годин, СРС – 66 годин) |
| **Семестровий контроль/ контрольні заходи** | *Залік, МКР, ДКР* |
| **Розклад**  **занять** | Лекція 2 години раз на 2 тижня (1 пара), практичні заняття 2 години раз на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua |
| **Мова**  **викладання** | *Українська* |
| **Інформація про**  **керівника курсу / викладачів** | Лектор: Проф. каф. ОХ та ТОР, доктор хімічних наук, професор, Фокін Андрій Артурович, [aaf@xtf.kpi.ua](mailto:aaf@xtf.kpi.ua)  Практичні / Семінарські: доц. K.Д. Бутова |
| **Розміщення курсу** | https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&create&filter=&sd=10166&cm=2 |

**Програма навчальноїдисципліни**

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

Дисципліна **«Органічні інтермедіати**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки спеціалістів за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія за денною формою навчання. Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки за вибором студента.

**Предмет освітньої компоненти**: Освітня компонента слугує для формування у студентів професійних уявлень про різноманітність органічних інтермедіатів. Розробка сучасних технологій потребує знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення для урахування органічних інтермедіатів при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії.

**Мета освітньої компоненти** – отримати знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в галузі технологій органічних продуктів з урахуванням участі органічних інтермедіатів. Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій. Здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію з урахуванням участі органічних інтермедіатів.

**Вивчення освітнього компоненту посилює наступні спеціальні** **(фахові) компетентності:** (ФК 01) Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв; (ФК 02) Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів; (ФК 07) Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в області хімічних технологій та інженерії.

**Вивчення освітнього компоненту посилює наступні програмні результати навчання**: Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію (ПРН 02). Здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію (ПРН 07). Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії (ПРН 12).

# Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньоюпрограмою)

Пререквізити: знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія». Набуті знання та вміння можуть знадобитися для вирішення проблем в сфері хімічних технологій та розробки технологічних показників одержання та практичного застосування нових речовин та функціональних матеріалів у технологіях органічних матеріалів.

# Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Класифікация реакційних інтермедіатів в органічній хімії.

Основні класи інтермедіатів - карбокатіони, радикали, карбаніони, карбени. Інші – катион-радикали, аніон-радикали, нітрени. Основні класи органічниї реакцій де інтермедіати утворюються чи фіксуються.

Тема 2. Карбокатіони, будова та природа стабілізації.

Класифікація карбокатіонів, електронні та стерічні ефекти, гіперконюгація, метоніевий карбокатіон, приклади стабільних карбокатіонів, проблема норборнільного катіона, ароматичні карбокатиони.

Тема 3. Методи генерації карбокатіонів.

Генерація в газовій та конденсованих фазах, суперкислоти, протонювання олефінів, інші.

Тема 4. Методи дослідження карбокатіонів.

ЯМР-спектроскопія, рентгеноструктурний аналіз, солі карбокатіонів. Тема 5. Карбокатіони як інтермедіати в органічних реакціях.

Класичні дослідження нуклеофільного заміщення, роботи Брауна та Уинстейна,сольволіз та гетероліз, реакції елімінування.

Тема 6. Радикали, будова та природа стабілізації.Класифікація радикалів, електронні та стерічні ефекти, гіперконюгація, приклади стабільних радикалів.

Тема 7. Методи генерації радикалів.

Гомоліз, перенос атома водню, активація алканів, ароматичні радикали через приєднання.

Тема 8. Методі дослідження радикалів.

Спеціальна техника ЯМР, електронний спіновий резонінс. Тема 9. Карбаніони, будова та природа стабілізації.

Класифікація карбаніонів, електронні та стерічні ефекти, гіперконюгація, приклади стабільних карбаніонів, ароматичні карбаніони.

Тема 10. Методи генерації карбаніонів.

Депротонювання, СН кислотність, металорганічні сполуки, будова та реактивність. Тема 11. Методі дослідження карбаніонів.

Особливості фізичних властивостей карбаніонів, стабілізовані та нестабілізовані карбаніони.

Тема 12. Карбени, будова та природа стабілізації.

Триплетні та синглетні стани, орбітальна картина, класичні розрахункові роботи, нітрені, квартетній вуглець.

Тема 13. Методи генерації карбенів.

Межфазно-каталітичній, фотоліз азотвмісних сполук, термоліз, інші. Тема 14. Реакційна здатність карбенів.

Заміщення та приєднання, орбітальні картини, димерізация. Тема 15. Інші види реакційних інтермедіатів, катион-радикали. Катион-радикали, будова, природа стабілізації, стійкість.

Тема 16. Інші види реакційних інтермедіатів, аніон-радикали.

Аніон-радикали, будова, природа стабілізації, стійкість.

17. Підведення ітогів.

# Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри органічної хімії та технології органічних речовин. 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:** В бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри органічної хімії та технології органічних речовин.

1. Reactive Intermediate Chemistry, Editor(s):Robert A. Moss, Matthew S. Platz, Maitland Jones Jr ISBN:9780471233244 |John Wiley & Sons,Inc.
2. Reactive Intermediates in Organic Chemistry, Maya Shankar Singh, ISBN 978-3-527- 33594-7, Wiley-VCH, 2014,Weinheim.

**Додаткова:**

Надаются розділи классичних монографій, сучасні спеціалізовані монографії, огляди з peer- review журналів (Chem. Rev., Acc. Chem. Res., Chem. Soc. Rev. та ін.), орігінальні статті з peer-review журналів.

# Навчальний контент

* 1. **Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**Лекційні заняття**

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами індівідуальних завдань та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читані лекцій при змішаному навчанні застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій якій передається слухачам через чат. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. Кожен студент отримує індивідуальне завдання у вигляді орігінальної статті по темі лекції.

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | ***Опис заняття*** |
| 1.1 | Вступ. Класифікация реакційних інтермедіатів в органічній хімії.  Основні питання: Класифікация реакційних інтермедіатів,  карбокатіони, радикали, карбоаніони, карбени |
| 1.2 | Карбокатіони, будова та природа стабілізації.  Основні питання: будова карбокатіонів, кон'югація, гіперкон'югація |
| 2.1 | Методи генерації карбокатіонів.  Основні питання: сольволіз, гетроліз, надкислотні умови |
| 2.2 | Карбокатіони як інтермедіати в органічних реакціях.  Основні питання: різні типи іонних пар, електрофільні реакції ненасичених субстратів |
| 3.1 | Методи дослідження карбокатіонів.  Основні питання: ЯМР, ІЧ спектроскопія, рентгенівські дослідження |
| 3.2 | Радикали, будова та природа стабілізації  Основні питання: будова радикалів, кон'югація, гіперкон'югація, спінова делоклізація |
| 4.1 | Методи генерації радикалів.  Основні питання: фотоліз, термоліз, відведення водню |
| 4.2 | Методі дослідження радикалів.  Основні питання: парамагнітний резонанс, спектроскопія ENDOR |
| 5.1 | Карбаніони, будова та природа стабілізації  Основні питання: будова, кон'югація, гіперкон'югація, негативна гіперкон'югація |
| 5.2 | Методи генерації карбаніонів.  Основні питання: депротонування в газовій фазі та розчині, реакція з металами |
| 6.1 | Методі дослідження карбаніонів.  Основні питання: ЯМР, ІЧ спектроскопія, рентгенівські дослідження |
| 6.2 | Карбени, будова та природа стабілізації.  Основні питання: електронна структура трилету та синглету кварбенів |
| 7.1 | Методи генерації карбенів.  Основні питання: альфа-елімінування, міжфазовий каталіз |
| 7.2 | Реакційна здатність карбенів.  Основні питання: додавання до ненасичених систем, вбудовування в зв'язки СН |
| 8.2 | Катион-радикали  Основні питання: будова, природа стабілізації, стійкість. |
| 8.2 | Аніон-радикали  Основні питання: будова, природа стабілізації, стійкість. |
| 9.1 | Інші види реакційниї інтермедіатів.  Основні питання: Нітрени, бирадикали, дикатіони |
| 9.2 | Підведення ітогів. |

# Практичні заняття

Практичні роботи мають на меті навчити студентів самостійно оцінювати роль реакційних інтермедіатів у конкретних хімічних перетвореннях через вірішення задач. Практичних заняттях студенти оволодіють уміннями використовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань у галузі хімічної технології

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Заняття** | **Тема** | **Опис запланованої роботи** |
| 1 | Розвязування задач. Тема 1 Карбокатіони | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням карбокатіонів |
| 2 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 3 | Розвязування задач. Тема 1 Карбокатіони | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням карбокатіонів |
| 4 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 5 | Розвязування задач, Тема 2 радикали. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням радикалів |
| 6 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 7 | Розвязування задач, Тема 2 радикали. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням радикалів |
| 8 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 9 | Розвязування задач. Тема 3 Карбаніони. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням карбаніонів |
| 10 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 11 | Розвязування задач. Тема 3 Карбаніони. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням карбаніонів |
| 12 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 13 | Розвязування задач. Тема 4 Карбени. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням радикалів |
| 14 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 15 | Розвязування задач. Тема 4 Карбени. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням радикалів |
| 16 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |
| 17 | Розвязування задач. Тема 5 інші проміжні продукти. | Мета: вирішення практичних проблем органічного синтезу, пов'язаних з проміжним утворенням радикалів |
| 18 | Аналіз виконання індівідуальних завдань. | Мета: залучення студентів до практичної дискусії на задану тему |

# Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, освоєння теоретичного матеріалу винесеного на самостійне самоопрацювання, виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до написаннямодульної контрольної роботи. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

|  |  |
| --- | --- |
| Вид СРС | Кількість годин на підготовку |
| Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу | 46 годин |
| Підготовка до МКР | 4 години |
| Виконання ДКР | 10 годин |
| Підготовка до заліку | 6 годин |
| Всього | 66 годин |

# Політика та контроль

* 1. **Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Всі вимоги не суперечать законодавству України і відповідають нормативним документам Університету. У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання. На початку кожної лекції лектор може проводити опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою

визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою, підвищення зацікавленості та залучення слухачів до розв’язання прикладів.

Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

Несвоєчасне виконання практичного завдання без поважної причини штрафується 1 балом;

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.

* 1. **Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)** Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на практичниї заняттях,МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимогсилабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий залік.

# Рейтингова система оцінювання результатів навчання

* 1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:
  + Виконання індівідуальних завдань (7 тем занять);
  + написання модульної контрольної роботи (МКР);
  + написання домашньої контрольної роботи (ДКР);

# Критерії нарахування балів:

* + - **2.1. Практична робота:**
    - Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів на усіх роботах дорівнює 15 балів.

# Критерії оцінювання:

* + - 3 бали: Гарна робота, правильно оформлена та безпомилкове вирішення усіх завдань під час захисту роботи при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знаньз органічної хімії при вирішенні контрольнихзавдань;
    - 2 бали: Незначні помилки при виконанні або неправильно оформлена відповідьта вирішення усіх завдань під час захисту роботи з незначними, непринциповими помилками; наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичніпитання;
    - 1 бал: Незначні помилки або неправильно оформлений протокол та під час захисту роботи вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок увідповідях
    - 0 балів: Робота не виконана або незахищена;

# Модульна контрольна робота

* + - Кількість завдань цього виду –1.
    - Модульна контрольна робота оцінюється в 25 балів.

# Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:

22-25 балів: «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації); 19-21 балів: «дуже добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

16-18 балів: «добре» – неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки);

14-15 балів: «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0-13 балів: «незадовільно» – незадовільна відповідь

# Домашня контрольна робота

* + - Кількість завдань цього виду –1.
    - Домашня контрольна робота оцінюється в 20 балів.

# Критерії оцінювання домашньої контрольної роботи:

18-20 балів: «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації); 15-17 балів: «дуже добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

13-14 балів: «добре» – неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки);

12 балів: «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0-11 балів: «незадовільно» – незадовільна відповідь

# Штрафні та заохочувальні бали

* + - За несвоєчасну здачу завдання (без поважної причини) знімається - 2 бали (тобто, при несвоєчасному написанні максимальна оцінка -3 бали).
    - Заохочувальні бали додаються:
    - За активну роботу на лекції нараховується до 1 заохочувального балу (але не більше 5 балів на семестр).
    - за якість виконання індівідуальних завдань – 3 бали.
    - Студенти отримують позитивні атестації у семестрі, якщо поточна сума набраних балів відповідає 0,5 і більше від максимально можливої кількості балів на момент проведення атестації.

# Залік

На заліку студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить одне теоретичне запитання (завдання) і одне практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне питання оцінюється у 20 балів.

Система оцінювання теоретичного питання:

18-20 балів: «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації); 15-17 балів: «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

12-14 балів: «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0-11 балів: «незадовільно» – неповна відповідь.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

RС = rмкр + rдкр + rіз = 25+ 20+15 = 60 балів

Умовою допуску до заліку є зарахування ДКР, написання МКР та кількість рейтингових балів не менше 36.

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 |

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

* Вимоги до оформлення домашньої контрольної роботи, перелік запитань до МКР, ДКР та заліку наведені у Google Classroom «Органічні інтермедіати» (платформа Sikorsky-distance).

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань до МКР та екзамену наведені у Електронному кампусі.

У випадку проходження дистанційних чи онлайн курсі за темою освітньої компоненти зараховуються сертифікати, отримані у неформальній освіті. Відповідність сертифікату програмі ОК визначає лектор. Загальна кількість перезарахованих годин не має перевищувати 25%.ю Зарахування окремих результатів, отриманих в межах неформальної освіти, здійснюється згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті https://osvita.kpi.ua/node/179

Силабус освітньої компоненти:

**Складено:** проф. каф. ОХ та ТОР, доктор хімічних наук, професор, Фокін Андрій Артурович

**Ухвалено**: кафедрою органічної хімії та технології органічних виробництв (протокол № 14 від 23.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)