



Металорганічна хімія

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології органічних речовин
Статус дисципліни	<i>Вибіркова (Ф-каталог)</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 7 семестр</i>
Обсяг дисципліни	4 кредити: лекції – 36 год., лабораторні заняття – 36 год., СРС – 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, РГР</i>
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри ОХ і ТОР, Кушко Андрій Олегович, kushko@xtf.kpi.ua , andrey_kushko@ukr.net , a.kushko@enamine.net , Практичні: кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри ОХ і ТОР, Кушко Андрій Олегович, kushko@xtf.kpi.ua , andrey_kushko@ukr.net , a.kushko@enamine.net ,
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Mzg1NDc0MjQxNDcy

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Металорганічна хімія» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія спеціалізації Хімічні технології органічних речовин, за денною формою навчання. Навчальна дисципліна належить до циклу вибірових дисциплін професійної та практичної підготовки.

Предметом навчальної дисципліни є знайомство з сучасними методами синтезу та селективної функціоналізації органічних сполук за допомогою елемент (метал) органічних реагентів та каталізаторів

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

– здатність використовувати теоретичні знання й практичні навички природничо-наукових та професійно орієнтованих навчальних дисциплін для оволодіння основами організації та методології наукових досліджень хіміко-технологічних систем (КСП – 4);

– здатність використовувати професійно профільовані знання й практичні навички в галузі основ хімічної технології органічних сполук для оцінювання техніко-економічних показників хімічних та хіміко-технологічних процесів (КСП -5);

– здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі природничо-наукових дисциплін для теоретичного освоєння професійних дисциплін і вирішення практичних завдань з хімічної технології органічних речовин (КСП -10).

– Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- сучасних уявлень стосовно кола існуючих елементарноорганічних реагентів та каталізаторів, які містять елементи різних підгруп Періодичної системи Д.І. Менделєєва;
- основних факторів, які забезпечують стабільність та реакційну здатність елементарноорганічних сполук різних класів та можливі шляхи їх використання в сучасному органічному синтезі;
- сучасних уявлень стосовно механізмів реакцій за участю елементарноорганічних реагентів та каталізаторів, формування каталітичних циклів та найбільш важливих інтермедіатів елементарноорганічних реакцій.

уміння:

- Використовуючи наукові знання синтезу органічних речовин, в умовах лабораторії або виробництва, для визначення даних до технічного завдання вміти сформулювати мету виконання дослідження (створення нового об'єкту, напрямком вдосконалення існуючого, визначення або прогнозування ключових параметрів і властивостей системи та ін.);
- Використовуючи наукові положення хімічних і інженерно-хімічних наук, інформатики, математики, методи досліджень процесів органічного синтезу, комп'ютерного моделювання, в умовах лабораторії або виробництва, розробити програму виконання досліджень технологічного об'єкта (сформулювати адекватну фізичну модель, розробити схему компоновки експериментального обладнання та приладів, визначити групу інформаційних параметрів, способи і послідовність їх визначення та аналізу) з метою одержання даних для складання ТЕО;

досвід:

- планувати вибір можливих оптимальних шляхів проведення синтезу складних органічних сполук, вибір елементарноорганічних реагентів, каталізаторів, розчинників, фізико-хімічних умов реакцій, тощо;
- адекватно інтерпретувати результати експериментальних досліджень, пов'язаних з розробкою нових методів органічного синтезу з використанням елементарноорганічних реагентів та каталізаторів.

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

Міждисциплінарні зв'язки: матеріал кредитного модуля базується на дисциплінах «Органічна хімія», «Фізична хімія», «Стереохімія органічних сполук». Результати навчання будуть використані при написанні дипломної роботи бакалавра.

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль «Металорганічна хімія» складається з 36 годин лекцій, та 36 годин лабораторних занять. Головним завданням курсу є набуття студентами навичок практичного використання знань стосовно хімічних властивостей елементарноорганічних

сполук та каталізаторів для їх подальшого використання при плануванні складних органічних синтезів, аналізі та прогнозуванні можливих шляхів перетворень багатофункціональних сполук. Курс розрахований на систематизацію та подальший розвиток знань, які були отримані за попередні роки навчання в галузі неорганічної, органічної та фізичної хімії, стереохімії органічних сполук. Цей курс складається з чотирьох розділів:

- 1) Типи елементорганічних сполук, їх загальні методи синтезу та реакційна здатність.
- 2) Елементорганічні сполуки металів главних підгруп (літій, натрій, магній, цинк, мідь). Загальні методи синтезу, хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі.
- 3) Елементорганічні сполуки неметалів (бор, кремній). Загальні методи синтезу, хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі.
- 4) Елементорганічні сполуки перехідних металів. Реагенти та каталізатори. Основні типи хімічних перетворень за участю металорганічних реагентів та каталізаторів. Принципи металокомплексного каталізу.

Перший розділ містить інформацію стосовно основних типів елементорганічних сполук. Наведені загальні характеристики зв'язку елемент-вуглець, принципи синтезу таких сполук, їх стабільність та реакційна здатність. У другому розділі розглянуті загальні методи синтезу елементорганічних сполук металів главних підгруп, їх хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі. Третій розділ присвячено розгляду елементорганічних сполук неметалів, серед яких найбільш цікавими є похідні бору та кремнію. Розглянуті загальні методи їх синтезу, хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі. Четвертий розділ є найбільшим у курсі та містить інформацію про елементорганічні сполуки перехідних металів. Наведені основні типи хімічних перетворень за участю металорганічних реагентів та каталізаторів. Розглянуті основні принципи металокомплексного каталізу.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри органічної 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 література:

1. Ch. Elschenbroich, A. Salzer, *Organometallics: A Concise Introduction*. WHC, **2016**.
2. J. F. Hartwig, *Organotransition Metal Chemistry: from Bonding to Catalysis*, University Science Books, N.-Y., **2010**.
3. G. O. Spessard, G. L. Miessler, *Organometallic Chemistry*, Oxford University Press, **2010**.
4. D. I. Khomsky, *Transition Metal Compounds*, Cambridge University Press, **2014**.

Додаткова:

1. K. Mishra, *Transition Metals: Characteristics, Properties and Uses*. Nova Science Publishers, N.-Y. **2012**.
2. F. Hill, *Organotransition Metal Chemistry*, The Royal Society of Chemistry, **2002**.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Кредитний модуль «Металорганічна хімія» складається з 36 годин лекцій та 36 годин лабораторних занять. Головним завданням курсу є набуття студентами навичок самостійного планування органічних синтезів складних сполук, вибір відповідних елементорганічних реагентів та каталізаторів враховуючи можливі механізми органічних перетворень та теоретичної інтерпретації експериментальних результатів. Курс розрахований на закріплення знань, які були отримані за попередні роки навчання в галузі неорганічної, органічної та фізичної хімії, механізмів органічних реакцій. У ньому узагальнюються і конкретизуються експериментальні сторони сучасного органічного синтезу.

Лекції

1. Типи елементорганічних сполук, їх загальні методи синтезу та реакційна здатність.
2. Елементорганічні сполуки металів главних підгруп (літій, натрій, магній, цинк, мідь). Загальні методи синтезу, хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі.
3. Елементорганічні сполуки неметалів (бор, кремній). Загальні методи синтезу, хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі.
4. Елементорганічні сполуки перехідних металів. Реагенти та каталізатори. Основні типи хімічних перетворень за участю металорганічних реагентів та каталізаторів. Принципи металокомплексного каталізу.

Перший розділ містить інформацію стосовно основних типів елементорганічних сполук. Наведені загальні характеристики зв'язку елемент-вуглець, принципи синтезу таких сполук, їх стабільність та реакційна здатність. У другому розділі розглянуті загальні методи синтезу елементорганічних сполук металів главних підгруп, їх хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі. Третій розділ присвячено розгляду елементорганічних сполук неметалів, серед яких найбільш цікавими є похідні бору та кремнію. Розглянуті загальні методи їх синтезу, хімічні властивості, реакційна здатність та використання в сучасному органічному синтезі. Четвертий розділ є найбільшим у курсі та містить інформацію про елементорганічні сполуки перехідних металів. Наведені основні типи хімічних перетворень за участю металорганічних реагентів та каталізаторів. Розглянуті основні принципи металокомплексного каталізу.

Лабораторна робота

Цикл лабораторних робіт призначений для практичного застосування основних методів, розглянутих в курсі.

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають у підтвердженні окремих теоретичних положень, набуття умінь роботи з обладнанням та обробки отриманих результатів.

1. Добування каркасних гідроксипохідних.
2. Синтез 3-метилдіамантан-3-олу
3. Добування каркасних тіолів.
4. Синтез 1-діамантантіолу

Розрахунково-графічна робота

Виконання Розрахунково-графічної роботи має на меті застосування теоретичних знань, та умінь, отриманих на лекціях, лабораторних заняттях і в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Органічна стереохімія» Органічна стереохімія. Розрахунково-графічна робота містить 4 завдання. Завдання до РГР наведені в методичних вказівках для розрахунково-графічних робіт. Задачі складені у 30-ти варіантах. Кожен студент виконує завдання того варіанту, який визначає йому викладач.

Модульна контрольна робота

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій, виконання лабораторних робіт та при самостійній роботі проводяться модульна контрольна робота. Запитання і завдання модульної контрольної роботи носять як теоретичний, так і практичний характер. Контрольна робота проводиться за всіма темами кредитного модуля. Приклад завдань для підготовки знаходиться у електронному кампусі.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до лабораторних робіт: повторення лекційного матеріалу, вивчення розділів курсу, які заплановані для самостійного опрацювання.</i>	<i>15 годин</i>
<i>Підготовка до МКР</i>	<i>8 годин</i>
<i>Написання РГР</i>	<i>15 годин</i>
<i>Підготовка до заліку</i>	<i>10 годин</i>
<i>Разом</i>	<i>48 годин</i>

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Всі вимоги не суперечать законодавству України і відповідають нормативним документам Університету. 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:

Несвоєчасний захист лабораторних робіт без поважної причини штрафується 1 балом;

Несвоєчасний захист Розрахунково-графічної роботи (РГР) без поважної причини штрафуються 1 балом;

За кожний тиждень запізнення з поданням Розрахунково-графічної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 3 балів).

За активну роботу на лекції нараховується до 2 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: виконання і захист лабораторних робіт, активність на лекціях, виконання і захист РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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:

- виконання і захист лабораторних робіт (8 робіт);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання і захист Розрахунково-графічної роботи (РГР).

Критерії нарахування балів:

Виконання і захист лабораторних робіт(8 робіт по 3 бали кожна) Ваговий бал – 24 бали. Оцінювання робіт проводиться за наступною шкалою: бездоганні виконання і захист роботи – 3 бали;

є дрібні недоліки при виконанні та захисті роботи – 2,4- 2,9 балів;

є суттєві недоліки у виконанні та захисті роботи – 1,6 – 2,3 бали.

Робота не виконана – 0 балів.

Модульний контроль.

Ваговий бал – 60 балів. Контрольна робота складається з 3 питань і 3 задач, кожне питання або задача оцінюється у 10 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9 – 10 балів;

достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 6 – 8 бали;

неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 – 5 балів;

незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 2-0 балів.

Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – 16 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

–відмінно виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 16 балів;

- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки 13 – 15 балів;

- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 10 – 12 балів;

- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

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 $0,5 \cdot 32 = 16$ балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 72 = 36$ балів та виконана і надіслана

Умови допуску до заліку: необхідною умовою допуску до заліку є зарахування РГР, захист всіх лабораторних робіт та написання МКР.

Якщо кількість балів, набраних студентом з дисципліни у семестрі, дорівнює або перевищує 60

% від масимальної суми, тобто дорівнює або перевищує 60 балів, то студент має можливість погодитись з сумарним рейтингом, що в такому разі складе величину його семестрового рейтингу:

$$R = rC$$

Де rC – сума балів, отриманих за семестр, R – підсумкова оцінка за курс.

Якщо студент має незадовільну оцінку його роботи у семестрі, але допущений до заліку ($50 < rC < 60$ балів), 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:

$$R = 0,5rC + 0,5rЗ$$

Де rC – сума балів, отриманих за семестр, $rЗ$ – сума балів, отриманих на заліку, 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.

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.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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 старший викладач кафедри ОХ та ТОР, кандидат хімічних наук, Кушко Андрій Олегович

Ухвалено кафедрою ОХ та ТОР (протокол № 14 від 23.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024)