

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ
КАФЕДРА ХІМІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан біологічного факультету

_____ Л.О. Омелянчик
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2023 р.

ЕЛЕМЕНТООРГАНІЧНІ СПОЛУКИ
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів

очної (денної) форми здобуття освіти

спеціальності 102 Хімія

освітньо-професійна програма Хімія

Укладач: Петруша Юлія Юріївна, к.б.н., доцент

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри хімії
Протокол №__ від “__” _____ 202_ р.
Завідувач кафедри хімії

_____ О.А. Бражко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

_____ (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
біологічного факультету
Протокол №__ від “__” _____ 202_ р.
Голова науково-методичної ради
біологічного факультету

_____ Н.М. Пригула
(підпис) (ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни очна (денна) форма здобуття освіти
Галузь знань 10 Природничі науки	Кількість кредитів – 3	Вибіркова Цикл професійної підготовки
Спеціальність 102 Хімія	Загальна кількість годин – 90	Семестр: 4-й
Спеціалізація / Предметна спеціальність -		Лекції 14 год.
Освітньо-професійна програма Хімія	Змістових модулів – 4	Лабораторні 14 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 18	Самостійна робота 62 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Елементоорганічні сполуки» є формування у студентів комплексу знань щодо класифікації, номенклатури, методів одержання та властивостей елементоорганічних сполук та набуття навичок здійснення синтезу елементоорганічних сполук, зокрема, реактивів Грін'єра.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Елементоорганічні сполуки» є засвоєння знань про класичні способи синтезу елементоорганічних сполук; їх будову, фізичні та хімічні властивості; застосування в медичній практиці; набуття вмінь та навичок роботи з елементоорганічними сполуками, їх ідентифікації та синтезу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Результати навчання	
Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії (P01)	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання

Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою (P02)	Виконання завдань лабораторних занять
Описувати хімічні дані у символічному вигляді (P03)	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин (P05)	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань (P13)	Виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі (P6)	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади (P8)	Виконання завдань лабораторних занять
Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів (P9)	Виконання завдань лабораторних занять
Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей (P14)	Виконання завдань лабораторних занять
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних (P15)	Виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність (P17)	Виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії (P20)	Виконання завдань лабораторних занять
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури (P21)	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Обговорювати проблеми хімії та її прикладних застосувань з колегами та цільовою аудиторією державною та іноземною мовами (P22)	Виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні	Виконання завдань лабораторних

технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних (P24)	занять; виконання індивідуального практичного завдання
Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності (P25)	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
Компетентності	
ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
СК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних	Тестування, контрольні роботи; виконання завдань лабораторних занять; виконання індивідуального практичного завдання
СК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження	Виконання завдань лабораторних занять
СК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.	Виконання завдань лабораторних занять
СК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання	Виконання завдань лабораторних занять
СК 10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.	Виконання індивідуального практичного завдання

Міждисциплінарні зв'язки.

Вивчення навчальної дисципліни «Елементоорганічні сполуки» ґрунтується на знаннях і вміннях студентів, що вони набули під час вивчення навчальних дисциплін «Неорганічна хімія», «Органічна хімія» та «Аналітична хімія».

Навчальна дисципліна «Елементоорганічні сполуки» забезпечує студентів знаннями і компетентностями, необхідними для вивчення навчальних дисциплін «Комплексні сполуки», «Біологічно активні речовини», «Хімія гетероциклічних сполук», «Механізми органічних реакцій».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вступ в елементоорганічну хімію.

Історія елементоорганічної хімії.

Ключові відкриття в хімії елементоорганічних сполук. Роботи Е. Франкланда, Р. Бунзена, К. Льовіґа, Ш. Фріделя, У. Поупа, В. Шленка, В. Грін'єра, П. Ерліха. Нобелівські лауреати в галузі хімії елементоорганічних сполук. Застосування елементоорганічних речовин як лікарських засобів та хімічної зброї.

Класифікація та номенклатура елементоорганічних сполук.

Класифікація елементоорганічних сполук за типом зв'язку елемент-карбон, за будовою, в залежності від природи елемента. 18 груп елементоорганічних сполук. Аспекти концепції електронегативності в елементоорганічній хімії. Реакційна здатність елементоорганічних сполук. Номенклатура елементоорганічних сполук.

Змістовий модуль 2. Методи синтезу елементоорганічних сполук.

Класифікація методів синтезу елементоорганічних сполук. Прямий синтез. Синтез зі сплавів металів. Трансметалювання. Обмін металу. Обмін метал-галоген. Переметалювання. Металювання. Меркурування. Гідрометалювання. Карбометалювання. Декарбоксілювання. Арилювання солями діазонію.

Елементоорганічні сполуки I групи.

Літійорганічні сполуки. Синтез, будова, характер зв'язку. ЯМР-спектроскопія літійорганічних сполук на ядрах ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$. Реакції літійорганічних сполук. Металювання. Карболітіювання. Реакції з хлоридами перехідних і неперехідних металів. Металоорганічні сполуки важких лужних металів. Синтез, будова, характер зв'язку. Реакційна здатність. Комплекси з ароматичними системами. Застосування.

Змістовий модуль 3. Характеристика елементоорганічних сполук II, XI – XV груп

Елементоорганічні сполуки II групи.

Берилійорганічні сполуки. Синтез, будова, характер зв'язку. Магнійорганічні сполуки. Синтез, будова, характер зв'язку. Механізм утворення магнійорганічних сполук. Реактиви Гріньяра. Будова в розчині. Реакційна здатність. Застосування. Органічні сполуки кальцію, стронцію та барію. Синтез, будова, характер зв'язку. Реакційна здатність. Застосування.

Елементоорганічні сполуки XI та XII груп.

Органічні сполуки міді, срібла та золота. Синтез, будова та властивості. Використання в органічному синтезі. Органічні сполуки цинку, кадмію та ртуті. Синтез, будова та властивості. Використання в органічному синтезі. Ртутьорганічні сполуки в живих організмах. Застосування.

Змістовий модуль 4. Елементоорганічні сполуки XIII, XIV та XV групи.

Органічні сполуки бору. Бінарні органічні борани. Органічні гідриди бору. Синтез, будова та властивості. Реакційна здатність. Борорганічні комплекси з перехідними металами. Карборани. Гетероборани. Органічні сполуки алюмінію. Синтез, будова та властивості. Реакційна здатність. Органічні сполуки галію, індію та талію. Використання в органічному синтезі.

Елементоорганічні сполуки XIV та XV груп.

Органічні сполуки кремнію. Синтез, будова та властивості. Реакційна здатність. Органічні сполуки германію. Синтез, властивості та реакційна здатність. Органічні сполуки стануму. Промислове значення органічних сполук стануму. Органічні сполуки плюмбуму. Органічні сполуки елементів 15 групи: бісмуту, стибію та арсену. Синтез, властивості та реакційна здатність.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години			Самостійна робота, год	Система накопичення балів			
		Усього годин	Лекційні заняття, год	Лабораторні заняття, год		Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
			о/д ф.	о/д ф.					о/д ф.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	15	8	4	4	16	4	4	8	
2	15	8	4	4	16	2	18	20	
3	15	6	3	3	15	4	4	8	
4	15	6	3	3	15	4	20	24	
Усього за змістові модулі	60	28	14	14	62	14	46	60	
Підсумковий семестровий контроль екзамен	30				30			40	
Загалом		90					100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		о/д.ф.
1	Історія елементоорганічної хімії.	2
1	Класифікація та номенклатура елементоорганічних сполук.	2
2	Методи синтезу елементоорганічних сполук.	2
2	Елементоорганічні сполуки I групи.	2
3	Елементоорганічні сполуки II групи.	2
3	Елементоорганічні сполуки XI та XII груп	2
4	Елементоорганічні сполуки XIII групи	1
4	Елементоорганічні сполуки XIV та XV груп	1
Разом		14

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		о/д.ф.
1	Класифікація та номенклатура елементоорганічних сполук	2
1	Органічні сполуки елементів I групи	2
2	Органічні сполуки елементів II групи	2
3	Органічні сполуки елементів XI групи	2
3	Органічні сполуки елементів XII групи	2
4	Органічні сполуки елементів XIII групи	2
4	Органічні сполуки елементів XIV групи	2

7. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Усне обговорення питань (Лабораторні заняття № 1, 2)	Питання для підготовки: 1. Поняття про елементоорганічні сполуки. 2. Місце елементоорганічної хімії серед інших наук. 3. Історія розвитку елементоорганічної хімії. 4. Прикладна елементоорганічна хімія. 5. Класифікація елементоорганічних сполук за характером зв'язку метал (неметал)-карбон. 6. Класифікація елементоорганічних сполук в залежності від природи елемента. 7. Номенклатура елементоорганічних сполук.	0-2 бали – за оформлення домашнього завдання та робота на парі	4
	Практичне завдання – лабораторна робота (Лабораторні заняття № 1, 2)	Вимоги до виконання та оформлення: лабораторна робота має бути запротокольована у лабораторному журналі та здана викладачеві до встановленого плану терміну.	0-2 бали – за оформлення, виконання лабораторної роботи, її захист.	4
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	2			8
2	Усне обговорення питань (Лабораторне заняття № 3)	Питання для підготовки: 1. Реакції приєднання. 2. Реакції обміну. 3. Реакції «проникнення» («впровадження»). 4. Реакції елімінування. 5. Літійорганічні сполуки. 6. Елементоорганічні сполуки важких лужних металів	0-2 бали – за оформлення домашнього завдання та робота на парі	2
	Тестовий контроль в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle	16 вибіркового тестових запитань з однією правильною відповіддю за темами лекційних занять «Історія елементоорганічної хімії», «Класифікація та номенклатура елементоорганічних сполук»,	Автоматичне оцінювання тестового контролю максимально в 4 бали	4

		«Методи синтезу елементоорганічних сполук», «Елементоорганічні сполуки I групи»		
	Атестаційна контрольна робота	Контрольна робота виконується студентом за індивідуальним варіантом у позанавчальний час протягом тижня. Кожна робота складається з 6-х практичних завдань по 2 бали.	Результат виконання оцінюється за такою шкалою: 12-10 балів – студент самостійно виконує не менше 90% завдань; письмова робота оформлена акуратно та у відповідності до вимог; 9-7 балів – студент самостійно виконує не менше 60% завдань; 6-4 бали – студент самостійно виконує не менше 30% завдань; 3-1 бал – студент самостійно виконує близько 10% завдань.	12
	Практичне завдання – лабораторна робота (Лабораторне заняття № 3)	Вимоги до виконання та оформлення: лабораторна робота має бути запротокольована у лабораторному журналі та здана викладачеві до встановленого планом терміну.	0-2 бали – за оформлення, виконання лабораторної роботи, її захист.	2
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	4			20
3	Усне обговорення питань (Лабораторні заняття № 4,	Питання для підготовки: 1. Синтез берилійорганічних сполук. 2. Реакція Грін'єра. 3. Хімічні властивості реактивів	0-2 бали – за оформлення домашнього завдання та робота на парі	4

	5)	Гріньяра. 4. Органічні сполуки кальцію, стронцію, барію. 5. Органічні сполуки міді та срібла. 6. Сполуки міді в органічному синтезі. 7. Сполуки срібла в органічному синтезі. 8. Органічні сполуки золота. 9. Органічні сполуки цинку. 10. Органічні сполуки кадмію. 11. Органічні сполуки ртуті.		
	Практичне завдання – лабораторна робота (Лабораторні заняття № 4, 5)	Вимоги до виконання та оформлення: лабораторна робота має бути запротокольована у лабораторному журналі та здана викладачеві до встановленого планом терміну.	0-2 бали – за оформлення, виконання лабораторної роботи, її захист.	4
Усього за ЗМЗ контр. заходів	2			8
4	Усне обговорення питань (Лабораторні заняття № 6, 7)	Питання для підготовки: 1. Органічні сполуки бору. Синтез. Реакційна здатність. 2. Органічні сполуки алюмінію. Синтез. Реакційна здатність. 3. Органічні сполуки галію, індію та талію. Реакційна здатність. 4. Кремнійорганічні сполуки. 5. Органічні сполуки германію, стануму, плюмбуму, бісмуту, стибію.	0-2 бали – за оформлення домашнього завдання та робота на парі	4
	Тестовий контроль в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle	12 вибіркового тестових запитань з однією правильною відповіддю за темами лекційних занять «Елементорганічні сполуки II групи», «Елементорганічні сполуки XI та XII груп», «Елементорганічні сполуки XIII групи», «Елементорганічні сполуки XIV та XV груп»	Автоматичне оцінювання тестового контролю максимально в 4 бали	4
	Атестаційна контрольна робота	Контрольна робота виконується студентом за індивідуальним варіантом у позанавчальний час протягом тижня. Кожна робота складається з 6-х практичних завдань.	Результат виконання оцінюється за такою шкалою: 12-10 балів – студент самостійно виконує не менше 90% завдань;	12

			письмова робота оформлена акуратно та у відповідності до вимог; 9-7 балів – студент самостійно виконує не менше 60% завдань; 6-4 бали – студент самостійно виконує не менше 30% завдань; 3-1 бал – студент самостійно виконує близько 10% завдань.	
	Практичне завдання – лабораторна робота (Лабораторні заняття № 6, 7)	Вимоги до виконання та оформлення: лабораторна робота має бути запротокольована у лабораторному журналі та здана викладачеві до встановленого планом терміну.	0-2 бали – за оформлення, виконання лабораторної роботи, її захист.	4
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	4			24
Усього за змістові модулі контр. заходів	12			60

8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5

Іспит	Екзаменаційне випробування у письмовій формі за білетами	Питання для підготовки розміщені на сторінці курсу в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle: https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=927	Іспит складається з 4-х практичних питань	20
	Підсумкове тестування в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle	20 тестових теоретичних запитань з однією правильною відповіддю та однією спробою	Автоматичне оцінювання 20 тестових запитань	5
	Дослідницьке індивідуальне завдання	Перелік тем для підготовки розміщений на сторінці курсу в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle: https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=927	Результати виконання студентом індивідуального завдання оцінюється за наступною шкалою: Вступ (1 бал): формулювання необхідності зазначених знань для професійного становлення майбутнього хіміка. Основна частина (1-12 балів): повнота розкриття питання (1-4 бали); опрацювання сучасних наукових інформаційних джерел (1-4 бали); цілісність, систематичність, логічна послідовність викладу (1-4 бали). Висновки (1 бал): уміння формулювати власне ставлення до проблеми, робити аргументовані висновки. Акуратність оформлення письмової роботи (1 бал).	15
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

8. Рекомендована література

Основна:

1. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. Москва : Бином, 2014. 747 с.

2. Лампека Р. Д., Брусиловець А. І. Основи хімії металорганічних сполук : посібник для студентів хімічних спеціальностей. Київ, 2002. 111 с.

3. Іщенко В. В., Ковтуненко В.О. Синтези на основі магній- та цинкорганічних сполук : навч. посіб. Для студентів хімічного та біологічного факультетів. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2004. 28 с.

4. Горічко М. В. Металоорганічні похідні гетероциклічних сполук : посіб. для студентів хімічного факультету. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 33 с.

Додаткова:

1. Коллмен Дж., Хигедас Л., Нортон Дж., Финке Р. Металлоорганическая химия переходных металлов. Основы и применения : В 2-х частях: Часть 2. Пер. с англ. Москва : Мир, 1989. 396 с.

2. Грин М. Металлоорганические соединения переходных элементов. Москва : Мир, 1972. 476 с.

3. Посон П. Химия металлоорганических соединений. Москва : Мир, 1970. 239 с.

4. Уэйкфилд Б. Методы синтеза с использованием литийорганических соединений. Москва : Мир, 1991. 184 с.

5. Saleem M., Yu H., Wang L., Abdin Z., Khalid H., Akram M., Abbasi N. M., Huang J. Review on synthesis of ferrocene-based redox polymers and derivatives and their application in glucose sensing. *Anal. Chim. Acta.* 2015. V. 876. pp. 9-25.

6. Caballero A., Tarraga A., Velasco M. D., Molina P. Ferrocene-Thiophene dyads with azadiene spacers: electrochemical, electronic and cation sensing properties. *Dalton Trans.* 2006. pp. 1390-1398.

7. Травень В. Ф. Органическая химия. Москва : Академкнига; Т.1-2004, 727 с., Т.2-2004, 582 с.

Інформаційні ресурси

1. Книги з елементарної органічної хімії. URL: <https://www.twirpx.com/files/science/chidnustry/organic/element/>

2. Інститут органічної хімії НАН України. URL: <http://ioch.kiev.ua/uk/institut-2/naukovi-pidrozdili/viddil-ximi%201%97-elementoorganichnix-spoluk>

3. Main Group Organometallic Chemistry. URL: <http://wwwchem.uwimona.edu/jm/courses/CHEM3101/Organomet1.html>

4. Organometallic Reagents. URL: http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/newton/Chy251_253/Lectures/Organometallic_Reagents/OrganometallicReagents.html

5. Organometallic Compounds. URL: [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_\(Bruice\)/1%3A_Organometallic_Compounds](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_(Bruice)/1%3A_Organometallic_Compounds)

6. Organometallic Compounds. URL: <http://iverson.cm.utexas.edu/courses/old/310N/spring2008/POTDsp06/Sp06POTDFiles/2-3-06-organomet.-given.ppt>

7. Журнал «Applied Organometallic Chemistry». URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10990739>

8. Журнал «The Journal of Organometallic Chemistry». URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-organometallic-chemistry>