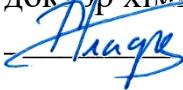


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра неорганічної хімії

Затверджено

На засіданні кафедри неорганічної хімії
хімічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 10/1 від 26.01.2024 р.)

Завідувач кафедри
академік НАН України,
доктор хімічних наук, професор
 Роман ГЛАДИШЕВСЬКИЙ

Силабус з навчальної дисципліни
“КРИСТАЛОХІМІЯ”,
що викладається в межах освітньо-професійної програми “ХІМІЯ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 102 Хімія

Львів 2024 р.

Назва дисципліни	Кристалохімія
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет (аудиторія № 2), вул. Кирила і Мефодія 6, м. Львів та платформа Zoom при дистанційній формі навчання
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра неорганічної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки, 102 Хімія
Викладачі дисципліни	Гладишевський Р.Є., академік НАН України, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної хімії; Заремба О.І., кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри неорганічної хімії; Муць Н.М., кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри неорганічної хімії; Пукас С.Я., кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри неорганічної хімії
Контактна інформація викладачів	roman.gladyshevskii@lnu.edu.ua (проф. Гладишевський Р.Є.); oksana.zaremba@lnu.edu.ua (доц. Заремба О.І.); nataliya.muts@lnu.edu.ua (доц. Муць Н.М.); svitlana.pukas@lnu.edu.ua (доц. Пукас С.Я.)
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Очні консультації в день проведення лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Дистанційні консультації на платформі MS Teams або Zoom (для погодження часу слід написати на електронну пошту викладача або зателефонувати).
Сторінка курсу	https://chem.lnu.edu.ua/course/krystalohimiya ; сторінка курсу на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua)
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Кристалохімія” є нормативною дисципліною зі спеціальності 102 Хімія для освітньо-професійної програми “Хімія” першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, яка викладається в четвертому семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ЕКТС). Кристалохімія тісно пов’язана з кристалографією. На підставі хімічного складу речовини, із застосуванням дифракційних методів аналізу чи за результатами спектроскопічних досліджень кристалохімія дозволяє визначити кристалічну структуру, пов’язати її з електронною будовою атомів і на цій основі пояснити фізичні та хімічні властивості матеріалу.
Коротка анотація дисципліни	Лекційний курс складається з трьох частин: основи кристалографії, методи дослідження структури кристалів, основні поняття кристалохімії. Лабораторні заняття присвячені вирощуванню кристалів, визначенню елементів симетрії кристалічних многогранників, встановленню простих форм кристалів, побудові кристалографічних проекцій, розрахунку порошограм простих речовин з використанням фахових програм, аналізу кристалічних структур простих речовин і сполук.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням загального курсу “Кристалохімія” для студентів хімічного факультету є здобуття майбутніми фахівцями знань у галузі кристалографії та кристалохімії для розв’язування спеціалізованих задач та вирішення практичних проблем у галузі хімії. Серед фундаментальних природничих наук кристалографія, як наука про кристалічну речовину, міститься між мінералогією, фізигою і хімією, тоді як кристалохімія поєднує кристалографію та хімію. Кристалохімія уможливлює створення наукових зasad вибору речовин для розробки нових матеріалів із

	необхідними для практичного застосування властивостями. Дисципліна є важливим елементом становлення фахівців у галузі хімії та науковців у цілому.
Література для вивчення дисципліни	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> Р.Є. Гладишевський, Кристалохімія (електронний навчальний курс), Система електронного навчання Moodle Львівського національного університету імені Івана Франка (2022). Л.Л. Шевченко, Кристалохімія, Вища школа, Київ (1993) – 174 с. Г.М. Попов, І.І. Шафрановський, Кристалографія, Видавництво Львівського університету, Львів (1959) – 337 с. R.E. Gladyshevskii, Methods to Determine Crystal Structures, Publishing Center of Ivan Franko National University of Lviv, Lviv (2015) – 135 p. Е. Парте, Елементи неорганічної структурної хімії, Світ, Львів (1993) – 104 с. Л.Л. Шевченко, Кристалохімія. Практикум, Вища школа, Київ (1981) – 136 с. В.І. Павлишин, Основи кристалохімії мінералів, Видавничий центр “Київський університет”, Київ (1998) – 320 с. V.K. Pecharsky, P.Y. Zavalij, Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Springer Science + Business Media, New York (2009) – 741 р. Р.Є. Гладишевський, С.Я. Пукас, Прикладна кристалохімія. Практикум, Видання четверте, доповнене. Видавництво Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів (2022) – 126 с. International Tables for Crystallography, Vol. A, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2002) – 911 р. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> P. Villars, K. Cenzual, <i>Pearson's Crystal Data – Crystal Structure Database for Inorganic Compounds</i>, ASM International, Materials Park (OH) (2023/2024). K. Brandenburg, <i>Diamond – Crystal and Molecular Structure Visualization – Demonstration Version 3.2i</i>, Crystal Impact, Bonn (2001).
Обсяг курсу	Навчальна дисципліна охоплює 3 кредити (90 год). Курс складається з 32 год лекційних занять, 16 год лабораторних занять та 42 год самостійної роботи. Тижневе навантаження студента складає 3 год аудиторних занять та 2,625 год самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде знати: <ul style="list-style-type: none"> - основні кристалографічні поняття та закони, найпоширеніші кристали в природі, основні методи вирощування кристалів, елементи симетрії та правила їх додавання, точкові групи, сингонії, кристалографічні проекції, правила установки кристалів, прості форми кристалів, елементи симетрії кристалічного простору, грратки Браве, просторові групи симетрії; - методи дослідження структури кристалів, основи рентгеноструктурного аналізу, методи порошку та монокристалу; - основні поняття кристалохімії, поняття структурного типу, тверді розчини, типи хімічного зв'язку в кристалах, принцип найщільнішої упаковки атомів, структури простих речовин-неметалів, структури металів, основи кристалохімії неорганічних сполук, основи кристалохімії органічних сполук, залежності властивостей кристалічних речовин від їхньої структури

	<p>І ВМІТИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вирошувати кристали солей, визначати елементи симетрії кристалічних многогранників, встановлювати їхній вид симетрії, сингонію та категорію, встановлювати прості форми та їхні комбінації, вимірювати кути між гранями кристалу, будувати стереографічні проекції елементів симетрії та гномостереографічні проекції граней кристалу; - готувати зразки для отримання дифракційної картини рентгенівським методом порошку, індексувати рентгенограми простих речовин кубичної сингонії, встановлювати тип гратки Браве, визначати параметри елементарної комірки; - аналізувати кристалічні структури простих речовин і сполук (визначати сингонію, тип гратки Браве, символ Пірсона, координати атомів, міжатомні відстані та координаційні многогранники за моделлю), володіти міжнародною символікою. <p>У результаті успішного проходження курсу студент набуде загальні компетентності:</p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність читати і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>та спеціальні фахові компетентності:</p> <p>СК1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.</p> <p>СК4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПР01. 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.</p> <p>ПР03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.</p> <p>ПР05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.</p> <p>ПР06. Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі.</p> <p>ПР08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.</p> <p>ПР13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.</p> <p>ПР20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.</p>
Ключові слова	Кристали, елементи симетрії, точкові групи, сингонії, просторові групи, рентгеноструктурний аналіз, кристалічна структура, структурний тип, взаємозв'язок склад-структура-властивості.
Формат курсу	Очний (читання лекцій, проведення лабораторних занять та консультацій, іспит).
Теми	Приведено у Таблиці 1.
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці семестру, письмовий.
Пререквізити	Наявність повної загальної середньої освіти.

Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Використання таких методів навчання: - словесні – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж; - наочні – ілюстрування лекційного матеріалу моделями кристалічних многогранників і структур, схемами, таблицями, графіками, лабораторним обладнанням, демонстрування експерименту, спостереження; - практичні – виконання лабораторних робіт (індивідуальні та групові завдання), спрямованих на застосування набутих знань у розв'язанні практичних завдань.																												
Необхідне обладнання	Мультимедійне обладнання, персональні комп’ютери, фахові програми, бази кристалографічних даних, моделі кристалічних многогранників і структур, рентгенограми, реактиви, лабораторне обладнання, спеціальне устаткування (рентгенівські камери, гоніометри, дифрактометри).																												
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Рейтингова система передбачає оцінювання чотирьох видів роботи (контрольна робота, лабораторна робота, тест, домашнє завдання) в балах. Максимальна кількість балів за курс “Кристалохімія” без іспиту – 50. Студент, який отримав позитивні оцінки по всіх видах контролю, допускається до складання іспиту. Максимальна кількість балів при оцінюванні знань на іспиті становить 50 балів. Розподіл балів, які отримують студенти																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Види контролю</th> <th>Кількість</th> <th>Оцінювання</th> <th>Максимальна сума балів</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Контрольна робота</td> <td>2</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Тест</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Лабораторна робота</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Домашнє завдання</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Разом</td> <td></td> <td></td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Іспит</td> <td>1</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>Академічна добросердість: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недобросердісті в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття дисципліни. Студенти зобов’язані дотримуватися усіх термінів, визначених для виконання усіх видів робіт.</p> <p>Політика виставлення балів: враховуються бали, набрані на лабораторних заняттях та на іспиті.</p>	Види контролю	Кількість	Оцінювання	Максимальна сума балів	Контрольна робота	2	15	30	Тест	1	10	10	Лабораторна робота	6	1	6	Домашнє завдання	2	2	4	Разом			50	Іспит	1	50	50
Види контролю	Кількість	Оцінювання	Максимальна сума балів																										
Контрольна робота	2	15	30																										
Тест	1	10	10																										
Лабораторна робота	6	1	6																										
Домашнє завдання	2	2	4																										
Разом			50																										
Іспит	1	50	50																										
Питання до заліку чи екзамену	Перелік завдань та питань до іспиту розміщений на сторінці дисципліни на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua).																												
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості викладання дисципліни буде надано по завершенню курсу.																												

Таблиця 1. Схема курсу

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Літера-тура	Завдання, год	Термін виконання
1	Предмет і завдання кристалохімії. Кристали в природі. Основні методи вирощування кристалів. Елементи симетрії, правила їх додавання.	лекція	1-3,5,6	2 год + 3 год самостійної роботи	1-й тиждень
2	Точкові групи. Сингонії.	лекція	1-3,5,6	2 год + 2 год самостійної роботи	2-й тиждень
	Вирощування кристалів. Елементи симетрії кристалів нижчої, середньої та вищої категорій.	лабораторна робота		Вирощувати кристали солей, визначати елементи симетрії кристалічних многогранників, встановлювати їх вид симетрії, сингонію та категорію; 3 год	
3	Кристалографічні проекції. Сітка Вульфа. Правила установки кристалів.	лекція	1-3,5,6	2 год + 3 год самостійної роботи	3-й тиждень
4	Морфологія кристалів. Прості форми кристалів та їхні комбінації.	лекція	1-3,5,6	2 год + 2 год самостійної роботи	4-й тиждень
	Прості форми кристалів.	лабораторна робота		Встановлювати прості форми та їх комбінації, вимірювати кути між гранями кристалу; 2 год	
5	Елементи симетрії кристалічного простору. Гратки Браве.	лекція	1-3,5,6	2 год + 3 год самостійної роботи	5-й тиждень
6	Просторові групи симетрії. Правильна система точок.	лекція	1-3,5,6	2 год + 3 год самостійної роботи	6-й тиждень
	Кристалографічні проекції.	лабораторна робота		Будувати стереографічні проекції елементів симетрії та гномостереографічні проекції граней кристалу; 2 год	
7	Методи дослідження структури кристалів. Рентгеноструктурний аналіз.	лекція	1-3	2 год + 3 год самостійної роботи	7-й тиждень
8	Методи порошку та монокристалу.	лекція	1-4	2 год + 3 год самостійної роботи	8-й тиждень
	Контрольна робота № 1 (симетрія та прості форми кристалів, проекції).	контрольна робота			
9	Основні поняття кристалохімії. Структурний тип.	лекція	1-3,7,8	2 год + 3 год самостійної роботи	9-й тиждень

10	Ізоморфізм, поліморфізм, морфотропія. Тверді розчини.	лекція	1-4,7,8	2 год + 2 год самостійної роботи	10-й тиждень
	Розрахунок порошкограм простих речовин.	лабораторна робота		Готовувати зразки для отримання дифракційної картини рентгенівським методом порошку, індексувати рентгенограми простих речовин кубічної сингонії, встановлювати тип гратки Браве, визначати параметри елементарної комірки; 4 год	
	Тест (параметри елементарної комірки).	тест			
11	Тип хімічного зв'язку в кристалах.	лекція	1-3,7,8	2 год + 3 год самостійної роботи	11-й тиждень
12	Принцип найщільнішої упаковки атомів. Октаедричні та тетраедричні пустоти.	лекція	1-3,7,8	2 год + 3 год самостійної роботи	12-й тиждень
	Аналіз кристалічних структур простих речовин.	лабораторна робота		Аналізувати кристалічні структури простих речовин (визначати сингонію, тип гратки Браве, символ Пірсона, координати атомів, міжатомні відстані); 2 год	
13	Структури простих речовин-неметалів. Структури металів. Інтерметалічні сполуки.	лекція	1-3,7,8	2 год + 2 год самостійної роботи	13-й тиждень
14	Кристалохімія неорганічних сполук.	лекція	1-4,7,8	2 год + 2 год самостійної роботи	14-й тиждень
	Аналіз кристалічних структур неорганічних сполук.	лабораторна робота		Аналізувати кристалічні структури сполук (визначати сингонію, тип гратки Браве, символ Пірсона, координати атомів, міжатомні відстані та координаційні многогранники); 2 год	
15	Кристалохімія органічних сполук.	лекція	1-3,7,8	2 год + 2 год самостійної роботи	15-й тиждень
16	Залежність властивостей кристалічних речовин від їхньої структури.	лекція	1-4,7,8	2 год + 3 год самостійної роботи	16-й тиждень
	Контрольна робота № 2 (кристалічні структури).	контрольна робота			