


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 № 1/8 від 29.08.2022 р.)

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

Силабус з навчальної дисципліни
“КРИСТАЛОХІМІЯ”,
що викладається в межах освітньо-професійної програми
“Середня освіта (Хімія)”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія)

Львів 2022 р.

Назва дисципліни	Кристалохімія
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет (аудиторія № 2), вул. Кирила і Мефодія 6, м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра неорганічної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	01 Освіта / Педагогіка, 014.06 Середня освіта (Хімія)
Викладачі дисципліни	Пукас С.Я., кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри неорганічної хімії
Контактна інформація викладачів	svitlana.pukas@lnu.edu.ua (доц. Пукас С.Я.) https://chem.lnu.edu.ua/employee/pukas-svitlana-yaroslavivna
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/krystalokhimiia-osvita ; сторінка курсу на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua)
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Кристалохімія” є вибірковою дисципліною зі спеціальності 014.06 Середня освіта (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 ECTS). 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 основних 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 проєкцій, розрахунку порошкограм простих речовин з використанням фахових програм, аналізу кристалічних структур простих речовин і сполук.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни “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. Кристалохімія уможлиблює створення наукових засад 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	Основна література: 1. Р.Є. Гладішевський, Кристалохімія (електронний навчальний курс), Система електронного навчання Moodle Львівського національного університету імені Івана Франка (2022). 2. Л.Л. Шевченко, Кристалохімія, Вища школа, Київ (1993) – 174 с. 3. Г.М. Попов, І.І. Шафрановський, Кристалографія, Видавництво Львівського університету, Львів (1959) – 337 с.

	<ol style="list-style-type: none"> 4. R.E. Gladyshevskii, Methods to Determine Crystal Structures, Publishing Center of Ivan Franko National University of Lviv, Lviv (2015) – 135 p. 5. Е. Парте, Елементи неорганічної структурної хімії, Світ, Львів (1993) – 104 с. 6. Л.Л. Шевченко, Кристалохімія. Практикум, Вища школа, Київ (1981) – 136 с. 7. В.І. Павлишин, Основи кристалохімії мінералів, Видавничий центр “Київський університет”, Київ (1998) – 320 с. 8. V.K. Pecharsky, P.Y. Zavalij, Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Springer Science + Business Media, New York (2009) – 741 p. 9. Р.Є. Гладишевський, С.Я. Пукас, Прикладна кристалохімія. Практикум, Видання четверте, доповнене. Видавництво Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів (2022) – 126 с. 10. International Tables for Crystallography, Vol. A, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2002) – 911 p. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. P. Villars, K. Cenzual, Pearson’s Crystal Data – Crystal Structure Database for Inorganic Compounds, ASM International, Materials Park (OH) (2022). 2. K. Brandenburg, Diamond – Crystal and Molecular Structure Visualization – Demonstration Version 3.2i, Crystal Impact, Bonn (2001).
Обсяг курсу	<p>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.</p>
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні кристалографічні поняття та закони, елементи симетрії та правила їх додавання, точкові групи, сингонії, кристалографічні проєкції, правила установки кристалів, прості форми кристалів, елементи симетрії кристалічного простору, ґратки Браве, просторові групи симетрії; - методи дослідження структури кристалів, основи рентгеноструктурного аналізу; - 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 їх структури <p>і вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначати елементи симетрії кристалічних многогранників, встановлювати їх вид симетрії, сингонію та категорію, встановлювати прості форми та їх комбінації, вимірювати кути між гранями кристалу, будувати стереографічні проєкції елементів симетрії та гномостереографічні проєкції граней кристалу; - індексувати рентгенограми простих речовин кубічної сингонії, встановлювати тип ґратки Браве, визначати параметри елементарної комірки; - аналізувати кристалічні структури простих речовин і сполук (визначати сингонію, тип ґратки 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>ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК 6. Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>та фахові компетентності:</p> <p>ПК 1. Здатність користуватися символікою і сучасною термінологією хімічної мови.</p> <p>ПК 4. Здатність застосовувати основні методи дослідження для встановлення складу, будови і властивостей речовин, інтерпретувати результати досліджень.</p> <p>ПК 6. Здатність чітко і логічно відтворювати основні теорії і закони хімії, оцінювати відомості та інтерпретації в контексті формування в учнів цілісної природничо-наукової картини світу відповідно до вимог державного стандарту з освітньої галузі “Природознавство” в основній (базовій) середній школі.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПРЗ 2. Знає та розуміє основні концепції, теорії та загальну структуру хімічних наук.</p> <p>ПРУ 3. Здатний виконувати хімічний експеримент як засіб навчання.</p> <p>ПРУ 4. Уміє аналізувати склад, будову речовин і характеризувати їх фізичні та хімічні властивості.</p> <p>ПРУ 11. Володіє інформаційно-комунікаційними технологіями навчання.</p>
Ключові слова	Кристали, елементи симетрії, точкові групи, сингонії, просторові групи, рентгеноструктурний аналіз, кристалічна структура, структурний тип, взаємозв’язок склад-структура-властивості.
Формат курсу	Дистанційний (читання лекцій, консультування, залік) та очний (проведення лабораторних занять та консультацій).
Теми	Приведено у Таблиці 1.
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру.
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)	Рейтингова система передбачає оцінювання п’ятох видів роботи (контрольна робота, лабораторна робота, тест, домашнє завдання,

<p>виду навчальної діяльності)</p>	<p>контрольне опитування) в балах. Максимальна кількість балів за курс “Кристалохімія” – 100.</p> <p style="text-align: center;">Розподіл балів, які отримують студенти</p> <table border="1" data-bbox="491 300 1522 640"> <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>30</td> <td>60</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>2</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Домашнє завдання</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Контрольне опитування</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Разом</td> <td></td> <td></td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності 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.</p>	Види контролю	Кількість	Оцінювання	Максимальна сума балів	Контрольна робота	2	30	60	Тест	1	10	10	Лабораторна робота	6	2	12	Домашнє завдання	2	4	8	Контрольне опитування	1	10	10	Разом			100
Види контролю	Кількість	Оцінювання	Максимальна сума балів																										
Контрольна робота	2	30	60																										
Тест	1	10	10																										
Лабораторна робота	6	2	12																										
Домашнє завдання	2	4	8																										
Контрольне опитування	1	10	10																										
Разом			100																										
<p>Питання до заліку чи екзамену</p>	<p>Перелік питань до контрольного опитування розміщений на сторінці дисципліни на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua).</p>																												
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості викладання дисципліни буде надано по завершенню курсу.</p>																												

Схема курсу

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Літера-тура	Завдання, год	Термін виконання
1	Предмет і завдання кристалохімії. 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
	Елементи симетрії кристалів нижчої, середньої та вищої категорій.	лабораторна робота		Визначати елементи симетрії кристалічних многогранників, встановлювати їх вид симетрії, сингонію та категорію; 3 год	
3	Кристаліграфічні проєкції. 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. Ґратки 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
	Кристаліграфічні проєкції.	лабораторна робота		Будувати стереографічні проєкції елементів симетрії та гномостереографічні проєкції граней кристалу; 2 год	
7	Методи дослідження структури кристалів.	лекція	1-3	2 год + 3 год самостійної роботи	7-й тиждень
8	Рентгеноструктурний аналіз.	лекція	1-4	2 год + 3 год самостійної роботи	8-й тиждень
	Контрольна робота № 1 (симетрія та прості форми кристалів, проєкції).	контрольна робота			
9	Основні поняття кристалохімії. Структурний тип.	лекція	1-3,7,8	2 год + 3 год самостійної роботи	9-й тиждень

10	Ізоморфізм і поліморфізм. Тверді розчини.	лекція	1-4,7,8	2 год + 2 год самостійної роботи	10-й тиждень
	Розрахунок порошкограм простих речовин.	лабораторна робота		Індексувати рентгенограми простих речовин кубічної сингонії, встановлювати тип ґратки 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 ґратки Браве, символ Пірсона, координати атомів, міжатомні відстані); 2 год	
13	Структури простих речовин-неметалів. Структури металів.	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 ґратки 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			
	Контрольне опитування (теоретичний матеріал).	контрольне опитування			