

**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  
Гладишевський Р.Є.

**Силабус навчальної дисципліни**  
**“ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НЕОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ”,**  
**що викладається в межах ОПП / ОНП підготовки магістра**  
**(другого (магістерського) рівня вищої освіти)**  
**для здобувачів за спеціальністю 102 Хімія**

**Львів 2024 р.**

<b>Назва дисципліни</b>	Фізичні властивості неорганічних матеріалів
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія 6, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Хімічний факультет, кафедра неорганічної хімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки 102 Хімія
<b>Викладачі дисципліни</b>	Міліянчук Х.Ю., к.х.н., старший дослідник, доцент кафедри неорганічної хімії Токайчук Я.О., к.х.н., старший дослідник, доцент кафедри неорганічної хімії
<b>Контактна інформація викладачів</b>	khrystyna.miliyanchuk@lnu.edu.ua (доц. Міліянчук Х.Ю.) yaroslav.tokaychuk@lnu.edu.ua (доц. Токайчук Я.О.)
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams, ZOOM, Skype або подібні ресурси. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-vlastyvosti-neorhanichnyh-materialiv">https://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-vlastyvosti-neorhanichnyh-materialiv</a> ; сторінка курсу на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua)
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “Фізичні властивості неорганічних матеріалів” є вибірковою дисципліною зі спеціальності 102 Хімія для освітньо-наукової та освітньо-професійної програм “Хімія” другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка викладається в другому семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні теоретичні знання та виробити експериментальні навички з дослідження фізичних властивостей неорганічних матеріалів. У курсі представлено основні теорії виникнення електротранспортних та магнітних властивостей неорганічних матеріалів та методологію їхнього експериментального дослідження та інтерпретації, включно з математичною обробкою, критичним аналізом та моделюванням. Курс є важливим елементом становлення фахівців у галузі хімії, а також закладає основи формування міждисциплінарних зв'язків, зокрема, з матеріалознавством та фізикою твердого тіла.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни “Фізичні властивості неорганічних матеріалів” є ознайомлення студентів із сучасними неорганічними матеріалами, які володіють комплексом фізичних властивостей, необхідних для прикладного застосування у різних галузях сучасної науки і техніки; вміння спрогнозувати області застосування неорганічних сполук з врахуванням їхнього складу та особливостей електронної та кристалічної структури; ознайомлення з кількісними характеристиками та сферами застосування основних діелектричних, провідних, напівпровідних, термоелектричних, магнітних та надпровідних матеріалів; виведення раціонального алгоритму експериментального дослідження магнітних та інших фізичних властивостей матеріалів, що в подальшому стане цінним інструментом під час виконання магістерських робіт.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Основна література:</b>  1. N.W. Ashcroft, N.D. Mermin. Solid State Physics, Saunders, 1976.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Ch. Kittel. Introduction to Solid State Physics, 7th Ed., Wiley, 1996.</li> <li>3. A.R. West. Basic Solid State Chemistry, 2nd Ed., John Wiley &amp; Sons, Ltd, 1999.</li> <li>4. S. Blundell. Magnetism in Condensed Matter, N.Y.: Oxford University Press, 2001.</li> <li>5. K.H.J. Buschow, F.R. de Boer. Physics of magnetism and magnetic materials. - NY: Kluwer Academic Publishers, 2004.</li> <li>6. Гореленко Ю.К., Гладішевський Р.Є., Стадник Ю.В., Ромака Л.П., Горинь А.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із спецкурсів «Електричні та магнітні властивості неорганічних матеріалів» і «Сучасні неорганічні матеріали» для студентів хімічного факультету. Ред. Шніцар В.С. - Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008.</li> <li>7. Міліянчук Х.Ю., Гладішевський Р.Є., Розрахункові завдання з магнетизму в курсі «Фізичні властивості неорганічних матеріалів» – Львів: Діпіай, 2017. – 31 с.</li> </ol> <p><b>Допоміжна література:</b></p> <p>Періодичні видання</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chemistry of Metals and Alloys – Хімія металів і сплавів.</li> <li>2. Вісник Львівського університету. Серія хімічна.</li> <li>3. Видання видавництва Elsevier.</li> </ol> <p><b>Інформаційні ресурси:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P. Villars, K. Cenzual (Eds.), <i>Pearson's Crystal Data – Crystal Structure Database for Inorganic Compounds</i>, Release 2013/14, ASM International, Materials Park (OH).</li> <li>2. <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a></li> <li>3. <a href="http://onlinelibrary.wiley.com">http://onlinelibrary.wiley.com</a></li> </ol>
<b>Обсяг курсу</b>	Навчальний курс охоплює 4 кредити (120 год). Курс складається з 16 год лекційних занять, 32 год лабораторних занять та 72 год самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p><b>знати:</b></p> <p>як пояснити характерні властивості сучасних неорганічних матеріалів на основі теоретичних понять, як окреслити області застосування окремих класів неорганічних сполук, шляхи оптимізації властивостей сполук з метою одержання новітніх матеріалів.</p> <p><b>вміти:</b></p> <p>дослідити електричні, термоелектричні та магнітні властивості неорганічних матеріалів, розрахувати кількісні показники, що характеризують ці властивості, інтерпретувати одержані результати з огляду на склад і електронну та кристалічну будову сполук; працювати з навчальною та науковою літературою і періодичними виданнями у галузі досліджень властивостей сучасних неорганічних матеріалів.</p> <p>У результаті успішного проходження курсу студент набуде <b>загальні</b></p>

	<p><b>компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ЗК 1.</b> Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;</li> <li>- <b>ЗК 2.</b> Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;</li> <li>- <b>ЗК 4.</b> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</li> <li>- <b>ЗК 8.</b> Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;</li> <li>- <b>ЗК 14.</b> Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.</li> </ul> <p>та спеціальні <b>фахові компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>СК 1.</b> Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із вищого рівня математичними інструментами для опису природних явищ;</li> <li>- <b>СК 3.</b> Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент;</li> <li>- <b>СК 4.</b> Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження;</li> <li>- <b>СК 6.</b> Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.</li> </ul> <p><b>Програмні результати навчання (ПРН):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ПРН 1.</b> Знати і розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.</li> <li>- <b>ПРН 2.</b> Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.</li> <li>- <b>ПРН 3.</b> Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.</li> <li>- <b>ПРН 6.</b> Знати методологію та організації наукового дослідження.</li> <li>- <b>ПРН 9.</b> Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними.</li> <li>- <b>ПРН 10.</b> Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</li> <li>- <b>ПРН 11.</b> Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організовувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Фізичні властивості, електропровідність, діелектрик, напівпровідник, провідник, термоелектрик, електронна структура, магнетизм
<b>Формат курсу</b>	Очний Проведення лекцій, лабораторних занять та консультацій
<b>Теми</b>	Приведено у Таблиці 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Контроль вивчення курсу «Фізичні властивості неорганічних матеріалів» ведеться за результатами контрольних робіт, виконання індивідуального завдання, домашніх завдань, а також за результатами захисту лабораторних робіт.
<b>Пререквізити</b>	Базові знання з дисциплін «Неорганічна хімія», «Кристалохімія», «Функціональні матеріали», «Прикладна кристалохімія»
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Використовуються такі методи навчання: а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт; б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами та

	<p>графіками;</p> <p>в) <i>практичні</i> – виконання лабораторних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи з використанням спеціального обладнання та за визначеною технологією для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень та формування вмінь і навичок виконання лабораторних досліджень різноманітних об'єктів.</p>
<b>Необхідне обладнання</b>	Мультимедійне обладнання, персональні комп'ютери, спеціальне лабораторне обладнання кафедри неорганічної хімії для виконання лабораторних робіт (прилад для вимірювання електроопору, термо-е.р.с., магнетометр)
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Нарахування балів здійснюється за таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні роботи – 50 %, максимальна кількість балів – 50;</li> <li>• контрольні роботи – 30 %, максимальна кількість балів – 30;</li> <li>• домашні завдання – 10 %, максимальна кількість балів – 10 ;</li> <li>• індивідуальне завдання – 10 %, максимальна кількість балів – 10.</li> </ul> <p><b>Письмові роботи:</b> Студенти здають звіти про виконання лабораторних робіт, виконані домашні завдання та індивідуальне завдання. <b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. <b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. <b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані в результаті виконання всіх видів робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до заліку чи екзамену</b>	Перелік завдань та питань для опитування (теоретичні питання) розміщений на сторінці курсу на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua).
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схема курсу

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література	Завдання, год	Термін виконання
1-2	Основні класи сучасних неорганічних матеріалів.	лекція	Осн. літ.: 1,2		
	Вступне заняття. Техніка безпеки в лабораторіях, ознайомлення з методами та приладами для вимірювання властивостей.	лабораторна робота		Ознайомлення з лабораторіями, 2 год.	2-й тиждень
	Техніка безпеки в лабораторіях, ознайомлення з методами та приладами для вимірювання властивостей.	лабораторна робота		Проходження інструктажу з техніки безпеки, 2 год.	2-й тиждень
3-4	Електричні властивості неорганічних матеріалів: діелектрики, провідники, надпровідники.	лекція	Осн. літ.: 2,3		
	Визначення температурної залежності питомого електроопору сполуки з металічною провідністю.	лабораторна робота	Осн. літ.: 6	Звіт, 4 год.	4-й тиждень
5-6	Напівпровідники. Гальваномагнітні явища. Термоелектричні явища.	лекція	Осн. літ.: 2,3		
	Визначення температурної залежності електроопору напівпровідникової сполуки.	лабораторна робота	Осн. літ.: 6	Звіт, 4 год.	6-й тиждень
7-8	Електронна структура твердих тіл.	лекція	Осн. літ.: 1,2		
	Дослідження залежності термоелектрорушійної сили інтерметалічної сполуки від температури.	лабораторна робота	Осн. літ.: 6	Звіт, 4 год.	8-й тиждень
9-10	Передумови виникнення магнітних моментів.	лекція	Осн. літ.: 4,5		
	<b>Контрольна робота.</b> Еталонування приладу для вимірювання магнітної сприйнятливості неорганічних матеріалів.	лабораторна робота	Осн. літ.: 6	Константи приладу, 4 год.	10-й тиждень
11-12	Магнітно-впорядковані системи.	лекція	Осн. літ.: 4,5		
	Визначення температурної залежності магнітної сприйнятливості парамагнітної сполуки.	лабораторна робота	Осн. літ.: 6	Звіт, 4 год.	12-й тиждень

13-14	Магнітні матеріали.	лекція	Осн. літ.: 4,5		
	Розрахунок ефективного моменту та парамагнітної температури Кюрі для парамагнетика Кюрі-Вайса у присутності феромагнітної домішки.	лабораторна робота	Осн. літ.: 7	Звіт, 4 год.	14-й тиждень
15-16	Визначення температури феромагнітного переходу методом побудови графіка Арротта. <b>Контрольна робота.</b>	лабораторна робота	Осн. літ.: 7	Звіт, 4 год.	16-й тиждень
	Методи дослідження магнітних властивостей матеріалів.	лекція	Осн. літ.: 4,5		