

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра загальної фізики

Затверджено

На засіданні кафедри загальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 30.08.2023 р.)

Завідувач кафедри  проф. Стадник В.Й.

Силабус
з навчальної дисципліни «Кристалознавство та кристалооптика»,
що викладається в межах
ОПП «Прикладна фізика та наноматеріали»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Львів 2023

Назва дисципліни	Кристаллофізика та кристалооптика
Адреса викладання дисципліни	вул. Драгоманова 19, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра загальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладач дисципліни	Лектор: Щепанський Павло Андрійович, доцент кафедри загальної фізики, к.ф.-м.н.; лабораторні заняття проводить: Щепанський П.А.
Контактна інформація викладача	pavlo.shchepanskyi@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/schepanskyj-p-a
Консультації з дисципліни відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту або он-лайн засобами Microsoft Teams, Zoom.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/krystalofizyka-ta-krystalooptyka-105-prykladna-fizyka-ta-nanomaterialy-opp-prykladna-fizyka-ta-nanomaterialy
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Кристаллофізика та кристалооптика» є дисципліною вільного вибору студента для підготовки магістра за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», яка викладається в II семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Кристаллофізика та кристалооптика – дисципліна, яка вивчає анізотропію фізичних властивостей кристалів; закономірності поширення світла та його взаємодію з анізотропними речовинами. Кристалооптика розглядає характерні явища, що спостерігаються при розповсюдженні світла в кристалах, зокрема, подвійне променезаломлення, поляризацію світла.
Мета та цілі дисципліни	Метою дисципліни є формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із фізикою твердого тіла, що передбачає виклад основ кристаллофізики та кристалооптики; основних понять та методик визначення поляризації, взаємодії світла з анізотропним середовищем; поглиблення знань, одержаних з курсів «Електрика», «Оптика», «Фізика твердого тіла». Ціллю є навчити студентів самостійно проводити фундаментальні та прикладні дослідження оптичних властивостей анізотропних кристалів; виконувати фізичне та математичне моделювання фізичних явищ та процесів, які відбуваються при взаємодії випромінювання з кристалом.
Література для вивчення дисципліни	Базова: 1. Романюк М.О. Кристалооптика. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 456 с. 2. Романюк М.О. Практикум з кристалооптики і кристаллофізики. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 362 с. 3. Стадник В., Романюк М., Брезвін Р. Електронна поляризованість фероїків. Монографія. Львів: Вид-во ЛНУ. – 2014, 306 с. 4. Бойко Ю.І., Методичний посібник до вивчення курсу «Кристаллофізика», Харків, 1990, 62 с. Допоміжна: 1. Брезвін Р.С., Габа В.М., Романюк М.О., Стадник В.Й. Оптико-

	<p>електронні параметри фероїків групи сульфатів та цинкатів. Монографія. Львів: Ліга Прес. – 2018, 242 с.</p> <p>2. <i>М. Рудий, П. Щепанський, В. Стадник, Р. Брезвін.</i> Зонна структура та рефрактивні параметри кристалів з ізотропною точкою. – Монографія. – Львів. – Видавничий центр ЛНУ. – 2022, 263 с.</p> <p>3. <i>Стадник В., Капустяник В.</i> Фізика діелектриків. Навч. посібник. Львів: Вид-во ЛНУ. – 2020, 336 с.</p>
Тривалість дисципліни	один семестр
Обсяг дисципліни	180 годин, з яких 48 години аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 132 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент повинен</p> <p>знати: основи впливу симетрії кристалів на анізотропію фізичних властивостей; основні методи кристалооптичних досліджень; основні параметричні ефекти в кристалах; основні застосування діелектричних матеріалів в області їхньої прозорості;</p> <p>вміти: проводити феноменологічний опис оптичних властивостей кристалів; класифікувати кристали за симетрією оптичної індикатриса; проводити базові дослідження симетрійних та поляризаційних властивостей діелектричних кристалів.</p>
Ключові слова	Кристал, точкова та просторова симетрія, оптична індикатриса, поляризація, оптичні властивості, двопроменезаломлення, акустооптична модуляція
Формат дисципліни	Очний
	проведення лекцій та лабораторних робіт, а також консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл.1
Підсумковий контроль, форма	залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з оптики, математичного, фізики твердого тіла, векторного та тензорного аналізу.
Навчальні методи та техніки, які буде використано під час викладання дисципліни	Презентація, лекції, лабораторні роботи.
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, обладнання навчальної лабораторії оптики та кристалофізики (лабораторії кристалооптики)
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні заняття: 70% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 70 (7 лабораторних робіт по 10 балів); • контрольна робота 30% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 30. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної</p>

	<p>недоборочесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні 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 робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на практичних та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми академічної недоборочесності не толеруються.</p>
<p>Питання на контрольну роботу</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рівняння Максвелла для прозорих немагнітних кристалів. 2. Плоскі електромагнітні хвилі в кристалах. 3. Поверхні променевих швидкостей. 4. Просторова дисперсія світла в кристалах. 5. Забарвлені кристали. Феноменологічний опис оптичних властивостей. 6. Зміна оптичної індикатриси під дією зовнішніх полів. 7. Електрооптичний ефект. 8. П'єзооптичний ефект. 9. Магнітооптичні ефекти. 10. Елементи симетрії кристалів. 11. Поділ кристалів за симетрією індикатриси. 12. Дисперсія оптичних індикатрис. 13. Інтерференція світла у кристалічних пластинках. 14. Загальний опис поляризованого світла. 15. Експериментальні методики дослідження оптичної індикатриси кристалів. 16. Методи визначення показників заломлення. 17. Поляризатори. 18. Пружні властивості кристалів. 19. П'єзоелектричні властивості кристалів. 20. Акустооптичні взаємодії. Застосування акустооптичних взаємодій. 21. Застосування прозорих кристалів в оптичному приладобудуванні. 22. Приклади використання законів класичної кристалооптики у нелінійній оптиці та в АО взаємодіях. 23. Прозорі кристали у метрології: вимірювання температури та тиску. 24. Встановлення ступеня однорідності кристалічного зразка.
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Таблиця 1

Схема курсу «Кристалофізика та кристалооптика»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1, 2, 3	Математичні основи кристалофізики.	Лекції – 3 год, лаб. заняття – 6 год., самост. робота – 24 год	Базова: 1, 2, 4; Допоміжна: 3	3 тижні
4, 5, 6	Симетрійні аспекти кристалооптики.	Лекції – 3 год, лаб. заняття – 6 год., самост. робота – 24 год	Базова: 1, 2; Допоміжна: 3	3 тижні
7, 8, 9	Фізичні властивості анізотропних кристалів. Електрична поляризація кристалів.	Лекції – 3 год, лаб. заняття – 6 год., самост. робота – 24 год	Базова: 1, 3; Допоміжна: 1, 2	3 тижні
10, 11, 12	Оптичні властивості кристалів. Анізотропія показника заломлення світла. Оптична індикатриса.	Лекції – 3 год, лаб. заняття – 6 год., самост. робота – 20 год	Базова: 1, 3; Допоміжна: 1, 2, 3	3 тижні
13, 14	Параметричні ефекти в кристалооптиці. П'єзооптичні властивості кристалів.	Лекції – 2 год, лаб. заняття – 4 год., самост. робота – 20 год	Базова: 1, 3, 4; Допоміжна: 3	2 тижні
15, 16	Оптичні властивості деяких сегнетоелектричних кристалів. Акустооптичні взаємодії та їхнє застосування.	Лекції – 2 год, лаб. заняття – 4 год., самост. робота – 20 год	Базова: 1, 2, 3; Допоміжна: 1, 2, 3	2 тижні