

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка

Фізичний факультет
Кафедра експериментальної фізики

Затверджено
на засіданні кафедри експериментальної
фізики фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 18 від 01 червня 2021 р.)

Завідувач кафедри _____ Волошиновський А.С.

Силабус з навчальної дисципліни

“ОПТИКА”,
2 курс, 4 семестр

**що викладається в межах ОПП для підготовки бакалавра
(першого (бакалаврського) рівня вищої освіти)
для здобувачів з спеціальності 104 Фізика та астрономія**

Львів

Назва дисципліни	Оптика
Адреса викладання дисципліни	79005, м. Львів, вул. Кирила і Мефодія, 8
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра експериментальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки Спеціальність: 104 Фізика та астрономія Спеціалізація: Фізика та астрофізика, Комп'ютерна фізика
Викладачі дисципліни	Вістовський В.В., доктор фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної фізики.
Контактна інформація викладачів	vitaliy.vistovskyu@lnu.edu.ua
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/optyka-fizyka
Інформація про дисципліну	Оптика – розділ загального курсу фізики, в якому вивчається закономірності поширення світла та його взаємодії з речовиною.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Оптика» є нормативною навчальною дисципліною з спеціальності:104 Фізика та астрономія, яка викладається у 4-му семестрі в обсязі 9 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: Змістовий модуль 1. Геометрична і хвильова оптика. Змістовий модуль 2. Квантова природа світла та його взаємодія з речовиною.
Мета та цілі дисципліни	Мета – Вивчити основні закони оптики, сучасні уявлення про природу світла, їх пояснення та застосування. Ознайомити студентів з основними здобутками фізики у цій галузі знань, показати експериментальні прояви головних її закономірностей, їх значення для пізнання природи та для практики, окреслити очікувані перспективи її розвитку. Завдання – Досягти виконання мети. Зокрема: вивчити закони класичної оптики, феноменологічний опис поширення світла, взаємодії світлових пучків між собою та з речовиною, питання хвильової та корпускулярної природи світла, явищ в області слабких та сильних світлових пучків. Описати принципові природознавчі оптичні експерименти та застосування оптичних закономірностей у практиці та фізичному експерименті, тенденції розвитку

	оптичних досліджень і нових застосувань.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Романюк М.О. Оптика : підручник / М.О.Романюк, А.С.Крочук, І.П.Пашук; за ред. проф. М.О.Романюка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка. 2012. – 564 с. 2. Горбань І.С. Оптика. – К.: Вища школа. 1979. 3. Кучерук І.Н. Горбачук І.Г. Загальний курс фізики. Т.3. – К.: Техніка. 1999. 4. Білий М.У., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика. – К.: Вища школа. 1987. 5. Задачі з оптики : навч. Посібник / І.П. Пашук, А.С. Волошиновський А.С., В.В. Вістовський ; за ред. проф. М.О. Романюка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 326 с. 6. М.Колінько, І.Пашук, І.Стефанський. Оптичний практикум. Ч.1 та ч. 2. – Львів: ЛНУ, 2000, 2004. 7. Wikipedia. http://www.wikipedia.org
Тривалість курсу	Один семестр (4 семестр)
Обсяг курсу	330 годин, з яких 160 год. аудиторних занять, з них 48 год. лекцій, 64 год. практичних занять, 48 год. лабораторних занять та 170 год. самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основні властивості світлових пучків, їх взаємодію між собою та з речовиною, можливості практичного використання законів оптики, а також фундаментальні закономірності оптики рухомих середовищ, методи генерації світла, обґрунтування хвильової та корпускулярної природи світла, закономірності та можливості нелінійної оптики. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Провести прості вимірювання оптичних характеристик речовини (поглинання світла, дисперсію показників заломлення, спектри свічення твердих тіл і газів, склад і вміст сумішей газів та конденсованих систем), характеристики світлових пучків (інтенсивність, поляризація, когерентність), розшифрувати класичні інтерференційні та прості дифракційні картини, визначати головні характеристики інтерференційних, дифракційних, дисперсійних та лінзових систем, юстувати такі прості системи. - Уміти розраховувати параметри простих оптичних приладів, світлових пучків та фізичних характеристик речовин на базі закономірностей, висвітлених у програмі курсу.
Ключові слова	<ul style="list-style-type: none"> • закони геометричної оптики; • інтерференція світла; • дифракція світла; • поляризація світла; • дисперсія світла; • оптика анізотропних середовищ;

	<ul style="list-style-type: none"> • оптичні параметричні ефекти у прозорих середовищах • квантові властивості світла; • розсіювання світла; • люмінесценція; • лазери;
Формат курсу	Очний: лекції, практичні, лабораторні заняття; самостійна робота та консультації
Теми	Наведено у табл.1.
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці семестру усний, тести
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують знати: шкільний курс фізики, Механіку, Молекулярну фізику, Електрику і магнетизм, Математичний аналіз, Диференціальні рівняння.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	лекції, лекційні демонстрації, виконання і захист лабораторних робіт, розв'язування задач, презентації.
Необхідне обладнання	Лекційні заняття – мультимедійна установка та ноутбук. Лабораторні заняття – обладнання навчальної Лабораторії загального оптичного практикуму.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100- бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: поточний контроль <ul style="list-style-type: none"> • контрольні роботи за двома змістовими модулями, 2×20 = 40 балів; • колоквиум – 5 балів; • відвідування занять – 5 балів. Разом за семестр: 50 балів. <ul style="list-style-type: none"> • Іспит: 50 балів. • Підсумкова максимальна кількість балів: 100.
Питання до екзамену (чи питання на контрольні роботи)	Рівняння Максвелла, хвильове рівняння. Система векторів електромагнітної хвилі. Втрата фази при відбиванні від діелектрика. Фізичний зміст показника заломлення (Гюйгенса, Ньютона). Зв'язок показника заломлення з характеристиками речовини (Максвелла). Когерентні джерела світла. Часова і просторова когерентність. Таутохронізм. Хід променів у схемах біпризми, білінзи, дзеркалі Ллойда. Характеристики інтерференційних схем. Схема Юнга, вираз для різниці ходу, умови екстремумів. Зв'язок між розмірами джерела та апертурою інтерференції. Опис картини двопроревої інтерференції. Особливості багатопроменевої інтерференції. Інтерферометр Жамена. Інтерферометр Майкельсона.

	<p>Пластинка Луммера-Герке. Інтерферометр Фабрі-Перо. Кольори тонких плівок. Вираз для різниці ходу. Смуги рівної товщини та їх локалізація. Смуги рівного нахилу та їх локалізація. Застосування інтерференції – фільтри, просвітлена оптика, діелектричні дзеркала. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони Френзеля. Зонні пластинки. Пояснення прямолінійності поширення світла. Графічне складання амплітуд: точкове джерело, круглий отвір, півплощина, щілина. Дифракція на щілині. Дифракційна решітка. Амплітудні та фазові решітки, синусоїдальна решітка. Умови екстремумів при дифракції на щілині та на решітці. На що впливають співвідношення розмірів прозорої і непрозорої компонент сталої решітки? Скісне падіння світла на решітку. Характеристики решітки: дисперсія, роздільна здатність, область дисперсії. Дифракція на багатомірних структурах. Умови Лауе, формула Вульфа-Брегга. Голографія: властивості зображення, отримання голограми, відтворення зображення, застосування. Голографія Денисюка. Геометрична оптика – умови її застосування. Принцип Ферма. Заломлення світла на сферичній поверхні – знаки кутів та відрізків. Нуль-інваріант Аббе. Інваріант Лагранжа-Гельмгольца. Формула лінзи. Товста лінза. Оптична система. Головні поверхні, їх положення. Лупа, хід променів, збільшення. Роздільна здатність мікроскопа, хід променів, збільшення. Дифракційна теорія зображення у мікроскопі. Телескоп. Хід променів, збільшення. Зоряний інтерферометр Майкельсона. Аберації оптичних систем. Поляризація світла при відбиванні та заломленні. Формули Френеля – схема виведення, їх вигляд для відбитого пучка. Кут Брюстера, його фізичне пояснення. Нормальна та аномальна дисперсія світла. Електронна теорія дисперсії світла. Рефракція, її застосування. Методи вимірювання показника заломлення. Показник поглинання. Дисперсія призми. Анізотропія кристалів. Вектори електромагнітної хвилі у кристалах. Оптична індикатриса. Оптичні осі. Складання перпендикулярних коливань, аналіз</p>
--	--

	<p>поляризованого світла. Інтерференція поляризованих променів. Пропускання поляризаційно-оптичної системи. Лінійне двопронезаломлення. Застосування поляризованого світла. Поляризатори і компенсатори. Циркулярне двопронезаломлення. Повертання площини поляризації. Електрооптичний ефект, опис, застосування. Ефект Фарадея. Групова і фазова швидкість світла. Формула Релея. Ефект Доплера. Закони зовнішнього фотоефекту. Формула Айнштейна для фотоефекту. Властивості фотона. Пояснення зовнішнього фотоефекту на основі хвильової та корпускулярної теорії світла. Застосування фотоефекту. Світловий тиск. Абсолютно чорне тіло. Основні закономірності його випромінювання. Формула Планка. Спонтанне та вимішене випромінювання. Розсіювання світла. Оптичні квантові генератори – енергетична будова активного середовища. Будова оптичного квантового генератора.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Оптика»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1	Вступ. Етапи розвитку оптики.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
2	Джерела світла.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
3	Класичні закони оптики.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
4	Хвильове рівняння. Види хвиль. Фазова і групова швидкості.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
5	Рівняння Максвелла і висновки з них.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год.		1 тиждень

		самостійна робота – 7 год.		
6	Інтерференція світла. Класичні інтерференційні схеми та їх характеристики.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
7	Когерентність світлових хвиль.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
8	Інтерференція у тонких плівках.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
9	Інтерферометри. Застосування інтерференції світла.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
10	Дифракція світла. Зони Френеля. Складання амплітуд.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
11	Дифракція Фраунгофера. Щілина. Решітка.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
12	Дифракція Фраунгофера. Роздільна здатність об'єктива	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 8 год.		1 тиждень
13	Поляризація світла. Формули Френеля.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 8 год.		1 тиждень
14	Явище двопроменезаломлення.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
15	Інтерференція поляризованого світла	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
16	Повертання площини поляризації	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 6 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
17	Дисперсія світла	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
18	Взаємодія світла з речовиною. Поглинання і розсіювання.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
19	Оптичні квантові	Лекції – 2 год.		1 тиждень

	генератори – будова, активна речовина, властивості випромінювання.	практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		
20	Оптична голографія	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
21	Зовнішній фотоефект. Тиск світла. Властивості фотона.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
22	Геометрична оптика. Заломлення світла на сферичній поверхні. Інваріанти.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
23	Товста лінза. Оптичні прилади. Аберації.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень
24	Температурне випромінювання світла. Абсолютно чорне тіло. Опис його випромінювання. Формула Планка.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 7 год.		1 тиждень