

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”,

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

Спеціалізація: Квантові комп’ютери та квантове програмування

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: <i>104 Фізика та астрономія</i> Спеціалізації: <i>Квантові комп'ютери та квантове програмування</i>
Викладачі дисципліни	Лектор: доц. Гамерник Р.В.; практичні та лабораторні заняття проводять асистенти кафедри експериментальної фізики Дендебера М.П. та Маньковська І.Г.
Контактна інформація викладачів	r.gamernyk@ukr.net
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	
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 3-му семестрі в обсязі 8 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 принципи 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 (3 семестр)
Обсяг курсу	240 годин, з яких 96 год. аудиторних занять, з них 32 год. лекцій, 32 год. практичних занять, 32 год. лабораторних занять та 144 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;

	<ul style="list-style-type: none"> • дисперсія світла; • оптика анізотропних середовищ; • оптичні параметричні ефекти у прозорих середовищах • закони теплового випромінювання; • квантові властивості світла; • розсіювання світла; • люмінесценція; • лазери; • нелінійна оптика
Формат курсу	Очний: лекції, практичні, лабораторні заняття, самостійна робота та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Наведено у табл.1.
Підсумковий контроль, форма	Залік та іспит в кінці семестру усний, тести
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з: Механіка, Молекулярна фізика, Електрика і магнетизм, Оптика, Математичний аналіз, Диференціальні та інтегральні рівняння.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, виконання лабораторних робіт, захист звітів про виконання лабораторних робіт.
Необхідне обладнання	Лекційні заняття – мультимедійна установка та ноутбук. Лабораторні заняття – обладнання навчальної Лабораторії загального оптичного практикуму.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p><u>Для заліку:</u> Контроль за виконанням лабораторних робіт: допуск до лабораторної роботи, захист лабораторних робіт, підсумкове заняття (100 балів).</p> <p><u>Для іспиту:</u> Оцінювання проводяться за 100 - бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним алгоритмом:</p> <p>поточний контроль</p> <ul style="list-style-type: none"> • контрольні роботи за двома змістовими модулями, $2 \times 15 = 30$ балів; • колоквіум – 15 балів; • відвідування занять – 5 балів. <p>Разом за семестр: 50 балів.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Іспит: 50 балів. • Підсумкова максимальна кількість балів: 100.
Питання до екзамену (чи питання на контрольні роботи)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Який інтервал довжин хвиль сприймає людське око? 2. З рухом яких частинок зв'язане випромінювання білого світла? 3. Закон заломлення світла. 4. Закон відбивання світла. 5. Принцип суперпозиції в оптиці. 6. Що таке інтерференція світла. 7. Що таке когерентні пучки світла.

8. Методи отримання когерентних пучків світла.
9. Отримання когерентних пучків методом поділу фази.
10. Отримання когерентних пучків методом поділу амплітуди.
11. Умова максимуму при інтерференції багатьох пучків.
12. Умова мінімуму при інтерференції двох пучків.
13. Умова мінімуму при інтерференції багатьох пучків.
14. Формула різниці ходу при інтерференції двох пучків
 $D = k\lambda$.
15. Формула різниці ходу при відбиванні світла від пластинки (плівки) ($\Delta = 2dn \cos r \pm \lambda/2$).
16. Втрата фази при відбиванні світла, чому 180° ?
17. Коли півхвилі тратить електричний вектор?
18. Коли півхвилі тратить магнітний вектор?
19. Фізичний зміст показника заломлення.
20. Що описують рівняння Максвелла?
21. Фізичний зміст показника заломлення з рівнянь Максвелла.
22. Чи енергетично рівноцінні вектори E і H в електромагнітній хвилі?
23. Чому в оптиці розглядають переважно електричний вектор?
24. Який вектор електромагнітної хвилі зветься світловим (E чи H)?
25. Що таке інтерферометри? Що з їх допомогою вимірюють?
26. Назвати «класичні» інтерферометри.
27. Перерахувати головні застосування інтерференції світла.
28. Коли спостерігаємо кольори у тонких плівках? (товщина, гарні поверхні)
29. Локалізація смуг інтерференції.
30. Просвітлена оптика (принципи дії), Смакула.
31. Інтерференційні фільтри.
32. Інтерференційні дзеркала (нові застосування у потужних лазерах).
33. Принцип Гюйгенса.
34. Принцип Гюйгенса-Френеля.
35. Що таке дифракція світла.
36. Зони Френеля.
37. Фізичний зміст поняття «промінь».
38. Зональні пластинки – фазові, амплітудні.
39. Дифракція на щілині. Умови екстремумів.
40. Дифракційна ґратка – будова.
41. Синусоїдальна ґратка.
42. Амплітудна дифракційна ґратка.
43. Фазова дифракційна ґратка.
44. Дифракція на багатомірних структурах (кристали).
45. Голографія, принцип запису і відтворення.
46. Голографія Денисюка.
47. Заломлення світла на сферичній поверхні.
48. Нуль-інваріант Аббе.
49. Інваріант Лагранжа-Гельмгольца.
50. Фокусна віддаль лінзи, головний фокус.

51. Товста лінза – головні площини (збільшення $\approx +1$).
52. Роздільна здатність об'єктива ($y = 0,61 \lambda / (n \sin n)$).
53. Дифракційна теорія зображення.
54. Фазово-контрастний мікроскоп, будова, області застосування.
55. Поляризація світла – основні поняття.
56. Методи отримання лінійно поляризованого світла.
57. Що описують формули Френеля?
58. Що таке кут Брюстера?
59. Повне внутрішнє відбивання світла, волоконна оптика.
60. Поворотні призми.
61. Дисперсія світла.
62. Нормальна та аномальна дисперсії світла, від'ємна дисперсія.
63. Методи вимірювання показника заломлення, метод призми, метод рефрактометра.
64. Проходження світла через кристали – двопротенезаломлення.
65. Одновісні кристали.
66. Двовісні кристали.
67. Оптично активні кристали.
68. Що таке оптична вісь кристала?
69. Циркулярне двопротенезаломлення.
70. Роздільна здатність призми.
71. Інтерференція поляризованих променів – схема отримання.
72. Штучна анізотропія – метод отримання і виявлення.
73. Електрооптичний ефект – застосування.
74. П'єзооптичний ефект, акустооптика.
75. Магнітооптичний ефект – запис інформації і т.п.
76. Магнітні домени.
77. Оптичні діоди.
78. Відображення інформації з допомогою ЕОЕ (напр., годинник).
79. Фотоефект – опис явища, основні закони.
80. Закони фотоефекту, які пояснюються тільки корпускулярною теорією (миттєвість).
81. Абсолютно чорне тіло – модель, основні закони.
82. Основні характеристики фотодіода.
83. Світловий тиск – пояснення з хвильової і корпускулярної теорії.
84. Як виявлено світловий тиск на досліді?
85. Ефект Доплера.
86. Ефект Саньяка.
87. Розсіювання світла. Основні закони.
88. Комбінаційне розсіювання світла, застосування.
89. Люмінесценція – основні закони.
90. Застосування люмінесценції.
91. Лазери. Механічна будова.
92. Фізичні основи свічення лазерів.
93. Характеристики лазерного випромінювання.
94. Модуляція добротності.
95. Синхронізація мод.
96. Застосування лазерів.

	<p>97. Що таке нелінійна оптика?</p> <p>98. Некогерентні ефекти нелінійної оптики.</p> <p>99. Генерація гармонік.</p> <p>100. Детектування світла.</p> <p>101. Вимушене комбінаційне розсіювання світла.</p> <p>102. Індикатриса випромінювання осцилятора.</p> <p>103. Які питання вивчають досліди Вінера?</p> <p>104. Який фізичний зміст постійної Планка?</p> <p>105. Яка розмірність постійної Планка?</p> <p>106. Намалювати як виглядає спектр випромінювання абсолютно чорного тіла при двох різних температурах. Вказати, яка з них більша.</p> <p>107. Намалювати графік функції, що описується формулою Планка.</p> <p>108. Як залежить інтенсивність випромінювання абсолютно чорного тіла від частоти?</p> <p>109. Як залежить енергетична світність абсолютно чорного тіла від його температури?</p> <p>110. Записати формулу для розподілу енергії випромінювання абсолютно чорного тіла.</p> <p>111. Картина дифракції рентгенівських променів на зразку має вигляд окремих симетрично розташованих плям. Яка структура зразка – кристалічна чи полікристалічна?</p> <p>112. Картина дифракції рентгенівських променів на зразку має вигляд концентричних кіл. Яка структура зразка – кристалічна чи полікристалічна?</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	Інтерференція світла. Класичні методи отримання когерентних пучків.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
2	Методи отримання когерентних пучків світла поділом амплітуди.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
3	Застосування інтерференції світла. Інтерферометри.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
4	Дифракція світла. Зони Френеля.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год.		1 тиждень

		самостійна робота – 9 год.		
5	Дифракція Фраунгофера.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
6	Дифракційна ґратка. Спектральні характеристики дифракційних приладів.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
7	Дифракція на багатомірних структурах. Оптична голографія.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
8	Швидкість світла. Оптика рухомих середовищ.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
9	Поляризація світла. Формули Френеля.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
10	Часова дисперсія світла.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
11	Оптика анізотропних середовищ.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
12	Просторова дисперсія світла.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
13	Інтерференція поляризованих променів. Коноскопичні фігури кристалів.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
14	Параметричні ефекти у кристалах.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
15	Теплове випромінювання.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень
16	Лазери.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год.		1 тиждень