

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 № 1 від 30.08.2021 р.)

Завідувач кафедри  проф. Волошиновський А.С.

Силабус
з навчальної дисципліни «Оптика»,
що викладається в межах
ОПП «Середня освіта (Фізика)»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 014 Середня освіта
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта. Фізика

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	01 Освіта/Педагогіка, 014.08 «Середня освіта. Фізика»
Викладачі дисципліни	Брезвін Р.С., доктор фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної фізики, Маньковська І.Г., асистент кафедри експериментальної фізики
Контактна інформація викладачів	brezvinr@ukr.net, ruslan.brezvin@lnu.edu.ua iryna.mankovska@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. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/optyka-serednia-osvita-fizyka
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Оптика» є нормативною навчальною дисципліною з спеціальності: 014.08 Середня освіта (Фізика), яка викладається у 4-му семестрі в обсязі 9 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Оптика – розділ загального курсу фізики, в якому вивчається закономірності поширення світла та його взаємодії з речовиною. 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	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.

	<p>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.</p> <p>6. М.Колінько, І.Пашук, І.Стефанський. Оптичний практикум. Ч.1 та ч. 2. – Львів: ЛНУ, 2000, 2004.</p> <p>7. Wikipedia. http://www.wikipedia.org</p>
Обсяг курсу	270 годин, з яких 160 год. аудиторних занять, з них 48 год. лекцій, 64 год. практичних занять, 48 год. лабораторних занять та 110 год. самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Курс формує такі загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК):</p> <p><i>Загальні компетентності:</i></p> <p>ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><i>Спеціальні компетентності:</i></p> <p>СК1. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики та методики навчання фізики у вирішенні професійних завдань.</p> <p>СК4. Здатність коректно застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання.</p> <p>СК9. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків.</p> <p>СК12. Володіння базовими поняттями, аксіомами та постулатами загальної і теоретичної фізики, знання основних законів і принципів сучасної фізики та астрономії, вміння визначати межі їх застосування.</p> <p><i>Програмні результати навчання (ПРН), на досягнення яких спрямоване вивчення курсу:</i></p> <p>ПРН5. <i>Уміти</i> оперувати базовими категоріями та поняттями спеціальності.</p> <p>ПРН13. <i>Знати та розуміти</i> основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики і астрономії та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.</p> <p>ПРН14. <i>Аналізувати</i> фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.</p> <p>ПРН17. <i>Розв'язувати</i> задачі різних рівнів складності курсів фізики і астрономії в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює розв'язання учням.</p> <p>ПРН20. <i>Володіти</i> основами наукових досліджень, здійснювати самостійну експериментальну діяльність з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p> <p>ПРН22. <i>Розуміти</i> місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.</p>
Ключові слова	<ul style="list-style-type: none"> • закони геометричної оптики; • інтерференція світла;

	<ul style="list-style-type: none"> • дифракція світла; • поляризація світла; • 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 таблиці 1.
Підсумковий контроль, форма	Поточний контроль: усне та письмове опитування, модульні тести, оцінка практичних завдань, захист лабораторних робіт. Підсумковий контроль: іспит в кінці семестру. Форма: 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, 2×15 = 30 балів; • колоквіум - 15 балів; • відвідування занять - 5 балів. Разом за семестр: 50 балів. <ul style="list-style-type: none"> • Іспит: 50 балів. • Підсумкова максимальна кількість балів: 100. <p>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</p>
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
 $\Delta = k\lambda$.
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 – двопроменезаломлення.
65. Одновісні кристали.
66. Двовісні кристали.
67. Оптично активні кристали.
68. Що таке оптична вісь кристала?
69. Циркулярне двопроменезаломлення.
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.
97. Що таке нелінійна оптика?
98. Некогерентні ефекти нелінійної оптики.

	<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	Етапи розвитку оптики. Класичні закони оптики.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
2	Рівняння Максвелла і висновки з них. Випромінювання осцилятора.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
3	Інтерференція світла. Класичні інтерференційні схеми та їх характеристики.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
4	Інтерференція тонких плівок.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
5	Інтерферометри. Застосування інтерференції світла.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень

6	Дифракція світла. Зони Френеля. Складання амплітуд.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
7	Дифракція Фраунгофера. Щілина. Решітка.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
8	Дифракція на багатомірних структурах, її застосування. Голографія.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
9	Геометрична оптика. Заломлення світла на сферичній поверхні. Інваріанти. Дзеркала.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
10	Товста лінза. Оптичні прилади. Аберації.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
11	Роздільна здатність об'єктива, дифракційна теорія зображення, фазово- контрольний мікроскоп.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 4 год.		1 тиждень
12	Оптика рухомих середовищ. Головні експерименти і висновки з них.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 4 год.		1 тиждень
13	Поляризація світла. Формули Френеля. Висновки з них.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
14	Дисперсія світла: головні експерименти та класичний аналітичний опис явища.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
15	Оптика анізотропних середовищ. Кристалооптика.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
16	Отримання та аналіз поляризованого світла.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 6 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
17	Параметричні ефекти у	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год.		1 тиждень

	кристалооптиці.	самостійна робота – 5 год.		
18	Застосування поляризованого світла та параметричних ефектів. Акустооптика.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
19	Температурне випромінювання світла. Абсолютно чорне тіло. Опис його випромінювання. Формула Планка. Коефіцієнти Айнштейна.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
20	Зовнішній фотоэффект. Тиск світла. Їх пояснення. Властивості фотона.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
21	Розсіювання світла. Релеєвське та комбінаційне розсіювання. Застосування.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
22	Люмінесценція. Природа центрів свічення, закони загасання. Застосування люмінесценції.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.		1 тиждень
23	Оптичні квантові генератори – будова, активна речовина, властивості випромінювання. Модуляція добротності, синхронізація мод.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 2 год. лабор. заняття – 3 год. самостійна робота – 3 год.		1 тиждень
24	Поняття про нелінійну оптику. Когерентні та некогерентні нелінійно-оптичні ефекти.	Лекції – 2 год. практ. заняття – 4 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень