

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
Кафедра оптики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи



Оксана МОМОТ

« 10 » лютого 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Оптика

для студентів

галузь знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	104 «Фізика та астрономія»
освітній ступінь	бакалавр
освітня програма	ОПП «Фізичне матеріалознавство / Неметалічне матеріалознавство»
вид дисципліни	обов'язкова <i>OK 1.8</i>

Форма навчання	очна
Навчальний рік	20__/20__
Навчальний семестр	___
Кількість кредитів ECTS	___
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач(і): д.ф.-м.н., проф. Кондратенко Сергій Вікторович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__ р.
на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__ р.
на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__ р.

КИЇВ – 20__

Розробник(и) Кондратенко Сергій Вікторович, д.ф.-м.н., проф., професор
кафедри оптики
(ПБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри оптики



(Леонід ПОПЕРЕНКО)

Протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 11 від «10» червня 2022 р.

Голова науково-методичної комісії



(Олег ОЛІХ)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ року

1. Мета дисципліни – є формування сучасного світогляду та системи знань про природу електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, про процеси випромінювання світла, його поширення в різноманітних середовищах і взаємодію з речовиною.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони механіки, молекулярної фізики, електрики та магнетизму, основи математичного аналізу, звичайні диференціальні рівняння, основи математичної фізики.

2. Вміти застосовувати попередні знання з курсів механіки, молекулярної фізики, електрики та магнетизму, математичного аналізу, основ векторного та тензорного аналізу та диференціальних рівнянь для опису оптичних явищ та розв'язку фізичних задач з курсу оптика.

3. Володіти елементарними навичками розв'язування фізичних задач різних типів, обчислення похідних, інтегралів, дій над операції з векторами, будувати графіки функцій.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Предметом навчальної дисципліни «Оптика» є вивчення фізичних властивостей електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, особливостей інтерференції та дифракції світла, експериментальне та теоретичне вивчення випромінювання світла, його поширення в середовищах різної природи, поглинання в середовищі, а також заломлення та відбивання на границі поділу, взаємодії кількох світлових потоків, утворення когерентних джерел світла, опис принципів оптичних вимірювань, фізичних основ та принципів роботи оптичних приладів.

4. Завдання (навчальні цілі): – вивчення і засвоєння фізичних властивостей електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, особливостей інтерференції та дифракції світла, принципів оптичних вимірювань, оптичних властивостей речовини та закономірностей взаємодії світла з речовиною на основі узагальнення дослідних фактів і результатів спостережень у вигляді кількісних співвідношень між фізичними величинами з використанням відповідних фізичних моделей, а також застосування цих законів до розв'язування задач з оптики.

Методи викладання: лекції, семінари, лабораторні роботи, консультації. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, реферати, контроль за виконанням лабораторних робіт, залік за виконання лабораторних робіт, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок модульного контролю (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі): вивчення природи оптичного випромінювання (світла), досліджуються процесів випромінювання світла, його поширення в різноманітних середовищах і взаємодії з речовиною.

Дисципліна спрямована на досягнення таких загальних та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей випускника:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахових:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК4. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Формулювання основних принципів, законів, формул та рівнянь оптики, і межі їх застосування	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	20
1.2	Властивості електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, особливостей інтерференції та дифракції світла, оптичні властивості речовини та закономірності взаємодії світла з речовиною	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	20
1.3	Приклади проявів законів оптики в природі та приклади використання законів оптики в техніці, різних галузях науки, виробництва та повсякденного життя.	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	20
2.1	Аналізувати оптичні явища і результати дослідів, спираючись на основні закони і формули оптики	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну	20

			кількість питань, модульна контрольна робота	
2.2	Розв'язувати основні типи задач оптики, спираючись на основні закони і формули оптики, аналізувати отримані розв'язки щодо їх відповідності основним фізичним уявленням та «здоровому фізичному глузду» та встановлювати межі їх застосування	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	20

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
	ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+	+	+
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+			
ПРН11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	+	+			
ПРН14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.	+	+			
ПРН16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.	+	+	+	+	+
ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Колоквіум: **20 балів**
2. Оцінювання результатів виконання тестів та контрольних робіт, проведених під час практичних занять: **10 балів**
3. Оцінювання результатів виконання самостійних завдань: **10 балів**
4. Підсумкова контрольна робота: **10 балів**

- підсумкове оцінювання:

Підсумковий контроль знань студента проводиться у формі іспиту, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – **50 балів**.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається із суми оцінок за модулі та оцінки за екзамен.

- умови допуску до підсумкового екзамену:

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів

Заплановано такі види поточного і підсумкового контролю:

- 1) **контрольні роботи;**
- 2) **контроль самостійної роботи студентів;**
- 3) **усні опитування;**
- 4) **підсумкова контрольна робота;**
- 5) **іспит.**

7.2 Організація оцінювання:

Робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на три змістовні модулі.

1-й змістовний модуль (ЗМ1)

У межах першого змістовного модуля на лекціях розглядаються питання **електромагнітна природа світла, поширення, відбивання та заломлення світла, геометрична оптика, інтерференція світла** проводяться практичні заняття з розв'язування задач за темою матеріалу модуля та лабораторні роботи, а також самостійне вивчення матеріалу описового характеру, вказаного лектором.

Максимальна можлива кількість балів за перший модуль сягає **30** балів, які нараховуються за результатами колоквіуму (**20** балів), за виконання контрольних робіт (**5** балів) та за результатами самостійної роботи студентів на практичних заняттях (**5** балів).

Модульний контроль здійснюється після 8 тижнів з початку роботи.

2-й змістовний модуль (ЗМ2)

У межах третього змістовного модуля теоретично розглядаються питання **застосування інтерференції, основи голографії, дифракція світла, поглинання та дисперсія світла, молекулярна оптика, електромагнітні хвилі в анізотропних середовищах, елементи квантової оптики, елементи нелінійної оптики**, проводяться практичні заняття з розв'язування задач за темою матеріалу модуля та лабораторні роботи, а також самостійне вивчення матеріалу описового характеру, вказаного лектором.

Максимальна можлива кількість балів за третій модуль сягає **20** балів, які обчислюються як сума кількості балів за виконання контрольних робіт (**5** балів) та за результатами самостійної роботи

студентів на практичних заняттях (5 балів) та за результатами підсумкової контрольної роботи з розв'язування задач (10 балів)

Модульний контроль здійснюється на останньому тижні роботи.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
<i>Змістовий модуль 1</i>				
1	Лекція 1. Вступ. Короткий історичний огляд розвитку оптики. Роль оптики у розвитку науки і техніки та формуванні сучасного світогляду. Розвиток поглядів на природу світла. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.	2	2	3
2	Лекція 2. Рівняння Максвелла. Хвильове рівняння. Одновимірне хвильове рівняння та його аналіз. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Рівняння Максвелла для електромагнітних хвиль в однорідних діелектриках. Фазова швидкість, хвильовий вектор, абсолютний показник заломлення. Густина та потік енергії.	2	2	3
3	Лекція 3. Поляризація світла. Типи поляризації світла. Елементарний дипольний випромінювач. Сферичні хвилі. Частково поляризоване світло.	2		3
4	Лекція 4. Відбивання та заломлення світла на межі поділу двох діелектриків. Поширення електромагнітних хвиль в діелектриках. Граничні умови для електричного та магнітного полів на межі поділу двох середовищ. Формули Френеля. Амплітудні та енергетичні коефіцієнти відбивання. Кут Брюстера. Зсув фаз при відбиванні.	2	2	3
5	Лекція 5. Повне внутрішнє відбивання. Граничний кут. Хвилі біля межі поділу середовищ. Коефіцієнти відбивання та зсув фаз при повному внутрішньому відбиванні.	2		3
6	Лекція 6. Поширення електромагнітних хвиль в поглинаючих середовищах. Показники поглинання та заломлення. Коефіцієнти поглинання та відбивання. Закон Бугера.		2	3
7	Лекція 7. Геометрична оптика. Граничний перехід від хвильової оптики до геометричної. Принцип Ферма. Заломлення променів на сферичній поверхні. Параксіальне наближення. Теорема Лагранжа-Гельмгольца. Типи лінз. Формула тонкої лінзи. Властивості центрованих оптичних систем. Кардинальні елементи оптичної системи. Додавання ідеальних оптичних систем. Товста лінза як оптична система. Оптична система ока, лупи, телескопа і мікроскопа. Діафрагми оптичних систем. Явище вінієнтування.			3
8	Лекція 8. Квазімонохроматичне світло. Суперпозиція двох різночастотних коливань (биття). Хвильовий пакет. Фазова та групова швидкості. Амплітудно модульовані хвилі. Хвильовий цуг та його спектр. Ступінь	2	2	3

	монохроматичності. Спонтанне випромінювання атома. Природний контур спектральної лінії. Розширення контурів спектральних ліній.			
9	Лекція 9. Інтерференція світла. Принцип суперпозиції, когерентність хвиль. Інтерференція двох монохроматичних хвиль. Ширина полос. Інтерференція монохроматичних хвиль від двох точкових джерел. Вплив фазових співвідношень. Форма полос та порядок інтерференції.	2		3
10	Лекція 10. Інтерференція типу Френеля та типу Ньютона (поділ хвильового фронту та поділ амплитуди. Отримання когерентних хвиль. Дослід Юнга, бідзеркало Френеля, біпризма Френеля, білінза Бійє, дзеркало Ллойда, досліди Месліна та Поля. Інтерференція світла в плоскопаралельній пластині. Полоси рівного нахилу. Полоси рівної товщини. Клини, кільця Ньютона. Локалізація інтерференційних смуг.		2	3
11	Лекція 11. Просторова та часова когерентність. Інтерференція світла від протяжного монохроматичного джерела. Просторова когерентність. Вплив кутових розмірів джерела на видність інтерференційної картини. Інтерференція немонохроматичного світла. Часова когерентність. Довжина та час когерентності. Функція видності інтерференційної картини для цугу скінченної довжини. Функція кореляції та просторово-часова когерентність. Комплексна ступінь когерентності. Зв'язок функції кореляції зі спектром сигналу. Теорема Ван-Ціттера-Церніке.		2	3

Змістовий модуль 2

12	Лекція 12. Застосування двопрменевої інтерференції. Інтерферометри Майкельсона, Жамена, Маха-Цендера, Тваймана-Гріна, Саньяка. Просвітлення оптики. Інтерференційні дзеркала та фільтри. Основи Фур'є спектроскопії. Лазерні гіроскопи.	2	2	3
13	Лекція 13. Багатопроменева інтерференція. Багатопроменева інтерференція в плоскопаралельній пластині. Формула Ейрі. Інтерферометр Фабрі-Перо. Розподіл інтенсивності в інтерференційній картині, форма полос, спектральний інтервал, ширина лінії, роздільна здатність. Основи голографії. Запис та відтворення голограмного зображення.	2		3
14	Лекція 14. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Спіраль Френеля. Дифракція та круглому отворі та круглому екрані. Дослід Поля. Зонна пластинка Френеля, положення її фокусів. Дифракція Френеля на краю прямолінійного екрана. Спіраль Корню. Розподіл інтенсивності при	2	2	3

	дифракції від щілини та непрозорої полоски.			
15	Лекція 15. Дифракція Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера на одній щілині, прямокутному та круглому отворах. Дифракція на двох щілинах. Інтерферометр Релея.	2	2	3
16	Лекція 16. Дифракційні ґратки. Розподіл інтенсивності. Дисперсія, вільний спектральний діапазон та роздільна здатність дифракційної ґратки. Оптичні схеми спектральних пристроїв. Типи призм, їх дисперсія та роздільна здатність. Роздільна здатність телескопа та мікроскопа. Мікроскопія фазового контрасту.	2		3
17	Лекція 17. Поглинання та дисперсія світла. Класична теорія дисперсії. Формули Зельмейра та Коші. Нормальна та аномальна дисперсія. Молекулярна оптика. Молекулярне розсіювання світла. Розсіювання в неоднорідному середовищі. Ефект Тіндаля. Релеєвське розсіювання світла та його основні закономірності. Формула Релея. Комбінаційне розсіювання світла та його основні закономірності. Розсіювання Мандельштама-Бріллюена.	2	2	4
18	Лекція 18. Поширення світла в анізотропних середовищах. Явища дихроїзму та подвійного променезаломлення. Тензор діелектричної проникності. Еліпсоїд хвильових нормалей та променів. Одновісні та двовісні кристали. Застосування принципу Гюйгенса для кристалів з однією віссю. Головна площина. Звичайний та незвичайний промені. Штучна анізотропія. Явища Керра, Поккельса, Зеємана. Обетання площини поляризації.	2		4
19	Лекція 19. Рівноважне випромінювання. Закон Кірхгофа. Формула Планка та її зв'язок з формулами Віна, Релея-Джинса та законом Стефана-Больцмана. Застосування законів теплового випромінювання. Оптична пірометрія	2	2	3
20	Лекція 20. Фотоефект та його закономірності. Рівняння Ейнштейна. Гіпотеза світлових квантів. Лазери, принцип дії та основні складові елементи. Розповсюдження світла в середовищі з інверсним заселенням рівнів. Основні характеристики лазерного випромінювання.	2	2	3
21	Лекція 21. Елементи нелінійної оптики. Нелінійна поляризація діелектрика.	2	2	3
22	Лекція 22. Явище насичення поглинання в сильному світловому полі. Явище самофокусування, каналізація променів, світловий пробій. Генерація другої оптичної гармоніки.	2	2	3

Загальний обсяг 150 год., в тому числі:

Лекцій – 44 год.

Консультації – 1 год.

Семінари – 28 год.

Самостійна робота – 77 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Білий М.У., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика, Київ, Вища школа, 1987, 376 с.

2. Кучерук І. М., Горбачук І. Т.; за ред. Кучерука І. М., Загальний курс фізики. Том 3. Оптика. Квантова фізика. К.: Техніка, 1999.-520 с.

Додаткова:

1. Боровий М.О., Оліх О.Я., Цареградська Т.Л., Овсієнко І.В., Подолян А.О., Козаченко В.В. Загальна фізика для хіміків. Збірник задач. Частина 3. Оптика, елементи квантової механіки, атомної та ядерної фізики. Вінниця. ТОВ «Твори» 2022. – 185 с.

2. Американський інститут фізики (AIP) <http://scitation.aip.org/>

3. SPIE Digital Library: <http://spiedigitallibrary.org/>