

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
Кафедра оптики



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Фізика атома

для студентів

галузь знань	15 «Автоматизація та приладобудування»
спеціальність	152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
освітній ступінь	бакалавр
освітня програма	ОПП «Оптотехніка»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2022/2023
Навчальний семестр	5
Кількість кредитів ECTS	7
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач(і): д.ф.-м.н., проф. Зеленський Сергій Євгенович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.

КИЇВ – 2022

Розробник(и)

Зеленський Сергій Євгенович, д.ф.-м.н., проф., професор кафедри оптики  
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

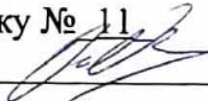
ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри оптики

 (Поперенко Л.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 13 від « 19 » травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11  
Голова науково-методичної комісії  (Оліх О.Я.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

## ВСТУП

1. Мета дисципліни - отримання знань щодо фізичних властивостей атомів і методів їх дослідження.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни  
Здобувач повинен попередньо опанувати перелічені нижче дисципліни в обов'язі викладання на фізичних факультетах класичних університетів:

- Загальна фізика. Електрика і магнетизм.
- Загальна фізика. Оптика.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна розглядає прояви і застосування корпускулярно-хвильового дуалізму (корпускулярні властивості електромагнітних хвиль і хвильові властивості мікрочастинок), будову і властивості електронних оболонок атомів з одним і багатьма електронами, взаємодію атомів з електромагнітними полями, а також вибрані питання фізики молекул та кристалів.

Програма навчальної дисципліни складається з трьох розділів (тем):

Тема 1. Корпускулярні властивості електромагнітних хвиль.

Тема 2. Хвильові властивості мікрочастинок.

Тема 3. Властивості атомних оболонок: одноелектронні атоми.

Тема 4. Властивості атомних оболонок: багатоелектронні атоми.

Тема 5. Основи фізики молекул та кристалів.

Теми відповідають двом змістовним модулям:

- модуль 1 - теми 1 та 2;

- модуль 2 - теми 3 – 5.

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 основ фізики мікрооб'єктів, атомних оболонок, молекул та кристалів.

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

*Інтегральних:*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з метрології, інформаційно вимірною технікою, оптичною технікою у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів метрології, способів побудови засобів автоматизації та приладобудування.

ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

ФК11. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики, оптики, лазерної фізики, оптоелектроніки та метрології.

ФК13. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці
Код	Результат навчання			
1.1	Прояви та застосування хвильових властивостей мікрооб'єктів та корпускулярних властивостей електромагнітного випромінювання, властивостей оболонок атомів з одним та багатьма електронами, властивостей молекул та кристалів.	Лекції, семінари, лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота, колоквіум, перевірка виконання лабораторних робіт, рефератів та інших форм самостійної роботи, іспит	15
1.2	Основні рівняння, що описують властивості атомів, молекул та кристалів, суть і наближення основних фізичних моделей; означення усіх фізичних величин та термінів, що застосовуються.	Лекції, семінари, лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота, колоквіум, перевірка виконання лабораторних робіт, рефератів та інших форм самостійної роботи, іспит	15
2.1	Формулювати основні фізичні моделі фізики атомів, молекул та кристалів, здійснювати математичний опис процесів, що вивчаються.	Лекції, самостійна робота.	Колоквіум, перевірка рефератів та інших форм самостійної роботи, іспит	15
2.2.	Розв'язувати типові задачі з фізики атомів та молекул, робити чисельні оцінки.	Семінари, самостійна робота.	Модульна контрольна робота, перевірка виконання	15

			домашніх завдань, інших форм самостійної роботи, іспит	
2.3.	Проводити типові вимірювання та спостереження в галузі фізики атомів та молекул із застосуванням стандартного лабораторного обладнання, здійснювати математичну обробку результатів.	Лабораторні роботи, самостійна робота.	Перевірка виконання лабораторних робіт, рефератів та інших форм самостійної роботи.	15
3.1	Вільне спілкування з питань фізики атомів, молекул та кристалів.	Дискусії під час лекцій, виступи на семінарах, обговорення лабораторних робіт.		15
4.1.	Самостійно обирати і застосовувати фізичні моделі для розв'язання задач та інтерпретації результатів експериментів.	Семінари, лабораторні роботи, самостійна робота.		10

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)**

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
	Програмні результати навчання (назва)						
ПРН03. Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ.	+	+					+
ПРН05. Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів виміральної техніки (стандартних зразків,			+	+	+		

еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання.						
ПРН12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.	+	+				+
ПРН19. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики, оптики та лазерної фізики.			+	+	+	+
ПРН20. Знати і розуміти фізичні основи оптичних явищ та процесів: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати оптичні явища, а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.	+	+				+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів :

#### - Семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (6 балів – 10 балів).
2. Колоквіум (9 балів – 15 балів)
3. Модульна контрольна робота 2 (9 балів – 15 балів).
4. Інші види контролю (12 балів – 20 балів).

#### - Підсумкове оцінювання у формі іспиту (обов'язкове проведення екзаменаційного оцінювання в письмовій формі).

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав *менше 36 балів*. Оцінка за іспит не може бути *меншою 24 балів* для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

	Модуль 1		Модуль 2		Екзамен	Підс. оцінка
	Контр. роб. 1	Коло квіум	Контр. роб. 2	Інші види		
Мінім.	6	9	9	12	24	60
Максим.	10	15	15	20	40	100

**7.2. Організація оцінювання:** Кожна модульна контрольна робота проводиться після вивчення відповідних тем. Колоквіум проводиться після вивчення тем 1 та 2.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно/Excelent	90 – 100
Добре/Good	75 -89
Задовільно/Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання/Fail	35 -59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0 – 34
Зараховано/ Passed	60 – 100
Не зараховано/ Fail	0 -59

## Програма навчальної дисципліни

### СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№	Назва лекції	Кількість годин			
		Лекції	Семінари	Лаб.роб	С/Р
<b>Тема 1. Корпускулярні властивості електромагнітних хвиль.</b>					
1	Вступ. Закони теплового випромінювання. Формула Планка.	2	2	4	8
2	Корпускулярні властивості світла. Рівноважний фотонний газ. Ефект Комптона.	2	2		4
<b>Тема 2. Хвильові властивості мікрочастинок.</b>					
3	Хвильові властивості мікрочастинок. Хвилі де-Бройля і їх властивості.	2	2		4
4	Принципи квантової механіки. Співвідношення невизначеностей. Рівняння Шредінгера. Квантування механічного моменту.	2	2		4
5	Квантові ями і бар'єри. Тунельний ефект.	2	2		4
	Модульна контрольна робота 1.				
	Колоквіум.				
<b>Тема 3. Властивості атомних оболонок: одноелектронні атоми.</b>					
6	Дослідження будови атомів. Атом водню: модель Бора.	2	2	4	8
7	Атом водню: теорія Шредінгера.	2	2	4	8
8	Стаціонарні стани і спектральні лінії.	2	2	2	6
9	Лазери і атомні ансамблі.	2			2
10	Суперпозиційні стани. Імовірності спектроскопічних переходів.	2			2
<b>Тема 4. Властивості атомних оболонок: багатоелектронні атоми.</b>					
11	Спін електрона.	2	2		4
12	Атом гелію. Принцип Паулі.	2	2		4
13	Систематика атомних станів.	2	2	2	6
14	Спін-орбітальна взаємодія. Атоми з двома електронами.	2	2	2	8
15	Атом в магнітному полі.	2	2	4	8
16	Атом в електричному полі.	2			2
17	Резонансні методи дослідження. Зсув Лемба.	2			4
18	Багатофотонні процеси.	2			2



19	Рентгенівське проміння.	2	2		4
Тема 5. Основи фізики молекул та кристалів.					
20	Природа молекулярного зв'язку. Молекула водню.	2		2/4	4/2
21	Електронні, коливальні, обертальні спектри молекул.	2	2	4	8
22	Основи фізики твердого тіла. Зонна модель кристалу. Квазічастинки в твердих тілах.	2			3
	Модульна контрольна робота 2	44	30	28 /30	107/ 105

Загальний обсяг 210 год., в тому числі:

Лекцій – 44 год.

Семінари – 30 год.

Консультації 1 год.

Лабораторні заняття 28/30 год.

Самостійна робота – 107/105 год.

### Лабораторні роботи

Лабораторна робота №1.

ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ЗАРЯДУ ЕЛЕКТРОНА МЕТОДОМ МАГНЕТРОНА

Лабораторна робота №2

СПЕКТР ВИПРОМІНЮВАННЯ АТОМАРНОГО ВОДНЮ

Лабораторна робота №3

ВИВЧЕННЯ ІЗОТОПІЧНОГО ЗСУВУ В СПЕКТРІ АТОМАРНОГО ВОДНЮ

Лабораторна робота №4

СТРУКТУРА МУЛЬТИПЛЕТІВ В АТОМНИХ СПЕКТРАХ. ВИВЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БУДОВИ НАЙБЛІЖЧИХ ЗБУДЖЕНИХ СТАНІВ АТОМА РТУТІ

Лабораторна робота №5

РОЗЦЕПЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ЛІНІЙ У ЗОВНІШНЬОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ (ЕФЕКТ ЗЕЄМАНА)

Лабораторна робота №6

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДИСОЦІАЦІЇ КОЛИВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛЕКУЛИ ЙОДУ

Лабораторна робота №7

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Лабораторна робота №8

ДОСЛІДИ ФРАНКА-ГЕРЦА

## Рекомендована література

### Основна:

1. Білий М.У., Охріменко Б.А. Атомна фізика. – К.: Знання, 2009. – 560 с.
2. Білий М.У. Атомна фізика. – К.: Вища школа, 1973. – 397 с.

### Додаткова:

3. Ахиезер А.И. Атомная физика. Справочное пособие. – К.: Наукова думка, 1988. – 264 с.
4. Зеленський С.Є. Багатофотонні переходи. – Київ, ВПЦ «Київський університет», 2010. – 72 с.
5. Тригг Дж. Решаючі експерименти в сучасній фізиці. – Пер.с англ. – М.: Мир, 1974. – 160 с.
6. Кондиленко І.І., Коротков П.А. Введення в атомну спектроскопію. – К.: Вища школа, 1976. – 303 с.

### Задачі:

7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: 2001. – 446 с.
8. Иродов И.Е., Сборник задач по атомной и ядерной физике. Учеб.пособие для вузов, 7-е изд.,перераб.и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 215 с.

### Описи лабораторних робіт.

9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (розділ «Атомна фізика»). За редакцією проф. Горбаня І.С. – К.: КДУ, 1991. – 66 с.
10. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ «ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА» (розділ «Атомна фізика») для студентів фізичного факультету [http://exp.phys.univ.kiev.ua/ua/Study/Lab/atom\\_lab.pdf](http://exp.phys.univ.kiev.ua/ua/Study/Lab/atom_lab.pdf)