КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний факультет
(назва факультету, інституту)

Кафедра фізики функціональних матеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана з навчальної роботи
Оксана МОМОТ
« » червня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КВАНТОВА МЕХАНІКА
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і назва)
спеціальність 152 Метрологія та інформаційно – вимірювальна техніка
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма оптотехніка, оптотехніка(на базі диплому молодшого спеціаліста)
(назва освітньої програми)
спеціалізація *(за наявності)* ______
(назва спеціалізації)
вид дисципліни обов'язкова (ОК21)

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

Викладачі: Лесюк Андрій Іванович, Теслик Олена Миколаївна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. __________(____________) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. __________(____________) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник(и): Лесюк Андрій Іванович, кандидат фіз.-мат. наук, асистент кафедри фізики функціональних матеріалів

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри фізики функціональних матеріалів

_________________________ (Микола КУЛІШ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 10 від «23» травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 11 від «10» червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії _________________________ (Олег ОЛІХ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _______________ 2022 року

1. Мета дисципліни – отримання студентами базових знань з квантової теорії як однієї з основ сучасної фізики. Розкриття сутності квантової природи явищ та матерії, корпускулярно-хвильового дуалізму. Продемонструвати успіх квантового підходу у поясненні атомарної структури речовини, її спектральних особливостей. Ознайомлення студентів з основами квантово-хімічних методів та квантової інформатики.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (*за наявності*):

1. Знати основи математичного аналізу, методи математичної фізики та теорії функції комплексної змінної.

2. Вміти розв'язувати звичайні диференційні рівняння та диференціальні рівняння в частинних похідних.

3. Володіти методами диференціального та інтегрального числення, методами математичної фізики.

3. Анотація навчальної дисципліни:
Дисципліна «Квантова механіка» викладається студентам 3 курсу бакалаврату фізичного факультету спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно - вимірювальна техніка» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» в обсязі 5 кредитів ECTS у першому семестрі та закінчується іспитом. Навчальний курс присвячений вивченню основних понять, положень та принципів квантової механіки. Вивчення дисципліни розпочинається з ретроспективного окреслення експериментальних та теоретичних передумов виникнення квантової теорії, пояснення статистичної природи функції стану квантової системи, принципів суперпозиції та невизначеності. Математичний апарат базується на основі алгебри операторів у гільбертовому просторі хвильових функцій. Розглядається теорія представлень. Записується та аналізується рівняння Шредінгера. Формулюються постулати квантової механіки. Далі студентам представлене прикладне застосування теорії для розрахунку станів найпростіших квантових систем. Велика частина курсу присвячена наближеним методам квантової механіки: стаціонарній та нестаціонарній теорії збурення, варіаційному методу. На завершення розглядаються методи опису багаточастинкових систем, квантова теорія випромінювання та розсіяння, основи квантової інформатики.

4. Завдання (навчальні цілі) – формування у студентів уявлень про квантову природу явищ, засвоєння базових положень квантової механіки, оволодіння математичним апаратом квантової механіки та формування навичок його застосування для розрахунку квантових систем.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий (магістрський) рівень вищої освіти, галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно - вимірювальна техніка» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

загальних:
ЗК13. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

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

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 підсумкові й оцінці з дисципліни
Код	**Результат навчання**			
1.1	Знати основні постулати та принципи квантової механіки. Знати основні методи математичного апарату квантової механіки.	Лекції, семінарські заняття, самостійна робота	Колоквіум, іспит	40 %
2.1	Вміти виконувати базові операції з операторами – вміти рахувати комутатори операторів фізичних величин і знаходити їх середні значення. Вміти отримувати спектр та хвильові функції частинки в одно-, двота три- вимірних потенціалах. Володіти основними наближеними методами квантової механіки, та вміти їх застосовувати для простих потенціалів. Розуміти основи теорії представлень.	Лекції, семінарські заняття, самостійна робота	Колоквіум, іспит, модульні контрольні роботи	60 %

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**	**2.1**
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 вимірювальної 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 – 25 балів.
2. Модульна контрольна робота №2 – 25 балів.
3. Колоквіум – 20 балів.

- підсумкове оцінювання у формі іспиту

Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за іспит 30 балів з 100 балів за дисципліну. Форма проведення іспиту письмова. Іспит складається з двох теоретичних питань по 10 балів кожне та практичного завдання на 10 балів.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 30 балів за роботу протягом семестру.

7.2 Організація оцінювання:

Самостійна робота перевіряється на кожному практичному занятті, колоквіуми проводиться один раз на семестр на початку листопада. Модульні контрольні роботи проводяться двічі на семестр. Заключна оцінка з дисципліни формується як сума балів отриманих протягом семестру та за результатами іспиту.

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 лекційних та практичних занять

№ п/п	**Номер і назва теми***	**Кількість годин**		
		лекції	**практичні**	**Самостійна робота**
	Змістовий модуль 1			
1	Експериментальні основи квантової механіки. Гіпотеза де Бройля. Хвильові властивості частинок. Функція стану.	2	1	4
2	Хвильовий пакет. Принцип невизначеності. Принцип суперпозиції. Поняття гільбертового простору та алгебри операторів.	2	2	4
3	Ермітові оператори. Власні числа та власні значення операторів, їх властивості. Оператор момента імпульсу.	2	2	4
4	Теорія представлень.	2	1	4
5	Часова еволюція стану. Оператор еволюції. Рівняння Шредінгера. Закони збереження у квантовій механіці. Потік.	2	2	4
6	Стаціонарне рівняння Шредінгера. Стаціонарні стани. Одновимірні квантові системи: потенціальна яма, потенціальний бар'єр, тунелювання.	2	2	4
7	Одновимірні квантові системи: гармонічний	2	2	4

	осцилятор.			
8	Момент кількості руху. Спін.	3	2	2
9	Рух в центрально симетричному полі. Метод факторизації. Теорія атома водню.	3	2	2
	Модульна контрольна робота 1		2	4
Змістовий модуль 2				
10	Наближені методи квантової механіки. Стаціонарна теорія збурень. Ефект Штарка.	2	2	2
11	Спін-орбітальна взаємодія. Ефект Зеемана.	2	0	2
12	Варіаційний метод. Метод Вентцеля-Крамерса-Бріллюена.	2	2	4
13	Теорія збурень залежних від часу. Адіабатичне наближення. Взаємодія атома з електромагнітним полем.	4	2	4
14	Квантова механіка системи багатьох частинок. Метод Хартрі-Фока. Основи квантової хімії.	4	2	5
15	Основи квантової інформатики.	2	0	5
16	Квантова теорія розсіяння.	2	1	6
17	Релятивістська квантова механіка.	4	1	7
	Модульна контрольна робота 2		2	4
	ВСЬОГО	**44**	**30**	**75**

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг *150* *год.,* в тому числі:
Лекцій ***– 44*** *год.*
Практичні заняття - ***30*** *год.*
Консультації - ***1*** *год.*
Самостійна робота ***- 75*** *год.*

9. Рекомендовані джерела:

Основна: *(Базова)*

1. Dirac P.A.M. The Principles of Quantum Mechanics. Oxford at the Clarendon Press. 1947.
2. Федорченко А.М. Теоретична фізика. т.2, Київ, Вища школа, 1993.
3. Вакарчук І.О. Квантова механіка. - Львів, ЛДУ, 2004.
4. Машкевич В.С. Годенко Л.П. Квантова фізика. Конспект лекцій Київ, КПІ, 1990.
5. Bohm A. Quantum Mechanics: Foundations and Applications. Springer. 1986.
6. Messiah A. Quantum Mechanics. Dover Books on Physics. 2014.
7. Flugge S. Practical Quantum Mechanics. Springer. 1999.
8. Pereyra P. Fundamentals of Quantum Physics: Textbook for Students of Science and Engineering. Springer. 2012.
9. Sharma A.C. A Textbook on Modern Quantum Mechanics. CRC Press 2022.

Додаткова:

2. Greiner W. Relativistic Quantum Mechanics: Wave Equations. Springer, Science. 2012.
3. Bjorken J.D., Drell S.D. Relativistic Quantum Mechanics. McGraw-Hill Education. 1998.
4. Weinberg S. Lectures on Quantum Mechanics. Cambridge University Press. 2013.
5. Cronin J.A., Greenberg D.F., Telegdi V.L. Graduate Problems in Physics with Solutions. University of Chicago Press. 1979.

6. Squires G.L. Problems in quantum mechanics with solutions. Cambridge University Press. 1995.
7. Tamvakis K. Problems and solutions in quantum mechanics. Cambridge University Press. 2005.
8. Yung-Kuo L. Problems and solutions on quantum mechanics. World Scientific. 2005.