

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Факультет ФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Кафедра ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. проректора з науково-педагогічної
роботи

“ _____ ” _____ 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КВАНТОВА МЕХАНІКА (II)

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки 6.040203 «ФІЗИКА»

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

факультет/центр ФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

(назва факультету/центру)

Дніпро – 2017 рік

Робоча програма « КВАНТОВА МЕХАНІКА » для студентів
(назва навчальної дисципліни)
 студентів з напрямку підготовки 6.040203 «ФІЗИКА»
 за спеціальністю _____
 „31” серпня, 2017 року- 12 с.

Розробник: Турінов Андрій Миколайович, доцент кафедри теоретичної фізики,
 кандидат фізико-математичних наук.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики
 Протокол від “31” травня 2017 року № 70

Завідувач кафедри теоретичної фізики

_____ (Скалозуб В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“31” травня 2017 року

Схвалено науково-методичною комісією за напрямом підготовки:

6.040203 «Фізика»

(шифр, назва)

Протокол від “06” червня 2017 року № 4

Голова _____ (Скалозуб В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“06” червня 2017 року

Схвалено Вченою радою факультету фізики, електроніки та комп’ютерних
 систем _____

(шифр, назва)

Протокол від “15” червня 2017 року № 77

Голова _____ (Коваленко О.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“15” червня 2017 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>0402 Фізико-математичні науки</u> (шифр і назва)	Нормативна	
	Напрямок підготовки <u>6.040203 «Фізика»</u> (шифр і назва)		
Модулів – 1	Спеціальність (професійне спрямування): _____	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 126.		7-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3. самостійної роботи студента – 4.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		36 год.	
		Практичні, семінарські	
		18 год.	
		Лабораторні	
		0 год.	
		Самостійна робота	
		72 год.	
		У тому числі індивідуальні завдання: кмр	
		Вид контролю: екзамен.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

У сучасній науці квантова механіка посідає важливе місце, оскільки формує основні ідеї сучасного підходу до опису мікросвіту й дає мову такого опису, яка є єдиною можливою для цілої низки розділів фізики. Так, не існує неквантової теорії твердого тіла, неквантової теорії ядра, неквантової теорії елементарних частинок и т.д. Квантова хімія, сучасна біофізика виникли тільки після створення квантової механіки. Тому курс квантової механіки займає особливе місце серед різних розділів фізики, що входять до навчальної програми фізиків, як теоретиків, так й експериментаторів, а також є головним інструментом для тих, хто далі

спеціалізуватиметься з фізики конденсованого стану речовини, ядерної фізики, фізики елементарних частинок, а також для фахівців в області ядерної енергетики.

Головною **метою дисципліни** є вивчення студентами основ квантової механіки у застосуванні до розв'язання широкого спектру фізичних задач, а також теоретичних й розрахункових методів даної дисципліни. Основна увага приділяється розшифруванню фізичного змісту понять квантової механіки й практичному опануванню розрахункових методів, а також формуванню уявлень про квантовомеханічні закономірності, що покладено в основу сучасної фізики та її фундаментальних застосувань.

Завдання дисципліни – засвоїти основні поняття та методи квантової механіки та вміти їх практично застосовувати. У результаті вивчення дисципліни студент повинен мати тверді теоретичні знання та вміти використовувати їх при вирішенні конкретних задач.

На початку ознайомлення з квантовою механікою бажано вже мати уявлення про основні концепції класичної фізики – механіки, атомної фізики, теорії поля й статистичної фізики, а також володіти основами теорії узагальнених функцій і алгебр Лі.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- **Знати** основні положення квантової механіки, елементи теорії представлень, розв'язки найпростіших задач квантової механіки, наближені методи квантової механіки (теорія збурень, квазікласичне наближення, прямий варіаційний метод), основні ідеї та підходи до розв'язання задач розсіювання, основи теорії атомів і молекул, узагальнення квантової механіки на релятивістський випадок.

- **Вміти** використовувати математичний апарат квантової механіки в нерелятивістському і релятивістському випадках, фізично інтерпретувати квантові процеси, застосовувати отриману теоретичну базу для розв'язання конкретних практичних задач, грамотно працювати з науковою літературою з використанням нових інформаційних технологій.

- **Володіти** математичним апаратом нерелятивістської квантової механіки в обсязі, необхідному для розв'язання конкретних завдань і розуміння наукових робіт, де використовується цей апарат; основними методами наукових досліджень, навичками проведення фізичного (лабораторного) експерименту, статистичної обробки експериментальних даних за допомогою сучасних математичних пакетів програм.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Квантова механіка. Наближені методи.

Тема 1. Квазікласичне наближення. Зв'язок квантової механіки із класичної. Теорема Еренфеста. Метод ВКБ. Граничні умови в методі ВКБ. Формула квантування Бора-Зоммерфельда. Нормування квазікласичних хвильових функцій. Проходження частинки через потенційний бар'єр у квазікласичному наближенні.

Тема 2. Стаціонарна теорія збурень. Теорія збурень для невиродженого рівня. Теорія збурень при наявності двох близьких рівнів. Теорія збурень при наявності виродження.

Тема 3. Варіаційний метод. Варіаційний принцип. Варіаційний метод Ритца. Варіаційне розв'язання рівняння Шредингера для стаціонарних станів.

Змістовий модуль 2. Квантова механіка. Нерелятивістська теорія спіна.

Тема 1. Власний механічний момент електрона (спін). Оператор спіна й матриці Паулі. Спінова залежність хвильових функцій. Рівняння Паулі.

Тема 2. Ефект Зеемана.

Тема 3. Елементи квантової теорії кутового моменту. Загальні властивості кутового моменту. Додавання моментів. Хвильові функції складної системи. Спін-орбітальна взаємодія. Аномальний ефект Зеемана.

Змістовий модуль 3. Квантова механіка. Системи тотожних часток.

Тема 1. Принцип Паулі. Оператор перестановки. Принцип тотожності. Симетричні й антисиметричні хвильові функції. Системи невзаємодіючих тотожних частинок.

Тема 2. Теорія атома гелію й гелієподібних іонів. Гамільтоніан і хвильові функції. Основний стан. Збуджені стани. Складні атоми. Метод Хартрі. Періодична система елементів Менделєєва.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Квантова механіка. Наближені методи.						
Тема 1. Одномірний рух. Загальні положення.	16	4	2			10
Тема 2. Момент кількості руху (момент імпульсу).	16	4	2			10

Тема 3. Загальні властивості руху в центральному полі.	16	4	2			10
Разом за змістовим модулем 1	48	12	6			30
Змістовий модуль 2. Квантова механіка. Нерелятивістська теорія спіна.						
Тема 1. Одномірний рух. Загальні положення.	16	4	2			10
Тема 2. Момент кількості руху (момент імпульсу).	16	4	2			10
Тема 3. Загальні властивості руху в центральному полі.	22	8	4			10
Разом за змістовим модулем 2	54	16	8	0	0	30
Змістовий модуль 3. Квантова механіка. Системи тотожних часток.						
Тема 1. Діраковський формалізм.	12	4	2			6
Тема 2. Представлення операторів і хвильових функцій.	12	4	2			6
Разом за змістовим модулем 3	24	8	4	0	0	12
Усього годин	126	36	18	0	0	72

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	немає	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1 Змістовий модуль 1 Тема 1	Метод ВКБ. Граничні умови в методі ВКБ. Формула квантування Бора-Зоммерфельда.	2
Модуль 1 Змістовий модуль 1 Тема 2	Теорія збурень для невиродженого рівня. Теорія збурень при наявності виродження.	2
Модуль 1 Змістовий модуль 1 Тема 3	Варіаційний принцип. Варіаційний метод Ритца. Варіаційне розв'язання рівняння Шредингера для стаціонарних станів	2
Модуль 1 Змістовий модуль 2 Тема 1	Оператор спіна й матриці Паулі. Спінова залежність хвильових функцій. Рівняння Паулі.	2

Модуль 1 Змістовий модуль 2 Тема 2	Ефект Зеемана	2
Модуль 1 Змістовий модуль 2 Тема 3	Загальні властивості кутового моменту. Додавання моментів. Аномальний ефект Зеемана	4
Модуль 1 Змістовий модуль 3 Тема 1	Принцип тотожності. Симетричні й антисиметричні хвильові функції. Системи невзаємодіючих тотожних частинок.	2
Модуль 1 Змістовий модуль 3 Тема 2	Складні атоми. Метод Хартрі. Періодична система елементів Менделєєва.	2

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	немає	

8. Самостійна робота

№	Вид роботи	Кількість годин
1.	Опрацювання програмного матеріалу, що не викладається на лекціях.	22
2.	Підготовка до практичних занять.	26
3.	Підготовка індивідуальних завдань.	25
4.	Підготовка курсової роботи.	0
5.	Підготовка до поточного контролю (КНР).	26
6.	Підготовка до екзамену, заліку	27
	Разом:	126

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	немає	

10. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні, наочні, практичні методи передачі та сприймання навчальної інформації, пояснювально-ілюстративний, проблемний та дослідницький характер пізнавальної діяльності з метою оволодіння новими знаннями, формування вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань й умінь за допомогою усного викладу знань, закріплення

навчального матеріалу, самостійної роботи з осмислення й засвоєння нового матеріалу роботи з можливим застосуванням знань на практиці та вироблення вмінь і навичок.

Найпоширеніші в педагогіці такі класифікації методів навчання:

- за джерелом передачі та сприймання навчальної інформації - словесні, наочні, практичні
- за характером пізнавальної діяльності учнів - пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, проблемне викладання, частково-пошуковий, дослідницький
- залежно від основної дидактичної мети і завдань - методи оволодіння новими знаннями, формування вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань, умінь і; методи усного викладу знань, закріплення навчального матеріалу, самостійної роботи учнів з осмислення й засвоєння нового матеріалу роботи із застосування знань на практиці та вироблення вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань, умінь і навичок;
- класифікація з точки зору цілісного підходу до діяльності у процесі навчання - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності; стимулювання й мотивація учіння, контролю, самоконтролю, взаємоконтролю і корекції, самокорекції, взаємокорекції в навчанні.

11. Методи контролю

У семестрі відбувається контроль з боку викладача та самоконтроль за такими формами контролю: поточний контроль, контроль за змістовними модулями, іспит.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається з 3 модулів в одному семестрі.

До критеріїв оцінювання знань включені такі: своєчасність виконання завдань, самостійність, оригінальність мислення, відповідальність, уміння обстоювати свою думку, глибина засвоєння теоретичних знань (це перевіряється

тестуванням), уміння структуровано викладати матеріал, використовувати наочність.

ОРІЄНТОВАНІ ПИТАННЯ ПОТОЧНОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ.

11.1.6. Питання поточного контролю (модульна контрольна робота №3).

Додаток Б1.

11.1.7. Питання поточного контролю (модульна контрольна робота №4).

Додаток Б2.

11.3.1. Теоретичні питання для екзамену.

Додаток С2.

11.3.2. Приклади екзаменаційних білетів.

Додаток С3.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

містовий модуль №4	Змістовий модуль №5	Змістовий модуль №6	Екзамен	Сума
20	20	20	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
64-74	D	задовільно	
60-63	E		
0-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
	F*	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Турінов А.М. Посібник до вивчення курсу «Квантова механіка». - ДНУ, Дніпропетровськ – 2013.
2. Соколовський О.Й., Лягушин С.Ф., Додаткові розділи квантової теорії. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т, 2006. – 116 с.

14. Рекомендована література

Основна література

1. Вакарчук І.О. Квантова механіка. – Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 1998.– 616 с.
2. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Наука, 1983.– 664 с.
3. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Наука, 1973.– 748 с.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. – М.: Наука, 1974.– 752 с.
5. Лягушин С.Ф., Соколовський О.Й. Посібник із квантової механіки. – Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т, 2005.– 36 с.

Додаткова література

6. Федорченко А.М. Теоретична фізика: У 2 т. – К.: Вища шк., 1993.– Т.2: Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика.– 415 с.
7. Глауберман А.Ю. Квантова механіка. – Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 1962.– 506 с.
8. Фок В.А. Начала квантовой механики. – М.: Наука, 1976.– 376 с.
9. Мессиа А. Квантовая механика. – М.: Наука, 1978.– Т.1.– 480 с.; 1979.– Т.2.– 584 с.
10. Шифф Л. Квантовая механика. – М.: ИЛ, 1959.– 473с.
11. Дирак П.А. Принципы квантовой механики. – М.: Наука, 1979.– 480 с.
12. Фаддеев Л.Д., Якубовський О.А. Лекции по квантовой механике для студентов-математиков. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1980.– 200 с.
13. Функциональный анализ. – Под ред. С.Г. Крейна, М.: Наука, 1972.– 544 с.
14. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1968.– 496 с.
15. Березин Ф.А., Шубин М.А. Уравнение Шредингера. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.– 392 с.
16. Нейман фон И. Математические основы квантовой механики. – М.: Наука, 1964.– 368 с.
17. Мандельштам Л.И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. – М.: Наука, 1972. – 439 с.
18. Медведев Б.В. Начала теоретической физики. – М.: Наука, 1977.– 496 с.
19. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979.– 528 с.
20. Балашов В.В., Долинов В.К. Курс квантовой механики. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.– 280 с.

21. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. – М.: Наука, 1985. – 384 с.
22. Ансельм А.И. Очерки развития физической теории в первой трети XX века. – М.: Наука, 1986. – 248 с.
23. Хунд Ф. История квантовой теории. – К.: Наук. думка, 1980. – 244 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека ім. О. Гончара Дніпропетровського національного університету (м. Дніпропетровськ, вул. Козакова, 8).
2. Інтернет.

16. Структура рейтингової системи оцінювання

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара

Кафедра ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Дисципліна КВАНТОВА МЕХАНІКА

Академічні групи КФ-14-1

Навчальний рік 2017/2018

семестр 7

Елементи контролю за 1-м змістовним модулем

- Індивідуальні завдання із «Посібник до вивчення курсу «Квантова механіка», Турінов А.М. Загальна кількість балів – 10. 2 розрахункові задачі по 5 балів за кожен. Загальна кількість балів – 10.
- Самостійна робота № 3. 5 практичних задач, по 2 бали за кожен. Завдання контрольної роботи в кількості 25. Загальна кількість балів – 10.

№ зміс мод	Зміст завдання	Кількість балів, термін склад.
4	Індивідуальні завдання із «Посібник до вивчення курсу «Квантова механіка», Турінов А.М.	10, 6 тижд.
	Самостійна робота № 3. 5 задач (див. п. 11.1.6 даної програми)	10, 6 тижд.

Термін перескладання 1-го модуля - 7 тиждень.

Елементи контролю за 2-м змістовним модулем

- Індивідуальні завдання із «Посібник до вивчення курсу «Квантова механіка», Турінов А.М. Загальна кількість балів – 10. 2 розрахункові задачі по 5 балів за кожну. Загальна кількість балів – 10.
- Самостійна робота № 4. 5 практичних задач, по 2 бали за кожну. Завдання контрольної роботи в кількості 25. Загальна кількість балів – 10.

№ зміс мод	Зміст завдання	Кількість балів, термін склад.
5	Індивідуальні завдання із посібника «Задачи по уравнениям математической физики», М.М. Смирнов.	10, 12 тижд.
	Самостійна робота № 4. 5 задач (див. п. 11.1.6 даної програми)	10, 12 тижд.

Термін перескладання 2-го модуля - 13 тиждень.

Елементи контролю за 3-м змістовним модулем

- КНР. 5 практичних задач, по 4 бали за кожну. Завдання контрольної роботи в кількості 25. Загальна кількість балів – 20.

№ зміс мод	Зміст завдання	Кількість балів, термін склад.
6	КНР. 5 задач (див. п. 11.1.7 даної програми)	20, 17 тижд.

Термін перескладання 3-го модуля - 18 тиждень.

Елементи семестрового контролю (екзамен)

Загальна кількість теоретичних питань – 350 (п. 11.3.1 програми). Загальна кількість екзаменаційних білетів – 30 (приклади білетів п. 11.3.2 програми).

Загальна кількість балів – 40:

2 теоретичних питання

по 8 за кожне.

3 задачі з КНР2

по 8 балів.

Викладач-екзаменатор

доц. А. М. Турінов

Викладач, який проводить практичні заняття

доц. А. М. Турінов

Затверджено на засіданні кафедри теоретичної фізики,
протокол № 70 від 31.05.2017 р.

Завідувач кафедри теоретичної фізики

проф. В. В. Скалозуб