

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни

“Суперсиметрія в квантовій механіці”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів – 2.5	галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	Вільного вибору
Модулів – 1	Напрямок підготовки 6.040203 Фізика	<i>Рік підготовки:</i> 4-й
Змістових модулів – 2		<i>Семестр</i> 7-й
Загальна кількість годин – 75		<i>Лекції</i> 12 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>аудиторних – 2</i> <i>самостійної роботи студента – 2</i>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<i>Практичні, семінарські</i> —
		<i>Лабораторні</i> 12 год.
		<i>Самостійна робота</i> 51 год.
		<i>Вид контролю: залік</i>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

У спецкурсі викладено основи алгебри суперсиметрії. Розглянуто суперсиметричну квантову механіку і її застосування для точного знаходження енергетичного спектру. Наведені приклади класичних задач квантової механіки, в яких проявляється суперсиметрія.

Мета: навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач квантової механіки.

Завдання: навчити студентів використовувати методи суперсиметрії для розв'язування задач квантової механіки.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати основні поняття та рівняння предмету викладені у програмі курсу.

вміти застосовувати методи, викладені в курсі.

Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики і фізики: математичний аналіз, векторний аналіз, диференціальні рівняння, механіка, атомна фізика, квантова механіка.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Супералгебра. Суперсиметрична квантова механіка

Тема 1. Супералгебра

1. Генератори суперсиметрії. Загальна структура супералгебр.
2. Двократне виродження енергетичних рівнів. Найпростіші суперсиметричні системи.
3. Симетрія двовимірного гармонічного осцилятора. Заряди і суперзаряди. Супергрупи.

Тема 2. Суперсиметрична квантова механіка

1. Суперсиметрія і включення взаємодії. Матрична реалізація ферміонних ступенів вільності.
2. Суперпотенціал. Енергія вакууму і топологія суперпотенціалу.

Змістовий модуль 2. Точне знаходження енергетичних рівнів.

Суперсиметрія деяких задач квантової механіки.

Тема 3. Метод факторизації та суперсиметрія.

1. Факторизація гамільтоніану і суперсиметрія. Зв'язок хвильових функцій суперсиметричних партнерів. Точне знаходження спектра і хвильових функцій рівняння Шредінгера з допомогою суперсиметрії.
2. Формінваріантні потенціали. Суперсиметрична квантова механіка з двома бозонними ступенями вільності.

Тема 4. Суперсиметрія деяких задач квантової механіки

1. Електрон у магнітному полі. Основний стан електрона у магнітному полі. Електрон у тривимірному магнітному полі. Суперсиметрія рівняння Дірака.
2. Суперсиметрія кулонівського поля. Суперсиметрія ізотропного осцилятора. Виділеність кулонівського потенціалу і потенціалу гармонічного осцилятора.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
МОДУЛЬ 1						
<i>Змістовий модуль 1. Супералгебра</i>						
Тема 1. Супералгебра	16	2		2		12
Тема 2. Суперсиметрична квантова механіка	21	4		4		13
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	37	6		6		25
<i>Змістовий модуль 2. Суперсиметрія у квантовій механіці</i>						
Тема 3. Метод факторизації та суперсиметрія.	19	3		3		13
Тема 4. Суперсиметрія деяких задач квантової механіки	19	3		3		13
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	38	6		6		26
Усього годин	75	12		12		51

5. Темі семінарських занять

Семінарські заняття в курсі не передбачені.

6. Темі практичних занять

Практичні заняття в курсі не передбачені.

7. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Суперсиметрія невзаємодіючих бозонного та ферміонного осциляторів.	1
2	Суперсиметрія вільної частинки. Знаходження оператора Вітгена та генераторів суперсиметрії вільної частинки.	2
3	Дослідження основного стану суперсиметричного гамільтоніану. Знаходження умову точної чи порушеної суперсиметрії.	2
4	Формінваріантні потенціали. Прилади формінваріантних потенціалів. Знаходження точних розв'язків рівняння Шредінгера за допомогою суперсиметрії.	2
5	Фомінваріантність в задачах з деформованою алгеброю Гейзенберга.	2
6	Квазі-точно розв'язувані задачі квантової механіки.	1
7	Основний стан електрона в магнітному полі.	2
	Разом	12

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Суперсиметрія невзаємодіючих бозонного та ферміонного осциляторів.	8
2	Суперсиметрія вільної частинки. Знаходження оператора Віттена та генераторів суперсиметрії вільної частинки.	7
3	Дослідження основного стану суперсиметричного гамільтоніану. Знаходження умову точної чи порушеної суперсиметрії.	7
4	Формінваріантні потенціали. Прилади формінваріантних потенціалів. Знаходження точних розв'язків рівняння Шредінгера за допомогою суперсиметрії.	7
5	Фомінваріантність в задачах з деформованою алгеброю Гейзенберга.	8
6	Квазі-точно розв'язувані задачі квантової механіки.	7
7	Основний стан електрона в магнітному полі.	7
Разом		51

10. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни «Суперсиметрія в квантовій механіці» застосовують такі методи навчання:

- *Наочні*: виведення на дошці основних співвідношень на лекціях і практичних заняттях;
- *Практичні*: завдання для лабораторних занять.

11. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль — два змістові модулі, 2×50 = 100 балів), — разом за семестр 100 балів. Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

12. Розподіл балів, що присвоюється студентам

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	
Т1–Т2	Т3–Т4	
50	50	100

Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90–100	A	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	Зараховано
81-89	B	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	C	<i>Добре</i>		
61-70	D	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	E	<i>Достатньо</i>		

13. Методичне забезпечення

1. *В. М. Ткачук* Суперсиметрія у квантовій механіці. — Львів, Вид-во ЛДУ, 1994.

14. Рекомендована література

Базова

1. *Генденштейн Л. Э., Криве Н. В.* УФН. 1985. Т. 146. Вып. 4. С. 553–590.
2. *Физика за рубежом.* Сер. Б. М.: Мир, 1988, 160 с.
3. *G. Junker.* Supersymmetric methods in Quantum and Statistical Physics, Springer, 1996, 172p.

Допоміжна

1. *Тернов И. М., Жуков В. Ч., Борисов А. В.* Квантовые процессы в сильном внешнем поле. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 192 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Wikipedia. <http://www.wikipedia.org>