

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с
государственными требованиями к
минимуму содержания и уровню
подготовки выпускников по
указанным направлениям и
Положением «Об УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор А.Р. Дарбинян

“ ___ ” _____ 2013г.

Институт Математики и высоких технологий

Кафедра: Общей физики и квантовых наноструктур

Автор(ы): к.ф.-м.н., ст. преподаватель Айрапетян Давид Борисович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

**Дисциплина: М2.В.ОД.1 «Приближенные методы квантовой
механики»**

**Направление: «Электроника и наноэлектроника»
210100.68**

**Основная образовательная программа магистратуры:
«Квантовая и оптическая электроника»**

ЕРЕВАН

1. Аннотация

В последние годы возрос интерес к наноразмерным системам. В этой связи чрезвычайно актуальной задачей становится изучение физических свойств низкоразмерных структур. Для теоретического изучения вышеуказанных систем используются современные теоретические методы квантовой механики, теории поля и статистической физики. В предлагаемом курсе изучаются разные приближенные методы, с помощью которых можно исследовать электрические и оптические свойства низкоразмерных систем.

Цель преподавания дисциплин:

Данный курс посвящен качественным методам теоретической физики (размерные и модельные оценки, изучение предельных случаев, использование аналитических свойств и свойств симметрии физических величин). Применение качественных методов иллюстрируется на многочисленных физических задачах из различных областей квантовой теории.

Учебная задача:

Задача курса — научить начинающих физиков правильному подходу к исследовательской работе в области теоретической физики. Ознакомить с различными приближенными методами для исследования физических свойств квантовых систем.

Основные методы проведения занятий, лекции, семинары.

Список литературы: содержит 5 наименований книг и монографий отечественных и зарубежных авторов; этот список поможет студентам освоить и создать свой профессиональный исследовательский инструментарий, обеспечить целостность обучения.

Краткое содержание курса:

Размерные и модельные оценки, Оценки математических выражений, Различные случаи теории возмущений, Теория возмущений в непрерывном спектре, Рассеяние заряженных частиц на атомном ядре, Возмущение граничных условий, Энергетические уровни деформированного ядра, Внезапные возмущения, Ионизация атомов при β -распаде, Ионизация атомов при ядерных реакциях, Передача энергии при вылете кванта из ядра молекулы (эффект Мёссбауэра), Адиабатические возмущения, Ионизация атома при пролете медленной тяжелой частицы, Захват атомного электрона протоном (перезарядка), Быстрая и медленная подсистемы, Колебательные уровни энергии молекулы, Возбуждение ядерных дипольных уровней быстрой частицей, Рассеяние протона на атоме водорода (перезарядка), Теория возмущений в случае близких уровней Частица в периодическом потенциале Штарк-эффект в случае близких уровней, Изменение времени жизни состояния $2s_{1/2}$ атома водорода во внешнем электрическом поле

2. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов

Теория поля, квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория твердого тела.

3. Цель и задачи дисциплины

Основная цель изучаемой дисциплины — ознакомление студентов с приближенными методами квантовой механики. Подготовка будущих специалистов в области микро и наноэлектроники с необходимым багажом теоретических знаний и дальнейшему изучению специальной литературы по отдельным вопросам данной отрасли.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

- 1) Иметь представления о специфике физических процессов имеющих место в квантовых системах.
- 2) Уметь интерпретировать результаты теоретических расчетов искомых физических характеристик различных квантовых структур.
- 3) Иметь навыки для численных оценок физических величин в разных квантовых структурах.

5. Трудоемкости дисциплины и видов учебной работы по учебному плану

Виды учебной работы	Всего (ак. час)
<i>Общая трудоемкость изучения дисциплины, в т.ч.:</i>	36
1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	36
1.1. Лекционные занятия	30
1.2. Семинарские занятия	6
1.3. Практические занятия	-
1.4. Лабораторные работы	-
2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	-
2.1. Контактная самостоятельная работа	-
2.2. Бесконтактная самостоятельная работа	-
<i>Итоговый контроль</i>	<i>Экзамен</i>

6. Распределение весов по формам контроля

Веса и формы контролей	Вес форм текущих контролей в результирующей оценке текущего контроля			Вес форм промежуточных контролей и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	М1	М2	М3	М1	М2	М3		
Вид учебной работы/ контроля	М1	М2	М3	М1	М2	М3		
Контрольная работа				0	0,6	0		
Тест								
Курсовая работа								
Лабораторные работы								
Письменные домашние задания	0	0,5	0					
Эссе								
Семинар	0	0,5	0					
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках соответствующих промежуточных контролей				0	0,4	0		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,5
Вес оценки экзамена/зачета в результирующей оценке итогового контроля								0,5
	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$

7. Содержание дисциплины

7.1 Тематический план и трудоемкости аудиторных занятий

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1. ОПИСАНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	18	15	3	-	-
Введение	1	1	-	-	-
<u>Раздел 1. Размерные и модельные оценки</u>	6	5	1	-	-
<i>Тема 1.1. Оценки математических выражений</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 1.2. Оценки скоростей и размеров орбит внутренних электронов атома</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 1.3. Оценки сечения рассеяния для разных потенциалов</i>	1	1			
<i>Тема 1.4. Времена жизни возбужденных состояний атома</i>	2	2			
<u>Раздел 2. Различные случаи теории возмущений</u>	5	4	1	-	-
<i>Тема 2.1. Теория возмущений в непрерывном спектре</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 2.2. Возмущение граничных условий</i>	2	2	-	-	-
<i>Тема 2.3. Внезапные возмущения</i>	2	1	1	-	-
<u>Раздел 3. Адиабатическое возмущение</u>	6	5	1	-	-
<i>Тема 3.1. Быстрая и медленная подсистемы</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 3.2. Сильно сплюснутый эллипсоид</i>	2	2	-	-	-

<i>Тема 3.3. Сильно вытянутый эллипсоид</i>	2	2	-		
ЭКЗАМЕН	18	15	3	-	-
<u>Раздел 4. Квазиклассическое приближение</u>	10	8	2	-	-
<i>Тема 4.1. Точность квазиклассического приближения</i>	2	2	-	-	-
<i>Тема 4.2. Критерий применимости теории возмущений для расчета не слишком малых величин</i>	2	2	-	-	-
<i>Тема 4.3. Прохождение через барьер</i>	2	2			
<i>Тема 4.4. Надбарьерное отражение</i>	2	2			
<u>Раздел 5. Методы задач многих тел</u>	8	7	1	-	-
<i>Тема 5.1. Метод квазичастиц и функции Грин</i>	2	2	-	-	-
<i>Тема 5.2. Одночастичные функции Грина в системе взаимодействующих частиц</i>	2	2	-	-	-
<i>Тема 5.3. Функция Грина в системе взаимодействующих частиц</i>	2	2	-	-	-
<i>Тема 5.4. Графический метод</i>	1	1	-	-	-
ИТОГО	36	30	6	-	-

7.2 Содержание разделов и тем дисциплины

МОДУЛЬ 1.

ОПИСАНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Введение

Общие сведения о приближенных методах квантовой механики. Области применений.

Раздел 1. Размерные и модельные оценки

Тема 1.1. Оценки математических выражений

Тема 1.2. Оценки скоростей и размеров орбит внутренних электронов атома

Тема 1.3. Оценки сечения рассеяния для разных потенциалов

Тема 1.4. Времена жизни возбужденных состояний атома

Раздел 2. Различные случаи теории возмущений

Тема 2.1. Теория возмущений в непрерывном спектре

Тема 2.2. Возмущение граничных условий

Тема 2.3. Внезапные возмущения

Раздел 3. Адиабатическое возмущение

Тема 3.1. Быстрая и медленная подсистемы

Тема 3.2. Сильно сплюснутый эллипсоид

Тема 3.3. Сильно вытянутый эллипсоид

Раздел 4. Квазиклассическое приближение

Тема 4.1. Точность квазиклассического приближения

Тема 4.2. Критерий применимости теории возмущений для расчета не слишком малых величин

Тема 4.3. Прохождение через барьер

Тема 4.4. Надбарьерное отражение

Раздел 5. Методы задач многих тел

Тема 5.1. Метод квазичастиц и функции Грина

Тема 5.2. Одночастичные функции Грина в системе невзаимодействующих частиц

Тема 5.3. Функция Грина в системе взаимодействующих частиц

Тема 5.4. Графический метод

7.3 Экзаменационные вопросы

- 1. Размерные и модельные оценки*
- 2. Оценки математических выражений*
- 3. Оценки скоростей и размеров орбит внутренних электронов атома*
- 4. Оценки сечения рассеяния для разных потенциалов*
- 5. Взаимодействие с излучением*
- 6. Времена жизни возбужденных состояний атома*
- 7. Теория возмущений в непрерывном спектре*
- 8. Адиабатическое возмущение*
- 9. Быстрая и медленная подсистемы*
- 10. Колебательные уровни энергии молекулы*
- 11. Теория возмущений в случае близких уровней*
- 12. Штарк-эффект в случае близких уровней*
- 13. Квазиклассическое приближение*
- 14. Точность квазиклассического приближения*
- 15. Критерий применимости теории возмущений для расчета не слишком малых величин*
- 16. Методы задачи многих тел*
- 17. Метод квазичастиц и функции Грина*
- 18. Одночастичные функции Грина в системе невзаимодействующих частиц*
- 19. Функция Грина в системе взаимодействующих частиц*
- 20. Графический метод*

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

- [1] А.Б. Мигдал, Качественные методы в квантовой теории, Изд. Наука, Москва, 1975.
- [2] Казарян Э.М., Петросян С.Г. "Физические основы полупроводниковой наноэлектроники", Ер. Изд. РАУ, 2005.(на арм. яз.)
- [3] А.Б. Мигдал, В.П. Крайнов, Приближенные методы квантовой механики, Изд. Наука, Москва, 1966.
- [4] Галицкий В.М., Б. М.Карнаков, В.И.Коган - Задачи по квантовой механике. 2-е изд., М., 1992
- [5] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М.: Наука, 1989.

8.2. Программные средства освоения дисциплины

Mathematica 5.1, Mathematica 6.0, MathLab. 7.0, Microcal Origin.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютер, проектор.

Учебная программа:

Одобрена кафедрой Общей физики и квантовых наноструктур

Зав. кафедрой: Саркисян А.А.

(подпись)

Рекомендована Советом Института математики и высоких технологий

Директор: Казарян Э.М.

(подпись)