

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Составлена в соответствии с федеральными
Государственными требованиями к структуре
основной профессиональной образовательной
программы послевузовского профессионального
образования (аспирантура)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по науке
П.С. Аветисян
« 19 » июля 2023г.

Институт: Инженерно-Физический
Кафедра: Общей физики и квантовых наноструктур

Учебная программа подготовки аспиранта и соискателя
ДИСЦИПЛИНА: 2.1.8.1

Современные вопросы квантовой механики

наименование дисциплины (модуля) по учебному плану подготовки аспиранта

1.3.11.
-Шифр

Физика полупроводников
наименование научной специальности

Программа одобрена на заседании
кафедры ОФКН

протокол № 10 от 18 июля 2023 г.

Утверждена Ученым Советом ИФИ

протокол № 33 от 19 июля 2023 г.

Заведующий кафедрой



канд. физ.-мат. наук, доц. Д.Б. Айрапетян
И.О.Ф, ученая степень, звание

Разработчик программы

Подпись

канд. физ.-мат. наук, доц. Д.Б. Айрапетян
И.О.Ф, ученая степень, звание

Ереван 2023

Общие положения

Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины «**Современные вопросы квантовой механики**» образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) ориентирована на аспирантов университета, уже прослушавших курсы по электродинамике, квантовой механике, тензорной алгебре и анализу, математической физике.

1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «**Современные вопросы квантовой механики**» - является ознакомление аспирантов с современными методами решения одночастичных и многочастичных квантомеханических задач. Представлены примеры решения многопараметрических уравнений Шредингера в рамках вариационного, адиабатического методов, теории возмущений с учетом вырождения уровней, метода Боголюбова. Обсуждаются также вопросы связанные с эффектами скрытой симметрии в ряде квантовых систем.

Дисциплина «**Современные вопросы квантовой механики**» относится к циклу элективных дисциплин и входит в состав образовательной составляющей учебного плана по направлению обучения в аспирантуре по специальности 01.04.10 Физика полупроводников.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Аспирант должен

-Знать:

- методы решения уравнений математической физики;
- теорию атома водорода в низкоразмерных структурах

- Уметь:

- применять различные приближенные методы решения уравнения Шредингера;
- на основе простых вычислений давать численные оценки для различных физических параметров (энергия, сила осцилляторов, частота переходов и т.п.) квантовых систем.

- Владеть:

- владеть аппаратом стационарного и нестационарного адиабатического приближения.

3. Объем дисциплины (модуля) и количество учебных часов

Вид учебной работы	Кол-во зачетных единиц*/уч. часов
Аудиторные занятия	1/26
Лекции (минимальный объем теоретических знаний)	8
Семинар	18
Практические занятия	-
Другие виды учебной работы (авторский курс, учитывающий результаты исследований научных школ Университета, в т.ч. региональных)	-
Формы текущего контроля успеваемости аспирантов	-
Внеаудиторные занятия:	-
Самостоятельная работа аспиранта	10
ИТОГО	36
Вид итогового контроля	Составляющая экзамена кандидатского минимума зачет

4. Содержание дисциплины (модуля)

4.1 Содержание лекционных занятий

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Вариационный метод определения энергии квантовой системы.	2
2	Задача атома водорода в электрическом поле (параболические координаты).	2
3	Геометрическая адиабатика. Задача сильно вытянутой эллиптической ямы. Слоистые наноструктуры.	2
4	Скрытая симметрия атома водорода. Квантовый аналог вектора Рунге-Ленца. Группа $O(4)$.	2
Всего:		8

4.2 Семинарские занятия

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Атом водорода в параболической трехмерной яме.	3

2	Теория возмущений при наличии вырождения.	3
3	Теория возмущений для близких уровней. Штарк-эффект для близких уровней.	3
4	Адиабатическое описание атома водорода в сильном магнитном поле.	3
5	Скрытая симметрия сферического осциллятора. Группа $U(3)$.	3
6	Связь симметрии с правилами отбора для квантовых переходов.	3
Всего:		18

4.3 Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

4.4 Другие виды учебной работы

Другие виды учебной работы не предусмотрены учебным планом.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Кол-во уч. часов
1	Ознакомление с учебной и научной литературой.	2
2	Усвоение различных приближенных методов квантомеханических задач как в отсутствие так и при наличии внешних полей.	3
3	Всесторонний качественный и количественный анализ полученных физических результатов.	3
4	Приобретение навыков вычисления степени вырождения энергетических уровней различных квантомеханических систем.	2
Всего:		10

5 Перечень контрольных мероприятий и вопросы к экзаменам кандидатского минимума

Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:

1. Вариационный метод решения уравнения Шредингера. Поиск пробных вариационных функций.
2. Определение основного уровня атома водорода в параболической квантовой яме.
3. Теория возмущений для вырожденных состояний. Секулярное уравнение.
4. Линейный эффект Штарка для атома водорода.
5. Эффект Штарка для близких уровней.
6. Грубое адиабатическое приближение. Быстрая и медленная подсистемы.
7. Атом водорода в сильном магнитном поле.
8. Электрон в сильно вытянутой эллиптической яме. Геометрическая адиабатика.
9. Сферический и цилиндрический квантовые слои. Приближение пространственного и плоского ротаторов.
10. Задача атома водорода в параболических координатах. Главное квантовое число.

11. Симметрия гамильтониана атома водорода. Порядок вырождения уровней атома водорода.
12. Гамильтониан сферического осциллятора. Порядок вырождения уровней энергии сферического осциллятора.

6 Образовательные технологии

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

1. Сопровождение лекций показом визуального материала.
2. Проведение лекций с использованием интерактивных методов обучения.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Учебно-методические и библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют качественное освоение аспирантом образовательной программы. Университет располагает обширной библиотекой, включающей научную литературу по физике, научные журналы и труды научно-практических конференций по основополагающим проблемам науки и практики управления.

7.1. Основная литература:

- Sewell, G., 2021. Quantum mechanics and its emergent macrophysics. Princeton University Press.
- Pastras, G., 2020. Applications in Quantum Mechanics. In The Weierstrass Elliptic Function and Applications in Classical and Quantum Mechanics (pp. 57-69). Springer, Cham.
- Dürr, D. and Lazarovici, D., 2020. Understanding quantum mechanics: The world according to modern quantum foundations. Springer Nature.
- Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Квантовая механика, Москва, Наука (1989).
- А.С. Давыдов. Квантовая механика, Изд. Наука, Москва (1973).
- Г. Бете Квантовая механика. Москва, Мир (1965).
- S. Flugge. Practical Quantum Mechanics Part 2. Springer, Germany (1971).
- В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган, Задачи по квантовой механике, Изд. Наука, Москва (1981).
- П.А.М. Дирак, Принципы квантовой механики, Москва, Наука (1979).

7.2. Дополнительная литература

- И.И. Гольдман, В.Д. Кривченков, Сборник задач по квантовой механике. Москва, ГИТТЛ, (1957).
- И.В. Савельев, Основы теоретической физики, Изд. Наука, Москва (1991).
- А.А.Соколов, И.М. Тернов, В.Ч. Жуковский, Квантовая механика. Москва, Наука (1979).

7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.scholar.google.com>
2. <http://adsabs.harvard.edu>
3. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/difgeometry.htm>

8 Материально-техническое обеспечение

Кафедра располагает соответствующим компьютерным оборудованием позволяющим проводить численные расчеты. Можно также использовать компьютерный кластер кафедры теоретической физики ЕГУ.