

Программа экзамена по курсу «Физические основы квантовой механики и статистической физики», 2021

1. Экспериментальные и теоретические предпосылки квантовой теории
 - 1.1. Модель атома Э. Резерфорда.
 - 1.2. Излучение абсолютно черного тела. Постоянная Планка.
 - 1.3. Фотоэлектрический эффект.
 - 1.4. Модель атома по Н Бору (1913), на примере атома водорода.
 - 1.5. Волна де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Основные понятия квантовой механики
 - 2.1. Принцип неопределенности Гейзенберга.
 - 2.2. Волновая функция, свойства и статистическая интерпретация, принцип суперпозиции.
 - 2.3. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. стационарные состояния. Фундаментальные решения в случае свободно движущейся частицы.
 - 2.4. Плотность вероятности, плотность потока вероятности.
 - 2.5. Свободная частица в ограниченном объеме пространства.
 - 2.6. Волновой пакет. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
3. Одномерные простейшие задачи квантовой механики
 - 3.1. Фinitное и нефinitное движения
 - 3.2. Частица в потенциальном «яме»
 - 3.3. Прямоугольный потенциальный барьер (ступенчатый потенциал)
 - 3.4. Гармонический осциллятор
4. Операторное представление квантовой механики
 - 4.1. Математика квантовой механики
 - 4.2. Простейшие операторы квантовой механики, перестановочные соотношения
 - 4.3. Инвариантность гамильтониана относительно преобразований переноса и поворота; преобразование инверсии и четность состояния
 - 4.4. Собственные значения и собственные функции операторов физических величин
 - 4.4.1. Собственные значения и собственные функции операторов проекций импульса \hat{p}_k , ($k = 1, 2, 3$).
 - 4.4.2. Собственные значения и собственные функции оператора проекции углового момента
 - 4.4.3. Собственные значения и собственные функции оператора квадрата углового момента
5. Движение частицы в поле сферической симметрии
 - 5.1. Общие особенности движения в сферически симметричном поле
 - 5.2. Движение электрона в кулоновском поле
 - 5.2.1. Асимптотические решения радиального уравнения
 - 5.2.2. Общее решение радиального уравнения
 - 5.3. Пространственная структура атома водорода
 - 5.3.1. Простейшие функции состояния атома водорода. Наиболее вероятное и среднее значения расстояния частицы между электроном и протоном в состоянии $1s$.
 - 5.3.2. Пространственная структура
 - 5.3.2.1. Радиальное распределение электронного облака
 - 5.3.2.2. Угловое распределение
6. Магнитный момент электрона.
 - 6.1. Классическое рассмотрение
 - 6.2. Квантовомеханический подход
 - 6.3. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона.
7. Системы, состоящие из одинаковых частиц
 - 7.1. Функция состояния системы одинаковых частиц, оператор парных перестановок.
 - 7.2. Симметричные и антисимметричные волновые функции, принцип Паули

- 7.3. Элементарная теория основного состояния атомов с двумя электронами. Энергия ионизации.
- 7.4. Электронные оболочки, периодическая система элементов Д.И. Менделеева
- 7.4.1. Заполнение электронных оболочек, примеры.
- 7.4.2. Таблица Менделеева.
8. Спин микрочастицы
- 8.1. Постулаты нерелятивистской теории спина Паули
- 8.2. Теоретическое описание спина электрона, матрицы Паули
- 8.3. Полный механический и магнитный момент электрона
- 8.4. Уравнение Дирака, релятивистская теория свободного электрона
- 8.4.1. Уравнение Дирака. Матрицы Дирака
- 8.4.2. Стационарное уравнение «Шредингера», решение с плоской волной. Позитрон.
9. Основные модели и распределения статистической физики.
- 9.1. Какие общие положения теории вероятности и физические предположения о движении молекул приводят к максвелловскому распределению компонент скорости?
- 9.2. Вывод распределения Максвелла для компонент скорости.
- 9.3. Физический смысл параметра распределения Максвелла. Среднее значение скорости и средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа.
- 9.4. Распределение Максвелла для модуля скорости.
- 9.5. Связь между давлением идеального одноатомного газа и средней кинетической энергией молекул.
- 9.6. Распределение числа молекул идеального газа по модулю скорости
- 9.7. Число конфигураций в классической статистике Максвелла-Больцмана, распределение Максвелла-Больцмана по энергии.
- 9.8. Равновесные и неравновесные состояния макроскопических систем. Микроскопические состояния системы и гипотеза о молекулярном хаосе
- 9.9. Спектр квантовой макроскопической системы. Плотность состояний, сумма по квантовым состояниям.
- 9.10. Статистическое распределение
- 9.10.1. Замкнутая макроскопическая система и подсистема.
- 9.10.2. Как описать квантовое состояние подсистемы?
- 9.10.3. Статистический ансамбль
- 9.10.4. Статистическая независимость. Свойства статистической функции распределения
- 9.11. Микроканоническое распределение. Флуктуации аддитивных физических величин.
- 9.12. Статистический вес и энтропия.
- 9.13. Краткая сводка основных распределений статистической физики
- 9.14. Каноническое распределение Гиббса.
- 9.15. Распределение Ферми-Дирака.
- 9.16. Распределение Бозе-Эйнштейна.
- Мелкий курсив - темы не рассмотренные на лекциях.*

Литература

1. Ю. Давыдов «Квантовая механика»
2. З. Флюгге «Задачи по квантовой механике»
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Теоретическая Физика», том 3 «Квантовая механика»
4. И.Е. Иродов «Квантовая физика. Основные законы», Бином, 2014г.
5. «Мир физики и техники. Справочник по физике. Формулы, таблицы, схемы» под ред. Штекер, Техносфера, Москва, 2009г.
65. К. Козн-Таннуджи, Б. Диу, Ф. Лалоз «Квантовая механика»
- 6 .В.В. Балашов, В.К. Долинов «Курс квантовой механики»
7. Х. Мюллер-Киршейн «Основы современной статистической физики»

8. В.А. Рябов «Принципы статистической физики и численное моделирование»
 9. И.А.Квасников «Молекулярная физика»
 9. А.Ф.Никифиров, В.Б.Уваров «Специальные функции математической физики»
- .