

Билеты по квантовой механике. Первый семестр 2024/2025.

1. (a) Привести примеры операторов физических величин с непрерывным и дискретным спектром. Связь вырождения энергетических уровней с существованием интегралов движения.
(b) Вывести соотношение неопределённостей для координаты и импульса.
2. (a) Модель атома Бора.
(b) Что такое смена представления в квантовой механике? Примеры. Представления Шрёдингера и Гейзенберга.
3. (a) Импульсное представление в квантовой механике. Получить выражение для операторов координаты и импульса.
(b) Гармонический осциллятор. Найти спектр и собственные функции стационарного уравнения Шрёдингера.
4. (a) Определить матричное представление операторов физических величин. Найти матричный вид произведения операторов, записать задачу на собственные значения оператора в матричном виде.
(b) Экспериментальные доводы в пользу существования спина как собственного момента импульса частиц.
5. (a) Записать связь измеримых значений физических величин (и их средних) с операторами этих величин, вводимых в квантовой механике.
(b) Описать алгоритм сложения орбитальных моментов двух подсистем.
6. (a) Фотоэффект. Основные экспериментальные факты и их интерпретация.
(b) Получить выражения, описывающие сферические волны в свободном пространстве.
7. (a) Вариационный метод в квантовой механике и его эквивалентность решению стационарного уравнения Шрёдингера.
(b) Частица в кулоновом поле. Найти уровни энергии и волновые функции. Атом водорода как пример квантовой задачи двух тел.
8. (a) Вид волны де Бройля. Найти закон движения волнового пакета. Групповая скорость.
(b) Определить операторы поворота вокруг выбранной оси и момента импульса. Найти коммутационные соотношения для проекций момента и собственные значения операторов проекции на некоторую ось и квадрата момента.

9. (a) Физический смысл волновой функции в квантовой механике.
(b) Коэффициенты отражения и прохождения в одномерных задачах. Примеры.
10. (a) Выразите гамильтониан гармонического осциллятора через операторы рождения и уничтожения. Найдите матричные элементы этих операторов.
(b) Общие свойства одномерного движения в квантовой механике.
11. (a) Найти плотность потока вероятности в квантовой механике. Получить уравнение непрерывности.
(b) Квантовомеханическая частица в однородном электрическом поле. Найти решение уравнения Шрёдингера.
12. (a) Излучение чёрного тела. Основные парадоксы, экспериментальные факты и их интерпретация.
(b) Калибровочная инвариантность. Примеры.
13. (a) Найти связь законов сохранения физических величин в квантовой механике и симметрий системы.
(b) Запишите функцию Гамильтона частицы в электромагнитном поле. Из этой функции получите гамильтониан и уравнение Шрёдингера для частицы (без спина) в электромагнитном поле, используя условия квантования Гейзенберга.
14. (a) Квазиклассические соображения, приводящие к уравнению Шрёдингера.
(b) Матрица плотности. Определение и некоторые свойства.
15. (a) Для электрона в магнитном поле найдите энергии и волновые функции уровней Ландау.
(b) Чётность состояния. Правила отбора по чётности.
16. (a) Оператор спина. Как устроены волновые функции для частиц со спином?
(b) Частица в центральном поле. Спектр и собственные функции стационарного уравнения Шрёдингера. Общие свойства.
17. (a) Симметрия волновых функций для фермионов и бозонов. Детерминант Слэтера.
(b) Найти собственные функции оператора момента импульса.