

Вопросы к экзамену по курсу «Квантовая механика»

1. Квантовая суперпозиция состояний. Запутанные состояния. Интерферометр Маха-Зендера. Elitzur-Vaidman bomb-tester.
2. Волновой пакет. Групповая скорость. Расплывание волнового пакета. Вывод уравнения Шрёдингера (уравнение эволюции волнового пакета).
3. Понятие оператора физической величины, эрмитовы операторы и основные свойства их собственных функций и значений. Определение среднего значения физической величины по волновой функции состояния системы. Определение вероятности результата измерения физической величины в состоянии с заданной волновой функцией. Повторные измерения. Разложение волновых функций по полным наборам собственных функций операторов физических величин.
4. Понятие одновременной измеримости физических величин в квантовой механике и его связь с коммутированием операторов этих величин. Коммутаторы операторов компонент момента импульса частицы. Неопределённость Гейзенберга (вывод).
5. Уравнения Шрёдингера: временное и стационарное, гамильтониан, собственные функции и собственные значения энергии. Постановка задачи в квантовой механике – поиск стационарных состояний и зачем они нужны, расчёт эволюции системы, нахождение вероятностей наблюдаемых. Волновая функция: свойства, граничные условия.
6. Операторы импульса и проекции момента импульса на выделенную ось, их собственные функции и значения. Одновременная измеримость этих величин.
7. Яма с бесконечно высокими стенками. Осцилляционная теорема.
8. Выражения для плотности потока вероятности частицы. Вывод. Подбарьерное туннелирование в квантовой механике, проникаемость потенциального барьера.
9. Гармонический осциллятор: уровни энергии и характер волновых функций его стационарных состояний. Общий ход решения уравнения Шрёдингера.
10. Гармонический осциллятор: уровни энергии и характер волновых функций его стационарных состояний. Общий ход решения операторным методом.
11. Понятие оператора квадрата момента импульса и спектр его собственных значений. Одновременная измеримость квадрата момента импульса и его проекции на некоторую ось в пространстве. Число собственных значений проекции момента импульса при фиксированном значении его квадрата.
12. Движение в центрально-симметричном поле. Разделение переменных. Общие свойства. Уравнение Шрёдингера.
13. Движение в кулоновском поле. Атом водорода. Решение, общие свойства. Уровни энергии электрона в атоме водорода и их классификация по моменту импульса. Кратность вырождения стационарных состояний электрона в атоме водорода.
14. Движение в магнитном поле. Уровни Ландау. Решение. Вырождение уровней.

15. Теория возмущений: поправки первого и второго порядка к волновым функциям и уровням энергии частицы. Невырожденный случай.
16. Теория возмущений вырожденных состояний: поправки первого и второго порядка к уровням энергии частицы и поправки нулевого порядка к функциям. Секулярное уравнение.
17. Понятие спина частицы. Оператор спина, его связь с оператором момента импульса, спектр собственных значений и набор собственных функций. Матрицы Паули.
18. Принцип тождественности элементарных частиц, фермионы и бозоны. Волновая функция тождественных частиц. Принцип Паули.
19. Симметрия волновой функции системы тождественных частиц по отношению к их взаимным перестановкам. Волновая функция двух электронов: состояния с полным спином ноль и единица. Обменное взаимодействие.