

ВОПРОСЫ

по квантовой механике к диф. зачету для студентов ФФКЭ

1. Волна де Бройля. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости для нерелятивистской частицы.
2. Связь физических величин с операторами. Эрмитовы операторы и их свойства.
3. Условие ортогональности и условие полноты для собственных функций операторов физических величин. Нормировка собственных функций на единицу и δ -функцию.
4. Условия одновременной измеримости физических величин. Соотношения неопределенностей.
5. Уравнение Шредингера для частицы. Разделение переменных в случае, когда гамильтониан не зависит от времени. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера.
6. Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Уравнение непрерывности.
7. Изменение физических величин во времени. Производная оператора по времени. Интегралы движения.
8. Производные по времени операторов координаты и импульса частицы, движущейся в потенциальном поле. Теорема Эренфеста.
9. Постановка задачи рассеяния для одномерного движения. Коэффициенты прохождения и отражения.
10. Собственные функции и собственные значения операторов координаты и импульса в координатном представлении.
11. Используя формализм Дирака, найдите вид операторов координаты и импульса в импульсном представлении. Собственные функции и собственные значения этих операторов.
12. Уравнение Шредингера для частицы в потенциальном поле в импульсном представлении.
13. Переход от одного дискретного базиса к другому. Унитарное преобразование векторов состояний и операторов физических величин.
14. Унитарные операторы. Оператор эволюции. Общий вид решения уравнения Шредингера в случае, когда гамильтониан не зависит от времени.
15. Представления Шредингера и Гайзенберга. Уравнение Гайзенберга для операторов физических величин.
16. Собственные функции одномерного гармонического осциллятора в координатном представлении.

17. Когерентные состояния осциллятора.
18. Одномерный гармонический осциллятор. Операторы a и a^+ . Гамильтониан осциллятора, выраженный через a и a^+ .
19. Нахождение собственных значений оператора a^+a из коммутационных соотношений для операторов a и a^+ . Спектр одномерного гармонического осциллятора.
20. Построение собственных функций одномерного гармонического осциллятора в координатном представлении с помощью операторов a и a^+ . Связь n -го состояния осциллятора с основным.
21. Волновая функция основного состояния одномерного гармонического осциллятора в координатном и импульсном представлениях.
22. Матричные элементы операторов \hat{x} и \hat{p} для различных состояний одномерного гармонического осциллятора.
23. Оператор сдвига. Его связь с оператором импульса системы. Однородность пространства и сохранение импульса в квантовой механике.
24. Оператор поворота. Его связь с оператором момента импульса системы. Изотропность пространства и сохранение момента импульса в квантовой механике.
25. Оператор момента импульса. Координатное представление. Оператор орбитального момента частицы. Коммутационные соотношения для операторов углового момента.
26. Система собственных векторов операторов углового момента в стандартном представлении $\{\hat{j}^2, \hat{j}_z\}$. Докажите, что собственные значения оператора \hat{j}^2 неотрицательны.
27. Операторы \hat{j}_+ и \hat{j}_- . Коммутатор $[\hat{j}_+, \hat{j}_-]$. Выразите оператор \hat{j}^2 через операторы \hat{j}_+ , \hat{j}_- и \hat{j}_z .
28. Коммутаторы $[\hat{j}_z, \hat{j}_\pm]$. Нахождение собственных значений оператора \hat{j}_z из коммутационных соотношений для операторов углового момента.
29. Нахождение собственных значений оператора \hat{j}^2 из коммутационных соотношений для операторов углового момента.
30. Построить вектор $|j, m\rangle$, если известен вектор $|j, j\rangle$.
31. Нахождение матричных элементов операторов \hat{j}_\pm из коммутационных соотношений для операторов углового момента.
32. Матрицы Паули. Собственные векторы и собственные значения оператора $(\vec{\sigma}\vec{n})$, где \vec{n} – единичный вектор с составляющими $(\sin \theta \cos \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \theta)$.
33. Физический смысл матриц Паули. Коммутационные соотношения между ними.

34. Задача двух тел в квантовой механике. Разделение переменных.
35. Операторы \hat{l}^2 и \hat{l}_z в координатном представлении (декартовы и сферические координаты). Сферические гармоники.
36. Центральное поле. Гамильтониан частицы в сферических координатах. Угловая часть лапласиана и оператор квадрата орбитального момента.
37. Разделение переменных в центральном поле. Радиальная и сферическая функции. Сведение радиального уравнения к "одномерному".
38. Атом водорода. Гамильтониан, полный набор физических величин. Атомная система единиц.
39. Уравнение для радиальной функции атома водорода в атомных единицах.
40. Поведение радиальных функций атома водорода при $r \rightarrow 0$.
41. Асимптотика радиальных функций атома водорода при $r \rightarrow \infty$.
42. Спектр атома водорода. Главное и радиальное квантовые числа. Кратность вырождения уровней. Кулоновское (случайное) вырождение.
43. Радиальные функции атома водорода. Число узлов при различных n и l .
44. Квазиклассическое приближение. Критерий применимости.
45. Общий вид волновой функции в квазиклассическом приближении.
46. Точки поворота. Связь волновой функции в классически запрещенной и разрешенной областях.
47. Условия квантования Бора-Зоммерфельда. Фазовый объем, приходящийся на одно состояние.
48. Вероятность проникновения частицы через потенциальный барьер в квазиклассическом приближении.