

Квантовая механика. Коллоквиум.

Список вопросов (2017.)

1. Основные эксперименты, лежащие в основе квантовой механики.
2. Гильбертово пространство. Реализации Гильбертова пространства.
3. Линейные операторы в Гильбертовом пространстве. Ограниченные операторы. Бинарные операции в множестве операторов. Примеры операторов.
4. Эрмитово сопряженный оператор. Самосопряженные операторы и их свойства. Примеры самосопряженных операторов. Унитарные преобразования. Преобразование подобия.
5. Собственные функции и собственные числа операторов. Свойства собственных функций и собственных чисел самосопряженных операторов.
6. Дельта-функция Дирака. Свойства Дельта-функции.
7. Спектр самосопряженного оператора. Разложение функций по спектру самосопряженного оператора. Спектральное разложение операторов.
8. Операторы координаты и импульса. Качественный вид спектров операторов координаты, импульса, кинетической энергии и гамильтонианов для потенциальной ямы, осциллятора и одномерной периодической решетки.
9. Собственные вектора коммутирующих операторов. Функции от операторов.
10. Матрицы операторов. Преобразование матрицы оператора при переходе к другому базису.
11. Операторы физических величин. Классические и квантовые скобки Пуассона. Коммутаторы. Квантовая скобка Пуассона операторов координаты и импульса.
12. Физические величины как функции операторов координаты и импульса. Классическая функция Гамильтона. Оператор Гамильтона. Оператор Гамильтона для частицы в электромагнитном поле.
13. Волновая функция. Вероятностное толкование процесса измерения. Среднее значение физической величины. Дисперсия и среднеквадратичное отклонение. Плотность вероятности.
14. Состояние, в котором одна или несколько физических величин имеют определенное значение. Коммутирующие операторы физических величин.
15. Чистые и смешанные состояния. Статистический оператор и его свойства. Статистический оператор чистого состояния.
16. Матрица плотности и ее свойства. Матрица плотности в координатном представлении.
17. Матрица плотности и статистический оператор подсистемы большой квантовой системы.
18. Вывод соотношения неопределенности общего вида. Соотношение неопределенности Гейзенберга для координаты и импульса.

19. Развитие во времени средних значений физических величин. Уравнение Эренфеста. Первая и вторая теоремы Эренфеста
20. Временное уравнение Шредингера как результат использования уравнения Эренфеста для средних значений физических величин. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера.
21. Развитие во времени смешанного состояния. Уравнение Лиувилля
22. Уравнение неразрывности. Плотность вероятности и плотность тока вероятности.
23. Оператор эволюции. Временное уравнение для операторов эволюции. Свойства оператора эволюции.
24. Представление Гейзенберга. Уравнение Гейзенберга.
25. Основные положения теории представлений.
26. Координатное и импульсное представления. Примеры операторов в импульсном представлении.
27. Свободная частица. Движение волнового пакета. Групповая скорость.
28. Минимизирующий волновой пакет.
29. Свободная частица. Расплывание волнового пакета.
30. Основные свойства решений одномерного стационарного уравнения Шредингера для частицы в поле. Дискретный и сплошной спектры. Число узлов волновой функции связанного состояния.
31. Свойства симметрии решений одномерного уравнения Шредингера с четным потенциалом.
32. Прямоугольная потенциальная яма. Связанные состояния. Четные и нечетные решения.
33. Прямоугольная потенциальная яма. Сплошной спектр. Коэффициенты отражения и прохождения.
34. Прямоугольный потенциальный барьер. Туннельный эффект. Надбарьерное отражение.
35. Гармонический осциллятор. Энергетический спектр. Волновые функции.
36. Гармонический осциллятор. Средние значения координаты и импульса. Соотношение неопределенности.