

Квантовая механика (коллоквиум)

Список вопросов (2023)

1. Мысленные опыты: измерение координаты с помощью микроскопа и с помощью щели, измерение импульса по рассеянию рентгеновских лучей.
2. Дуализм волна-частица. Принцип дополнительности. Состояние квантовой системы.
3. Гильбертово пространство. Реализации гильбертова пространства.
4. Операторы в гильбертовом пространстве и соотношения между ними: равенство, сумма, произведение, коммутатор, антикоммутатор. Примеры операторов.
5. Линейные операторы. Обратный оператор. Эрмитово сопряженный оператор. Самосопряженные, антиэрмитовы, унитарные, положительно определенные операторы.
6. Самосопряженные операторы и их свойства. Примеры самосопряженных операторов.
7. Дельта-функция Дирака. Дельтаобразные последовательности. Свойства дельта-функции.
8. Спектр самосопряженного оператора. Разложение функции по спектру самосопряженного оператора. Условие полноты.
9. Операторы координаты и импульса и их спектр.
10. Теоремы о коммутирующих операторах. Функции от операторов.
11. Преобразование подобия. Унитарные преобразования.
12. Операторы физических величин. Классические и квантовые скобки Пуассона. Квантовая скобка Пуассона операторов координаты и импульса.
13. Квантовая скобка Пуассона операторов координаты и импульса. Вид оператора импульса.
14. Операторы для физических величин, имеющих классический аналог. Классическая функция Гамильтона. Оператор Гамильтона.
15. Среднее значение физической величины. Состояние, в котором физическая величина имеет определенное значение. Редукция волнового пакета.
16. Одновременная измеримость двух физических величин. Вывод соотношения неопределенностей для пары физических величин. Полный набор физических величин.
17. Волновая функция. Вероятностное толкование процесса измерения. Распределение вероятностей. Плотность вероятности.
18. Основные положения теории представлений. Представление волновой функции и оператора. Координатное и импульсное представления.
19. Чистые и смешанные состояния. Статистический оператор и его свойства. Статистический оператор чистого состояния.
20. Временное уравнение Шредингера как следствие уравнения для средних значений физических величин.
21. Развитие во времени смешанного состояния. Квантовое уравнение Лиувилля.
22. Оператор эволюции. Временное уравнение для операторов эволюции. Свойства оператора эволюции.
23. Представление Гейзенберга. Уравнение Гейзенберга.
24. Уравнение неразрывности. Плотность вероятности и плотность тока вероятности.
25. Основные свойства решений одномерного стационарного уравнения Шредингера для частицы в поле. Качественный анализ спектра гамильтониана. Невырожденность дискретных уровней энергии.
26. Свойства симметрии решений одномерного уравнения Шредингера с четным потенциалом. Число узлов волновой функции связанного состояния.
27. Прямоугольная потенциальная яма. Дискретный спектр. Яма бесконечной глубины.
28. Временная и стационарная постановки задачи рассеяния. Прямоугольная потенциальная яма. Коэффициенты отражения и прохождения.

29. Временная и стационарная постановки задачи рассеяния. Прямоугольный потенциальный барьер. Туннельный эффект. Надбарьерное отражение.
30. Периодический потенциал. Оператор трансляции. Теорема Блоха. Спектр гамильтониана с периодическим потенциалом.
31. Гармонический осциллятор. Операторы рождения и уничтожения, их коммутатор. Оператор числа частиц и его спектр.
32. Гармонический осциллятор. Энергетический спектр. Волновые функции.
33. Гармонический осциллятор. Среднее значение координаты, импульса, кинетической и потенциальной энергий. Соотношение неопределенностей. Нулевые колебания осциллятора.
34. Частица в однородном электрическом поле. Импульсное представление. Функции Эйри и их асимптотика.