

Билеты к экзамену по курсу «Введение в квантовую физику» 2016 год

Билет №1

1. Излучение абсолютно черного тела. Спектральная плотность энергии. Формула Планка. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.
2. Уравнение Шредингера в одномерном случае. Гармонический осциллятор. Энергии стационарных состояний. Волновая функция основного состояния.
3. Задача.

Билет №2

1. Формула Планка. Предельные случаи формулы Планка: закон Рэлея-Джинса, закон Вина. Вывод формулы Планка. Физический смысл постоянной Планка.
2. Связь между классической и квантовой механикой. Дифференцирование среднего значения оператора по времени. Теорема Эренфеста.
3. Задача.

Билет №3

1. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Несостоятельность классической теории фотоэффекта. Фотоны. Формула Эйнштейна. Объяснение законов фотоэффекта исходя из формулы Эйнштейна.
2. Туннельный эффект. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Туннелирование через потенциальный барьер произвольной формы. α -распад ядра. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа.
3. Задача.

Билет №4

1. Фотоны. Свойства фотонов. Давление света. Объяснение давления света исходя из представления о фотонах.
2. Магнитный момент частицы. Гамильтониан частицы с ненулевым магнитным моментом в магнитном поле. Связь магнитного момента частицы с её моментом импульса. Магнетон Бора. Опыт Штерна и Герлаха.
3. Задача.

Билет №5

1. Фотоны. Свойства фотонов. Эффект Комптона. Комptonовская длина волны. Формула Комптона. Вывод формулы Комптона.
2. Спин электрона. Волновая функция частицы со спином $\frac{1}{2}$. Оператор спина и его свойства. Матрицы Паули. Собственные значения и собственные функции операторов s_x и s^2 .
3. Задача.

Билет №6

1. Тормозное рентгеновское излучение. Спектр тормозного рентгеновского излучения. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского излучения.
2. Частицы со спином $\frac{1}{2}$ в однородном стационарном магнитном поле. Расщепление уровней энергии в магнитном поле. Преобразование спиновой части волновой функции при повороте системы координат. Прецессия частицы в магнитном поле.
3. Задача.

Билет №7

1. Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Волна де Бройля. Длина волны де Бройля. Физический смысл волны де Бройля. Фазовая и групповая скорость.
2. Симметрия волновой функции относительно перестановки тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Теорема о связи спина со статистикой. Принцип запрета Паули.
3. Задача.

Билет №8

1. Волна де Бройля в релятивистском и нерелятивистском случаях. Уравнения для волны де Бройля: уравнение Шредингера, уравнение Клейна-Гордона.
2. Фермионы. Вывод распределения Ферми-Дирака. Свойства распределения Ферми-Дирака. Нормировка распределения Ферми-Дирака. Химический потенциал.
3. Задача.

Билет №9

1. Интерференция частиц на двух щелях. Опыты Клауса-Ионссона и Ааронова-Бома. Дифракция электронов на кристаллической решетке. Опыты Девиссона-Джермера и Томпсона.
2. Бозоны. Вывод распределения Бозе-Эйнштейна. Свойства распределения Бозе-Эйнштейна. Нормировка распределения Бозе-Эйнштейна. Химический потенциал.
3. Задача.

Билет №10

1. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Использование соотношения неопределенностей для оценки энергии основного состояния атома водорода и гармонического осциллятора.
2. Объем квантового состояния в импульсном пространстве. Плотность состояний нерелятивистской частицы. Газ невзаимодействующих электронов при нулевой температуре. Энергия и импульс Ферми. Средняя энергия электронного газа.
3. Задача.

Билет №11

1. Модели атома водорода Томсона, Резерфорда и Бора. Достоинства и недостатки этих моделей. Постулаты Бора, правило квантования Бора. Обобщенная формула Бальмера. Изотопический сдвиг.
2. Газ невзаимодействующих нерелятивистских электронов при низкой температуре. Зависимость химического потенциала от температуры. Теплоемкость электронного газа.
3. Задача.

Билет №12

1. Амплитуда вероятности. Физический смысл амплитуды вероятности. Свойства амплитуд вероятности. Волновая функция в координатном и импульсном представлении. Физический смысл волновой функции. Свойства волновых функций: условие нормировки, принцип суперпозиции, переход от одного представления к другому.
2. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга и Пти. Формула Эйнштейна.
3. Задача.

Билет №13

1. Операторы физических величин. Общие свойства операторов: линейность, эрмитовость. Вычисление среднего значения и дисперсии физической величины. Операторы одновременно точно измеримых величин.
2. Фотонный газ. Плотность состояний фотонов. Вывод формулы Планка из представления об электромагнитном излучении, как о фотонном газе.
3. Задача.

Билет №14

1. Операторы физических величин. Операторы координаты и импульса. Собственные значения и собственные функции операторов координаты и импульса.
2. Колебания одномерной цепочки из одинаковых шариков, соединенных пружинками. Закон дисперсии и групповая скорость бегущих волн. Первая зона Бриллюэна. Переход от классического описания колебаний к квантовому. Фононы.
3. Задача.

Билет №15

1. Коммутатор операторов координаты и импульса. Вывод соотношения неопределенностей Гейзенберга для координаты и импульса.
2. Колебания одномерной цепочки из чередующихся шариков двух сортов, соединенных пружинками. Закон дисперсии и групповая скорость бегущих волн. Акустическая и оптическая моды колебаний.
3. Задача.

Билет №16

1. Операторы физических величин. Оператор момента импульса. Коммутационные соотношения для оператора момента импульса. Собственные значения и собственные функции оператора L_z . Собственные значения оператора L^2 .
2. Квантовое описание колебаний кристаллической решетки. Фононы. Свойства фононов. Температура Дебая. Оценка температуры Дебая для фононов одной поляризации.
3. Задача.

Билет №17

1. Оператор энергии. Собственные функции оператора энергии. Соотношение неопределенностей Гейзенберга для энергии и времени.
2. Газ невзаимодействующих нерелятивистских бозонов при низкой температуре. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Температура конденсации Бозе-Эйнштейна. Зависимость концентрации конденсата Бозе-Эйнштейна от температуры.
3. Задача.

Билет №18

1. Гамильтониан. Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Эрмитовость гамильтониана. Разложение волновой функции по собственным функциям гамильтониана. Зависимость волновых функций стационарных состояний от времени.
2. Теплоемкость кристаллической решетки. Модель Дебая. Интерполяционная формула Дебая. Закон кубов Дебая.
3. Задача.

Билет №19

1. Плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности. Физический смысл фазы волновой функции. Коэффициенты отражения и прохождения.
2. Электрон в одномерном кристалле. Закон дисперсии и групповая скорость электрона. Эффективная масса электрона. Теорема Блоха.
3. Задача.

Билет №20

1. Уравнение Шредингера в одномерном случае. Общие свойства одномерного движения. Свойства непрерывности волновой функции. Фinitное и инфинитное движение. Осцилляционная теорема.
2. Спиновые волны в одномерном кристалле. Закон дисперсии и групповая скорость спиновых волн. Магноны. Свойства магнонов.
3. Задача.

Билет №21

1. Уравнение Шредингера в одномерном случае. Частица в прямоугольной яме бесконечной глубины. Энергии и волновые функции стационарных состояний.
2. Магноны. Свойства магнонов. Зависимость намагниченности ферромагнетика от температуры. Закон Блоха. Вклад магнонов в теплоемкость.
3. Задача.