

Билеты к экзамену по курсу "Атомная физика" (2 поток, 2014)

Билет №1

1. Равновесное электромагнитное излучение. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
2. Уравнение Шредингера с центрально-симметричным потенциалом. Разделение переменных. Операторы  $L^2$ ,  $L_z$ , их собственные значения и функции. Радиальное уравнение. Квантовые числа. Атом водорода. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний.

Билет №2

1. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Опыты Герца и Столетова. Формула Эйнштейна.
2. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора. Экспериментальное определение магнитных моментов. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона. Гиромагнитное отношение для орбитального и спинового моментов.

Билет №3

1. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атомов.
2. Нестационарная теория возмущений. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным полем.

Билет №4

1. Волны де-Бройля. Волновые свойства частиц. Опыты Девиссона-Джермера и Томсона. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость волн де-Бройля. Соотношения неопределенностей.
2. Тождественность микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Системы ферми- и бозе- частиц. Обменное взаимодействие.

Билет №5

1. Принцип суперпозиции состояний. Стационарные и нестационарные состояния частицы в бесконечной прямоугольной потенциальной яме.
2. Основы физики молекул. Ковалентный и ионный тип связи. Энергетический спектр состояний двухатомной молекулы. Электронно – колебательно - вращательные переходы.

Билет №6

1. Атом водорода по Бору. Постулаты Бора. Принцип соответствия. Правило квантования Бора. Боровский радиус орбиты электрона. Экспериментальные доказательства дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца. Изотопический сдвиг атомных уровней. Мезоатомы, позитроний. Водородоподобные ионы.
2. Иерархия взаимодействий в многоэлектронном атоме. Приближение  $LS$  и  $jj$ -связей. Терм. Тонкая структура терма. Правило интервалов Ланде.

Билет №7

1. Гамильтониан. Определение энергетического спектра системы как задача на собственные значения оператора Гамильтона. Дискретный и непрерывный спектр.
2. Атом гелия. Симметрия волновой функции относительно перестановки электронов. Синглетные и триплетные состояния. Обменное взаимодействие. Основное состояние атома гелия.

Билет №8

1. Уравнение Шредингера. Свободное движение частицы. Плотность потока вероятности.
2. Многоэлектронные атомы. Заполнение атомных состояний электронами. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основные термы атомов.

Билет №9

1. Стационарное уравнение Шредингера. Частица в прямоугольной потенциальной яме конечной глубины.
2. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода. Формула тонкой структуры (Дирака).

Билет №10

1. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний.
2. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Эффект Оже.

Билет №11

1. Туннельный эффект:  $\alpha$ -распад атомных ядер, автоэлектронная эмиссия. Туннельный микроскоп.
2. Атом в магнитном поле. Слабое и сильное поле. Полный магнитный момент атома. Множитель Ланде (g-фактор). Эффекты Зеемана и Пашена - Бака.

Билет №12

1. Основы квантовомеханической теории возмущений для стационарных невырожденных состояний. Примеры.
2. Многоэлектронные атомы. Заполнение атомных состояний электронами. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основные термы атомов.

### Билет №13

1. Атом водорода по Бору. Постулаты Бора. Принцип соответствия. Правило квантования Бора. Боровский радиус орбиты электрона. Экспериментальные доказательства дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца. Сериальные закономерности в спектре атома водорода.
2. Атом в магнитном поле. Экспериментальное определение магнитных моментов атома. Опыт Штерна и Герлаха. Слабое и сильное поле. Множитель Ланде (g-фактор).

### Билет №14

1. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля Хартри-Фока. Одноэлектронное состояние. Иерархия взаимодействий в многоэлектронном атоме на примере атома гелия.
2. Представления о квантовой теории излучения света атомами. Дипольное приближение. Вероятность перехода. Матричный элемент оператора дипольного момента. Правила отбора. Правило Лапорта.

### Билет №15

1. Уравнение Шредингера. Волновая функция, ее свойства. Плотность вероятности. Нормировка волновой функции для дискретного и непрерывного спектра.
2. Лэмбовский сдвиг. Опыт Лэмба и Ризерфорда.

### Билет №16

1. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона.
2. Спин и магнитный момент нуклонов и ядра. Сверхтонкая структура атомных спектров. Правило интервалов Ланде.

### Билет №17

1. Атом гелия. Симметрия волновой функции относительно перестановки электронов. Синглетные и триплетные состояния. Обменное взаимодействие.
2. Экспериментальное определение магнитных моментов атомов. Опыт Штерна и Герлаха. Полный магнитный момент атома. Множитель Ланде (g-фактор). Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).

### Билет №18

1. Принцип суперпозиции. Разложение произвольной волновой функции по собственным функциям эрмитового оператора. Физический смысл коэффициентов разложения.
2. Тонкая структура атомных спектров. Правило интервалов Ланде.

#### Билет №19

1. Операторы физических величин. Собственные значения и собственные функции операторов  $x$  и  $p_x$ . Среднее значение и дисперсия физической величины. Проблема одновременного измерения физических величин. Принцип неопределенности.
2. Уравнение Шредингера с центрально-симметричным потенциалом. Разделение переменных. Операторы  $L^2$ ,  $L_z$ , их собственные значения и функции. Радиальное уравнение. Квантовые числа. Атом водорода. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний.

#### Билет №20

1. Основы квантовомеханической теории возмущений для стационарных невырожденных состояний. Примеры.
2. Сложение моментов количества движения в многоэлектронном атоме. Приближение  $LS$  и  $jj$ -связей. Терм. Тонкая структура терма.

#### Билет №21

1. Нестационарное уравнение Шредингера. Дифференцирование операторов по времени. Сохраняющиеся величины (интегралы движения).
2. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Эффект Оже.

#### Билет №22

1. Волновые свойства частиц. Опыты Девиссона-Джермера и Томсона
2. Многоэлектронные атомы. Заполнение атомных состояний электронами. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основные термы атомов.

#### Билет №23

1. Принцип суперпозиции. Разложение произвольной волновой функции по собственным функциям эрмитового оператора. Физический смысл коэффициентов разложения.
2. Атомы щелочных металлов. Учет конечного размера и поляризации атомного остова. Квантовый дефект. Спектральные серии щелочных металлов.

#### Билет №24

1. Пространственное квантование. Операторы  $L^2$ ,  $L_z$ , их собственные значения и функции. Правила сложения невзаимодействующих моментов количества движения.
2. Атом в магнитном поле. Слабое и сильное поле. Полный магнитный момент атома. Множитель Ланде ( $g$ -фактор). Эффекты Зеемана и Пашена - Бака.