

# **Вопросы к экзамену по атомной физике**

## **(2025 г.)**

Закон Кирхгофа. Абсолютно чёрное тело. Спектр равновесного электромагнитного излучения. Формула Рэлея - Джинса. Формула Планка.

Закон смещения Вина. Закон Стефана - Больцмана. Методы определения температуры.

Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Гипотеза Эйнштейна.

Фотон. Энергия и импульс фотона. Эффект Комptonа. Комптоновская длина.

Световое давление.

Элементарный заряд. Опыты Фарадея и Милликена.

Катодные лучи. Открытие электрона.

Метод парабол Томсона. Масс-спектрометрия.

Атом Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.

Спектральные серии атома водорода. Постулаты Бора. Принцип соответствия.

Квантование момента импульса, его проекций и энергии электрона в теории Бора. Параметры орбиты электрона в модели Резерфорда-Бора.

Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца.

Гипотеза де Бройля. Волна де Бройля. Эксперименты по дифракции электронных пучков (опыты Дэвиссона-Джермера и Томсона). Корпускулярно-волновой дуализм

Дифракция одиночных электронов на поликристаллах (эксперименты Бибермана, Сушкина и Фабриканта). Статистическая интерпретация волн де Бройля.

Волновой пакет. Дисперсия. Фазовая и групповая скорости. Расплывание волнового пакета. Де-бройлевский волновой пакет.

Интерференционный двухщелевой опыт Юнга на электронах.

«Мысленные» дифракционные эксперименты и соотношения неопределенностей Гейзенberга.

Волновая функция и её общие свойства (вероятностный смысл, условие нормировки, принцип суперпозиции, свойства непрерывности).

Собственные значения и собственные функции физических величин. Средние значения физических величин. Операторы. Уравнения на собственные значения.

Спектры физических величин: непрерывный и дискретный спектры, вырождение собственных значений; примеры.

Свойства операторов физических величин (эрмитовость, самосопряженность, ортогональность собственных функций).

Сложение и умножение операторов. Одновременно измеримые и неизмеримые физические величины. Коммутативность операторов. Связь коммутативности с одновременной измеримостью физических величин.

Координаты и проекции импульса частицы в квантовой механике: операторы и их коммутационные соотношения, собственные функции. Соотношение неопределенностей координата-импульс.

Проекции и квадрат момента импульса в квантовой механике: операторы и их коммутационные соотношения; собственные значения и собственные функции.

Предельный переход от квантовой механики к классической. Волновое уравнение. Гамильтониан. Переход к уравнениям Гамильтона-Якоби и непрерывности.

Дифференцирование операторов во времени. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.

Основные свойства уравнения Шредингера и его решений. Финитное и инфинитное движения. Дискретный и непрерывный спектры энергии. Энергия основного состояния.

Общие свойства одномерного движения в квантовой механике.

Электрон в одномерной прямоугольной потенциальной яме: бесконечно глубокая яма; яма конечной глубины.

Гармонический осциллятор.

Эффект Рамзауэра. Рассеяние частицы на прямоугольной потенциальной яме.

Прохождение частицы сквозь прямоугольный потенциальный барьер. Автоэлектронная эмиссия.

Движение в центрально-симметричном поле. Кеплерова задача в квантовой механике. Стационарные состояния атома водорода. Волновые функции и энергетический спектр в нерелятивистском приближении.

Связь между симметрией гамильтониана и вырождением уровней. Вырождение по магнитному квантовому числу в центральном поле. Вырождение по орбитальному квантовому числу в кулоновском поле.

Магнитные свойства атома водорода. Классическое и квантовое гиромагнитные отношения. Множитель Ланде (общее выражение, частные случаи).

Измерение магнитных моментов атомов. Опыты Штерна-Герлаха и де Гааза-Эйнштейна. Гипотеза Гаудсмита-Уленбека.

Спин. Оператор спина и его свойства. Полный момент импульса электрона в атоме.

Тонкая структура энергетического спектра атома водорода. Спин-орбитальное взаимодействие. Расщепление атомарных уровней. Правила отбора для радиационных переходов.

Тонкая структура спектра излучения атома водорода. Мультиплеты.

Лэмбовский сдвиг.

Тождественность частиц. Волновая функция системы невзаимодействующих частиц (случаи (а) бозонов и (б) фермионов). Принцип Паули.

Уравнение Шредингера для стационарных состояний многоэлектронного атома. Самосогласованное поле. Метод Хартри-Фока. Электронные слои и оболочки.

Периодический закон Менделеева. Принципы классификации химических элементов. Закономерности изменения химических свойств элементов в периодической таблице. Внешние и внутренние оболочки многоэлектронных атомов.

Таблица Менделеева: заполнение электронных оболочек атомов; электронные конфигурации основных состояний атомов химических элементов.