

ПРОГРАММА
экзамена по курсу "Атомная физика"
для студентов ФТИ ТПУ в осеннем семестре 2013-14 гг.

- 1 Физика – основа мировоззрения на устройство окружающего материального мира. Иерархическая структура материального мира от фундаментальных частиц до объектов астрофизики.
- 2 Открытие электрона. Определение массы электрона в опытах Дж. Дж. Томсона. Электростатическая модель атома по Томсону. Определение размеров атома по известному потенциалу ионизации.
- 3 Схема и результаты опытов Резерфорда, Гейгера и Марсдена.
- 4 Классический анализ столкновения тяжелой заряженной частицы с ядром. Движение в лабораторной системе координат. Выделение элементарных независимых движений системы частиц – центра масс и приведенной частицы. Понятие о квазичастицах.
- 5 Система центра масс. Преобразование координат, скоростей, импульсов и кинетической энергии из Л в Ц-систему и обратно.
- 6 Упругое соударение двух частиц в Ц-системе. Вывод формулы для угла рассеяния в зависимости от прицельного параметра и кинетической энергии налетающей частицы.
- 7 Правила построения импульсной диаграммы рассеяния. Примеры применения: определение угла рассеяния в Ц - и Л - системах.
- 8 Правила построения импульсной диаграммы рассеяния. Примеры применения: рассеяние легкой частицы на тяжелой частице и обратно, максимальный угол рассеяния тяжелой частицы.
- 9 Дифференциальное сечение рассеяния частиц. Вывод формулы Резерфорда для дифференциального сечения рассеяния.
- 10 Экспериментальная проверка формулы Резерфорда для дифференциального сечения рассеяния. Основные выводы из опытов Резерфорда.
- 11 Планетарная модель атома Резерфорда и неустойчивость классического атома. Вывод формулы для времени жизни атома.
- 12 Оптические спектры водородоподобных атомов и их основные свойства: линейчатость и спектральные серии. Формула Бальмера. Комбинационный принцип Ритца.
- 13 Теория Бора водородоподобных атомов. Основные постулаты и уравнения движения. Правило выбора стационарного состояния по Бору.
- 14 Основные характеристики стационарных боровских орбит: скорость электрона, радиус орбиты, уровни энергии и термы. Вывод формул для всех перечисленных величин.
- 15 Объяснение оптических спектров водородоподобных атомов по теории Бора. Вывод формулы Бальмера – Бора исходя из выражения для энергии стационарного состояния водородоподобного атома. Постоянная Ридберга. Спектральные серии.
- 16 Изотопический эффект, спектр водородоподобных ионов. История открытия и объяснение с точки зрения теории Бора.
- 17 Рентгеновские спектры. Тормозное и характеристическое излучение.
- 18 Закон Мозли и слоистая структура атомов.
- 19 Опыты Франка и Герца.
- 20 Тепловое излучение. Гипотеза Планка. Фотоны и их характеристики.
- 21 Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Теория фотоэффекта Эйнштейна.
- 22 Эффект Комптона. Схема эксперимента, результаты.
- 23 Вывод формулы Комптона.
- 24 Опыты Боте как одно из прямых доказательств фотонной структуры электромагнитного поля.
- 25 Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Фазовая и групповая скорость волны де Бройля. Связь правил квантования по Бору и длины волны де Бройля. Оценка длины волны электрона.
- 26 Дифракция рентгеновских лучей в опытах Вульфа-Брэгга и электронов в опытах Дэвиссона и Джермера.
- 27 Опыты Томсона и Тартаковского по дифракции электронов на тонких фольгах.
- 28 Дифракция редких пучков электронов в опытах Бибермана, Сушкина и Фабриканта и редких пучков фотонов в опытах Яноши и Бенгера.

- 29 Основные положения квантовой теории. Состояние квантовой частицы. Принцип суперпозиции. Квантовое уравнение движения. Средние значения физических величин.
- 30 Волновая функция. Дифракция электронного пучка на двух щелях (опыт Юнга).
- 31 Квантовое уравнение движения – временное уравнение Шредингера.
- 32 Операторы физических величин. Сумма, произведение операторов. Коммутатор. Теорема Эренфеста.
- 33 Свойства операторов физических величин: линейность и самосопряженность
- 34 Точное измерение физических величин.
- 35 Свойства собственных значений и функций эрмитового оператора.
- 36 Одновременное измерение двух физических величин. Принцип неопределенности Гейзенберга.
- 37 Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера.
- 38 Стандартные требования к волновой функции. Алгоритм Шредингера определения термов и орбиталей стационарных состояний квантовых систем.
- 39 Электрон в прямоугольной одномерной потенциальной яме с бесконечными стенками.
- 40 Квантовый поток вероятности. Плотность потока квантовых частиц.
- 41 Прохождение электрона над прямоугольным потенциальным барьером. Коэффициенты отражения и прохождения. Проникновение электрона под потенциальный барьер.
- 42 Прохождение электрона через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины.
- 43 Прохождение электрона через потенциальный барьер произвольной формы. Автоэлектронная эмиссия.
- 44 Четыре приближения в атомной физике. Стационарные состояния одноэлектронных атомов: уравнения для радиальной и сферической частей волновой функции.
- 45 Уравнение для сферической части волновой функции. Собственные значения и функции операторов проекции и квадрата орбитального момента. Угловое распределение электронной плотности.
- 46 Радиальное распределение электронной плотности и термы одноэлектронных атомов.
- 47 Многоэлектронный атом. Структурные единицы атома. Правила заполнения электронами орбиталей многоэлектронных атомов.
- 48 Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.
- 49 Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Пространственное квантование.
- 50 Собственный (спин) и полный механические и магнитные моменты электрона.
- 51 Орбитальный, собственный (спин) и полный механический моменты атома.
- 52 Магнитное взаимодействие в атоме. Полный магнитный момент атома. Фактор Ланде. Классификация состояний атома.
- 53 Мультиплетная структура термов атомов и линий излучения. Спин-орбитальное взаимодействие.
- 54 Электромагнитные термы атомов. Эффект Зеемана.
- 55 Атомные пучки в магнитном поле. Опыты Штерна и Герлаха.
- 56 Электрический парамагнитный резонанс (ЭПР) и ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

Литература

1. Матвеев А.Н. Атомная физика.
2. Шпольский Э.В. Атомная физика., т 1, 2.,- М: Наука, 1984 г.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. т. 3
4. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 3, 8,9, М: Тир, 1977
5. Борн М. «Атомная физика»
6. Э. Вихман «Квантовая физика», т. IV