

Вопросы к экзамену по курсу "Введение в квантовую физику"

проф. Б.И.Манцызов

(3 семестр, 1 поток, 2009)

1. Электромагнитные волны. Свойства плоских электромагнитных волн. Энергетические характеристики света. Модулированные волны. Фазовая и групповая скорость.
2. Тепловое излучение. Формула Планка. Постоянная Планка.
3. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Фотоэффект. Фотоны. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона. Регистрация одиночных фотонов.
4. Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц. Дифракция электронов, нейтронов, атомов и молекул. Волны де Бройля. Статистический смысл амплитуды волны де-Бройля. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
5. Модели атома. Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда.
6. Дискретность атомных спектральных линий. Основные закономерности. Постулаты Бора. Эксперименты Франка и Герца.
7. Модель атома Бора. Правило квантования Бора. Боровский радиус орбиты электрона. Энергия электрона и спектральные серии водородоподобных систем.
8. Уравнение Шредингера. Смысл волновой функции. Операторы физических величин. Стационарные состояния. Наблюдаемые величины.
9. Атом. Моменты импульса и магнитные моменты электронов и атомов. Опыты Штерна и Герлаха.
10. Спин электрона. Принцип Паули. Структура и спектры сложных атомов. Периодическая система элементов.
11. Простейшие модели квантовой механики и их физические реализации. Свободная частица. Частица в прямоугольной потенциальной яме.
12. Простейшие модели квантовой механики и их физические реализации. Туннелирование частиц сквозь барьер. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле.
13. Типы химических связей (ковалентная, ионная, металлическая, Ван-дер-Ваальсова). Гибридные орбитали. Понятие об электронной, колебательной и вращательной энергиях молекул.
14. Фазовое пространство. Фазовая ячейка. Квантовые статистики частиц: Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Квантовые распределения (распределения квантовых частиц по состояниям) и их особенности.

15. Газ электронов в металле. Модель идеального газа свободных электронов в металле. Распределение электронов по энергетическим уровням при $T=0$. Энергия, скорость и поверхность Ферми.
16. Модель идеального газа свободных электронов в металле. Электронная теплоемкость металла.
17. Энергетические зоны электронов в кристаллах. Расщепление уровней связанных осцилляторов. Разрешенные и запрещенные зоны. Проводники и диэлектрики.
18. Энергетические зоны электронов в кристаллах. Электроны в периодическом потенциале кристаллической решетки. Волны Блоха. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Осцилляции Блоха. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
19. Энергетические зоны электронов в кристаллах. Полупроводники. Проводимость полупроводников. P-n переход.
20. Теплоемкость решетки твердого тела. Классическая модель. Формула Дюлонга и Пти. Модель Эйнштейна.
21. Теплоемкость решетки твердого тела. Модель Дебая. Фононы. Температура Дебая.
22. Представления о квантовой теории излучения света атомами. Типы радиационных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Взаимодействие при термодинамическом равновесии. Вывод формулы Планка.
23. Представления о квантовой теории излучения света атомами. Связь естественного времени жизни электрона на энергетическом уровне и ширины спектральной линии излучения. Уширение спектральных линий. Люминесценция.
24. Резонансное усиление света. Линейные коэффициенты поглощения и усиления резонансной среды. Инверсная заселенность.
25. Резонансное усиление света. Получение инверсной заселенности с помощью трехуровневой схемы. Лазер. Резонатор. Условия генерации. Моды резонатора. Характеристики излучения лазера.
26. Современные источники коротковолнового излучения. Синхротрон. Принцип работы, характеристики излучения. Рентгеновский лазер на свободных электронах. Принцип работы, характеристики излучения.

Литература

1. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в квантовую физику, М: Наука, 1988. 328 с.
2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. М: Бинوم, 2004. 256 с.
3. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. М: Бином, 2004. 207 с.