

**Вопросы к экзамену по физике
по разделу «Оптика», «Квантовые свойства
излучения. Основы квантовой физики и физики
твёрдого тела»**

1. Геометрическая оптика.

Принцип Ферма. Законы геометрической оптики. Абсолютный и относительный показатели преломления. Плоские и сферические зеркала. Линзы. Системы линз.

2. Электромагнитные волны.

Волновые уравнения электрической и магнитной компонент электромагнитной волны. Вектор плотности потока электромагнитной энергии (вектор Умова-Пойтинга). Колеблющийся электрический диполь. Дисперсия света. Взаимодействие излучения с веществом.

3. Интерференция света.

Условия наблюдения интерференции. Получение когерентных волн. Оптическая разность хода и ее связь с разностью хода. Условия минимума и максимума интерференции. Расчет интерференционной картины на примере опыта Юнга. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона.

4. Дифракция света.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Условия минимума и максимума дифракции. Дифракция на кристаллических решетках.

5. Применение дифракции и интерференции.

Просветление оптики. Спектральный анализ. Голография.

6. Поляризация света.

Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Закон Малюса. Вращение плоскости поляризации. Двойное лучепреломление. Дихроизм. Явление и закон Брюстера. Искусственная анизотропия. Поляризация света при отражении и преломлении на поверхности диэлектриков. Формулы Френеля.

7. Тепловое излучение. Основные характеристики теплового излучения. Законы теплового излучения

Природа теплового излучения. Характеристики теплового излучения: поток, энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, поглощательная способность. Абсолютно черное тело. Экспериментальные законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.

8. Формула Планка для спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела

Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Квантовая гипотеза Планка. Фотоны. Понятие об излучении (спонтанном и вынужденном) и поглощении (вынужденном) света. Вывод формулы Планка.

9. Фотоэффект и его законы.

Природа внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта. Работа выхода электрона из металла. Применение фотоэффекта.

10. Масса и импульс фотона. Давление света.

Корпускулярные свойства света. Возможность определения массы и импульса фотона. Давление света – как проявление корпускулярных свойств. Взаимосвязь давления с энергией фотонов и свойством поверхности. Квантовое и волновое объяснение давления света.

11. Теория атома по Бору.

Модель атома по Бору. Постулаты Бора. Параметры и характеристики движения электронов в водородоподобных атомах. Спектры излучения и поглощения.

12. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Опытное обоснование корпускулярно-волнового дуализма свойств вещества. Формула де Бройля. Физический смысл волны де Бройля. Соотношение неопределенностей – как проявление корпускулярно-волнового дуализма свойств материи. Физическое объяснение соотношения неопределенностей на примере дифракции электронов.

13. Волновая функция и ее статистический смысл. Физические величины в квантовой механике.

Волновая функция и ее статистический смысл. Понятие плотности вероятности. Волновая функция свободной частицы. Условие нормировки. Операторы физических величин: оператор импульса, момента импульса, кинетической энергии, потенциальной энергии, полной энергии. Средние значения величин. Собственные значения и собственные функции операторов.

14. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.

Временное уравнение Шредингера. Понятие стационарных состояний и волновая функция стационарных состояний. Вывод уравнения Шредингера для стационарных состояний.

15. Туннельный эффект.

Решение уравнения Шредингера для случая прохождения частицы через потенциальный барьер прямоугольной формы. Вид волновых функций. Коэффициент прозрачности при прохождении частицы через потенциальный барьер прямоугольной формы. Коэффициент прозрачности при прохождении частицы через барьер произвольной формы.

16. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме.

Решение уравнения Шредингера для случая нахождения частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Вид волновых функций. Энергетический спектр частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии и импульса частицы. Главное квантовое число. Вероятность нахождения частицы.

17. Квантовый гармонический осциллятор.

Уравнение Шредингера, энергетический спектр и вид волновых функций квантового гармонического осциллятора. Влияние формы "потенциальной ямы" на квантование энергии гармонического осциллятора.

18. Атом водорода в квантовой механике.

Атом водорода. Уравнение Шредингера для атома водорода. Энергетический спектр и вид волновых функций. Квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное и спиновое. Принцип Паули. Принцип неразличимости тождественных частиц.

19. Основы статистической физики. Фазовое пространство.

Элементарная ячейка. Плотность состояний.

Статистический способ исследования. Понятия фазового пространства. Элементарный объем в фазовом пространстве координат-импульсов. Плотность состояний как функция энергии частиц. Число состояний для интервала энергии.

20. Вырожденное и невырожденное состояние. Классические и квантовые статистики.

Критерий вырожденных и невырожденных коллективов частиц. Понятие различных типов газов: молекулярный, электронный в металле, фононный и фотонный. Классические и квантовые газы. Температура вырождения. Фермионы и бозоны.

21. Понятие о квантовой статистике Ферми-Дирака.

Квантовая статистика частиц с полуцелым спином. Распределение Ферми-Дирака. Вид распределения при 0 К и при повышении температуры. Энергия Ферми. Электронный газ в металле.

22. Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна.

Квантовая статистика частиц с целым спином. Вид распределения Бозе-Эйнштейна.

23. Фононный газ.

Квантовый газ фононов - колебания кристаллической решетки твердого тела. Теплоемкость кристалла с точки зрения квантовой статистики. Теплоемкость кристаллов при низких и высоких температурах. Закон Дебая и Дюлонга-Пти.

24. Электропроводность металлов. Сверхпроводимость.

Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Явление сверхпроводимости. Магнитные свойства сверхпроводника.

25. Основы зонной теории вещества. Деление на металлы, диэлектрики и полупроводники. Эффективная масса.

Зонное строение вещества в рамках квантовой теории. Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона. Распределение электронов по энергетическим зонам. Деление веществ по проводимости с точки зрения зонной теории. Масса частицы в кристалле – эффективная масса.

26. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Квазичастицы - электроны проводимости и дырки.

Понятие собственного полупроводника. Электронная и дырочная проводимость. Зависимость собственной проводимости от температуры. Проводимость, обусловленная наличием в кристалле примесей. Донорные и акцепторные примеси, энергетические уровни, обусловленные их наличием.

27. Контактные явления. Контакт электронного и дырочного полупроводников (р-п-переход) и его вольтамперная характеристика.

Понятие о контактных явлениях. Контакт двух полупроводников различного типа проводимости. Энергетический барьер на границе раздела. Характер зависимости тока через р-п-переход от приложенного напряжения. Примеры применения р-п-перехода.