

Билет №1

1. Уравнение Шредингера, его свойства. Вероятностная интерпретация волновой функции.
2. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
3. Фотон с энергией E_1 рассеялся на свободном электроном под углом θ . Считая, что электрон до соударения покоился, найдите энергию E_2 рассеянного фотона.

Билет №2

1. Стационарные состояния, их временная зависимость. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
2. Принцип работы лазера. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров, их применение.
3. Рассчитайте активность одного грамма $^{226}_{88}\text{Ra}$, если период полураспада этого изотопа $T_{\frac{1}{2}} = 1620$ лет.

Билет №3

1. Спонтанное и индуцированное вынужденное излучение. Коэффициенты “А” и “В” Эйнштейна.
2. Движение микрочастицы в области одномерного потенциального порога. Случай “высокого” и “низкого” порога.
3. Во сколько раз изменится при повышении температуры от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 320$ К электропроводность σ собственного полупроводника, ширина запрещенной зоны которого равна $\Delta E = 0,330$ эВ.

Билет №4

1. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный микроскоп.
2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений.
3. Кинетическая энергия E_k электрона в атоме водорода составляет величину порядка 10 эВ. Используя соотношение неопределенностей оцените минимальные линейные размеры атома.

Билет №5

1. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Опыты по дифракции микрочастиц.
2. Эмиссия электронов из металла. Эффект Шоттки. Холодная (автоэлектронная) эмиссия.
3. В некоторый момент времени частица находится в состоянии, описываемом волновой функцией, координатная часть которой имеет вид $\psi(x) = A \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{a^2} + ikx\right)$, где A и a – некоторые постоянные, а k – заданный параметр, имеющий размерность обратной длины.

Билет №6

1. Волновая функция, ее вероятностный смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Принцип суперпозиции в квантовой механике.
2. Эффект Комптона. Дуализм волновых и корпускулярных свойств излучения.
3. При очень низких температурах красная граница фотопроводимости чистого беспримесного германия $\lambda_{кр} = 1,7$ мкм. Найдите температурный коэффициент сопротивления $\alpha = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dT}$ данного германия при комнатной температуре.

Билет №7

1. Принцип работы лазера. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров, их применение.
2. Деление тяжелых ядер, цепные реакции. Термоядерный синтез.
3. Узкий пучок моноэнергетических нерелятивистских электронов нормально падает на поверхность монокристалла в направлении, составляющим угол $\alpha = 60^\circ$ с нормалью к поверхности, наблюдается максимум отражения электронов третьего порядка. Определите ускоряющую разность потенциалов, которую прошли электроны, если расстояние между отражающими атомными плоскостями кристалла $d = 0,2$ нм.

Билет №8

1. Работа выхода электрона из металла. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дэнимана.
2. Структура атомного ядра. Характеристики ядер: заряд, размеры, масса, энергия связи. Свойства и обменный характер ядерных сил.
3. Используя соотношение неопределенностей энергии и времени, определите естественную ширину $\Delta\lambda$ спектральной линии излучения атома при переходе его из возбужденного состояния в основное. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии $\tau = 10^{-8}$ с, а длина волны излучения $\lambda = 600$ нм.

Билет №9

1. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный микроскоп.
2. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана.
3. При увеличении термодинамической температуры T абсолютно черного тела в $\eta = 2$ раза длина волны λ_m , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, уменьшилась на $\Delta\lambda = 400$ нм. Определите начальную и конечную температуры тела T_1 и T_2 .

Билет №10

1. Ядерная модель атома Резерфорда-Бора. Постулаты Бора.
2. Примесная проводимость полупроводников. Концентрация основных и неосновных носителей в полупроводнике p -типа. Уровень Ферми примесного полупроводника p -типа. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника p -типа.
3. В кровь человека ввели небольшое количество раствора, содержащего ^{24}Na с активностью $A = 2,0 \cdot 10^{-3}$ Бк. Активность 1 см^3 через $t = 5,0$ ч оказалась $A' = 0,267$ Бк/см³. Период полураспада данного изотопа $T_{\frac{1}{2}} = 15$ ч. Найдите объем крови человека.

Билет №11

1. Тепловое излучение. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
2. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
3. Масс-спектрометрический анализ образцов лунной породы показал, что отношение количества атомов Ar и ^{40}K в ней равно $\eta = 10,3$. Считая, что аргон целиком образовался из калия в результате радиоактивного распада, определите возраст лунной породы. Период полураспада ^{40}K составляет $T_{\frac{1}{2}} = 1,25 \cdot 10^3$ лет.

Билет №12

1. Фотоэффект, его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Дуализм волновых и корпускулярных свойств излучения.
2. Квантовые распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Их предельный переход в классическое распределение Максвелла-Больцмана.
3. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной a с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Найдите среднее значение квадрата импульса $\langle p^2 \rangle$ в этом состоянии.

Билет №13

1. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Энергетический спектр частицы. Понятие о вырождении энергетических уровней.
2. Элементарные частицы, их основные характеристики. Симметрия и законы сохранения в мире элементарных частиц.
3. До какой температуры нужно нагреть классический электронный газ, чтобы средняя энергия его электронов была равна средней энергии свободных электронов в серебре при $T = 0$ К? Энергия Ферми серебра $E_F = 5,51$ эВ.

Билет №14

1. Частица в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантование энергии. Плотность вероятности нахождения частицы для различных состояний.
2. Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений. Эффект Мессбауэра.
3. Температурный коэффициент сопротивления $\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$ чистого беспримесного германия при комнатной температуре равен $\alpha = -0,05$ К⁻¹. Найдите ширину запрещенной зоны данного полупроводника.

Билет №15

1. Уравнение Шредингера для гармонического осциллятора, анализ его решений.
2. Основные постулаты квантовой механики. Представление физических величин операторами. Собственные функции и собственные значения операторов, их связь с результатами измерений.
3. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите при $T = 0$ отношение средней скорости свободных электронов к их максимальной скорости.

Билет №16

1. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Гипотеза де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц.
2. Собственная проводимость полупроводников. Концентрация электронов и дырок в чистых полупроводниках. Температурная зависимость собственной проводимости полупроводников. Уровень Ферми в чистых полупроводниках.
3. Волновая функция основного состояния электрона в атоме водорода имеет вид $\psi(r) = A \cdot \exp\left(-\frac{r}{a}\right)$, где r – расстояние от электрона до ядра, a – радиус первой боровской орбиты. Определите наиболее вероятное расстояние $r_{вер}$ электрона от ядра.

Билет №17

1. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантовые числа, их физический смысл.
2. Эффект Холла в полупроводниках, его практическое применение.
3. Оцените с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой $L = 10^{-8}$ м соответствует характерному размеру атомов.

Билет №18

1. Основные постулаты квантовой механики. Представление физических величин операторами. Вычисление средних значений физических величин.
2. Электроны в периодическом поле кристалла. Образование энергетических зон. Энергетический спектр электронов в модели Кронига-Пенни.
3. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней кинетической энергии свободных электронов в металле при $T = 0$ к их максимальной энергии.

Билет №19

1. Орбитальный, спиновой и полный механический и магнитный моменты электрона.
2. Стационарные состояния. Волновая функция частицы в стационарном состоянии. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
3. На какую кинетическую энергию должен быть рассчитан ускоритель заряженных частиц с массой покоя m_0 , чтобы с их помощью можно было исследовать структуры с линейными размерами l ? Решите задачу для электронов в случае $l = 10^{-15}$ м, что соответствует характерному размеру атомных ядер.

Билет №20

1. Собственные механический и магнитный моменты электрона. Опыт Штерна и Герлаха.
2. Контактные явления в полупроводниках. p - n переход, его вольт-амперная характеристика.
3. Частица находится в одномерной потенциальной яме шириной a с бесконечно высокими стенками во втором возбужденном состоянии. Определите вероятность обнаружения частицы в интервале $\frac{1}{3}a$, равноудаленном от стенок ямы.

Билет №21

1. Статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Свойства идеального газа бозе-частиц.

2. Условия возможности одновременного измерения разных физических величин в квантовой механике. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
3. Определите красную границу $\lambda_{кр}$ фотоэффекта для цезия, если при облучении его поверхности фиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 400$ нм максимальная скорость фотоэлектронов равна $V_{max} = 6,5 \cdot 10^5$ м/с.

Билет №22

1. Статистика Ферми-Дирака. Функция распределения Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ. Энергия Ферми.
2. Контактные явления в полупроводниках. p - n переход, его вольт-амперная характеристика.
3. Частица массой m_0 находится в одномерной потенциальной яме с непроницаемыми стенками в первом возбужденном состоянии. Найдите среднее значение кинетической энергии частицы $\langle E_k \rangle$, если ширина ямы равна a .

Билет №23

1. Дискретный характер испускания и поглощения излучения веществом. Формула Планка для равновесного теплового излучения.
2. Примесная проводимость полупроводников. Концентрация основных и неосновных носителей в полупроводниках n -типа. Уровень Ферми примесного полупроводника n -типа. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника n -типа.
3. Частица находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найдите отношение вероятностей нахождения частицы в средней трети ямы для основного и первого возбужденного состояний.

Билет №24

1. Зонная теория твердых тел. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках.
2. Ядерная модель атома Резерфорда-Бора. Постулаты Бора.
3. Найдите с какой скоростью движется электрон, если длина волны де Бройля электрона λ_B равна его комптоновской длине волны λ_k .

Билет №25

1. Частица в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантование энергии. Плотность вероятности нахождения частиц для различных состояний.
2. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана.
3. Считая, что кинетическая энергия E нуклона (протона или нейтрона) в ядре равна 10 МэВ, оцените, исходя из соотношения неопределенностей, линейные размеры ядра.

Билет №26

1. Уравнение Шредингера, его свойства. Вероятностная интерпретация волновой функции.
2. Зонная теория твердых тел. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках.
3. Частица массой m_0 движется в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы a . Найдите значения энергии частицы,

имея в виду, что возможны лишь такие состояния, для которых в яме укладывается целое число дебройлевских полуолн.

Билет №27

1. Элементарные частицы. Виды взаимодействий элементарных частиц. Классификация частиц. Лептоны и адроны. Кварковая структура адронов.
2. Эмиссия электронов из металла. Эффект Шоттки. Холодная (автоэлектронная) эмиссия.
3. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с непроницаемыми стенками. Определите, при какой ширине ямы a дискретность энергии электрона становится сравнимой с энергией теплового движения при температуре T .

Билет №28

1. Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Детектирование различных излучений. Дозиметрия и защита.
2. Работа выхода электрона из металла. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дэнемена.
3. Волновая функция основного состояния электрона в атоме водорода имеет вид
$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} \cdot \exp\left(-\frac{r}{a}\right),$$
 где r – расстояние от электрона до ядра, a – радиус первой боровской орбиты. Найдите вероятность того, что электрон находится в области $r \leq a$.

Билет №29

1. Тепловое излучение. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
2. Собственная проводимость полупроводников. Концентрация электронов и дырок в чистых полупроводниках. Температурная зависимость проводимости беспримесных полупроводников. Уровень Ферми в чистых полупроводниках.
3. Частица массой m_0 падает на прямоугольный потенциальный порог высоты U_0 . Энергия частицы равна E , причем $E < U_0$. Найдите эффективную глубину проникновения частицы в область порога, т.е. на расстояние от границы порога до точки, в которой плотность вероятности нахождения частицы уменьшится в e раз.

Билет №30

1. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Энергетический спектр частицы. Понятие о вырождении энергетических уровней.
2. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
3. Покажите, что в атоме водорода на круговой стационарной боровской орбите укладывается целое число длин волн де Бройля электрона. Определите длину волны де Бройля электрона на круговой орбите с главным квантовым числом n .