

Вопросы теста и темы эссе для вступительного экзамена в магистратуру на магистерскую программу 16.04.01\_02 Физика структур пониженной размерности»

Общие вопросы по физике твердого тела

Разрешенные и запрещенные энергетические зоны в твердом теле возникают

1. за счет очень большой концентрации электронов
2. из-за очень сильного кулоновского отталкивания электронов
3. за счет разной ориентации спинов у электронов
4. за счет расщепления одиночных уровней атомов в зоны при образовании кристалла вследствие принципа Паули

Эффективная масса электронов в твердом теле характеризует

1. влияние периодического потенциала решетки
2. влияние рассеяния
3. влияние уровня легирования
4. влияние наличия дефектов

Функция распределения Ферми-Дирака определяет

1. вероятность заполнения квантовых состояний электронами
2. число электронных состояний в единице объема и в единичном интервале энергии
3. среднее число фононов в заданном состоянии
4. число атомов в элементарной ячейке кристалла

Какой вывод НЕ является результатом расчетов по квантовомеханической модели свободных электронов (модель Зоммерфельда)?

1. Электронам в твердом теле соответствуют дискретные (квазинепрерывные) значения разрешенной энергии.
2. В кристаллическом твердом теле спектр энергий является «полосатым»: имеются полосы разрешенных и запрещенных энергий.
3. Диапазон энергий, при которых находятся электроны при данной температуре  $T$  в твердом теле, описываемом квантово механическими представлениями, существенно шире, чем  $kT$  – ширина полосы занимаемой электронами в «классическом» металле. ( $k$  - константа Больцмана).

4. Теплоемкость электронного газа существенно меньше его теплоемкости в классическом приближении.

При самопроизвольном течении термодинамического процесса к равновесному состоянию (при неизменной энергии) энтропия системы:

1. возрастает
2. уменьшается
3. остается неизменной
4. равна 1.

Согласно принципу неопределенности, объекты квантовой механики:

1. могут иметь одновременно определенную координату и импульс
2. не могут иметь одновременно определенную координату и импульс
3. могут иметь только определенную координату
4. могут иметь только определенный импульс

С помощью волновой функции, входящей в уравнение Шрёдингера, можно определить...

1. с какой вероятностью частица может быть обнаружена в различных точках пространства
2. импульс частицы в любой точке пространства
3. траекторию, по которой движется частица в пространстве
4. энергию частицы в соответствующем месте пространства

Какое из перечисленных утверждений НЕ является законом фотоэффекта?

1. Сила тока насыщения прямо пропорциональна интенсивности светового излучения, падающего на поверхность тела.
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна энергии кванта света
3. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от его интенсивности.
4. Если частота света меньше некоторой определенной для данного вещества минимальной частоты, то фотоэффекта не происходит.

Электропроводность металлов...

1. отсутствует при нуле Кельвина и линейно растёт при увеличении температуры
2. отсутствует при нуле Кельвина и экспоненциально растёт при увеличении температуры
3. наблюдается при нуле Кельвина и растёт при увеличении температуры
4. наблюдается при нуле Кельвина и уменьшается при увеличении температуры

Общие вопросы по физике полупроводников

Электропроводность полупроводников...

1. отсутствует при нуле Кельвина и линейно растёт при увеличении температуры
2. отсутствует при нуле Кельвина и экспоненциально растёт при увеличении температуры
3. наблюдается при нуле Кельвина и не зависит от температуры
4. наблюдается при нуле Кельвина и экспоненциально растёт с температурой

Край собственного поглощения полупроводника определяется

1. шириной запрещенной зоны
2. нет верного ответа
3. типом проводимости полупроводника
4. эффективной массой носителей

Какие свойства кремния делают его основным материалом электроники и микроэлектроники

1. ширина запрещенной зоны
2. наличие сплошной и прочной пленки оксида
3. значения подвижности носителей тока
4. нет правильного ответа

Полупроводниковый гетеропереход – это...

1. контакт между металлом и полупроводником с широкой запрещенной зоной
2. контакт между собственным и примесным полупроводником

3. контакт между полупроводниками с различной шириной запрещенной зоны
4. контакт между металлом и полупроводником с малой шириной запрещенной зоны

Фотоэффект в  $p-n$  переходах – это...

1. испускание света при подаче на переход прямого напряжения
2. образование неравновесных электронно-дырочных пар при облучении светом и возникновение фотоЭДС
3. возникновение фотопроводимости в смежных областях при облучении светом
4. возникновение индуцированного излучения в переходе при облучении светом

Взаимосвязь явлений диффузии и дрейфа ...

1. не наблюдается
2. наблюдается в любых системах частиц
3. наблюдается только в системах заряженных частиц
4. наблюдается только в присутствии электрического поля

Рекомбинация подвижных носителей в полупроводниках – это...

1. образование электронно-дырочных пар
2. исчезновение пары «электрон-дырка» с выделением энергии
3. исчезновение пары «электрон-дырка» с поглощением энергии
4. ускорение носителей электрическим полем

Распределение электронов по энергиям в зоне проводимости вырожденного полупроводника определяется

1. классической статистикой Максвелла-Больцмана
2. квантовой статистикой Бозе-Эйнштейна
3. квантовой статистикой Ферми-Дирака
4. положением уровня Ферми в зоне проводимости

Распределение электронов по энергиям в зоне проводимости невырожденного полупроводника определяется

1. классической статистикой Максвелла-Больцмана
2. квантовой статистикой Бозе-Эйнштейна

3. квантовой статистикой Ферми-Дирака
4. положением уровня Ферми в зоне проводимости

Дрейфовые потоки носителей заряда возникают

1. при наличии градиента концентрации носителей заряда.
2. при наличии градиента температуры.
3. при приложении к кристаллу электрического поля.
4. нет правильного ответа

Вопросы по физике полупроводниковых приборов

Электрическое поле  $p-n$  – перехода образовано приграничными зарядами

1. электронов в  $n$ -области и дырок в  $p$ -области
2. электронов в  $p$ -области и дырок в  $n$ -области
3. ионов доноров  $p$ -области и ионов акцепторов в  $n$ -области
4. ионов доноров в  $n$ -области и ионов акцепторов в  $p$ -области

Прямой ток  $p-n$  перехода обусловлен...

1. диффузией неосновных носителей заряда
2. диффузией основных носителей заряда
3. дрейфом основных носителей заряда
4. дрейфом неосновных носителей заряда

Обратный ток  $p-n$  перехода обусловлен...

1. диффузией неосновных носителей заряда
2. диффузией основных носителей заряда
3. дрейфом основных носителей заряда
4. дрейфом неосновных носителей заряда

Преимуществом диодов Шоттки перед диодами на  $p-n$  переходах является:

1. безынерционность и малое падение напряжения в прямом включении
2. очень малый обратный ток

3. высокое напряжение лавинного пробоя
4. наличие падающего участка на прямой ветви вольтамперной характеристики

Фотоэффект в  $p-n$  переходах – это...

1. испускание света при подаче на переход прямого напряжения
2. образование неравновесных электронно-дырочных пар при облучении светом и возникновение фотоЭДС
3. возникновение фотопроводимости в смежных областях при облучении светом
4. возникновение индуцированного излучения в переходе при облучении светом

Контакт металл-полупроводник может быть...

1. только омическим
2. только выпрямляющим
3. и омическим, и выпрямляющим
4. непроводящим

Усиление с помощью  $p-n$  перехода...

1. невозможно
2. возможно при использовании электрического пробоя  $p-n$  перехода
3. возможно при использовании туннельного диода
4. возможно при включении в режиме стабилитрона

Преимуществом  $p-n$  гетероперехода перед обычными  $p-n$  переходами является:

1. односторонняя инжекция неосновных носителей из широкозонного полупроводника в узкозонный
2. двусторонняя одинаковая инжекция неосновных носителей в смежные области
3. односторонняя экстракция неосновных носителей из широкозонного полупроводника в узкозонный
4. малое омическое сопротивление гетероперехода

Туннельный эффект в  $p-n$  переходах...

1. не возникает
2. возникает в случае очень малой концентрации примесей в смежных областях

3. возникает в случае высокой концентрации примесей в смежных областях
4. возникает только в переходах на основе полупроводников с узкой запрещенной зоной

Какую форму имеет зависимость интенсивности излучения светодиода от энергии кванта света?

1. Форму колокола (нарастание, достижение максимума, спад).
2. Форма возрастающей ступеньки с последующим экспоненциальным спадом.
3. Форма перевернутой параболы.
4. Форма возрастающей ступеньки.

Принцип действия светодиода основан на...

1. световой генерации за счет образования новых электронно-дырочных пар
2. внутреннем фотоэффекте в  $p$ - и  $n$ - областях
3. фотоэффекте в  $p$ - $n$  – переходе
4. излучательной рекомбинации инжектированных через  $p$ - $n$ -переход неосновных носителей

Вопросы по физике поверхности

*Основы энергоанализа заряженных частиц.*

Траектория движения заряженной частицы в ненулевых скрещенных однородных электрическом и магнитном полях

1. Окружность
2. Парабола
3. Гипербола
4. Трохоида

Анализ электронов по энергиям возможен...

1. в устройствах с задерживающим электрическим полем
2. в устройствах с ускоряющим электрическим полем
3. в устройствах с переменным электрическим полем
4. нет правильного ответа

На выходе идеального энергоанализатора с задерживающим полем регистрируются...

1. все электроны, имеющие энергию выше заданной параметрами анализатора
2. электроны с определенным значением энергии
3. все электроны, имеющие энергию ниже заданной параметрами анализатора
4. нет правильного ответа

На выходе идеального дисперсионного энергоанализатора регистрируются...

1. все электроны, имеющие энергию выше заданной параметрами анализатора
2. электроны с определенным значением энергии
3. все электроны, имеющие энергию ниже заданной параметрами анализатора
4. нет правильного ответа

### *Методы анализа поверхности*

Фонон – это...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. квант электромагнитного поля</li><li>2. квант колебаний решётки кристалла</li><li>3. квант колебаний свободного электронного газа</li><li>4. квант гравитационного поля</li></ol>
Плазмон – это...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. квант электромагнитного поля</li><li>2. квант колебаний решётки кристалла</li><li>3. квант колебаний свободного электронного газа</li><li>4. квант гравитационного поля</li></ol>

В качестве зондирующих пучков для исследования поверхности твёрдых тел используют...

1. только электроны и фотоны
2. только ионы
3. только фотоны
4. электроны, ионы и фотоны

Принцип работы метода дифракции медленных электронов основан на:

1. взаимодействии ионов с кристаллической решёткой твердого тела

- 2.упругом взаимодействии электронов с кристаллической решёткой твердого тела
- 3.взаимодействии фотонов с электронной подсистемой твердого тела
- 4.взаимодействии внешних электронов с электронной подсистемой твердого тела

Длина волны де Бройля электронов в сканирующих пучках в методе дифракции медленных электронов порядка...

- 1.межатомных расстояний
- 2.длины волны инфракрасного электромагнитного излучения
- 3.длины экранирования электрического поля
- 4.размера исследуемого образца

Какие основные микроскопические характеристики поверхности отличаются от таковых для объема?

- 1.Электронное строение
- 2.Элементный состав
3. Химическое состояние
4. Все

Минимум длины свободного пробега электрона в твёрдом теле относительно неупругого рассеяния определяется потерями энергии...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на фононах</li> <li>2. на плазмонах</li> <li>3. на экситонах</li> <li>4. на дефектах</li> </ol>
--	---

Оже-спектроскопия позволяет определить

- 1.характерные потери энергии на создание в образце элементарных возбуждений
- 2.кристаллическую структуру поверхности образца
- 3.плотность образца
- 4.элементный состав поверхности образца

Данные спектроскопии обратного рассеяния можно использовать для определения

- 1.кратности связи атомов мишени
- 2.тормозной способности мишени
- 3.элементного состава мишени

#### 4. кристаллической структуры мишени

Оже-эффект может наблюдаться

1. для всех элементов периодической таблицы Менделеева
2. для всех неметаллов периодической таблицы Менделеева
3. для всех металлов периодической таблицы Менделеева
4. для всех элементов периодической таблицы Менделеева за исключением водорода

Атомно-силовая микроскопия основана на явлении...

1. туннельной эмиссии электронов
2. возникновения силы Кулона между зондом и поверхностными атомами
3. взаимодействия между зондом и поверхностными атомами посредством сил Ван дер Ваальса
4. генерации электронно-позитронных пар

Сканирующая туннельная микроскопия основана на явлении...

1. кулоновского взаимодействия между зондом и поверхностными атомами
2. возникновения тока электронов через туннельно-прозрачный барьер между зондом и поверхностью
3. возникновения туннельного эффекта за счет поперечного магнитного поля
4. возникновения туннельного эффекта за счет продольного магнитного поля

Метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии позволяет...

1. определять химический состав поверхности
2. получать данные о рассеянии рентгеновских лучей на кристалле
3. получать картины поглощения рентгеновского излучения поверхностными атомами
4. определять зарядовое состояние поверхностных атомов

Пики характеристических потерь энергии электронов в энергетическом спектре вторичных электронов можно различить по следующему признаку:

1. их энергетическое положение НЕ зависит от энергии первичных электронов
2. их энергетическое положение зависит от энергии первичных электронов
3. они появляются в спектре только при определенных значениях энергии первичных электронов

#### 4. амплитуда пиков растёт при уменьшении энергии первичных электронов

Оже-электроны во вторичных электронных спектрах являются...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. упруго отражёнными</li><li>2. неупруго отражёнными</li><li>3. электронами характеристических потерь</li><li>4. истинно вторичными</li></ol>
---	--

Изменения химического состояния поверхностных атомов проявляются в оже-спектрах главным образом как...

1. резкие увеличения амплитуд оже-пиков
2. уменьшения амплитуд оже-пиков
3. энергетические сдвиги оже- пиков
4. никак не проявляются

Амплитуда оже-пиков в спектре вторичных электронов...

1. не зависит от концентрации поверхностных атомов
2. пропорциональна концентрации поверхностных атомов
3. экспоненциально зависит от концентрации поверхностных атомов
4. пропорциональна количеству истинно-вторичных электронов

Темы вопросов - эссе:

1-й вопрос

1. Собственные и примесные полупроводники. Донорные и акцепторные примеси.
2. Диэлектрики, металлы, полупроводники и полуметаллы (вырожденные полупроводники) с точки зрения их энергетического строения.
3. Фотоэффект в p-n переходах. Приборы на его основе.
4. Контакт металл – полупроводник. Диоды Шоттки, их преимущества перед обычными диодами на p-n переходах
5. Законы фотоэффекта.
6. Электронно-дырочный переход.

## 2 вопрос

1. Физические основы электронной Оже-спектроскопии.
2. Характеристические потери энергии: разновидности, способ распознавания характеристических потерь в спектрах вторичных электронов.
3. Неравновесные носители заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация физические механизмы.
4. Взаимосвязь диффузии и дрейфа заряженных частиц.
5. Электропроводность металлов и полупроводников
6. Энергетический спектр вторичной электронной эмиссии. Составляющие энергетического спектра вторичных электронов.