

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Андронов Владимир Германович  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 03.09.2022 19:51:33  
Уникальный программный ключ:  
a483efa659e7ad657516da1b78e29d408e3ad9

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

космического приборостроения

и систем связи

  
В.Г. Андронов

« 21 » 01 2022 г.

### ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Физические основы электроники

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 11.03.03 «Конструирование и технология

*код и наименование ОПОП ВО*

электронных средств»

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

### *1. Введение в физику полупроводников.*

1. Какие материалы относят к полупроводникам?
2. Классификация неорганических кристаллических полупроводников.
3. Дайте определение кристаллического твердого тела.
4. Что такое кристаллическая решетка?
5. Что называется узлом кристаллической решетки?
6. Как строится элементарная ячейка кристаллической решетки?
7. Какая решетка кристалла называется простой, а какая – сложной?
8. Опишите метод кристаллографического индцирования, разработанный Миллером?
9. Определите индексы Миллера для плоскости, отсекающей по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  отрезки:  $a/4$ ,  $3b/4$ ,  $c/2$ .
10. Что называется межплоскостным расстоянием?
11. Определите межплоскостное расстояние для плоскости (123) кубической решетки.
12. Что такое решетка Бравэ?
13. Сколько решеток Бравэ существует?
14. Назовите кристаллографические сингонии кристаллов.
15. На какие типы решеток разбиваются 14 решеток Бравэ?
16. Что такое коэффициент упаковки?
17. Найдите коэффициенты упаковки для кубической решетки типа  $P$ ,  $I$ ,  $F$  и решетки алмаза.
18. Для каких видов плотнейших упаковок коэффициент упаковки минимален?
19. Найдите число атомов в элементарной ячейке алмаза, кубической решетки типа  $P$ ,  $I$ ,  $F$ ?
20. Назовите типы химической связи в кристаллических структурах и дайте их характеристики.
21. Какая химическая связь характерна для полупроводниковых кристаллов?
22. Что называют дефектами кристаллической структуры?
23. Какие статические дефекты могут присутствовать в кристаллической структуре?
24. Дайте характеристику строения атома исходя из теории Бора.

25. Какие характеристики атома описывают квантовые числа?
26. Что означает запись  $3p^2$  ?
27. Дайте определения принципа Паули.
28. Как определяется вместимость электронных подоболочек и оболочек?
29. Как происходит заполнение электронных оболочек с возрастанием порядкового номера химического элемента?
30. Напишите распределение электронов по оболочкам для германия и кремния.
31. Напишите электронные структуры для атомов углерода, германия, кремния.
32. Напишите электронные структуры для атомов углерода, германия, кремния, находящихся в химической связи между собой.
33. Найдите длину волны для электрона, прошедшего разность потенциалов 30 кВ.
34. Запишите выражение для волны де Бройля свободной частицы.
35. Перечислите свойства волновой функции.
36. Что такое условие нормировки?
37. Объясните принцип суперпозиции квантовых состояний.
38. Дайте определение принципа неопределенности Гейзенберга.
39. Запишите уравнение Шрёдингера, для частицы движущейся в силовом поле.
40. Запишите выражение для волновой функции свободной частицы, движущейся в поле постоянного потенциала, в одномерном случае.

***2. Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов.***

1. Что такое туннельный эффект?
2. Что такое гармонический осциллятор?
3. Запишите уравнение Шрёдингера для гармонического квантового осциллятора.
4. Объясните энергетический спектр для классического и квантового гармонических осцилляторов.
5. Что такое фонон?
6. Запишите уравнение Шрёдингера для электрона, находящегося в водородоподобном атоме.
7. Что такое зонная теория твердого тела?
8. Поясните схему образования энергетических зон в твердом теле.
9. Что такое полупроводник с прямой и непрямой запрещенной зонами?
10. Что такое эффективная масса электрона?
11. В каких случаях эффективная масса электрона отрицательна?
12. Что такое дырка в полупроводнике, и какими свойствами она обладает?
13. Какие полупроводники называются собственными и примесными?
14. Как называется полупроводник, в который введена пятивалентная примесь?
15. Что такое акцепторный полупроводник?

16. Нарисуйте зонную диаграмму для донорного и акцепторного полупроводников?

17. Что такое компенсированный полупроводник?

18. На каких законах основывается термодинамический метод описания состояния макроскопической системы?

19. Дайте определение вырожденного полупроводника с точки зрения расположения уровня Ферми относительно запрещенной зоны.

20. Каким выражением описывается концентрация электронов в зоне проводимости?

21. Что такое уравнение полупроводника или закон действующих масс? 20. Как изменяется расположение уровня Ферми в собственном полупроводнике с ростом температуры?

22. Запишите условие электронейтральности для примесного полупроводника.

23. Изобразите модель зонной структуры для примесного полупроводника.

24. Как изменяется концентрация носителей заряда в донорном полупроводнике с ростом температуры?

25. Что такое диффузионная длина для носителя заряда?

26. Как связаны диффузионная длина и время жизни неосновных носителей?

27. Объясните температурную зависимость подвижности носителей заряда.

**3. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах.**

1. Что такое термоэлектронная работа выхода и как она зависит от расположения уровня Ферми в полупроводнике?

2. Объясните возникновение разности потенциалов при контакте разнородных металлов?

3. Изобразите конструкцию биполярного транзистора и назовите назначение его элементов.

4. Какой элемент транзистора и почему в основном определяет его электрические характеристики?

5. Чем отличаются бездрейфовые и дрейфовые биполярные транзисторы? 6. Какое смещение имеют эмиттерный и коллекторный переходы биполярного транзистора при нормальном режиме работы?

6. Нарисуйте основные схемы включения биполярного транзистора?

7. Нарисуйте зонную диаграмму  $n-p-n$  транзистора в равновесном состоянии.

8. Объясните принцип работы транзистора в активном режиме с помощью зонной диаграммы.

9. Дайте характеристики токов для биполярного транзистора в активном режиме.

10. Что такое эффективность эмиттера?

11. Дайте определение коэффициента переноса и коэффициента инжекции.

12. Чем отличаются вольтамперные характеристики реального биполярного транзистора от идеального?

13. Что такое модель большого и малого сигналов?

14. Как влияют на работу транзистора емкости эмиттерного и коллекторного переходов?

15. Как влияет состояние поверхности полупроводника на энергетическую зонную диаграмму?

16. Нарисуйте устройство МДП структуры.

17. Что понимают под идеальной МДП структурой?

18. Изобразите зонные диаграммы для металла, полупроводника и диэлектрика до образования МДП структуры.

19. Нарисуйте зонную диаграмму МДП структуры и поясните ее строение?

20. Что такое поверхностный потенциал полупроводника в МДП структуре?

21. Что такое эффект поля?

22. От чего зависят размеры дебаевской длины экранировки в собственном и примесном полупроводниках?

23. Чему равно напряжение плоских зон?

24. Какое напряжение нужно подать на затвор МДП структуры с  $p$ -полупроводником для получения состояния поверхностного обогащения?

25. Как получить состояние поверхностного обеднения для вышеупомянутой структуры?

26. Что такое пороговое напряжение?

27. Что происходит в приповерхностной области полупроводника МДП структуры при напряжении на затворе больше чем пороговое?

28. Объясните вольт-фарадную характеристику идеальной МДП структуры.

**4. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов.**

1. Что такое спектр поглощения полупроводником электромагнитного излучения?

2. Объясните механизм собственного поглощения света полупроводником?

3. Какие физические процессы происходят в полупроводнике в случае примесного поглощения света?

4. Что такое фоторезистивный фотоэффект?

5. Объясните характер изменения фотопроводимости полупроводника в случае облучения и выключения света.

6. Что такое фотогальванический эффект в полупроводниковых структурах с  $p$ - $n$  переходом?

7. Нарисуйте схемы включения  $p$ - $n$ -перехода для получения фотогальванического эффекта?

8. Объясните механизм возникновения вентильной фотоЭДС.

9. Напишите выражения для определения вентильной фотоЭДС?

10. Что такое интегральная чувствительность фотоприемника?

11. Как изменяется вольтамперная характеристика  $p$ - $n$ -перехода в зависимости от величины светового потока?

12. Объясните принцип работы светодиода.

13. Режимы работы светодиода и схемы.

14. Перечислите основные характеристики светодиода.

15. Запишите формулы для расчета освещенности, силы света, яркости и световой отдачи.

**Шкала оценивания: 100** бальная.

**Критерии оценивания:**

**90-100 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**75-90 баллов** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

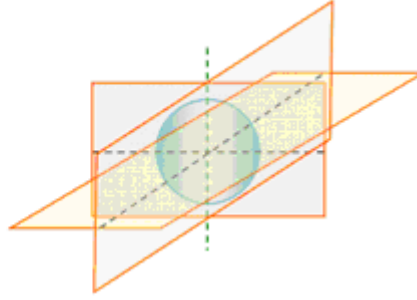
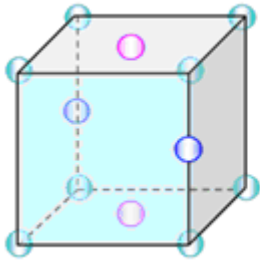
**60-75 баллов** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**0-59 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

### 1.3 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

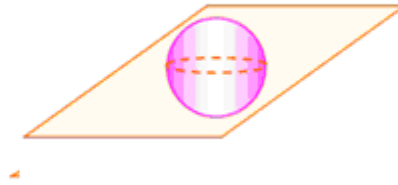
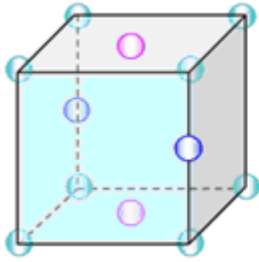
*Компетентностно-ориентированная задача № 1*

Сколько узлов приходится на элементарную ячейку (в вершине)?



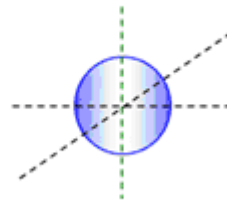
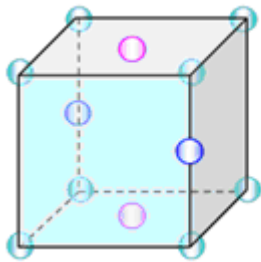
*Компетентностно-ориентированная задача № 2.*

Сколько узлов приходится на элементарную ячейку (на грани ячейки)?



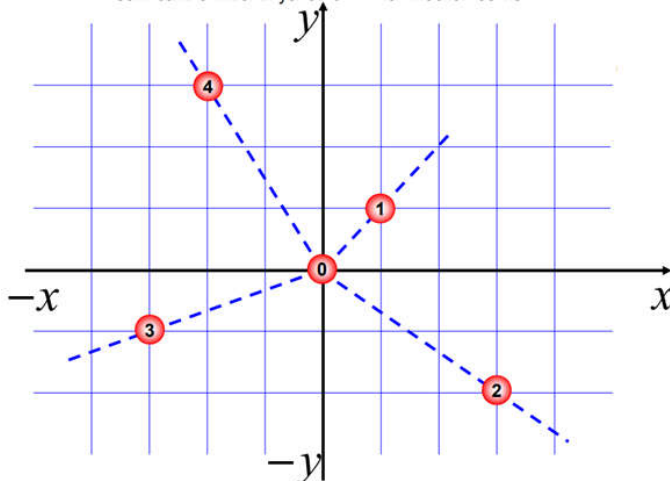
*Компетентностно-ориентированная задача № 3.*

Сколько узлов приходится на элементарную ячейку (на ребре)?



*Компетентностно-ориентированная задача № 4.*

Записать символы узлов 0 – 4 на плоской сетке.



*Компетентностно-ориентированная задача № 5.*

Определить по какому ребру пересекаются две грани – (123) и (321).

*Компетентностно-ориентированная задача № 6.*

Осуществить полный разбор строения атома кремния.

*Компетентностно-ориентированная задача № 7.*

Осуществить полный разбор строения атома алюминия.

*Компетентностно-ориентированная задача № 8.*

Осуществить полный разбор строения атома германия.

*Компетентностно-ориентированная задача № 9.*

Нарисовать схему биполярного транзистора р-п-р типа с ОБ.

*Компетентностно-ориентированная задача № 10.*

Нарисовать схему биполярного транзистора р-п-р типа с ОК.

*Компетентностно-ориентированная задача № 11.*

Нарисовать схему биполярного транзистора р-п-р типа с ОЭ.

*Компетентностно-ориентированная задача № 12.*

Нарисовать схему биполярного транзистора п-р-п типа с ОЭ.

**Шкала оценивания: 100** бальная.

**Критерии оценивания:**

**90-100 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время или с опережением времени, при этом обучающимся предложено оригинальное (нестандартное) решение, или наиболее эффективное решение, или наиболее рациональное решение, или оптимальное решение.

**75-90 баллов** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время, типовым способом; допускается наличие несущественных недочетов.

**60-75 баллов** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если при решении задачи допущены ошибки некритического характера и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0-59 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки.

## **1.4 ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ**

### **1. Введение в физику полупроводников.**

1 Установите соответствие между областями электроники и решаемыми задачами:

1.Вакуумная электроника	а – изучение свойств поверхности и границ раздела между слоями различных материалов
2.Твердотельная электроника	б – разработка методов и средств усиления и генерации электромагнитных колебаний на основе эффекта вынужденного излучения атомов, молекул и твердых тел
3.Квантовая электроника	в – формирование потоков электронов и ионов, управление этими потоками

2 Создание электронных ламп, приборов, работающих на основе дифракционных явлений относятся к направлениями развития



- а) вакуумной электроники  
 б) твердотельной электроники  
 в) квантовой электроники

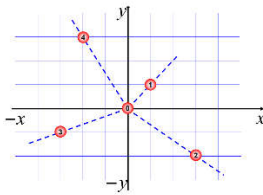
3 В каком типе структуры жидких кристаллов имеет место группировки молекул в слои?

- а) нематические  
 б) смектические.

4 Атом твердого тела находится в положении равновесия, когда

- а) сила взаимодействия равна нулю  
 б) расстояние между атомами максимально велико  
 в) сила взаимодействия стремится к максимальному значению

5 Записать символ узла 4 на плоской сетке



- а)  $[\bar{3}\bar{2}0]$   
 б)  $[\bar{2}30]$   
 в)  $[\bar{1}10]$

7 Символом узла называется

а) Три числа  $m, n, p$ , в формуле для расчета радиус-вектора  $R = ma + nb + pc$

б) Совокупность чисел  $m, n, p$ , записанная в двойных квадратных скобках  $[[mnp]]$

в) Направление прямой в кристалле

8 Установите соответствие

1. Кубическая сингония	а) $d^2 = \frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2} \cdot \frac{a^2}{c^2}$
2. Тетрагональная сингония	б) $d^2 = \frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2}$
3. Гексагональная сингония	в) $d^2 = \frac{a^2}{4/3(h^2 + k^2 + hk) + l^2} \cdot \frac{a^2}{c^2}$

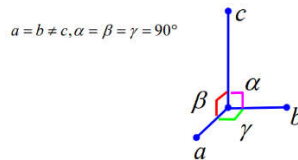
9 Под симметрией понимается

а) Геометрические образы, с помощью которых задаются или осуществляются симметрические преобразования;

б) полная совокупность элементов симметрии (или возможных симметрических преобразований) этого объекта;

в) возможность произвести преобразование объекта, совмещающее его с самим собой в новом положении, т.е. симметричный объект инвариантен относительно этого преобразования.

10 Идентифицируйте сингонию



- а) тетрагональная
- б) кубическая
- в) триклинная

11. Установите соответствие:

1. Главное квантовое число, $n$	а – собственный момент импульса элементарных частиц, имеющий квантовую природу и не связанный с перемещением частицы как целого.
2. Квантовое число орбитального импульса	б – устанавливает возможные пространственные направления вектора момента количества движения
3. Магнитное квантовое число	в – определяет величину момента количества движения электрона
4. Четвертое квантовое число	г – задает энергетическое состояние электрона.

12 Установите соответствие:

1. Принцип Паули	а – движущаяся частица обладает волновыми свойствами, которыми нельзя пренебречь при определенных условиях.
2. Гипотеза де Бройля	б – импульс частицы и ее координаты, как точные физические величины, одновременно существовать не могут.
3. Принцип Гейзенберга	в – электроны, входящие в состав какой-либо системы, не могут находиться в тождественных состояниях движения.

13. Сколько точечных групп симметрии существует в природе:

- а) 24;
- б) 32;
- в) 14;
- г) 7.

14. Отметьте известные вам типы дефектов кристаллической решетки:

- а) точечные;
- б) линейные;
- в) кристаллические;
- г) двумерные;
- д) трехмерные;

е) распределенные дефекты;

ж) объёмные.

**2. Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов.**

1. Область пространства, где присутствует локальный минимум потенциальной энергии частицы, называется ...

2. Пространственно ограниченная область высокой потенциальной энергии частицы в силовом поле, по обе стороны которой потенциальная энергия более или менее резко падает, называется ...

3. Укажите неверное утверждение в описании движения свободной частицы:

а) Движение частицы описывается плоской монохроматической волной де Бройля

б) Энергетический спектр свободной частицы принимает дискретные значения.

в) Все положения свободной частицы являются равновероятностными

4. Энергия частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками

а) квантуется

б) непрерывна

в) не зависит от каких-либо параметров

5. Закончить принцип соответствия Бора: Законы квантовой механики должны переходить в законы классической физики

а) при больших значениях квантовых чисел

в) при малых значениях квантовых чисел

г) при любых значениях квантовых чисел

6. Туннельный эффект описывает:

а) движение частицы в свободном состоянии

б) прохождение частицы сквозь область пространства, пребывание в которой запрещено классической механикой

в) нахождение частицы в потенциальной яме

7. Энергия квантуется. Частицу можно обнаружить за пределами ямы. Энергетические уровни расположены на одинаковом энергетическом расстоянии друг от друга. Данные постулаты описывают:

а) движение частицы в потенциальной яме

б) прохождение частицы через потенциальный барьер

в) гармонический осциллятор.

8. В примесных полупроводниках носители заряда с большей концентрацией называются ...

9. Диффузионный ток через р-п переход обусловлен

а) Градиентом концентрации подвижных носителей заряда

б) Движением носителей заряда под действие напряженности электрического поля

в) Процессом генерации электронов и дырок

10. Дрейфовый ток через р-п переход обусловлен

а) Движением носителей заряда под действие напряженности электрического поля

б) Градиентом концентрации подвижных носителей заряда

в) Процессом рекомбинации электронов и дырок.

11. Выберите неверное утверждение. Электрическим р-n-переходом называют переходный слой между

а) Областями твердого тела с одинаковым типом электропроводности

б) Областями твердого тела с одинаковым типом электропроводности, но с различными значениями удельной проводимости

в) Областями р-полупроводника и n-полупроводника.

12. Прямое напряжение, приложенное к р-n-переходу

а) Понижает потенциальный барьер

б) Повышает потенциальный барьер

в) Приводит к равновесному состоянию р-n-перехода.

13. Обратное напряжение, приложенное к р-n-переходу

а) Повышает потенциальный барьер

б) Понижает потенциальный барьер

в) Приводит к равновесному состоянию р-n-перехода.

14. Увеличение концентрации неосновных носителей вне перехода в р- и n-областях называется ...

15. Выберите неверное утверждение. Идеализированным является р-n-переход, для которого приняты следующие допущения:

а) Электрическое сопротивление нейтральных р- и n-областей бесконечно большое по сравнению с сопротивлением обедненного слоя.

б) Полупроводник вне перехода остается электрически нейтральным.

в) В обедненном слое отсутствует генерации и рекомбинация носителей заряда.

г) Все внешнее напряжение практически полностью приложено к обедненному слою.

16. Выберите неверное утверждение. Идеализированным является р-n-переход, для которого приняты следующие допущения:

а) Все внешнее напряжение практически полностью приложено к нейтральным р- и n-областям.

б) Границы обедненного слоя считаются плоскопараллельными.

в) В обедненном слое отсутствует генерации и рекомбинация носителей заряда.

г) Полупроводник вне перехода остается электрически нейтральным.

17. Какие частицы являются основными носителями заряда в примесных полупроводниках n-типа:

а) электроны;

б) положительные ионы;

в) дырки;

г) отрицательные ионы.

### 3. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах.

1 Трехэлектродный полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими p-n-переходами, предназначенный для усиления электрических колебаний по току, напряжению или мощности, называется

- а) Биполярным транзистором
- б) Полевым транзистором
- в) Выпрямительным диодом.

2 В биполярном транзисторе сильно легированная область с меньшей площадью называется ...

3 Режим работы транзистора, при котором на эмиттерном переходе действует прямое напряжение, а на коллекторном обратное, называется

- а) Нормальным активным режимом
- б) Режимом двухсторонней инжекции
- в) Инверсным активным режимом
- г) Режимом насыщения.

4 Коэффициент, показывающий какую долю в полном токе эмиттера составляет полезный компонент, называется

- а) Коэффициентом инжекции эмиттера
- б) Коэффициентом переноса
- в) Статическим коэффициентом передачи тока эмиттера

5 Статический коэффициент передачи тока эмиттера

- а) Устанавливает связь между токами коллектора и эмиттера
- б) Устанавливает связь между токами коллектора и базы
- в) Устанавливает связь между токами базы и эмиттера

6 Полупроводниковый прибор, в котором ток канала проводимости управляется с помощью поперечного электрического поля, создаваемого напряжением, подаваемым на управляющий электрод, называется

- а) Полевым транзистором
- б) Биполярным транзистором
- в) Выпрямительным диодом.

7 Управление током канала полевого транзистора осуществляется с помощью

...

8 Выберите неверное утверждение. Для изоляции затвора от канала в полевых транзисторах используется

- а) Прямо смещенный p-n-переход
- б) Обрато смещенный p-n-переход
- в) Диэлектрик

9 Электрод, через который в канал входят основные носители заряда, называется ...

10. Какие примеси называются донорными:

а) примеси, забирающие электроны проводимости без возникновения равного им количества «дырок»;

б) примеси, поставляющие «дырки» без возникновения равного им количества электронов проводимости;

в) примеси, забирающие «дырки» без возникновения равного им количества электронов проводимости;

г) примеси, поставляющие электроны проводимости без возникновения равного им количества «дырок»;

11. Что такое запирающий слой в p-n переходе:

а) пограничная область раздела полупроводников с различным типом проводимости;

б) область раздела полупроводников с p-n-p типом проводимости;

в) пограничная область раздела полупроводников с одинаковым типом проводимости;

г) слой полупроводника не пропускающий электрический ток.

12.

### **5. Фотозлектрические явления в полупроводниках и физические основы электривакуумных и газоразрядных приборов.**

1 На рисунке представлено условное графическое изображение



а) Светодиода

б) Фоторезистора

в) Фотодиода

2 Что называется спектром поглощения вещества:

а) зависимость коэффициента излучения от длины волны;

б) зависимость коэффициента поглощения от интенсивности подающего света;

в) зависимость коэффициента поглощения от длины волны;

г) зависимость интенсивности подающего света от длины волны.

3 Изменение электропроводности полупроводника под действием света называется

а) Фотопроводимостью

б) Электропроводимостью

в) Светопроводимостью

4 Зависимость фототока от длины волны падающего света на фотодиод называется

а) Спектральной характеристикой фотодиода

б) Вольт-амперной характеристикой фотодиода

в) Световой характеристикой.

5 Зависимость выходного напряжения фотодиода от входного тока называется

а) Вольт-амперной характеристикой фотодиода

б) Спектральной характеристикой фотодиода

в) Световой характеристикой.

6 Зависимость фототока от освещенности называется

а) Световой характеристикой

б) Вольт-амперной характеристикой фотодиода

в) Спектральной характеристикой фотодиода.

7 Что характеризует темновое сопротивление ( $R_t$ ) фоторезистора:

а) зависимость сопротивления фоторезистора излучения от длины волны;

б) сопротивление фоторезистора в отсутствие падающего на него излучения в диапазоне его спектральной чувствительности;

в) сопротивление фоторезистора в присутствии падающего на него излучения в диапазоне его спектральной чувствительности;

г) зависимость сопротивления фоторезистора от интенсивности подающего света.

8. Какая из формул характеризует закон Бугера–Ламберта:

а)  $I(x) = I_0 e^{-ax}$ ;

б)  $I(x) = I_0 e^{-ax}$ ;

в)  $I(x) = I_0 (1 + ax)$ .

9. Какие частицы являются носителями электрического тока в газах.

а) электроны;

б) протоны;

в) нейтроны;

г) положительные и отрицательные ионы.

10. Что называется ионизацией атома:

а) процесс отрыва иона от атома;

б) процесс присоединения электрона к нейтральному атому;

в) процесс отрыва электрона от атома;

г) прохождение электрического тока через газ.

11. Какой процесс называется фотоионизацией:

а) ионизация атомов или молекул под действием света;

б) процесс отрыва иона от атома;

в) ионизация атомов или молекул при нагревании;

г) ионизация атомов или молекул в электрическом поле.

12. Что называется самостоятельным электрический разрядом:

а) явление не прохождения через газ электрического тока, не зависящего от внешних ионизаторов;

б) явление прохождения через газ электрического тока, не зависящего от внешних ионизаторов;

в) явление прохождения через газ электрического тока;

г) процесс отрыва иона от атома.

13. При каких условиях возникает коронный разряд:

а) в сильно неоднородных электрических полях;

б) малое расстояние между электродами и большая сила тока;

в) при высоких напряженностях электрических полей;

г) когда на море шторм.

14. При каких условиях возникает дуговой разряд:

- а) в сильно неоднородных электрических полях;
- б) малое расстояние между электродами и большая сила тока;
- в) при высоких напряжениях электрических полей;
- г) при высоких напряжениях электрических полей.

15. При каких условиях возникает искровой разряд:

- а) в сильно неоднородных электрических полях;
- б) малое расстояние между электродами и большая сила тока;
- в) при высоких напряжениях электрических полей;
- г) когда два пальца в розетке.

16. Какое явление называется термоэлектронной эмиссией:

- а) в сильно неоднородных электрических полях;
- б) явление испускания положительных и отрицательных ионов с поверхности нагретых тел;
- в) явление испускания свободных электронов с поверхности нагретых тел;
- г) явление испускания электронов с поверхности металлов.

**Шкала оценивания:** 100 балльная.

**Критерии оценивания:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале:

выполнено – 1 балл, не выполнено – 0 баллов.

Применяется следующая шкала перевода баллов в оценку по 5-балльной шкале:

- **100-85 баллов** соответствуют оценке «отлично»;
- **84-72 балла** – оценке «хорошо»;
- **71-51 баллов** – оценке «удовлетворительно»;
- **50 баллов и менее** – оценке «неудовлетворительно»

## **1.5 ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

### **1. Введение в физику полупроводников.**

1. Дефекты кристаллической решетки по Френкелю.
2. Дефекты кристаллической решетки по Шоттки.
3. Адронный коллайдер.
4. Модель энергетических зон Кронига-Пенни.
5. Фазовое пространство. Плотность состояний.
6. Принцип неопределенности Гейзенберга.
7. Волновые свойства микрочастиц.
8. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
9. Частица в прямоугольной потенциальной яме.
10. Уравнение Шредингера.
11. Водородоподобный атом.



12. Природные и синтетические алмазы – уникальность областей применения.
13. Кристаллы в лазерной технике.

## ***2. Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов.***

1. Способы описания состояния макроскопической системы.
2. Функции распределения Максвелла-Больцмана и Ферми-Дирака.
3. Концентрация носителей заряда и положение уровня Ферми в собственном полупроводнике.
4. Концентрация носителей и положение уровня Ферми в примесных полупроводниках.
5. Пространственный заряд в примесных полупроводниках.
6. Уравнение непрерывности для примесных полупроводников.
7. Температурная зависимость подвижности носителей заряда.
8. Дрейф носителей заряда в сильных полях.
9. Выпрямление тока в контакте металл-полупроводник (диффузионная теория).
10. Выпрямление тока в контакте металл-полупроводник (диодная теория).
14. Этапы развития электроники от микро- до нано.
15. Солнечные батареи на полупроводниковых структурах.

## ***3. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах.***

1. Пробой электронно-дырочного перехода: лавинный пробой, туннельный эффект и тепловой пробой.
2. Понятие о гетеропереходе.
3. Зонные энергетические диаграммы гетеропереходов.
4. Инерционные свойства биполярного транзистора и эквивалентные схемы.
5. Идеальная МДП-структура: конструкция и условия идеальности.
6. Влияние состояния поверхности на энергетическую зонную диаграмму полупроводника.
7. Поверхностный потенциал полупроводника в МДП-структуре.
8. Эффект поля в МДП-структуре.
9. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим *p-n* переходом.
10. Статические характеристики полевого транзистора с управляющим *p-n* переходом.

## ***4. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов.***

1. Газоразрядные приборы.
2. Электровакуумные приборы.
3. Фотогальванический эффект.
4. Внутренний фотоэффект и фотопроводимость полупроводников.

5. Вольтамперная и световая характеристики  $p$ - $n$ -перехода, облученного светом.

6. Зонная диаграмма  $p$ - $n$ -перехода в состоянии равновесия.

7. Зонная диаграмма металл-полупроводник  $i$ -типа при прямом напряжении смещения.

8. Зонная диаграмма металл-полупроводник  $i$ -типа при обратном напряжении смещения.

9. Зонная диаграмма металл-полупроводник  $p$ -типа при прямом напряжении смещения.

10. Зонная диаграмма металл-полупроводник  $p$ -типа при обратном напряжении смещения.

**Шкала оценивания:** 100 балльная.

**Критерии:**

**90-100 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, при этом убедительно и аргументированно изложена собственная позиция автора по рассматриваемому вопросу; структура реферата логична; изучено большое количество актуальных источников, грамотно сделаны ссылки на источники; самостоятельно подобран яркий иллюстративный материал; сделан обоснованный убедительный вывод; отсутствуют замечания по оформлению реферата.

**75-89 баллов** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, сделана попытка самостоятельного осмысления темы; структура реферата логична; изучено достаточное количество источников, имеются ссылки на источники; приведены уместные примеры; сделан обоснованный вывод; имеют место незначительные недочеты в содержании и (или) оформлении реферата.

**60-74 баллов** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта неполно и (или) в изложении темы имеются недочеты и ошибки; структура реферата логична; количество изученных источников менее рекомендуемого, сделаны ссылки на источники; приведены общие примеры; вывод сделан, но имеет признаки неполноты и неточности; имеются замечания к содержанию и (или) оформлению реферата.

**0-59 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если содержание реферата имеет явные признаки плагиата и (или) тема реферата не раскрыта и (или) в изложении темы имеются грубые ошибки; материал не структурирован, излагается непоследовательно и сбивчиво; количество изученных источников значительно менее рекомендуемого, неправильно сделаны ссылки на источники или они отсутствуют; не приведены примеры или приведены неверные примеры; отсутствует вывод или вывод расплывчат и неконкретен; оформление реферата не соответствует требованиям.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

## 2.2 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1 Вопросы в закрытой форме.

1.1 Создание электронных ламп, приборов, работающих на основе дифракционных явлений относятся к направлениями развития

- а) вакуумной электроники
- б) твердотельной электроники
- в) квантовой электроники

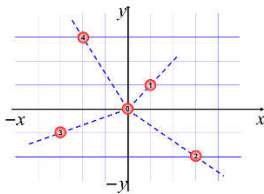
1.2 В каком типе структуры жидких кристаллов имеет место группировки молекул в слои?

- а) нематические
- б) смектические.

1.3 Атом твердого тела находится в положении равновесия, когда

- а) сила взаимодействия равна нулю
- б) расстояние между атомами максимально велико
- в) сила взаимодействия стремиться к максимальному значению

1.4 Записать символ узла 4 на плоской сетке



- а)  $[\bar{3}\bar{2}0]$
- б)  $[\bar{2}30]$
- в)  $[\bar{1}10]$

1.5 Символом узла называется

а) Три числа,  $n$ ,  $p$ , в формуле для расчета радиус-вектора  $R = ma + nb + pc$

б) Совокупность чисел  $m$ ,  $n$ ,  $p$ , записанная в двойных квадратных скобках  $[[mnp]]$

в) Направление прямой в кристалле

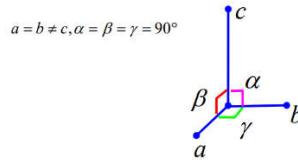
1.6 Под симметрией понимается

а) Геометрические образы, с помощью которых задаются или осуществляются симметрические преобразования;

б) полная совокупность элементов симметрии (или возможных симметрических преобразований) этого объекта;

в) возможность произвести преобразование объекта, совмещающее его с самим собой в новом положении, т.е. симметричный объект инвариантен относительно этого преобразования.

1.7 Идентифицируйте сингонию



- а) тетрагональная
- б) кубическая
- в) триклинная

1.8 Сколько точечных групп симметрии существует в природе:

- а) 24;
- б) 32;
- в) 14;
- г) 7.

1.9 Отметьте известные вам типы дефектов кристаллической решетки:

- а) точечные;
- б) линейные;
- в) кристаллические;
- г) двумерные;
- д) трехмерные;
- е) распределенные дефекты;
- ж) объёмные.

1.10 Укажите неверное утверждение в описании движения свободной частицы:

- а) Движение частицы описывается плоской монохроматической волной де Бройля
- б) Энергетический спектр свободной частицы принимает дискретные значения.
- в) Все положения свободной частицы являются равновероятными

1.11 Энергия частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками

- а) квантуется
- б) непрерывна
- в) не зависит от каких-либо параметров

1.12 Закончить принцип соответствия Бора: Законы квантовой механики должны переходить в законы классической физики

- а) при больших значениях квантовых чисел
- в) при малых значениях квантовых чисел
- г) при любых значениях квантовых чисел

1.13 Туннельный эффект описывает:

- а) движение частицы в свободном состоянии
- б) прохождение частицы сквозь область пространства, пребывание в которой запрещено классической механикой
- в) нахождение частицы в потенциальной яме

1.14 Энергия квантуется. Частицу можно обнаружить за пределами ямы. Энергетические уровни расположены на одинаковом энергетическом расстоянии друг от друга. Данные постулаты описывают:

- а) движение частицы в потенциальной яме
- б) прохождение частицы через потенциальный барьер
- в) гармонический осциллятор.

1.15 Диффузионный ток через р-п переход обусловлен

- а) Градиентом концентрации подвижных носителей заряда
- б) Движением носителей заряда под действие напряженности электрического поля
- в) Процессом генерации электронов и дырок

1.16 Дрейфовый ток через р-п переход обусловлен

- а) Движением носителей заряда под действие напряженности электрического поля
- б) Градиентом концентрации подвижных носителей заряда
- в) Процессом рекомбинации электронов и дырок.

1.17 Выберите неверное утверждение. Электрическим р-п-переходом называют переходных слой между

- а) Областями твердого тела с одинаковым типом электропроводности
- б) Областями твердого тела с одинаковым типом электропроводности, но с различными значениями удельной проводимости
- в) Областями р-полупроводника и п-полупроводника.

1.18 Прямое напряжение, приложенное к р-п-переходу

- а) Понижает потенциальный барьер
- б) Повышает потенциальный барьер
- в) Приводит к равновесному состоянию р-п-перехода.

1.19 Обратное напряжение, приложенное к р-п-переходу

- а) Повышает потенциальный барьер
- б) Понижает потенциальный барьер
- в) Приводит к равновесному состоянию р-п-перехода.

1.20 Выберите неверное утверждение. Идеализированным является р-п-переход, для которого приняты следующие допущения:

- а) Электрическое сопротивление нейтральных р- и п-областей бесконечно большое по сравнению с сопротивлением обедненного слоя.
- б) Полупроводник вне перехода остается электрически нейтральным.
- в) В обедненном слое отсутствует генерации и рекомбинация носителей заряда.
- г) Все внешнее напряжение практически полностью приложено к обедненному слою.

1.21 Выберите неверное утверждение. Идеализированным является р-п-переход, для которого приняты следующие допущения:

- а) Все внешнее напряжение практически полностью приложено к нейтральным р- и п-областям.
- б) Границы обедненного слоя считаются плоскопараллельными.

в) В обедненном слое отсутствует генерации и рекомбинация носителей заряда.

г) Полупроводник вне перехода остается электрически нейтральным.

1.22 Какие частицы являются основными носителями заряда в примесных полупроводниках n-типа:

- а) электроны;
- б) положительные ионы;
- в) дырки;
- г) отрицательные ионы.

1.23 Трехэлектродный полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими p-n-переходами, предназначенный для усиления электрических колебаний по току, напряжению или мощности, называется

- а) Биполярным транзистором
- б) Полевым транзистором
- в) Выпрямительным диодом.

1.24 Режим работы транзистора, при котором на эмиттерном переходе действует прямое напряжение, а на коллекторном обратное, называется

- а) Нормальным активным режимом
- б) Режимом двухсторонней инжекции
- в) Инверсным активным режимом
- г) Режимом насыщения.

1.25 Коэффициент, показывающий какую долю в полном токе эмиттера составляет полезный компонент, называется

- а) Коэффициентом инжекции эмиттера
- б) Коэффициентом переноса
- в) Статическим коэффициентом передачи тока эмиттера

1.26 Статический коэффициент передачи тока эмиттера

- а) Устанавливает связь между токами коллектора и эмиттера
- б) Устанавливает связь между токами коллектора и базы
- в) Устанавливает связь между токами базы и эмиттера

1.27 Полупроводниковый прибор, в котором ток канала проводимости управляется с помощью поперечного электрического поля, создаваемого напряжением, подаваемым на управляющий электрод, называется

- а) Полевым транзистором
- б) Биполярным транзистором
- в) Выпрямительным диодом.

1.28 Выберите неверное утверждение. Для изоляции затвора от канала в полевых транзисторах используется

- а) Прямо смещенный p-n-переход
- б) Обрато смещенный p-n-переход
- в) Диэлектрик

1.29 Какие примеси называются донорными:

а) примеси, забирающие электроны проводимости без возникновения равного им количества «дырок»;

б) примеси, поставляющие «дырки» без возникновения равного им количества электронов проводимости;

в) примеси, забирающие «дырки» без возникновения равного им количества электронов проводимости;

г) примеси, поставляющие электроны проводимости без возникновения равного им количества «дырок»;

1.30 Что такое запирающий слой в p-n переходе:

а) пограничная область раздела полупроводников с различным типом проводимости;

б) область раздела полупроводников с p-n-p типом проводимости;

в) пограничная область раздела полупроводников с одинаковым типом проводимости;

г) слой полупроводника не пропускающий электрический ток.

1.31 На рисунке представлено условное графическое изображение



а) Светодиода

б) Фоторезистора

в) Фотодиода

1.32 Что называется спектром поглощения вещества:

а) зависимость коэффициента излучения от длины волны;

б) зависимость коэффициента поглощения от интенсивности подающего света;

в) зависимость коэффициента поглощения от длины волны;

г) зависимость интенсивности подающего света от длины волны.

1.33 Изменение электропроводности полупроводника под действием света называется

а) Фотопроводимостью

б) Электропроводимостью

в) Светопроводимостью

1.34 Зависимость фототока от длины волны падающего света на фотодиод называется

а) Спектральной характеристикой фотодиода

б) Вольт-амперной характеристикой фотодиода

в) Световой характеристикой.

1.35 Зависимость выходного напряжения фотодиода от входного тока называется

а) Вольт-амперной характеристикой фотодиода

б) Спектральной характеристикой фотодиода

в) Световой характеристикой.

1.36 Зависимость фототока от освещенности называется

а) Световой характеристикой

б) Вольт-амперной характеристикой фотодиода

в) Спектральной характеристикой фотодиода.

1.37 Что характеризует темновое сопротивление ( $R_t$ ) фоторезистора:

- а) зависимость сопротивления фоторезистора излучения от длины волны;
- б) сопротивление фоторезистора в отсутствие падающего на него излучения в диапазоне его спектральной чувствительности;
- в) сопротивление фоторезистора в присутствии падающего на него излучения в диапазоне его спектральной чувствительности;
- г) зависимость сопротивления фоторезистора от интенсивности падающего света.

1.38 Какая из формул характеризует закон Бугера–Ламберта:

- а)  $I(x) = I_0 e^{-ax}$ ;
- б)  $I(x) = I_0 e^{-aIx}$ ;
- в)  $I(x) = I_0 (1 + ax)$ .

1.39 Какие частицы являются носителями электрического тока в газах.

- а) электроны;
- б) протоны;
- в) нейтроны;
- г) положительные и отрицательные ионы.

1.40 Что называется ионизацией атома:

- а) процесс отрыва иона от атома;
- б) процесс присоединения электрона к нейтральному атому;
- в) процесс отрыва электрона от атома;
- г) прохождение электрического тока через газ.

1.41 Какой процесс называется фотоионизацией:

- а) ионизация атомов или молекул под действием света;
- б) процесс отрыва иона от атома;
- в) ионизация атомов или молекул при нагревании;
- г) ионизация атомов или молекул в электрическом поле.

1.42 Что называется самостоятельным электрический разрядом:

- а) явление не прохождения через газ электрического тока, не зависящего от внешних ионизаторов;
- б) явление прохождения через газ электрического тока, не зависящего от внешних ионизаторов;
- в) явление прохождения через газ электрического тока;
- г) процесс отрыва иона от атома.

1.43 При каких условиях возникает коронный разряд:

- а) в сильно неоднородных электрических полях;
- б) малое расстояние между электродами и большая сила тока;
- в) при высоких напряженностях электрических полей;
- г) когда на море шторм.

1.44 При каких условиях возникает дуговой разряд:

- а) в сильно неоднородных электрических полях;
- б) малое расстояние между электродами и большая сила тока;



в) при высоких напряженностях электрических полей;

г) при высоких напряженностях электрических полей.

1.45 При каких условиях возникает искровой разряд:

а) в сильно неоднородных электрических полях;

б) малое расстояние между электродами и большая сила тока;

в) при высоких напряженностях электрических полей;

г) когда два пальца в розетке.

1.46 Какое явление называется термоэлектронной эмиссией:

а) в сильно неоднородных электрических полях;

б) явление испускания положительных и отрицательных ионов с

поверхности нагретых тел;

в) явление испускания свободных электронов с поверхности нагретых

тел;

г) явление испускания электронов с поверхности металлов.

1.47 Энергия частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками

а) квантуется

б) непрерывна

в) не зависит от каких-либо параметров.

1.48 Примеси, поставляющие в зону проводимости дополнительное количество электронов называются:

а) донорными

б) акцепторными

в) донорно-акцепторными.

1.49 Статистический способ описания частиц

а) - это феноменологическое рассмотрение системы многих частиц, характеризующейся макроскопическими параметрами с учетом общих законов, не интересуясь внутренней структурой

б) основан на изучении свойств макроскопических систем исходя из свойств частиц, входящих в состав системы.

1.50 13. В уравнении Ферми  $f_F(E)=0$  в случае, если

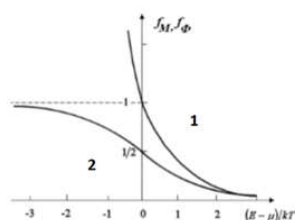
а)  $E > E_F$ , при  $T=0$

б)  $E > E_F$ , при  $T > 0$

в)  $E < E_F$ , при  $T > 0$

г)  $E < E_F$ , при  $T=0$

1.51 На графике функция 1 описывается



а) уравнением Максвелла-Больцмана;

б) уравнением Ферми-Дирака;

в) уравнением Бозе-Энштейна.

1.52 Термоэлектронная эмиссия – это

- а) явление выхода из вещества электронов вследствие светового возбуждения
- б) явление адсорбции газа на поверхности полупроводника
- в) явление выхода из вещества электронов вследствие теплового возбуждения
- г) явление теплового излучения с поверхности металла.

1.53 Движущаяся частица обладает волновыми свойствами, которыми нельзя пренебречь при определенных условиях

- а) Принцип Паули
- б) Гипотеза де Бройля
- в) Принцип Гейзенберга.

1.54 Импульс частицы и ее координаты, как точные физические величины, одновременно существовать не могут

- а) Принцип Паули
- б) Гипотеза де Бройля
- в) Принцип Гейзенберга.

1.55 Прохождение частицы сквозь область пространства, пребывание в которой запрещено классической механикой

- а) туннельный эффект
- б) тепловой пробой
- в) лавинный пробой.

1.56 Что характеризует вольт-амперная характеристика:

- а) зависимость ускорения от массы тела;
- б) зависимость напряжения от приложенной силы;
- в) зависимость силы тока от приложенного напряжения;
- г) зависимость частоты от приложенного напряжения.

1.57 Какие частицы являются носителями электрического тока в металлах:

- а) электроны;
- б) протоны;
- в) нейтроны;
- г) положительные и отрицательные ионы.

1.58 Сопротивление металлов с повышением температуры:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается постоянным.

1.59 Явлением сверхпроводимости называется:

- а) явление полной потери металлом электрической проводимости при определенной температуре;
- б) явление полной потери металлом электрического сопротивления при определенной температуре;
- в) явление потери металлом электронов при определенной температур;
- г) явление полной потери металлом электрического сопротивления при температуре абсолютного нуля.

1.60 Какие вещества называются электролитами:

- а) вещества, растворы которых не проводят электрический ток;
- б) вещества, проводящие электрический ток;

в) вещества, растворы которых проводят электрический ток;

г) вещества, растворы которых не проводят электрический ток при определенной температуре.

1.61 Какие частицы являются носителями электрического тока в электролитах:

а) электроны;

б) протоны;

в) нейтроны;

г) положительные и отрицательные ионы.

1.62 Какое явление называется электролитической диссоциацией:

а) соединение положительных и отрицательных ионов в нейтральную молекулу;

б) расщепление нейтральных молекул на положительные и отрицательные ионы и электроны;

в) расщепление нейтральных молекул на положительные и отрицательные ионы;

г) расщепление нейтральных молекул на положительные и отрицательные электроны.

1.63 Чему равен один электрон-вольт:

а) работе, которую совершает электрон или другая частица, обладающей элементарным зарядом, между точками поля, напряжение между которыми равно 1В;

б) работе, которую совершает электрическое поле при перемещении электрона или другой частицы, обладающей элементарным зарядом, между точками поля, напряжение между которыми равно 1В;

в) энергии одного электрона, которую он приобретает при прохождении ускоряющей разности потенциалов в 1В;

г) произведению одного электрона на 1В.

1.64 К классу полупроводников относятся материалы с удельным сопротивлением в диапазоне:

а) (от  $10^{10}$ , до  $10^{16}$ ) Ом/м;

б) (от 0,001 до  $10^7$ ) Ом/м;

в) (от  $10^{-8}$  до  $10^{-6}$ ) Ом/м.

1.65 Что называется ковалентной связью:

а) взаимодействие между атомами посредством электронных пар;

б) связь между атомами посредством электронных пар;

в) взаимодействие между электронами посредством атомов;

г) связь между ионами посредством электронных пар.

1.66 Что такое запирающий слой в р-п переходе:

а) пограничная область раздела полупроводников с различным типом проводимости;

б) область раздела полупроводников с р-п-р типом проводимости;

в) пограничная область раздела полупроводников с одинаковым типом проводимости;

г) слой полупроводника не пропускающий электрический ток.

1.67 Какие виды химических связей вы знаете:

- а) ионная;
- б) металлическая;
- в) кристаллическая;
- г) ковалентная;
- д) молекулярная;
- е) валентная.

1.68 Гальваномагнитные эффекты подразделяют на:

- а) продольные;
- б) угловые;
- в) поперечные;
- г) точечные.

1.69 К какому типу гальваномагнитных эффектов относится эффекты Холла:

- а) продольному;
- б) поперечному;
- в) угловому;
- г) центросимметричному.

1.70 К какому типу гальваномагнитных эффектов относится магниторезистивный эффект:

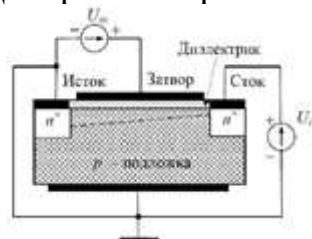
- а) продольному;
- б) поперечному;
- в) угловому;
- г) центросимметричному.

2 Вопросы в открытой форме.

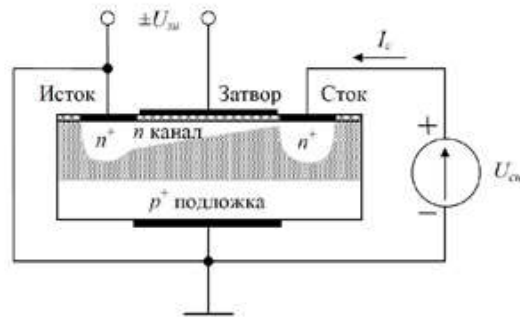
2.1 Область пространства, где присутствует локальный минимум потенциальной энергии частицы, называется ...

2.2 Пространственно ограниченная область высокой потенциальной энергии частицы в силовом поле, по обе стороны которой потенциальная энергия более или менее резко спадает, называется ...

2.3 На рисунке представлен МДП-транзистор с ... каналом.



2.4 Коэффициент усиления схемы с общим стоком ...



2.5 Материалы, которые обладающие сильной зависимостью удельной проводимости от концентрации примесей, температуры и воздействия различных видов излучения называются ...

2.6 Бесприимесный (чистый) полупроводник без дефектов кристаллической структуры называют ... полупроводником.

2.7 В примесных полупроводниках носители заряда с большей концентрацией называются ...

2.8 Увеличение концентрации неосновных носителей вне перехода в p- и n-областях называется ...

2.9 В биполярном транзисторе сильно легированная область с меньшей площадью называется ...

2.10 Управление током канала полевого транзистора осуществляется с помощью ...

2.11 Электрод, через который в канал входят основные носители заряда, называется ...

2.12 Частицы, состояния которых описываются симметричными волновыми функциями, называются ...

2.13 Среднее расстояние, которое проходит частица между двумя взаимодействиями – «столкновениями» с другими частицами, узлами кристаллической решетки и т.д. называется ...

2.14 Неоднородности кристаллической решетки вблизи которых происходят взаимодействия частиц называются ...

2.15 Упорядоченное движение частиц, определяющее перенос зарядов под действием внешнего электрического поля называется ...

2.16 Атом, потерявший один или несколько электронов, называется ... ионом.

2.17 Атом, присоединивший электроны, называется ... ионом.

3 Вопросы на установление последовательности.

3.1 Установите последовательность развития теории строения атома ориентируясь на фамилии выдающихся ученых:

- 1 Томсон
- 2 Бор
- 3 Дальтон
- 4 Демокрит
- 5 Резерфорд
- 6 Шредингер

## 4 Вопросы на установление соответствия.

## 4.1 Установите соответствие

1. Световая характеристика	а) зависимость выходного напряжения фотодиода от входного тока
2. Вольт-амперная характеристика фотодиода	б) зависимость тока на выходе оптрона от тока на его входе
3. Передаточная характеристика диода	в) зависимость фототока от освещенности

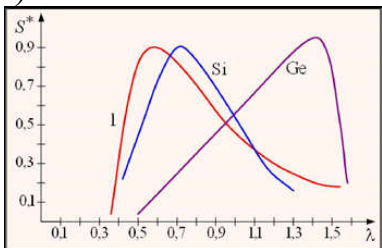
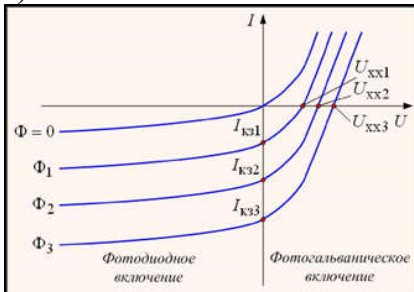
## 4.2 Установите соответствие

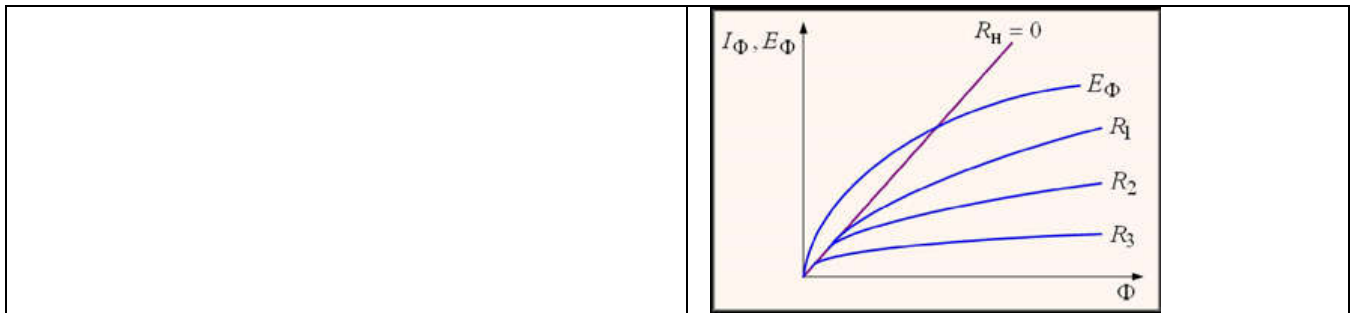
1. Резисторы общего назначения	а) резисторы повышенной точности
2. Резисторы специального назначения	б) используются в качестве нагрузок активных элементов
3. Прецизионные резисторы	в) резисторы с сопротивлением от 10 МОм до единиц ГОм

## 4.3 Установите соответствие.

1. 	а) резисторный оптрон
2. 	б) фотодиод
3. 	в) фоторезистор
4. 	г) светодиод

## 4.4 Установите соответствие.

1. Вольт-амперная характеристика фотодиода	а) 
2. Световая характеристика	б) 
3. Спектральная характеристика	в)



4.5 Установите соответствие между областями электроники и решаемыми задачами:

1. Вакуумная электроника	а – изучение свойств поверхности и границ раздела между слоями различных материалов
2. Твёрдотельная электроника	б – разработка методов и средств усиления и генерации электромагнитных колебаний на основе эффекта вынужденного излучения атомов, молекул и твёрдых тел
3. Квантовая электроника	в – формирование потоков электронов и ионов, управление этими потоками

4.6 Установите соответствие

1. Кубическая сингония	а) $d^2 = \frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2} \cdot \frac{a^2}{c^2}$
2. Тетрагональная сингония	б) $d^2 = \frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2}$
3. Гексагональная сингония	в) $d^2 = \frac{a^2}{4/3(h^2 + k^2 + hk) + l^2} \cdot \frac{a^2}{c^2}$

4.7 Установите соответствие:

1. Главное квантовое число, n	а – собственный момент импульса элементарных частиц, имеющий квантовую природу и не связанный с перемещением частицы как целого.
2. Квантовое число орбитального импульса	б – устанавливает возможные пространственные направления вектора момента количества движения
3. Магнитное квантовое число	в – определяет величину момента количества движения электрона
4. Четвертое квантовое число	г – задает энергетическое состояние электрона.

4.8 Установите соответствие:

1. Принцип Паули	а – движущаяся частица обладает волновыми свойствами, которыми нельзя пренебречь при определенных условиях.
2. Гипотеза де Бройля	б – импульс частицы и ее координаты, как точные физические величины, одновременно существовать не могут.

3. Принцип Гейзенберга	в – электроны, входящие в состав какой-либо системы, не могут находиться в тождественных состояниях движения.
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 4.9 Установите соответствие.

1. Главное квантовое число	а) собственный момент импульса элементарных частиц, имеющий квантовую природу и не связанный с перемещением частицы как целого.
2. Квантовое число орбитального импульса	б) устанавливает возможные пространственные направления вектора момента количества движения
3. Магнитное квантовое число	в) определяет величину момента количества движения электрона
4. Четвертое квантовое число (спин)	г) задает энергетическое состояние электрона.

## 4.10 Установите соответствие.

1. Открытые системы	а) не обмениваются веществом с другими системами
2. Закрытые системы	б) обмениваются веществом и энергией с другими системами
3. Адиабатные системы	в) не обмениваются с другими системами веществом и энергией
4. Изолированные системы	г) отсутствует теплообмен с другими системами

## 4.11 Установите соответствие.

1. Межзонная рекомбинация	а) процесс рекомбинации обусловленный наличием дефектов структуры в виде примесных центров
2. Рекомбинация через локальные уровни примесей	б) процесс рекомбинации вследствие нарушения кристаллической структуры и образование энергетических уровней, лежащих в запрещенной зоне
3. Поверхностная рекомбинация	в) наблюдается при переходе электрона из свободного в связанное (валентное) состояние

## 4.12 Установите соответствие.

1. Излучательная рекомбинация	а) в акте рекомбинации выделяющаяся энергия передается третьему свободному носителю заряда
2. Фононная	б) освобождающаяся в процессе рекомбинации энергия, выделяется в виде кванта света



3. Оже-рекомбинация	в) освобождающаяся в процессе рекомбинации энергия, передается решетке
---------------------	------------------------------------------------------------------------

#### 4.13 Установите соответствие.

1. Внешняя контактная разность потенциалов, возникшая между металлами	а) определяется разностью термоэлектронных работ выхода этих металлов
2. Внутренняя контактная разность потенциалов на контакте двух металлов	б) определяется концентрацией электронов в изолированных металлах и их эффективными массами

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

#### Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

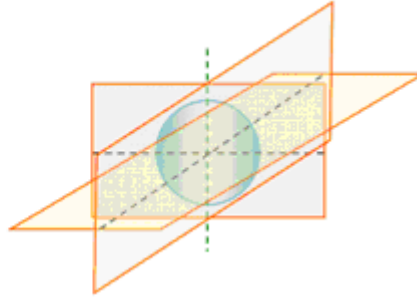
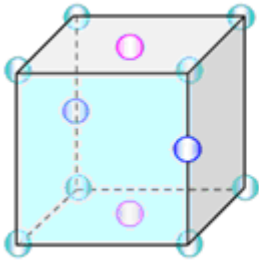
#### **Критерии оценивания результатов тестирования:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено - **2 балла**, не выполнено - **0 баллов**.

## 2.3 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ

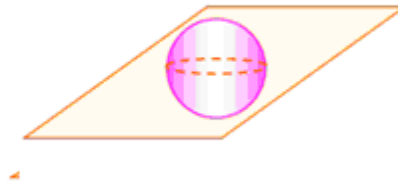
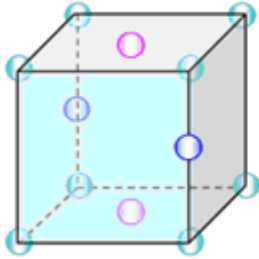
*Компетентностно-ориентированная задача № 1*

Сколько узлов приходится на элементарную ячейку (в вершине)?



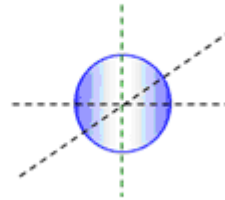
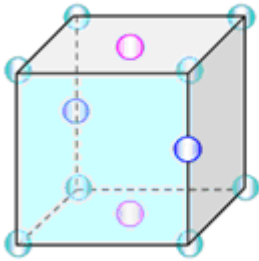
*Компетентностно-ориентированная задача № 2.*

Сколько узлов приходится на элементарную ячейку (на грани ячейки)?



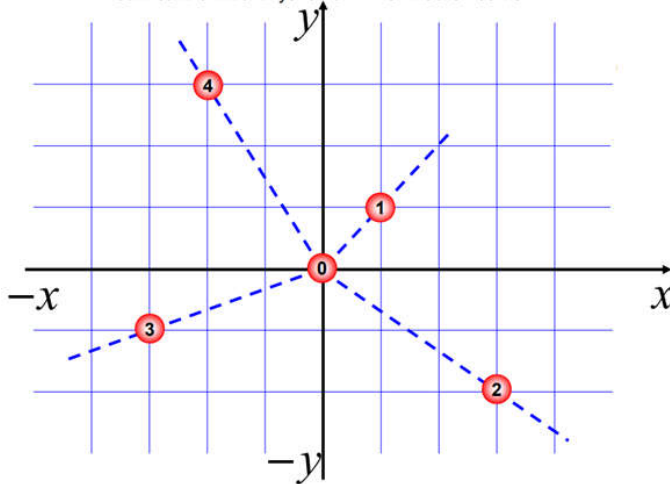
*Компетентностно-ориентированная задача № 3.*

Сколько узлов приходится на элементарную ячейку (на ребре)?



*Компетентностно-ориентированная задача № 4.*

Записать символы узлов 0 – 4 на плоской сетке.



*Компетентностно-ориентированная задача № 5.*

Определить по какому ребру пересекаются две грани – (123) и (321).

*Компетентностно-ориентированная задача № 6.*

Осуществить полный разбор строения атома кремния.

*Компетентностно-ориентированная задача № 7.*

Осуществить полный разбор строения атома алюминия.

*Компетентностно-ориентированная задача № 8.*

Осуществить полный разбор строения атома германия.

*Компетентностно-ориентированная задача № 9.*

Нарисовать схему биполярного транзистора р-п-р типа с ОБ.

*Компетентностно-ориентированная задача № 10.*

Нарисовать схему биполярного транзистора р-п-р типа с ОК.

*Компетентностно-ориентированная задача № 11.*

Нарисовать схему биполярного транзистора р-п-р типа с ОЭ.

*Компетентностно-ориентированная задача № 12.*

Нарисовать схему биполярного транзистора п-р-п типа с ОЭ.

*Компетентностно-ориентированная задача № 13.*

Нарисовать схему биполярного транзистора п-р-п типа с ОБ.

*Компетентностно-ориентированная задача № 14.*

Нарисовать схему биполярного транзистора п-р-п типа с ОК.

*Компетентностно-ориентированная задача № 15.*

Определить по какому ребру пересекаются две грани – (243) и (324).

*Компетентностно-ориентированная задача № 16.*

Осуществить полный разбор строения атома железа.

*Компетентностно-ориентированная задача № 17.*

Осуществить полный разбор строения атома бора.

*Компетентностно-ориентированная задача № 18.*

Осуществить полный разбор строения атома углерода.

*Компетентностно-ориентированная задача № 19.*

Нарисуйте идеализированную ВАХ р-п перехода, поясните физические процессы, протекающие в р-п переходе при прямом и обратном смещении.

*Компетентностно-ориентированная задача № 20.*

Нарисуйте реальную ВАХ р-п перехода, в чем ее отличие от идеальной ВАХ, какие эффекты должны быть учтены.

*Компетентностно-ориентированная задача № 20.*

Нарисуйте реальную ВАХ р-п перехода, в чем ее отличие от идеальной ВАХ, запишите уравнение Шокли.

*Компетентностно-ориентированная задача № 21.*

Определить по какому ребру пересекаются две грани – (143) и (124).

*Компетентностно-ориентированная задача № 22.*

Нарисуйте МДП-транзистор с управляющим р-п-переходом. Объясните физические процессы, лежащие в основе принципа его работы.

*Компетентностно-ориентированная задача № 23.*

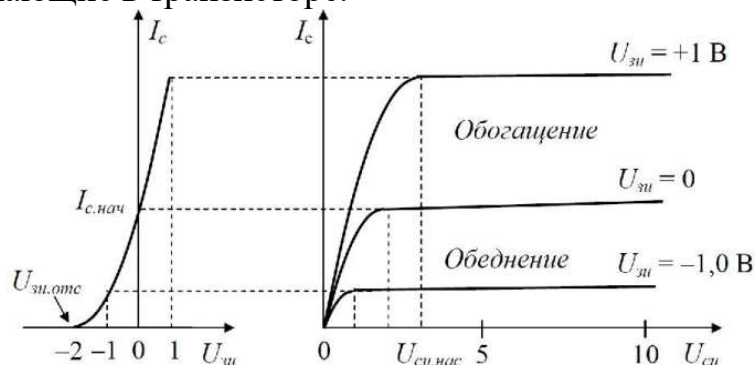
Нарисуйте МДП-транзистор с встроенным каналом. Объясните физические процессы, лежащие в основе принципа его работы.

*Компетентностно-ориентированная задача № 24.*

Нарисуйте МДП-транзистор с индуцированным каналом. Объясните физические процессы, лежащие в основе принципа его работы.

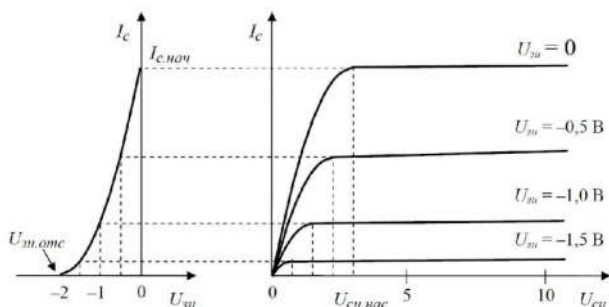
*Компетентностно-ориентированная задача № 25.*

По статическим характеристикам, приведенным на рисунке, определите тип МДП-транзистора (ответ пояснить), опишите принцип работы, опираясь на физические процессы, протекающие в транзисторе.



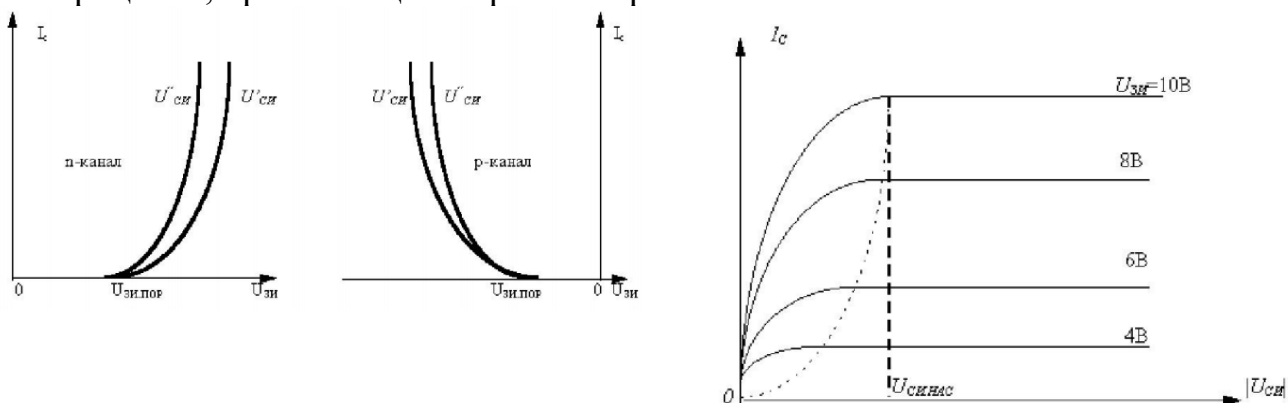
*Компетентностно-ориентированная задача № 26.*

По статическим характеристикам, приведенным на рисунке, определите тип МДП-транзистора (ответ пояснить), опишите принцип работы, опираясь на физические процессы, протекающие в транзисторе.



*Компетентностно-ориентированная задача № 27.*

По статическим характеристикам, приведенным на рисунке, определите тип МДП-транзистора (ответ пояснить), опишите принцип работы, опираясь на физические процессы, протекающие в транзисторе.



*Компетентностно-ориентированная задача № 28.*

Определить по какому ребру пересекаются две грани – (134) и (224).

*Компетентностно-ориентированная задача № 29.*

Какие физические процессы лежат в основе принципа работы биполярных транзисторов. Напишите основные уравнения, описывающие физические процессы, протекающие в биполярных транзисторах.

*Компетентностно-ориентированная задача № 30.*

Поясните физический смысл статических коэффициентов передачи тока в биполярных транзисторах ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), напишите формулы для их расчета. Какие значения могут принимать статические коэффициенты.

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

**Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым спосо-

бом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.