

Программа предназначена для абитуриентов, поступающих на направление 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» магистратуры ИГУ. Программа содержит описание процедуры проведения вступительного испытания, критерии его оценки, перечень тем и вопросов для подготовки абитуриента, список рекомендованной литературы, а также примерный вариант теста с ответами к нему.

Пояснительная записка

Программа предназначена для подготовки к вступительному испытанию для поступающих в магистратуру физического факультета Иркутского государственного университета по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Поступление в магистратуру ИГУ по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» проводится на конкурсной основе по результатам вступительного испытания в форме письменного тестирования.

Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся в объеме Государственного экзамена по электронике и нанoeлектронике для бакалавров физики и по дополнительным вопросам программы бакалавриата, соответствующим выбранной программе магистерской подготовки. Программа вступительных испытаний составляется на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования магистратуры по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» и профессиональным стандартам. Она позволяет оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у них личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно - исследовательская, научно - инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных универсальных, общепрофессиональных и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно - управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области общей физики, математики, информатики, физики конденсированного состояния, электроники, нанoeлектроники, технологии материалов электронной в объеме государственных образовательных стандартов. Испытание включает в себя 50 заданий по теоретическим основам электротехники, физике конденсированного состояния, твердотельной электронике и микроэлектронике. Время, выделяемое на тестирование – 180 минут. В программе представлен примерный вариант теста.

Содержание программы вступительного испытания по электронике и нанoeлектронике.

Для поступления в магистратуру по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» поступающий должен обладать знаниями по следующим дидактическим единицам:

1. Методы расчета электрических схем при воздействии на них постоянных и гармонических сигналов. Символический метод расчета цепей с синусоидальными сигналами.

2. Эквивалентные преобразования в схемах. Методы расчета электрических схем. Метод эквивалентного генератора. Метод контурных токов
3. Методы расчета электрических схем. Метод узловых потенциалов, метод наложения. Потенциальные и векторные диаграммы часа.
4. Мощность в цепи синусоидального тока. Реактивная и полная мощности. Баланс мощности в цепях при воздействии постоянного и синусоидального сигналов.
5. Резонансные режимы в последовательном и параллельном контурах. Частотные и резонансные характеристики цепей. Добротность контура, коэффициент передачи
6. Взаимная индуктивность, расчет схем с индуктивно связанными элементами, развязка индуктивной связи
7. Действующее значение несинусоидального периодического сигнала. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальный периодический сигнал. Методы разложения несинусоидальной периодической функции в ряд Фурье. Расчет линейных схем с несинусоидальными периодическими сигналами. Мощность в цепях с несинусоидальными сигналами. Баланс мощности.
8. Расчет симметричной трехфазной цепи. Фазовый оператор. Расчет несимметричной трехфазной цепи. Трехфазные цепи с нулевым проводом и с изолированной нейтралью. Векторные диаграммы. Мощность в трехфазной цепи. Измерение мощности.
9. Активные и пассивные четырехполюсники. Обратимые и симметричные четырехполюсники. Основные уравнения четырехполюсников. Формы записи основных уравнений четырехполюсников. Схемы замещения. Выражение коэффициентов уравнений четырехполюсника через параметры схемы замещения. Согласованный режим.
10. Уравнение Шредингера для описания поведения электронов в кристалле Адиабатическое и одноэлектронное приближение.
11. Самосогласованное поле Хартри. Уравнения Хартри-Фока. Способы решения уравнения Хартри – Фока.
12. Трансляционная симметрия кристаллов. Теорема Блоха. Функции Блоха.
13. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Зоны Бриллюэна кубических кристаллов.
14. Периодические граничные условия Борна-Кармана. Уравнение для периодической части функции Блоха. Группа волнового вектора.
15. Плотность электронных состояний. Энергия Ферми. Поверхность Ферми. Температурные зависимости уровня Ферми и концентрации носителей заряда (собственный полупроводник).
Равновесные концентрации электронов и дырок в зонах (общий случай).
16. Зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков.
17. Эффект поля в собственном и примесном полупроводниках. Длина Дебая, длина обедненной области в примесных полупроводниках. Неравновесные электроны и дырки. Уравнения движения носителей заряда. Среднее время жизни неравновесных носителей.
18. Основные системы полупроводников для изделий электроники и микроэлектроники. Кристаллическая структура. Электро - физические характеристики и свойства.
19. Контактные явления на границе металл – полупроводник. Работа выхода носителей заряда. Барьер Шоттки. Дiod Шоттки.
20. p - n переход. Инжекция носителей заряда через p/n переход. Полупроводниковый диод. Статическая вольт-амперная характеристика идеального p/n перехода. Виды пробоя p/n перехода.
21. Биполярный транзистор. Принципы работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора (с общей базой, с общим эмиттером, общим коллектором).

22. Полевые транзисторы. МДП–транзисторы со встроенным и индуцированным каналом. Вольт - амперные характеристики полевых транзисторов.
23. Принципы работы устройств квантовой и оптической электроники. Фотодиоды. Фотоэлектронные умножители. Вторичные фотоэлектронные умножители.
24. Принципы работы оптических квантовых генераторов. Оптический резонатор. Полупроводниковый и твердотельные лазеры.
25. Волоконно – оптические системы. Волоконно – оптические линии связи.
26. Классификация интегральных микросхем. Полупроводниковые, пленочные, совмещенные и гибридные микросхемы. Простейшие интегральные схемы. Проектирование и процессы изготовления интегральных схем. Планарная технология.
27. Технологические основы микроэлектроники, Эпитаксия, легирование, травление, нанесение тонких пленок, металлизация.
28. Основные типы ИМС и конструкторско-технологические особенности их изготовления. Этапы производства полупроводниковой интегральной схемы.
29. Физические ограничения на уменьшение размеров активных элементов ИС и степень их интеграции.
30. Технологические факторы, определяющие предельные возможности микроэлектроники. Ограничения современных литографических методик и перспективные методы повышения их разрешающей способности.
31. Методы изоляции элементов ИМС. Структуры «кремний на изоляторе» и «кремний на сапфире».
32. Интегральные пассивные и активные элементы ИМС. Особенности микроэлектронных схем, изготовленных методами планарной, изопланарной и гибридной технологий.
33. Транзисторные ключи на биполярных и МДП-транзисторах. Ключи на комплементарных МДП-структурах как основа для построения микромощных схем.
34. Примеры схемотехнических решений ИМС на основе полевых транзисторов. Базовые логические схемы.
35. Транзисторно-транзисторные структуры и элементы с эмиттерной связью. Логическая ячейка на элементах с инжекционным питанием.
36. Биполярные и МДП-элементы для интегральных операционных усилителей. Схемы памяти. Запоминающие ячейки оперативной памяти. Постоянные запоминающие устройства. Флэш-память.
37. Основные компоненты и характеристики интегральных схем СВЧ - диапазона.
38. Определение операционного усилителя (ОУ), функциональная схема ОУ. Обозначение микросхем ОУ. Схема включения, характеристики и параметры ОУ. Основные характеристики: амплитудная, амплитудно - частотная, фазо-частотная. Параметры ОУ: основные, эксплуатационные.

Список литературы:

1. Зевеке Г.В. Основы теории цепей / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин– М.: Энергоатомиздат, 1989. – 526 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи./ Л.А. Бессонов– М.: Высшая школа, 1996. – 559 с.
3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники / И.П. Степаненко.. -М.: Лаборатория Базовых Знаний, СПб. : Невский Диалект, 2001. - 488 с.
4. Павлов П.В. Физика твердого тела / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов -М.: Высш. шк., 2000. - 494 с.
5. Пасынков В.В. Материалы электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - СПб.: Лань, 2004. -368 с.
6. Скоробогатова Л.А. Технологии материалов для микро- и наноэлектроники: / Л. А. Скоробогатова. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009.- 83 с.
7. Щука А.А. Электроника / А. А. Щука. - СПб.: БХВ - Петербург, 2005. -799 с.

8. Гаврилюк А. А. Физика металлов и сплавов / А. А. Гаврилюк, С. М. Зубрицкий, А. Л. Петров; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009. -93 с.
9. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела/ Ч. Киттель. -2-е изд., стер.. -М.: Медиа Стар, 2006. -791 с.
10. Блейкмор Дж.. Физика твердого тела./ Дж. Блейкмор. М.: Мир, 1988. -411 с.
11. Гуревич А.Г. Физика твердого тела / А.Г. Гуревич.-СПб.: БХВ-Петербург: Невский диалект, 2004. -318 с.10. Жеребцов И.П. Основы электроники / И.П. Жеребцов; Ленинград: - Энергоатомиздат, 1989. -352 с.
12. Быстров Ю.А. Электронные цепи и микросхемотехника /Ю.А. Быстров, И.Г. Мироненко. -М.: Высшая школа, 2002.- 230 с.
13. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники / К. Фрике .. -М.: Техносфера, 2004. -428 с.
14. Гуртов В. А. Твердотельная электроника. / В. А. Гуртов -2-е изд., доп.. -М.: Техносфера, 2005. -407 с.
15. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. / А.Н. Пихтин - М. Высшая школа. 2001 . - 454 с.
16. Панов М.Ф. Физические основы интегральной оптики. / М.Ф. Панов, А.В. Соломнов, Ю.В. Филатов – М.: ИД "Академия". – 2010. - 427 с.

При подготовке к вступительному испытанию рекомендуется использование электронных библиотек:

<http://e.lanbook.com> – книги Издательства “Лань”

<http://www.iqlib.ru> - Электронно - библиотечная система образовательных и просветительских изданий

<http://lib.tusur.ru> – электронная библиотека Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

<http://ibooks.ru> - электронная библиотечная система учебной и научной литературы

<http://www.biblioclub.ru> - электронная библиотечная система “Университетская библиотека онлайн”

3. Критерии оценки качества подготовки поступающего:

При проведении теста используется 100 - балльная система оценивания. Тест считается успешно пройденным, если абитуриент набрал 60 и более баллов. За каждый правильный ответ на вопрос теста абитуриенту начисляется 2 балла. За каждый неправильный ответ - 0. Приемная комиссия имеет право отменять результаты теста при обнаружении использования в процессе проведения испытания электронных средств получения информации.

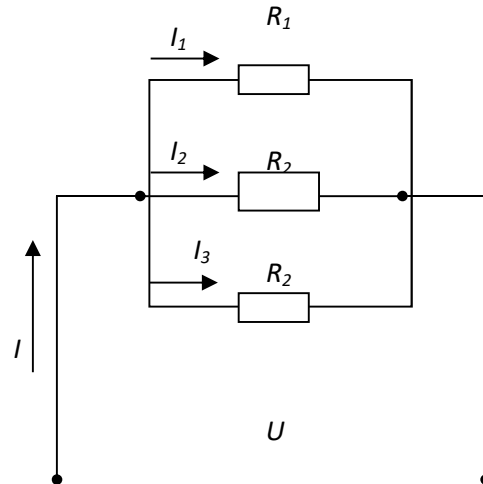
4. Процедура проведения испытания

Содержание теста разрабатывается всеми участвующими кафедрами ИГУ и подписывается заведующим кафедрой общей и экспериментальной физики. Тест проходит обсуждение на заседании учебно – методической комиссии физического факультета и подписывается председателем (и / или) заместителем председателя учебно – методической комиссии физического факультета. Тест для вступительных испытаний в магистратуру принимается на Совете физического факультета и подписывается деканом физического факультета. Тест утверждается проректором ИГУ по учебной работе или ректором ИГУ. Программа вступительного испытания обязательно доводится до сведения абитуриентов ответственным секретарем отборочной комиссии физического факультета после подачи ими заявления. Варианты тестов предоставляются абитуриентам непосредственно перед проведением испытания. Время, выделяемое на тестирование – 180 минут. Результаты тестирования представляются в отборочную комиссию не позднее, чем на следующий

день после проведения испытания. Апелляции принимаются согласно правилам приема вступительных испытаний ИГУ.

5. Примерный вариант теста

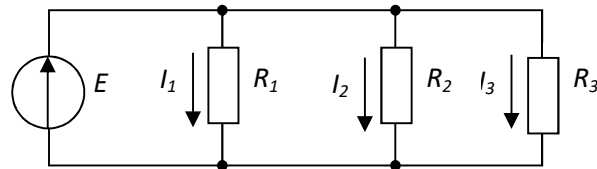
1. В цепи известны сопротивления $R_1=30\text{ Ом}$, $R_2=60\text{ Ом}$, $R_3=120\text{ Ом}$ и ток в первой ветви $I_1=4\text{ А}$. Тогда ток I и мощность P равны...



- а) $I = 9\text{ А}$; $P = 810\text{ Вт}$
 в) $I = 7\text{ А}$; $P = 540\text{ Вт}$

- б) $I = 8\text{ А}$; $P = 960\text{ Вт}$
 г) $I = 7\text{ А}$; $P = 840\text{ Вт}$

2. В цепи известны сопротивления $R_1=45\text{ Ом}$, $R_2=90\text{ Ом}$, $R_3=30\text{ Ом}$ и ток в первой ветви $I_1=2\text{ А}$. Тогда ток I и мощность P цепи соответственно равны...



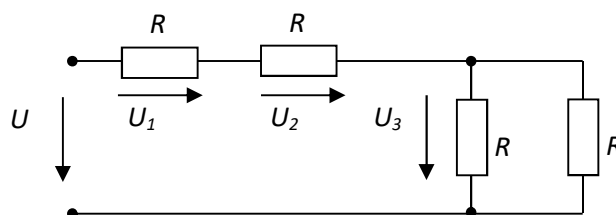
- а) $I = 7\text{ А}$; $P = 840\text{ Вт}$
 в) $I = 6\text{ А}$; $P = 960\text{ Вт}$

- б) $I = 9\text{ А}$; $P = 810\text{ Вт}$
 г) $I = 6\text{ А}$; $P = 540\text{ Вт}$

3. Пять резисторов с сопротивлениями $R_1=100\text{ Ом}$, $R_2=10\text{ Ом}$, $R_3=20\text{ Ом}$, $R_4=500\text{ Ом}$, $R_5=30\text{ Ом}$ соединены параллельно. Наибольший ток будет наблюдаться...

- а) в R_2 б) в R_4 в) во всех один и тот же г) в R_1 и R_5

4. Если напряжение $U_3 = 10\text{ В}$, то напряжение U на входе цепи равно...



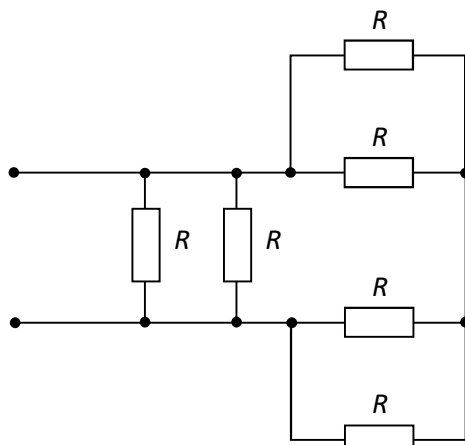
- а) 50 В

- б) 30 В

- в) 10 В

- г) 20 В

5. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 9 Ом, то эквивалентное сопротивление пассивной резистивной цепи, изображенной на рисунке, равно...



- а) 1 Ом б) 3 Ом в) 6 Ом г) 9 Ом

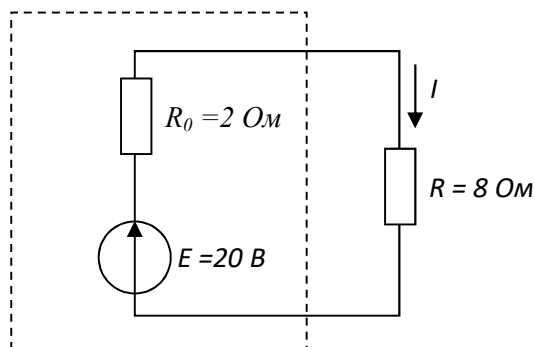
6. Эквивалентное сопротивление участка цепи, состоящего из четырех параллельно соединенных сопротивлений номиналом 1 Ом, 10 Ом, 100 Ом и 1000 Ом, равно...

- а) 1111 Ом б) 0,9 Ом в) 1000 Ом г) 1 Ом

7. Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, электрическом токе и электрическом напряжении называется...

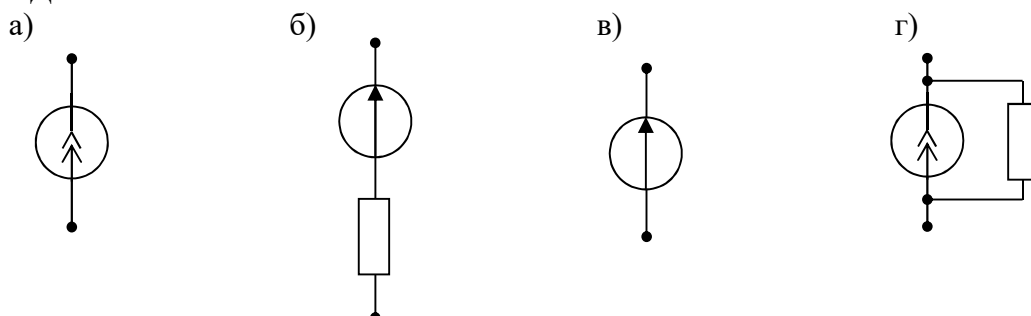
- а) источником ЭДС
б) ветвью электрической цепи
в) узлом
г) электрической цепью

8. Мощность, выделяющаяся во внутреннем сопротивлении источника ЭДС R_0 , составит...

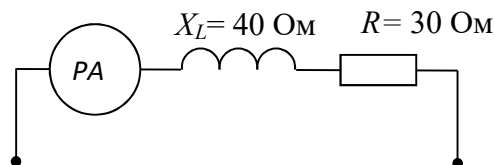


- а) 4 Вт б) 8 Вт в) 32Вт г) 16Вт

9. Указать, какая из приведенных схем замещения относится к идеальному источнику ЭДС...



10. Если амперметр, реагирующий на действующее значения измеряемой величины, показывает 2А, то реактивная мощность Q цепи составляет...



- а) 120 ВАр б) 280 ВАр в) 160 ВАр г) 140 ВАр

11. Функция распределения Ферми-Дирака $f(E)$ описывает статистику

- а) ансамбля частиц с целым спином.
б) ансамбля частиц с полуцелым спином.
в) ансамбля классических частиц.
г) Вообще не относится к описанию статистических ансамблей.

12. Функция распределения Бозе-Эйнштейна $n(E)$ описывает статистику

- а) ансамбля частиц с целым спином.
б) ансамбля частиц с полуцелым спином.
в) ансамбля классических частиц.
г) Вообще не относится к описанию статистических ансамблей.

13. Функция распределения Ферми-Дирака $f(E)$ несет информацию

- а) о вероятности нахождения частицы на уровне с энергией E .
б) о плотности вероятности нахождения частицы на уровне с энергией E .
в) о числе частиц на уровне с энергией E с учетом вырождения по спину.
г) о числе частиц на уровне с энергией E без учета вырождения по спину.

14. Вклад электронов проводимости в теплоемкость твердого тела при низких температурах

- а) пропорционален третьей степени температуры.
б) пропорционален второй степени температуры.
в) не зависит от температуры.
г) пропорционален первой степени температуры.

15. Вклад колебаний решетки (фононов) в теплоемкость твердого тела при низких температурах

- а) пропорционален третьей степени температуры.
б) пропорционален второй степени температуры.
в) не зависит от температуры.
г) пропорционален первой степени температуры.

16. Модель Дебая для расчета вклада фононов в теплоемкость твердого тела

- а) лучше учитывает вклад акустических мод колебаний решетки.
б) лучше учитывает вклад оптических мод колебаний решетки.

17. Модель Эйнштейна для расчета вклада фононов в теплоемкость твердого тела

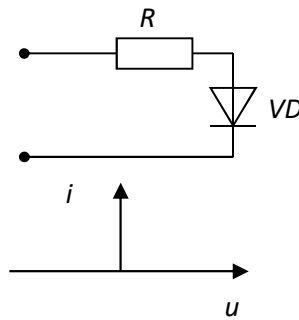
- а) лучше учитывает вклад акустических мод колебаний решетки.
б) лучше учитывает вклад оптических мод колебаний решетки.

18. В собственном полупроводнике уровень Ферми расположен
- в валентной зоне.
 - в зоне проводимости.
 - в середине запрещенной зоны.
 - Для собственного полупроводника понятие уровня Ферми не имеет смысла.

19. Наиболее ярко выраженными магнитными свойствами (ферромагнетизмом) обладают элементы, атомы которых
- содержат полностью заполненные электронные оболочки.
 - содержат частично заполненные оболочки 3d электронов.
 - содержат частично заполненные оболочки 2p электронов.

20. Явление сверхпроводимости возникает благодаря появлению куперовских пар, связанного состояния
- двух электронов проводимости с антипараллельными спинами.
 - двух электронов проводимости с параллельными спинами.
 - электрона проводимости и иона.

21. Если диод описывается идеальной вольт-амперной характеристикой,



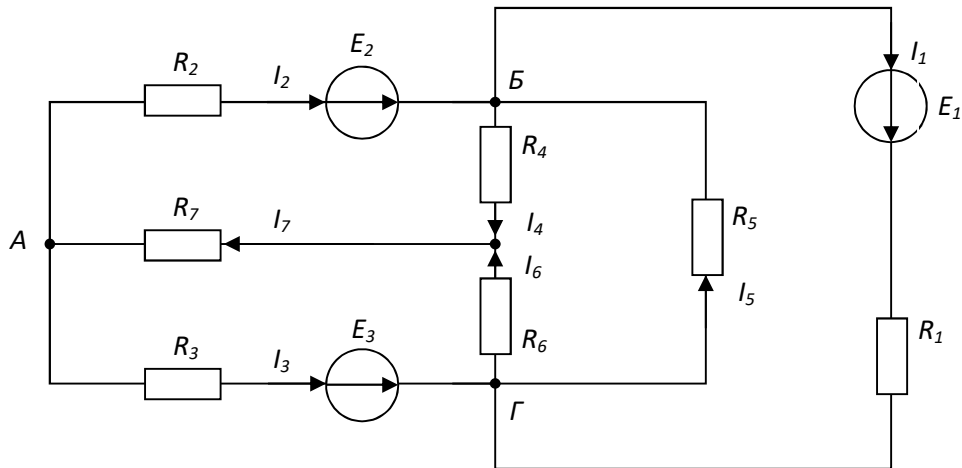
то график изменения тока от времени в ветви имеет вид...

- а) б) в) г)

22. Для стабилизации тока используется нелинейный элемент с вольт-амперной характеристикой, соответствующей рисунку...

- а) б) в) г)

23. Для данной схемы **неверным** будет уравнение...



а) $I_4 R_4 - I_6 R_6 + I_5 R_5 = E_1$

б) $I_1 R_1 + I_5 R_5 = E_1$

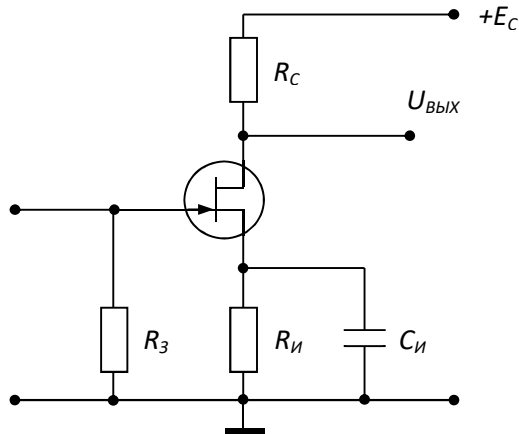
в) $I_2 R_2 + I_4 R_4 + I_7 R_7 = E_2$

г) $I_2 R_2 - I_5 R_5 - I_3 R_3 = E_2 - E_3$

24. В усилителях электрических сигналов не используются ...

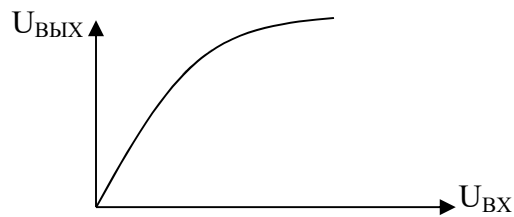
- а) диодные тиристоры
- б) МДП транзисторы со встроенным каналом
- в) р-п-р биполярные транзисторы
- г) интегральные микросхемы

25. На рисунке приведена схема включения полевого транзистора с общим(ей)...



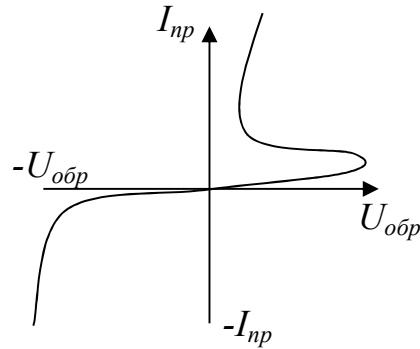
- а) затвором
- б) истоком
- в) базой
- г) эмиттером

26. На рисунке представлен график ... характеристики транзисторного усилителя



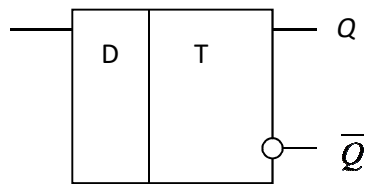
- а) амплитудной
- б) переходной
- в) частотной
- г) фазовой

27. На рисунке изображена вольт-амперная характеристика...



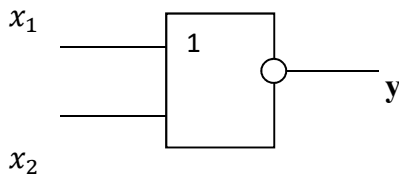
- а) биполярного транзистора
- б) выпрямительного диода
- в) полевого транзистора
- г) тиристора

28. Приведённое условное обозначение соответствует...



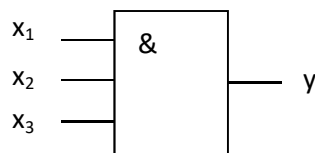
- а) аналого-цифровому преобразователю
- б) D – триггеру
- в) T- триггеру
- г) транзисторному ключу

29. Схема выполняет операцию ...



- а) $y = \overline{x_1 - x_2}$
- б) $y = \sqrt{x_1 + x_2}$
- в) $y = \overline{x_1 + x_2}$
- г) $y = \overline{\overline{x_1 + x_2}}$

30. На рисунке изображено условное обозначение элемента, выполняющего логическую операцию...



- а) сложения (ИЛИ)
- б) умножения (И)
- в) стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ)
- г) инверсии (НЕ)

31. Плотность упаковки ИМС это –

- а) отношение числа элементов к объему микросхемы без учета выводов
- б) число элементов или простых компонентов на кристалле микросхемы
- в) число функциональных ячеек в кристалле
- г) отношение числа элементов к числу функциональных ячеек в кристалле

32. В какой из перечисленных микросхем все элементы выполнены в объеме кристалла полупроводника
- тонкопленочной
 - гибридной
 - полупроводниковой
33. В отличие от аналоговых, цифровые ИМС
- обрабатывают сигналы, описываемые непрерывными функциями
 - предназначены для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону дискретной функции
 - выполнены по тонкопленочной технологии
34. Наличие паразитного р-п-р транзистора приводит к
- увеличению коэффициента передачи по току основного транзистора
 - уменьшению базового тока основного транзистора
 - увеличению коэффициента инжекции эмиттера
35. Какое свойство арсенида галлия затрудняет создание на его основе МДП транзисторов?
- высокая подвижность электронов
 - малая критическая напряженность электрического поля
 - слабая зависимость поверхностного потенциала ϕ_s от напряжения на затворе
36. Одним из главных статических параметров транзисторного ключа является
- входной ток
 - входное напряжение
 - остаточное сопротивление
 - ток насыщения
37. Режимом насыщения транзистора называют
- Нормальный режим
 - Режим двойной инжекции
 - Режим отсечки
 - Инверсный режим
38. Чередование открытых и закрытых транзисторных ключей характерно для.....
- Для последовательной цепочки транзисторных ключей
 - Для параллельной цепочки транзисторных ключей
 - Для смешанной цепочки биполярных и МДП – транзисторных ключей
 - Для всех трех вышеперечисленных цепочек транзисторных ключей
39. Нагрузочной способностью транзисторного ключа называют
- Напряжение, передаваемое на коллекторный переход
 - Величина сопротивления коллекторного перехода
 - Количество параллельных ключей, которыми способен управлять данный ключ
 - Количество последовательных ключей, которыми способен управлять данный ключ
40. Транзистор с барьером Шоттки представляет собой
- Совокупность полупроводникового диода и диода Шоттки
 - Совокупность биполярного транзистора и диода Шоттки
 - Совокупность МДП транзистора и диода Шоттки
 - Совокупность двух биполярных транзисторов и диода Шоттки

41. Объем элементарной ячейки обратной решетки
- а) обратно пропорционален объему элементарной ячейки прямой решетки.
 - б) прямо пропорционален объему элементарной ячейки прямой решетки.
 - в) не связан с объемом элементарной ячейки прямой решетки.
42. Каждый вектор обратной решетки
- а) перпендикулярен некоторому множеству плоскостей прямой решетки.
 - б) перпендикулярен некоторому множеству плоскостей обратной решетки.
 - в) перпендикулярен волновому вектору, лежащему на границе зоны Бриллюэна.
 - г) перпендикулярен волновому вектору, лежащему в середине зоны Бриллюэна.
43. Электронный газ действует как частотный фильтр и становится прозрачным лишь для частот электромагнитного излучения
- а) больших, чем плазменная частота электронов.
 - б) больших, чем Ларморовская частота электронов.
 - в) меньших, чем плазменная частота электронов.
 - г) меньших, чем Ларморовская частота электронов.
44. Температурные поправки к значению химпотенциала имеют порядок величины
- а) $\left(\frac{k_B T}{E_F}\right)$
 - б) $\left(\frac{k_B T}{E_F}\right)^2$
 - в) $\left(\frac{k_B T}{E_F}\right) \ln\left(\frac{k_B T}{E_F}\right)$
 - г) $2 \cdot \left(\frac{k_B T}{E_F}\right)^2 \ln\left(\frac{k_B T}{E_F}\right)$
45. Если на энергетическом уровне в системе могут находиться не более двух частиц с противоположно направленными спинами, то эти частицы
- а) являются фермионами
 - б) являются бозонами
 - в) являются магнонами
 - г) являются фононами.
46. Отличительным свойством бозе-частиц является их стремление при $T=0$
- а) занять энергетический уровень с минимальной энергией
 - б) занять энергетический уровень с максимальной энергией
 - в) распределиться по энергетическим уровням таким образом, что на каждом уровне будут находиться по две частицы с противоположно направленными спинами.
 - г) равномерно распределиться по всем возможным энергетическим уровням
 - д) распределиться по возможным энергетическим уровням по закону распределения Гаусса.
47. Отличительным свойством ферми-частиц является их стремление при $T=0$
- а) занять энергетический уровень с минимальной энергией
 - б) занять энергетический уровень с максимальной энергией
 - в) распределиться по энергетическим уровням таким образом, что на каждом уровне будут находиться по две частицы с противоположно направленными спинами.
 - г) равномерно распределиться по всем возможным энергетическим уровням
 - д) распределиться по возможным энергетическим уровням по закону распределения Гаусса.

48. При каких температурах электронный газ в металле можно считать классическим?

- а) при очень низких температурах, вблизи абсолютного нуля.
- б) в области комнатных температур.
- в) если температура немного ниже температуры плавления.
- г) ни в одном из перечисленных случаев.

49. Если основной вклад в теплоёмкость твёрдого тела описывается линейной функцией температуры, то этот вклад

- а) обусловлен электронами зоны проводимости
- б) обусловлен электронами валентной зоны
- в) обусловлен переходами электронов из валентной зоны в зону проводимости
- г) обусловлен колебаниями ионов кристаллической решётки

50. Если основной вклад в теплоёмкость твёрдого тела растёт с температурой, как T^3 , то этот вклад

- а) обусловлен электронами зоны проводимости
- б) обусловлен электронами валентной зоны
- в) обусловлен переходами электронов из валентной зоны в зону проводимости
- г) обусловлен колебаниями ионов кристаллической решётки

6. Ключ к примерному тесту

Номер	Вариант ответа
1	г
2	г
3	а
4	в
5	б
6	б
7	г
8	б
9	в
10	в
11	б
12	а
13	а
14	г
15	а
16	а
17	б
18	в
19	б
20	а
21	г
22	а
23	а
24	а
25	б
26	а
27	г
28	б
29	в

30	б
31	а
32	в
33	б
34	б
35	в
36	г
37	б
38	а
39	в
40	б
41	а
42	а
43	а
44	б
45	а
46	а
47	г
48	г
49	а
50	г