



Электрические цепи

ФИЗИКА • ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ • ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Глава 1: Закон Ома

• Что означает закон Ома?

Закон Ома определяет связь между напряжением, силой тока и сопротивлением проводника. Сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника. Экспериментально закон был установлен в 1826 году и назван в честь его первооткрывателя Георга Ома.

Такой вид закона Ома применим к электрическим цепям со множеством элементов, резисторов или лампочек при условии, что можно рассчитать общее сопротивление. Но если к цепи подключены конденсаторы или катушки индуктивности, закон Ома видоизменяется, вместо сопротивления используется более сложное физическое понятие – электрический импеданс.

• Рекомендуемый фильм

- Электрический угорь



Электрическая цепь с амперметром и вольтметром

Дополнительные вопросы

В1. Что такое сила тока?

Силой тока называется физическая величина, равная отношению количества заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника за 1 секунду. Для измерения силы тока используют специальный прибор – амперметр. Единица измерения – ампер (А).

Электрический ток может состоять как из отрицательных, так и из положительных зарядов. В металлах он представляет собой поток электронов, но так же может быть и потоком ионов (заряженные атомы или молекулы).

Электрический ток бывает двух видов: постоянный и переменный. Постоянный ток течет только в одном направлении, а переменный меняет направление многократно за секунду.

В2. Что такое напряжение?

Напряжение в точке – это электрический потенциал, энергия заряда в 1 кулон в данной точке. Единица измерения напряжения – вольт (В). 1 В равен 1 Дж на 1 кулон. При перемещении свободный заряд проходит между двумя точками с разными напряжениями. Разница в напряжениях называется разностью потенциалов (или просто напряжением). Чем больше разность потенциалов, тем больше силы тока проходит между этими точками.

Электросети используют разность потенциалов в 230 В, но батареи потребляют гораздо меньшее напряжение. Напряжение аккумуляторов машин – примерно 12 В.

• Что такое сопротивление?

Сопротивление - физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока. Сопротивление измеряется омметром, единица измерения - Ом. Если разность потенциалов равна 1 В, и это создает в проводнике ток в 1 ампер, значит сопротивление проводника равно 1 Ом.

Для изготовления кабелей и проводов используются металлы, так как они являются хорошими проводниками, то есть у них очень низкое сопротивление. Проводники содержат свободные заряды, которые могут перемещаться, поэтому сопротивление низкое. Диэлектрики имеют очень высокое сопротивление, так как в них нет свободных зарядов.

Дополнительный вопрос

В3. Что такое сверхпроводник?

Материал, который обладает сверхпроводимостью, имеет нулевое электрическое сопротивление. Теоретически это означает, что ток будет бесконечно циркулировать в цепи, состоящей из сверхпроводника. Первоначально практическое применение сверхпроводников было ограничено, так как было известно только несколько материалов, которые проявляли такие свойства при очень низких температурах, близких к абсолютному нулю ($-273,15^{\circ}\text{C}$ или 0 Кельвина). Однако в 1986 году были обнаружены материалы со сверхпроводимостью при более высоких температурах. Открытие сверхпроводимости выше -196°C (77 Кельвинов) имело большое значение, так как это температура кипения жидкого азота, который широко используется и является недорогим, и поэтому он может быть использован для охлаждения материалов до этих температур.

В обычных проводниках электроны теряют энергию при столкновении с атомами, когда они перемещаются по проводнику. В сверхпроводниках при низких температурах такое не происходит. Электроны образуют "куперовские пары", которые не теряют энергии. Механизм высокотемпературных сверхпроводников еще не изучен полностью, несмотря на более чем 20 лет исследований. Нынешние сверхпроводники работают при температуре более чем на сто градусов ниже комнатной температуры, но есть надежда, что в один прекрасный день станет возможным создать сверхпроводник, который будет работать при комнатной температуре.

• Рекомендуемый фильм

- Сопротивление

Глава 2: Электрические цепи

• Что такое короткое замыкание?



Автоматические выключатели – очень важные механизмы безопасности, которые предотвращают перегрузку электрической цепи

Если проводник имеет очень низкое сопротивление, то это означает, что при относительно малой разности потенциалов сила тока будет очень большой. Это может привести к перегреву или повреждению компонентов электрической цепи.

Короткое замыкание может возникнуть, когда не удастся изолировать провод, и он устанавливает соединение, что позволяет току течь по новому пути, который имеет гораздо низкое сопротивление. Добавление проводника в цепь может также создать новый путь для тока и вызвать короткое замыкание.

Предохранители и автоматические выключатели предназначены для размыкания цепи при слишком большой силе тока, и используются для предотвращения перегрева и повреждений, возникающих в результате короткого замыкания.

• Рекомендуемый фильм

- Удар током по рок-звезде

Дополнительный вопрос

В4. Что такое разомкнутая цепь?

Если нет непрерывного пути между двумя электродами цепи, ток не будет течь. Такая цепь называется разомкнутой цепью. На разомкнутой части или разрыве цепи будет очень большое сопротивление, и можно использовать омметр для обнаружения этих разрывов в цепи и диагностики неисправностей. Предохранители и автоматические выключатели предназначены для размыкания цепи, чтобы остановить ток при возникновении неисправностей.

• Что такое последовательное соединение?

Самая простая электрическая цепь - это цепь с последовательным соединением. При таком соединении компоненты подключаются последовательно друг за другом. Ток проходит через каждый элемент по очереди, и он одинаков по всему контуру. Один из недостатков последовательного соединения - это то, что если один элемент прекращает работать, создается разомкнутая цепь, и ток не проходит через остальные компоненты. Например, если при последовательном соединении лампочек одна лампа выходит из строя, другие тоже выключаются. Аналогичным образом, лампочки не могут выключаться по отдельности, так как переключатель остановит ток по всей цепи. По этой причине применение простых последовательных цепей ограничено.

• Рекомендуемые фильмы

- Электрические цепи
- Факты: Как создать электрическую цепь

Дополнительный вопрос

В5. Что такое параллельное соединение?

При параллельном соединении есть несколько путей для прохождения тока, так как элементы соединяются параллельно. Ток распределяется по этим путям, и количество тока на каждом пути или ответвлении определяется относительным сопротивлением этого пути.

Одним из преимуществ параллельного соединения является то, что, если один из элементов цепи выйдет из строя, образуя тем самым разрыв в цепи, остальные элементы будут продолжать работать, так как ток будет все еще протекать по остальным ответвлениям. Поэтому лампочки соединяются параллельно.

Другим преимуществом параллельного соединения является то, что напряжение во всех элементах одинаковое. Это значит, что, если цепь состоит из двух одинаковых лампочек, соединенных параллельно, то напряжение в лампочках будет одинаковым. Но если соединить лампочки последовательно, напряжение каждой лампочки будет равно половине напряжения сети, и они не будут такими яркими.

Поэтому параллельное соединение применяется гораздо чаще, чем последовательное. В освещении домов, например, используют параллельное соединение.

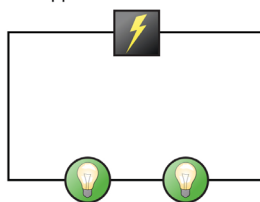
ДИАГРАММА 01:



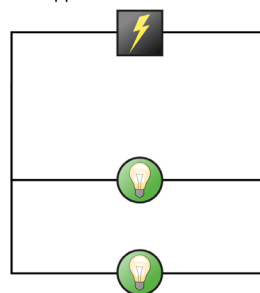
Параллельное и последовательное соединение

ФИЗИКА • ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ • ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Две последовательно соединенные лампочки



Две параллельно соединенные лампочки



- Лампочка



- Батарея

Дополнительный вопрос

В6. Что такое кольцевая проводка?

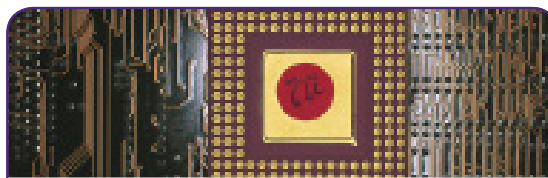
В Великобритании розетки не подключены к обычным параллельным или последовательным электрическим цепям. Они используют особый вид параллельного соединения, называемого кольцевой проводкой. Кольцевая проводка схожа с параллельным соединением, но вместо проводов электродов используются две петли, соединенные с электродами. Розетка подключается между этими петлями. Преимущество кольцевой проводки в том, что она позволяет использовать более тонкие провода при меньшей силе тока. Ток из электрода проходит по петле в двух направлениях, чтобы достичь розетки. Это означает, что ток в петле может быть вдвое меньше, чем если бы он проходил по одному проводу.

Глава 3: Электроника

• Что такое компьютерный чип?

Электронные устройства, как правило, не используют большое количество компонентов, проводов в схеме. Вместо этого, компоненты вставляются в полупроводниковый материал, обычно кремний, и вся схема конструируется как один блок, который называется интегрированной схемой (или чипом). А это значит, что производство сложных схем может быть очень дешевым. Это также позволяет создавать крошечные схемы с использованием очень малого количества материалов.

Процессоры компьютеров и самых современных электронных оборудований содержат очень сложные интегрированные схемы.



Компьютерный чип

• Рекомендуемый фильм

- Закон Мура

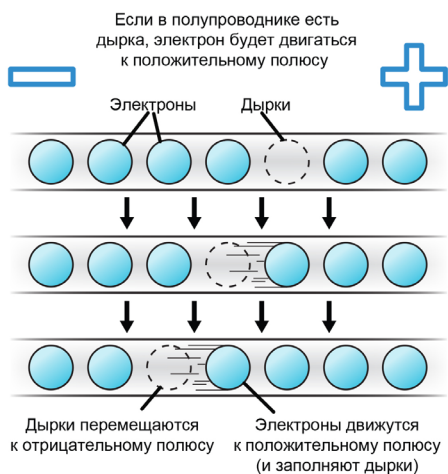
• Что такое полупроводник?

ДИАГРАММА 02:



Дырки как носители заряда

ФИЗИКА • ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ • ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ



Вещество, обладающее большим электрическим сопротивлением, чем диэлектрики, но меньшим, чем проводники, называется полупроводником. Кремний - самый распространенный полупроводник.

Добавление даже небольшого количества примесей в полупроводник может значительно повлиять на его сопротивление. Добавление примесей также может повлиять на работу полупроводника. Это называется легированием полупроводника. Благодаря этому свойству полупроводники используются для создания устройств, таких как транзисторы, диоды и солнечные батареи.

Когда заряд проходит через полупроводники, он не всегда переносится электронами. Если полупроводник имеет избыток электронов, то эти электроны являются носителями заряда. Это полупроводник n-типа. Но если электронов не хватает, то пустоты, где электроны "отсутствуют", могут быть носителями заряда. Электрон может заполнить "пустоту" при его перемещении к положительному электроду. В результате остается пустота от электрона. Эта пустота затем заполняется другим электроном, оставив другую пустоту. Это означает, что пустоты движутся к отрицательному электроду, действуя как положительные частицы. Они называются "дырками" и являются носителями заряда в полупроводнике p-типа.

• Что такое диод?

Диод - это электрический компонент, состоящий из полупроводников n-типа и p-типа. Диод проводит ток только в одном направлении.

Ток протекает по диоду, если материал n-типа соединить с отрицательным электродом, а материал p-типа с положительным электродом. Электроны из полупроводника n-типа будут проходить через полупроводник p-типа на пути к положительному электроду, а дырки из полупроводника p-типа будут проходить через полупроводник n-типа к отрицательному электроду. Это известно как прямое смещение.

Однако, если диод подключен наоборот, электроны из полупроводника n-типа будут идти непосредственно к положительному электроду, а дырки из полупроводника p-типа - к отрицательному электроду. Ток не будет проходить, так как это приводит к образованию пространства на стыке полупроводников, где не будет никаких носителей заряда. Такое подключение известно как обратное смещение.

• Рекомендуемые фильмы

- Диоды и транзисторы
- Hi-Fi инжиниринг

Дополнительный вопрос

В7. Что такое транзистор?

Существует много видов транзисторов. Можно собрать транзистор из трех полупроводников p-типа и n-типа, размещенных по pnp или npn порядку с двумя соединениями. Это значит, какой бы порядок не был, один из переходов будет работать как диод, смещенный в обратном направлении, и тока не будет. Но если подключить третье соединение и создать достаточное напряжение, то ток будет протекать.

Это значит, что транзисторы могут быть использованы как переключатели, контролируемые напряжением в соединении, называемом базой.

Также они могут быть использованы в качестве усилителей - с малым напряжением на базе для создания большого напряжения на выходе.

При использовании транзисторов вместо вакуумных трубок значительно уменьшаются размеры электрических схем. Интегрированные схемы современных процессоров состоят из миллиардов транзисторов вместе с другими электронными компонентами.

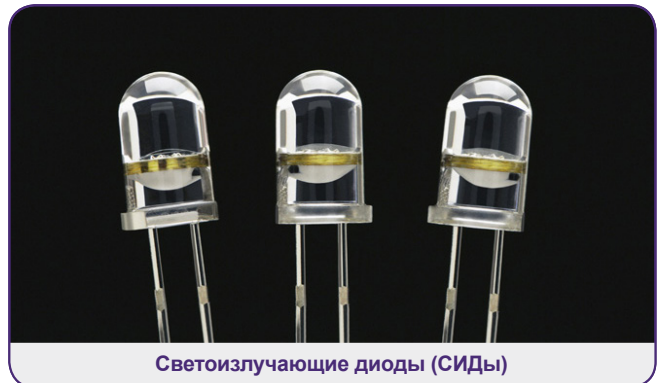
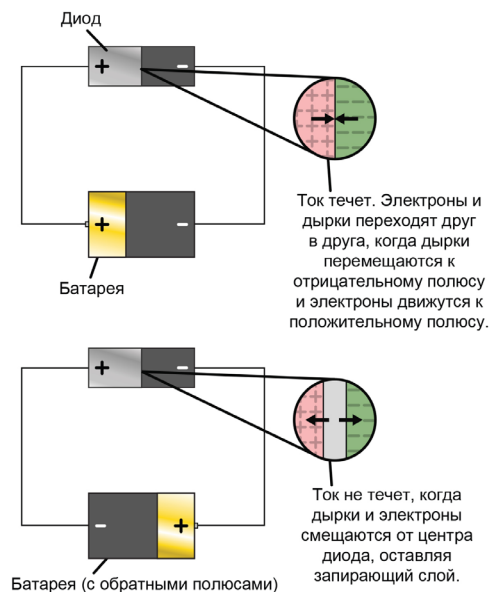


ДИАГРАММА 03:



ФИЗИКА • ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ • ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Диод: прямое и обратное смещение



Дополнительные вопросы

В8. Что такое светодиод?

Если диод пропускает ток в прямом направлении, дырки полупроводника p-типа и электроны полупроводника n-типа смещаются к переходу между ними. Электроны и дырки воссоединяются, что может привести к излучению света. Диоды могут быть сконструированы так, чтобы излучали свет постоянно. И такой диод называется светодиодом. Светодиоды намного лучше обычных лампочек: они могут быть очень маленькими, использовать очень малое количество энергии и быть долговечными.

Светодиоды используются во многих устройствах, включая электронное оборудование, инфракрасное излучение дистанционного управления, экраны телевизоров и освещение.

В9. Что такое конденсатор?

Конденсатор - это устройство, состоящее из двух пластин, разделенных слоем диэлектрика. Иногда используется вакуум для заполнения пространства между пластинами.

Так как цепь разомкнута, логично считать, что ток не будет протекать в контуре с конденсатором. Однако ток протекает в течение короткого времени. Когда электроны покидают отрицательный электрод и попадают на одну из пластин, электроны на другой пластине отталкиваются и движутся к положительному электроду. Этот процесс продолжается до тех пор, пока количество электронов не станет настолько большим, что они больше не отталкивают электроны, которые пытаются достичь пластину с отрицательного электрода. По этой причине вначале ток течет, а затем быстро падает до нуля. Время падения тока всегда одинаково для данного конденсатора и цепи. Поэтому конденсаторы могут быть использованы для отсчета времени. Также конденсаторы используются для создания очень простых схем, которые будут производить регулярный импульс при разрядке и зарядке конденсатора. Эти импульсы могут быть использованы для определения времени в электронике.

Если используется переменный ток, который постоянно изменяет свое направление и имеет высокую частоту, конденсатор не будет снижать ток до нуля, так как времени будет недостаточно для накопления заряда на пластинах конденсатора и последующей остановки тока между переключениями направлений. По этой причине конденсаторы могут блокировать постоянный ток, пропуская только переменный ток.

• Тест

Электрические цепи

Основной

• Что является необязательным для работы электрической цепи?

- A – полная цепь
- B – магнитное поле
- C – источник напряжения
- D – элементы для эффективного использования электричества

• Для чего нужны резисторы?

- A – контролировать поток тока
- B – производить свет
- C – хранить заряд
- D – создавать магнитное поле

• Для чего нужны конденсаторы?

- A – контролировать поток тока
- B – производить свет
- C – хранить заряд
- D – создавать магнитное поле

Углубленный

• В чем недостаток последовательного соединения?

- A – требует большую силу тока
- B – если цепь не замкнута, ток не будет протекать
- C – конденсаторы не работают при последовательном соединении
- D – требует высокое напряжение

• Что происходит с силой тока при последовательном соединении?

- A – у каждого элемента своя сила тока
- B – изменяется постоянно
- C – увеличивается со временем
- D – одинаковая по всей цепи

• Почему в системе освещения дома обычно используется параллельное соединение?

- A – при выключении одного источника света, остальные остаются включенными
- B – последовательное соединение не проводит достаточно тока
- C – при параллельном соединении используется меньше проводов, поэтому этот метод обходится дешевле
- D – потери мощности при последовательном соединении слишком велики

Сопротивление

Основной

• Что такое сопротивление?

- A – энергия электрона в данной точке
- B – физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока
- C – заряд, протекающий через поперечное сечение за секунду
- D – заряд элемента цепи

• Каково сопротивление диэлектрика?

- A – очень высокое
- B – равно нулю
- C – очень низкое
- D – изменяется со временем

• Единица измерения сопротивления?

- A – ампер
- B – ватт
- C – вольт
- D – ом

Углубленный

• Что значит закон Ома?

- A – связь между напряжением, сопротивлением и силой тока
- B – связь между мощностью, напряжением и силой тока
- C – связь между мощностью, сопротивлением и силой тока
- D – объясняет потери мощности в элементах

• Как потеря энергии зависит от длины проводника?

- A – у короткого проводника потери энергии больше
- B – никак не связаны
- C – у длинного проводника потери энергии больше
- D – зависит от типа проводника

• Почему резина защищает от удара током?

- A – является хорошим заземлителем
- B – является диэлектриком и не пропускает ток
- C – пропускает только слабый ток
- D – имеет низкое сопротивление

Диоды и транзисторы

Основной

• Что такое полупроводники?

- A – материалы с нулевым сопротивлением
- B – проводники, но неметаллы
- C – материалы, не являющиеся ни хорошими проводниками, ни диэлектриками
- D – диэлектрики, но металлы

• Для чего используются полупроводники?

- A – для создания мощных магнитных полей
- B – для пропускания только очень малого количества тока
- C – для пропускания только большого количества тока
- D – для конструкции транзисторов и диодов

• Из чего состоит диод?

- A – из двух монокристаллических кремниевых пластин
- B – из катушки
- C – из трех монокристаллических кремниевых пластин
- D – из двух катушек и металлического сердечника

Углубленный

• Почему устройства на батареях содержат диоды?

- A – они предотвращают повреждения в случае, если батареи установлены в неправильном направлении
- B – они уменьшают ток, поступающий в устройство
- C – они увеличивают ток, поступающий в устройство
- D – они преобразовывают постоянный ток в батареях в переменный ток

• Что можно использовать для преобразования переменного тока в постоянный ток?

- A – транзистор
- B – светодиод
- C – цепь диодов
- D – цепь транзисторов

• Для чего используются транзисторы?

- A – для создания магнитного поля
- B – для блокирования “неправильного” направления тока
- C – для хранения заряда
- D – как выключатель

• Какие элементы могут использоваться в электронных усилителях?

- A – диоды
- B – транзисторы
- C – конденсаторы
- D – резисторы

Диоды и транзисторы

Основной

• Для чего используются диоды?

- A – для создания магнитного поля
- B – для блокирования «неправильного» направления тока
- C – для хранения заряда
- D – как выключатель

• Из чего состоит транзистор?

- A – из двух монокристаллических кремниевых пластин
- B – из катушки
- C – из трех монокристаллических кремниевых пластин
- D – из двух катушек и металлического сердечника

• Сколько транзисторов и диодов может поместиться на компьютерном чипе?

- A – десятки
- B – сотни
- C – тысячи
- D – миллионы

• Какого размера самый маленький транзистор?

- A – несколько сантиметров
- B – несколько миллиметров
- C – меньше миллиметра
- D – тоньше человеческого волоса

Углубленный

• Ответы

Электрические цепи

Основной

• Что является необязательным для работы электрической цепи?

A – полная цепь

C – источник напряжения

D – элементы для эффективного использования электричества

• Для чего нужны резисторы?

B – производить свет

C – хранить заряд

D – создавать магнитное поле

• Для чего нужны конденсаторы?

A – контролировать поток тока

B – производить свет

D – создавать магнитное поле

Углубленный

• В чем недостаток последовательного соединения?

A – требует большую силу тока

C – конденсаторы не работают при последовательном соединении

D – требует высокое напряжение

• Что происходит с силой тока при последовательном соединении?

A – у каждого элемента своя сила тока

B – изменяется постоянно

C – увеличивается со временем

• Почему в системе освещения дома обычно используется параллельное соединение?

B – последовательное соединение не проводит достаточно тока

C – при параллельном соединении используется меньше проводов, поэтому этот метод обходится дешевле

D – потери мощности при последовательном соединении слишком велики

Сопротивление

Основной

• Что такое сопротивление?

A – энергия электрона в данной точке

B – физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока

C – заряд, протекающий через поперечное сечение за секунду

D – заряд элемента цепи

• Каково сопротивление диэлектрика?

A – очень высокое

B – равно нулю

C – очень низкое

D – изменяется со временем

• Единица измерения сопротивления?

A – ампер

B – ватт

C – вольт

D – ом

Углубленный

• Что значит закон Ома?

A – связь между напряжением, сопротивлением и силой тока

B – связь между мощностью, напряжением и силой тока

C – связь между мощностью, сопротивлением и силой тока

D – объясняет потери мощности в элементах

• Как потеря энергии зависит от длины проводника?

A – у короткого проводника потери энергии больше

B – никак не связаны

C – у длинного проводника потери энергии больше

D – зависит от типа проводника

• Почему резина защищает от удара током?

A – является хорошим заземлителем

B – является диэлектриком и не пропускает ток

C – пропускает только слабый ток

D – имеет низкое сопротивление

Диоды и транзисторы

Основной

• Что такое полупроводники?

A – материалы с нулевым сопротивлением

B – проводники, но неметаллы

C – материалы, не являющиеся ни хорошими проводниками, ни диэлектриками

D – диэлектрики, но металлы

• Для чего используются полупроводники?

A – для создания мощных магнитных полей

B – для пропускания только очень малого количества тока

C – для пропускания только большого количества тока

D – для конструкции транзисторов и диодов

• Из чего состоит диод?

A – из двух монокристаллических кремниевых пластин

B – из катушки

C – из трех монокристаллических кремниевых пластин

D – из двух катушек и металлического сердечника

Углубленный

• Почему устройства на батареях содержат диоды?

A – они предотвращают повреждения в случае, если батареи установлены в неправильном направлении

B – они уменьшают ток, поступающий в устройство

C – они увеличивают ток, поступающий в устройство

D – они преобразовывают постоянный ток в батареях в переменный ток

• Что можно использовать для преобразования переменного тока в постоянный ток?

A – транзистор

B – светодиод

C – цепь диодов

D – цепь транзисторов

• Для чего используются транзисторы?

A – для создания магнитного поля

B – для блокирования “неправильного” направления тока

C – для хранения заряда

D – как выключатель

• Какие элементы могут использоваться в электронных усилителях?

A – диоды

B – транзисторы

C – конденсаторы

D – резисторы

Диоды и транзисторы

Основной

Углубленный

• Для чего используются диоды?

A – для создания магнитного поля

B – для блокирования «неправильного» направления тока

C – для хранения заряда

D – как выключатель

• Из чего состоит транзистор?

A – из двух монокристаллических кремниевых пластин

B – из катушки

C – из трех монокристаллических кремниевых пластин

D – из двух катушек и металлического сердечника

• Сколько транзисторов и диодов может поместиться на компьютерном чипе?

A – десятки

B – сотни

C – тысячи

D – миллионы

• Какого размера самый маленький транзистор?

A – несколько сантиметров

B – несколько миллиметров

C – меньше миллиметра

D – тоньше человеческого волоса