

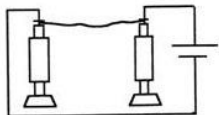
Электричество



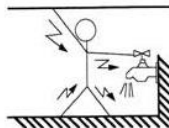
Содержание

Раздел	Страница
Электрические явления.....	2
Потенциал/напряжение.....	3
Строение атома.....	4
Движение электронов.....	5
Движение электронов.....	6
Свободные электроны и проводники.....	7
Электроны и ионный ток.....	8
Электрический ток/сопротивление.....	9
Производство электричества.....	10
Электрический заряд/конденсатор.....	11
Гальванический элемент.....	13
Магнетизм.....	14
Магнетизм и электричество.....	15
Переменный ток/постоянный ток.....	17
Электромагнетизм и трансформация напряжения и тока.....	18
Электродвижущие силы.....	20
Электродвигатель.....	21
Приводы.....	22
Широтно-импульсная модуляция.....	23
Датчики.....	24
Цифровой/аналоговый сигнал.....	25
Последовательное/параллельное/смешанное соединение проводников.....	26
Электрическая схема.....	27
Измерение напряжения, сопротивления и тока.....	30
Закон Ома/Закон Кирхгофа.....	31
Электрическая мощность, работа.....	32
Ремонт электропроводки.....	33

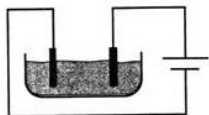
Электрические явления



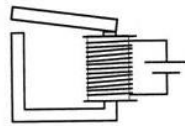
Выделение теплоты



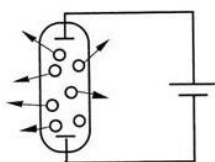
Физиологические
воздействия



Химические реакции



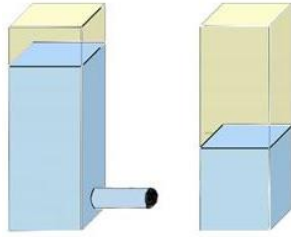
Намагничивание



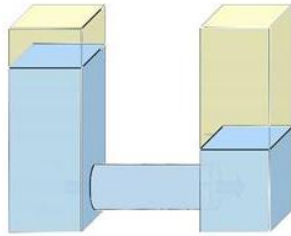
Излучение света

Каждый из нас ежедневно сталкивается с электричеством. Например, когда становится темно, мы зажигаем свет. Но электричество проявляет себя не только в форме света. В результате электрических явлений происходят химические реакции и выделяется тепло. Электричество способно создавать магнитное поле и оказывать влияние на живые организмы. Если электрический разряд пройдет через тело человека, это может привести к серьезным травмам и даже гибели. Степень тяжести поражения электрическим током зависит от его напряжения, силы и продолжительности воздействия на человека. Нам очень хорошо известны электрические явления. Но знаем ли мы, что такое электричество? Прежде всего, это разница электрических потенциалов в двух точках.

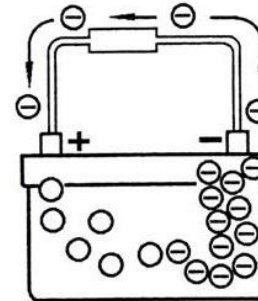
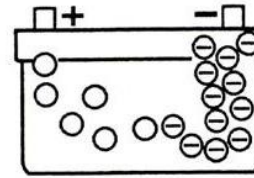
Потенциал/напряжение



Разница потенциалов есть, но ток не протекает

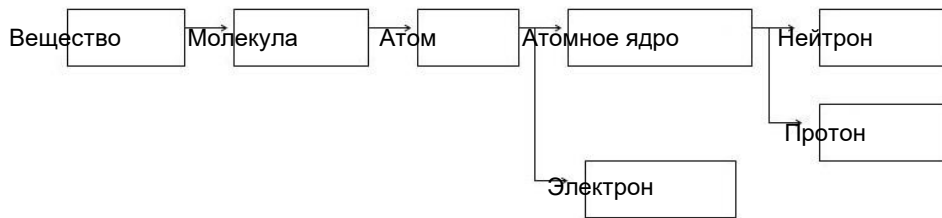
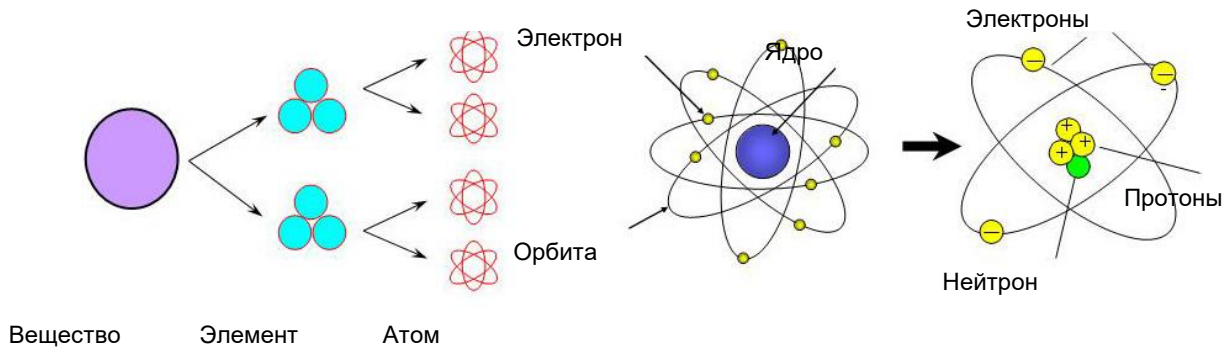


Разница потенциалов есть, ток протекает



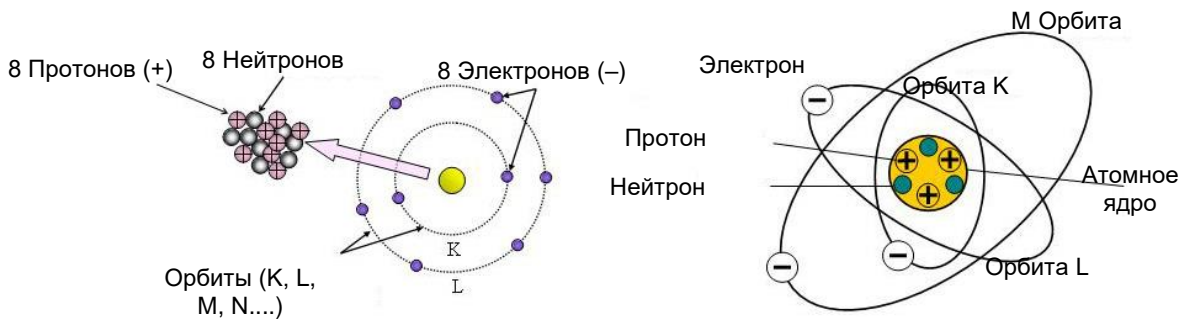
Чтобы ток протекал между двумя точками (полюсами), необходимо иметь разность электрических зарядов или потенциалов. Электроны перемещаются от одного полюса к другому до выравнивания потенциалов. Разницу потенциалов называют напряжением. Напряжение (разность потенциалов) может существовать только между двумя полюсами. Полюс заряжен положительно, если он имеет недостаток электронов. Полюс, имеющий избыток электронов, заряжен отрицательно. Чем выше разница электрических потенциалов, тем больше ток, так как больше электронов участвует в движении. Но электрический ток будет протекать лишь в том случае, если оба полюса соединены проводником. При отсутствии этого соединения разница электрических потенциалов сохраняется, но движения электронов от одного полюса к другому не происходит и ток не протекает. Зачастую электрическое напряжение сравнивают с разностью уровней воды в двух резервуарах. До тех пор пока оба резервуара не соединены, разница уровней воды в них сохраняется. Если их соединить, например, с помощью трубы, вода потечет по трубопроводу и остановится в том момент, когда уровни в резервуарах станут одинаковыми. Чем выше разница уровней, тем быстрее течет вода. Точно так же электрический ток растет с увеличением напряжения.

Строение атома

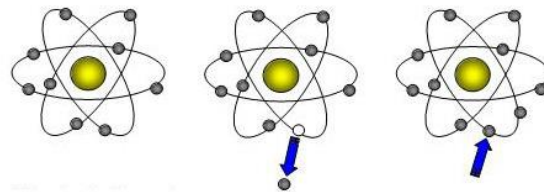
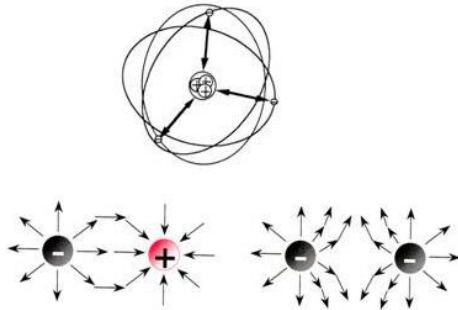


Все вещества состоят из атомов, поэтому бесконечное деление веществ на все более мелкие части приводит к изменению их физической природы. Мельчайшие частицы вещества образуют молекулы. В результате расщепления молекул появляются атомы, как показано на рисунке. В природе существует целое множество атомов. Из них человечеству пока известно немногим более 100 видов. Молекула — это мельчайшая частица вещества, состоящего из нескольких видов атомов. Если вещество образовано одним видом атомов, его мельчайшую частицу называют элементом. Атом также можно разделить на несколько частей. Для понимания природы электричества необходимо знать, что атом состоит из электронов и ядра, содержащего в себе протоны и нейтроны. Протоны имеют положительный заряд, а электроны — отрицательный. Нейтрон (переводится как «нейтральный») вообще не имеет электрического заряда. Согласно атомной модели Бора электроны вращаются вокруг ядра из протонов и нейтронов по определенным орбитам. В этом отношении атом можно сравнить с Солнечной системой, в которой планеты вращаются по своим орбитам вокруг Солнца.

Движение электронов



Модель электрических связей в атоме



Электрически нейтральный Положительно заряженный ион Отрицательно заряженный ион

Несмотря на то, что количество протонов, нейтронов и электронов у каждого атома свое, строение всех атомов одинаково. Давайте рассмотрим атом кислорода: он состоит из 8 нейтронов, 8 протонов и 8 электронов. На каждый протон приходится по одному электрону, число же нейтронов у всех атомов разное. Между протонами и электронами действуют силы притяжения. А заряженные частицы одного знака (протон-протон, электрон-электрон) отталкиваются друг от друга. Несмотря на то, что протоны притягивают к себе электроны, последние не «падают» на ядро, а продолжают вращаться вокруг него. То же самое происходит и с планетами: центробежная сила удерживает их на своих орбитах и не дает им упасть на солнце. Так же как планеты, электроны вращаются вокруг ядра не по одной, а по нескольким орбитам. Эти орбиты вращения обозначаются латинскими буквами от K до Q, где K — ближайшая к ядру или внутренняя орбита, Q — самая удаленная от ядра или внешняя орбита. Энергия электрона определяется орбитой его вращения. Орбите K соответствует минимальный уровень энергии, орбите Q — максимальный. Если в атоме число электронов равно числу протонов, он становится электрически нейтральным. По своей физической природе одним атомам сложнее, а другим легче присоединять или отдавать внешние электроны. Если атом теряет электрон, он становится положительным, если присоединяет лишний — отрицательным. Такие атомы называют соответственно положительно и отрицательно заряженными ионами. Существует вероятность, что атом потеряет или присоединит не один, а несколько электронов; в этом случае говорят о дважды или множественно отрицательном или положительном заряде.

Движение электронов

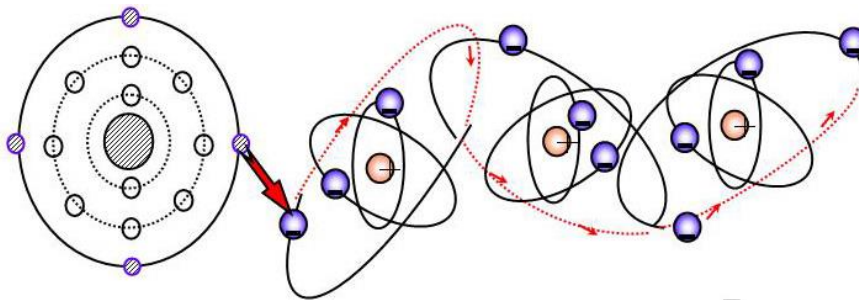
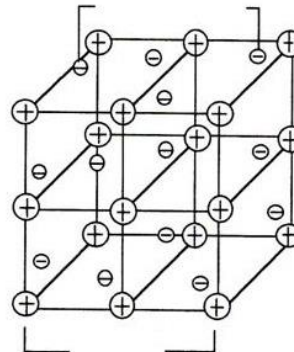
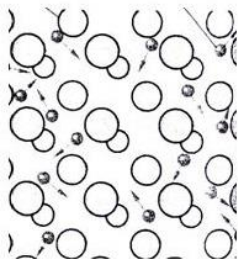


Рис. 1-9 Свободный электрон

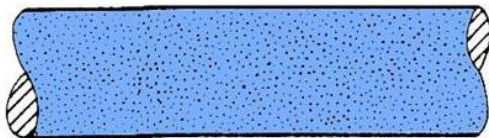
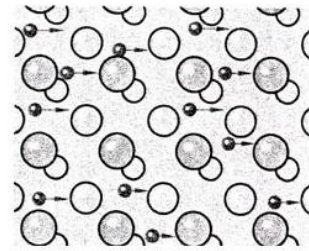
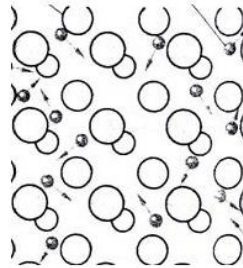


Помимо электронов, жестко связанных с ядрами и постоянно вращающихся на внутренних орбитах, имеется некоторое количество внешних электронов, способных свободно перемещаться между атомами в любом направлении. Количество свободных электронов зависит от строения атома и природы материала. В металлах их довольно много, а, например, в резине чрезвычайно мало. Это объясняется разной конструкцией атомных решеток этих материалов. Благодаря своей атомной решетке металл имеет большое количество свободных электронов.

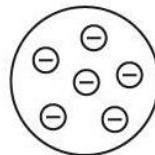
Свободные электроны и проводники



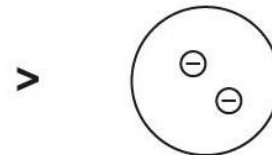
Изолятор



Проводник



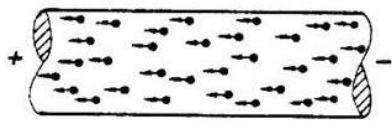
6 электронов.
Избыточное количество
электронов создает
отрицательный заряд



2 электрона.
Недостаток электронов
создает положительный
заряд

Материал, имеющий большое количество свободных электронов, называют проводником. Если в материале их число мало, его относят к изоляторам. Для возникновения тока в проводнике необходимо воздействие внешней силы, под влиянием которой электроны начнут перемещаться упорядоченно и в определенном направлении. Изоляторами материалы называют потому, что из-за небольшого количества свободных электронов они создают сильное сопротивление движению тока.

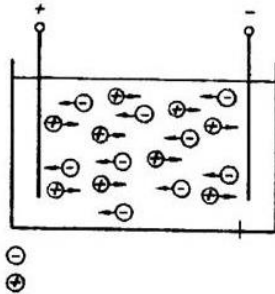
Электронны и ионный ток



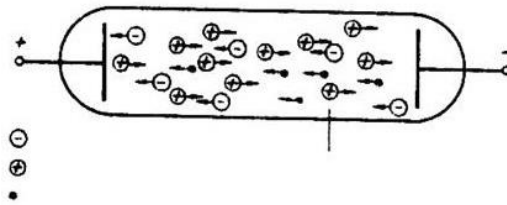
Движение электронов в медном проводе



Движение электронов в вакууме



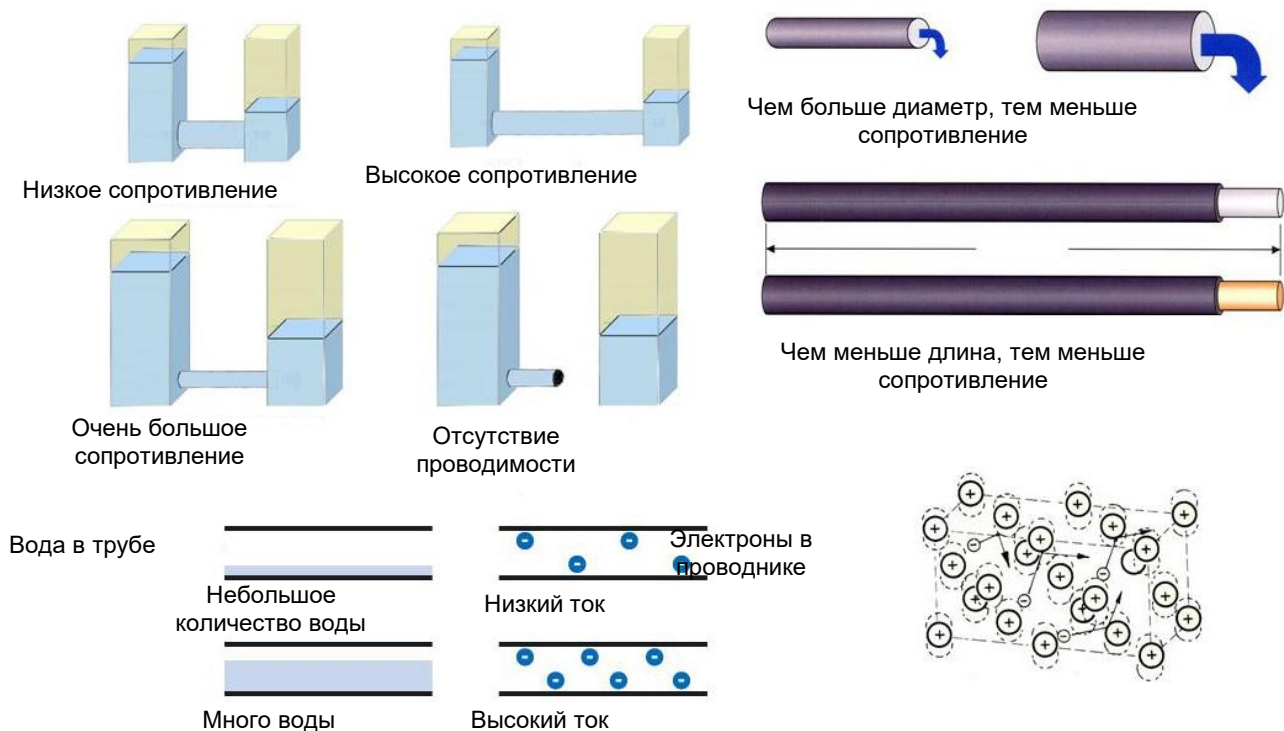
Движение ионов в жидкости



Движение электронов и ионов в газе

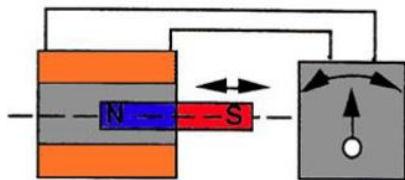
Электрические заряды могут перемещаться даже в вакууме. В отличие от твердых веществ, в которых электрический ток возникает благодаря движению электронов, в жидкостях и газах носителями электрического заряда служат не электроны, а ионы.

Электрический ток/сопротивление

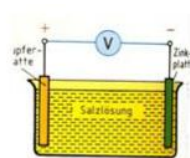


Если снова проводить аналогию с гидравликой, то станет ясно, что скорость движения воды зависит не только от разницы уровней в резервуарах, но и от длины и диаметра соединяющего трубопровода. Точно так же поток электронов в проводнике большего диаметра будет больше. Чем короче проводник между положительным и отрицательным полюсами, тем большее количество электронов протечет по нему. Движение электронов по проводнику называют током, а процесс, препятствующий току — сопротивлением. Сопротивление зависит не только от размеров проводника, но и от материала, из которого он изготовлен, и его температуры.

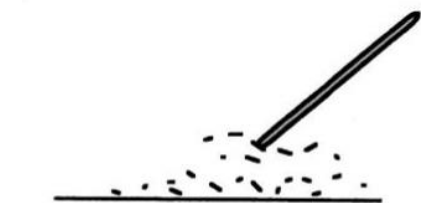
Производство электричества



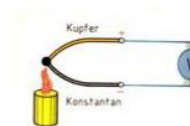
Индукция



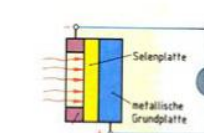
Химическая реакция



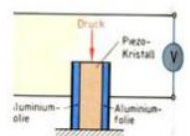
Электростатический заряд



Термоэлектричество



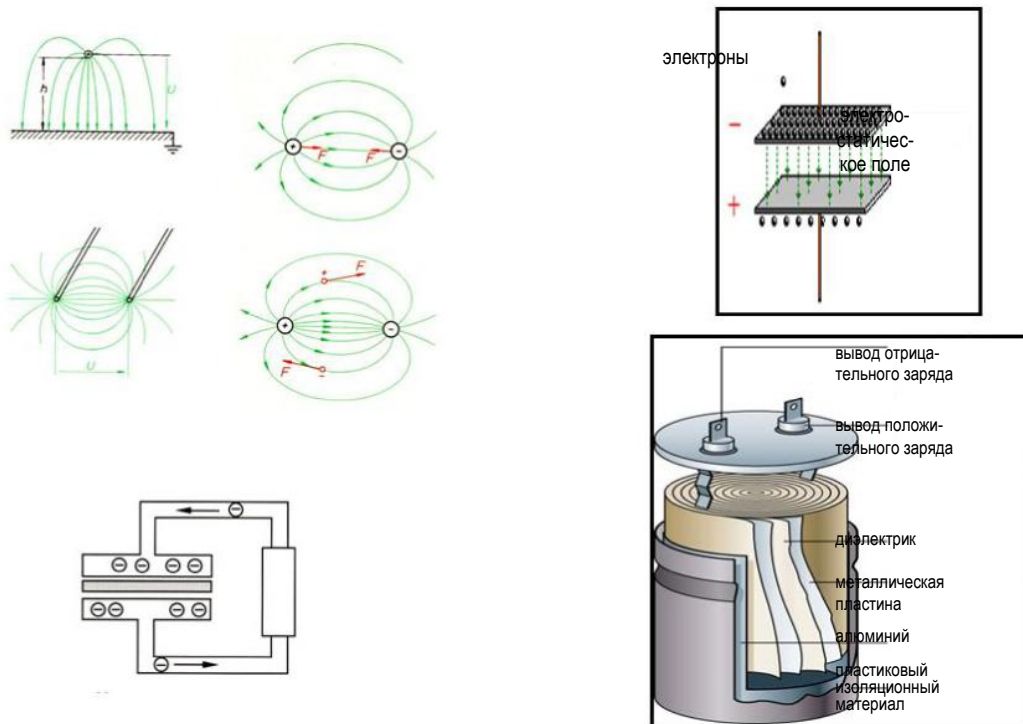
Фотогальваника



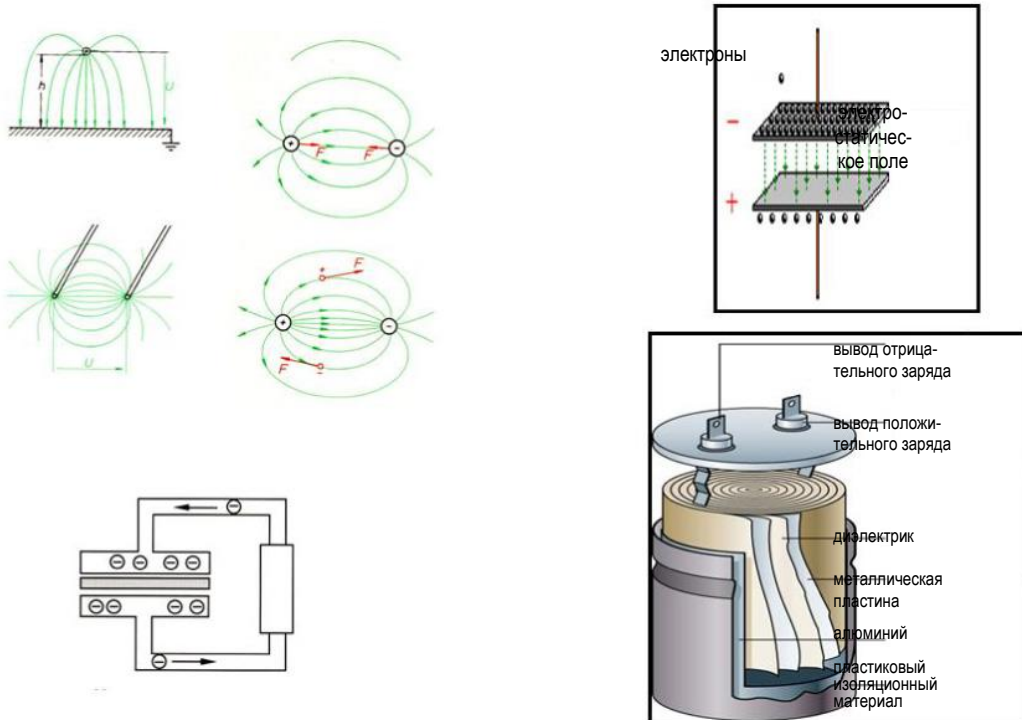
Пьезоэлектричество

Имеющиеся знания о природе и движении электрического тока позволяют разобраться в методах его получения. Получить разницу потенциалов можно с помощью магнитной индукции, химической реакции, нагрева, освещения, давления или трения. Не для всякого материала можно использовать все эти методы. Например, для генерирования напряжения давлением необходим пьезоэлемент. А производство электричества с помощью химических реакций невозможно без гальванического элемента.

Электрический заряд/конденсатор



Как мы уже знаем, электрический ток может протекать от положительного полюса к отрицательному, только когда они соединены проводником. Исключением из этого правила является постоянный ток, протекающий некоторое время в цепи с конденсатором. Конденсатор состоит из двух пластин или обкладок, изолированных друг от друга диэлектриком. Если к конденсатору напряжение не подводится, он находится в разряженном состоянии. Это означает, что на его пластинах нет заряда и количество электронов на них одинаковое. Когда конденсатор подключается к источнику напряжения, одна обкладка подсоединяется к положительному полюсу источника, а другая — к отрицательному. Положительный полюс источника напряжения оттягивает электроны с одной обкладки, а отрицательный полюс передает такое же количество электронов на другую обкладку конденсатора. Это продолжается до тех пор, пока напряжение на конденсаторе не станет равным напряжению источника питания. В этот момент постоянный ток прекращает течь и для электрической цепи конденсатор становится изолятором, то есть обрывает ее. Если теперь отключить от конденсатора источник напряжения и подсоединить к нему резистор, конденсатор начнет разряжаться, а ток будет течь до тех пор, пока разница зарядов на его обкладках не исчезнет. Таким образом, конденсатор — это устройство для хранения электрической энергии. Способность конденсатора запасать электроэнергию определяется его емкостью. Разные конденсаторы могут быть разной формы, но принцип работы у них одинаков. Наиболее распространены бумажные конденсаторы, в которых две ленты пропитанной оловом фольги отделены друг от друга бумагой. Бумажная и металлические ленты скручиваются вместе и затем помещаются в корпус. Существуют также электролитические и керамические конденсаторы, принцип работы которых аналогичен. Важно знать, что электролитический конденсатор обладает полярностью, которую необходимо соблюдать при подключении, иначе его легко повредить.



С помощью конденсатора можно накапливать электрический заряд. Конденсатор имеет две обкладки, одна из них соединена с положительным полюсом, а другая — с отрицательным. Обе обкладки отделены друг от друга слоем изолирующего материала. При подсоединении обкладок конденсатора к полюсам источника напряжения происходит зарядка конденсатора. Значение накопленного заряда зависит от размера обкладок, материала и толщины слоя изоляционного материала или диэлектрика. До тех пор пока происходит процесс накопления заряда на поверхности обкладок, ток в цепи будет протекать. Фактически, конденсатор представляет собой пассивное электронное устройство, запасующее энергию в форме электростатического поля. Простейший конденсатор — это две проводящие пластины, разделенные диэлектриком. Его емкость прямо пропорциональна площади пластин и обратно пропорциональна расстоянию между ними. Она также зависит от коэффициента диэлектрической проницаемости материала, разделяющего пластины.

Стандартная единица емкости — Фарад: Ф

микрофарад: мкФ (1 мкФ = 10^{-6} Ф)

нанофарад: нФ (1 нФ = 10^{-9} Ф)

пикофарад: пФ (1 пФ = 10^{-12} Ф)

Гальванический элемент

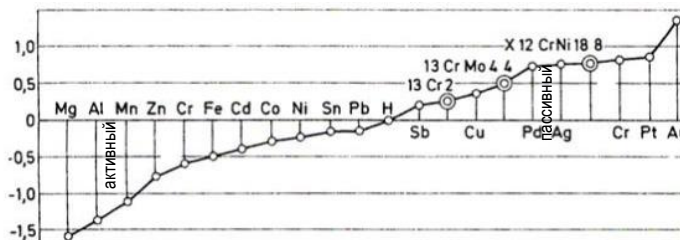
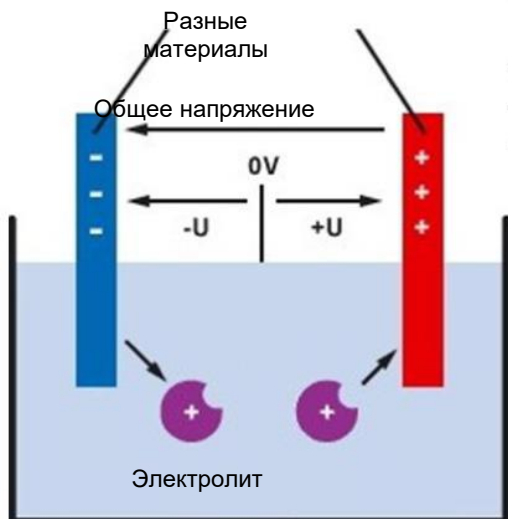


Диаграмма электрохимических потенциалов

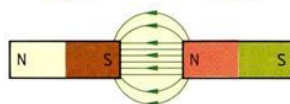
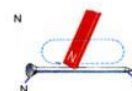
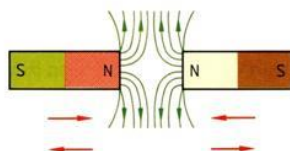
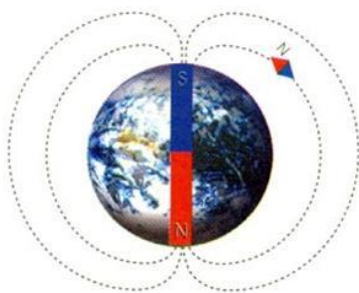
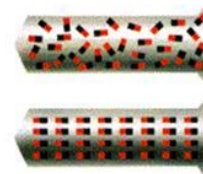
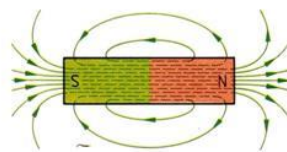
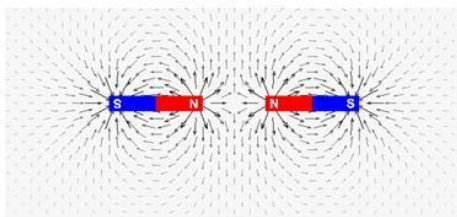


Стандартный гальванический элемент

Контактная разность потенциалов между проводниками возникает при соприкосновении разнородных металлов. Напряжение в зоне контакта тем больше, чем дальше металлы отстают друг от друга в ряду электрохимических потенциалов. Здесь приведены значения этих потенциалов. Следует обратить внимание на то, что ток в зоне контакта возникает в результате осаждения одного контактирующего металла на поверхности другого. Аналогичный ток появляется между двумя проводниками из разнородных металлов, помещенных в электролит. Электролиты представляют собой химические вещества (соли и кислоты), растворы или расплавы которых проводят электрический ток. Электролитическая проводимость сопровождается переходом ионов металла в раствор с поверхности электродов. Такой переход называется электролизом, а сами электроды именуются анодом (положительный полюс) и катодом (отрицательный полюс). При растворении металла электродов образуются ионы, способные свободно перемещаться. При замыкании цепи катионы начинают двигаться к катоду, а анионы к аноду. В результате происходит процесс восстановления ионов металла на электродах.

Если два разнородных металла поместить в электролит, получим так называемый гальванический элемент. Между двумя электродами появится постоянное напряжение. На этом построен принцип работы всех батареек. Батарейки превращают химическую энергию в электрическую. Они представляют собой два разнородных материала, помещенных в один или два электролита, разделенных перегородкой. Напряжение батарейки зависит от того, из каких металлов выполнены электроды. Стартерная батарея автомобиля также является гальваническим элементом.

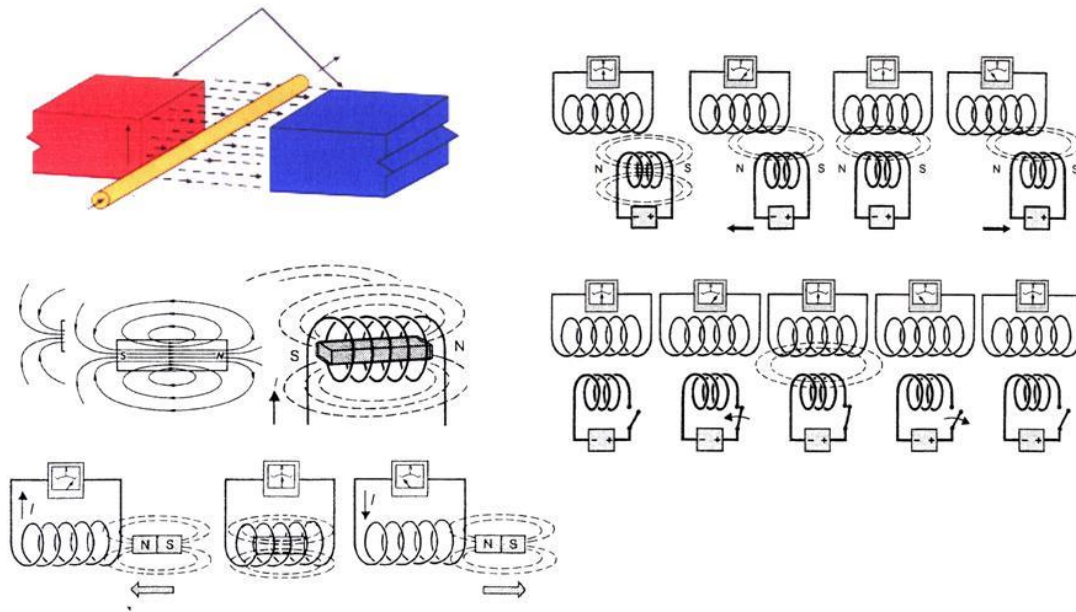
Магнетизм



N — Северный полюс
S — Южный полюс

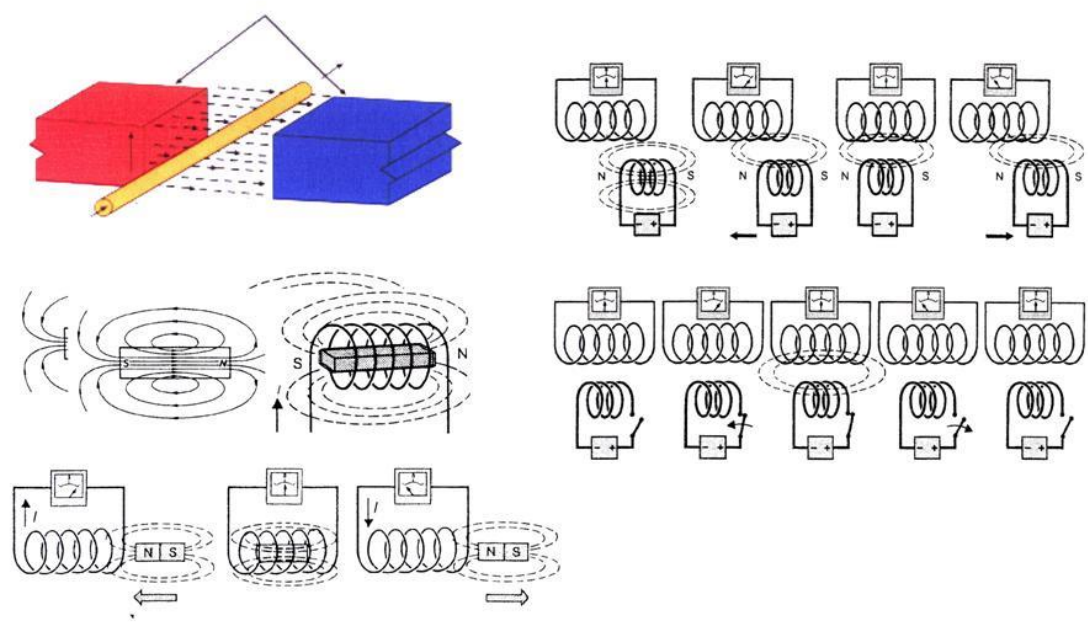
Магнетизм или магнитная сила — еще одно явление, связанное с электричеством. Сила, с которой магнитное поле действует на предметы, не оказывая на них прямого механического воздействия, называется магнитной. Хорошо притягиваются в магнитном поле различные ферромагнетики, например, железо, никель и кобальт. Благодаря именно магнитной силе магниты притягиваются друг к другу разноименными полюсами и отталкиваются одноименными. Каждый магнит окружает магнитное поле, достигающее наибольшей силы на его концах. Абсолютно все магниты имеют два полюса — северный и южный. Эти названия обусловлены тем, что если магнит повесить и отпустить, то его северный полюс всегда будет указывать на Север. Это явление связано с действием магнитного поля Земли. Если разбить магнит на несколько частей, каждая из них также будет иметь северный и южный полюса. Некоторые материалы легко намагничиваются, если их положить рядом с магнитом и несколько раз подвигать. Благодаря этим манипуляциям магнитные поля упорядочиваются и он намагнитится. Материалы, сохраняющие магнитные свойства длительное время, называют постоянными магнитами. Следует иметь в виду, что в результате нагрева постоянные магниты могут разрушиться и потерять свою магнитную силу.

Магнетизм и электричество



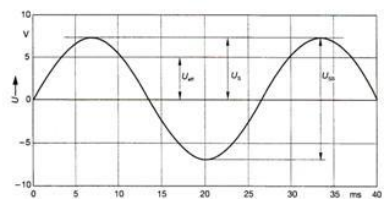
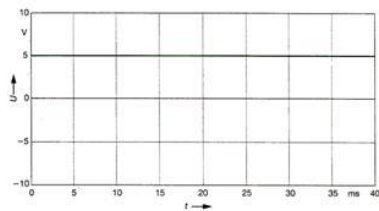
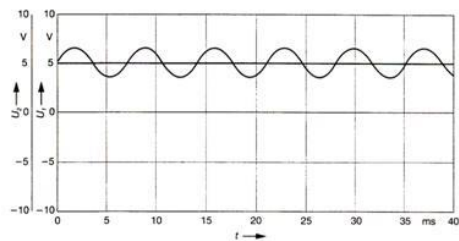
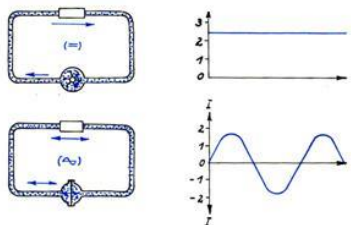
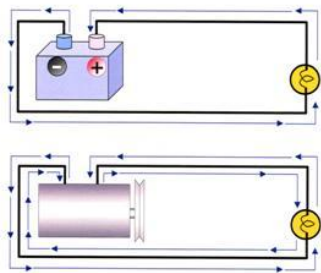
Закон электромагнитной индукции гласит, что любые изменения магнитного потока, пронизывающего проводник (чаще всего в качестве него выступает замкнутый контур или катушка) вызывают в нем появление электрического напряжения.

Это правило работает также в отношении переменного электромагнитного поля, которое появляется в результате изменения напряжения источника тока. Если перемещение замкнутого контура в магнитном поле сопровождается изменением числа магнитных линий, прошедших сквозь него, в контуре возникнет электрическое напряжение. Оно будет существовать до тех пор, пока изменяется магнитный поток. Если изменяется направление силы магнитного потока на противоположное, то меняется на 180 град. и направление электрического тока в проводнике. В результате в проводнике появляется переменный ток. Правило электромагнитной индукции действует не только в отношении магнитного поля, созданного постоянным магнитом, но и в отношении поля, созданного электромагнитом. Вместо того чтобы перемещать электромагнит вперед-назад, его можно просто попеременно включать и отключать. Это также приведет к изменению магнитного потока и возникновению напряжения. В принципе любой проводник с током окружен магнитным полем и поэтому представляет собой электромагнит. Создаваемое им магнитное поле можно легко усилить, скрутив проводник в катушку и поместив внутрь этой катушки металлический сердечник. В электромагните расположение северного и южного полюсов зависит от направления тока. Так же как и в обычном магните, магнитное поле электромагнита достигает максимального значения по его краям.



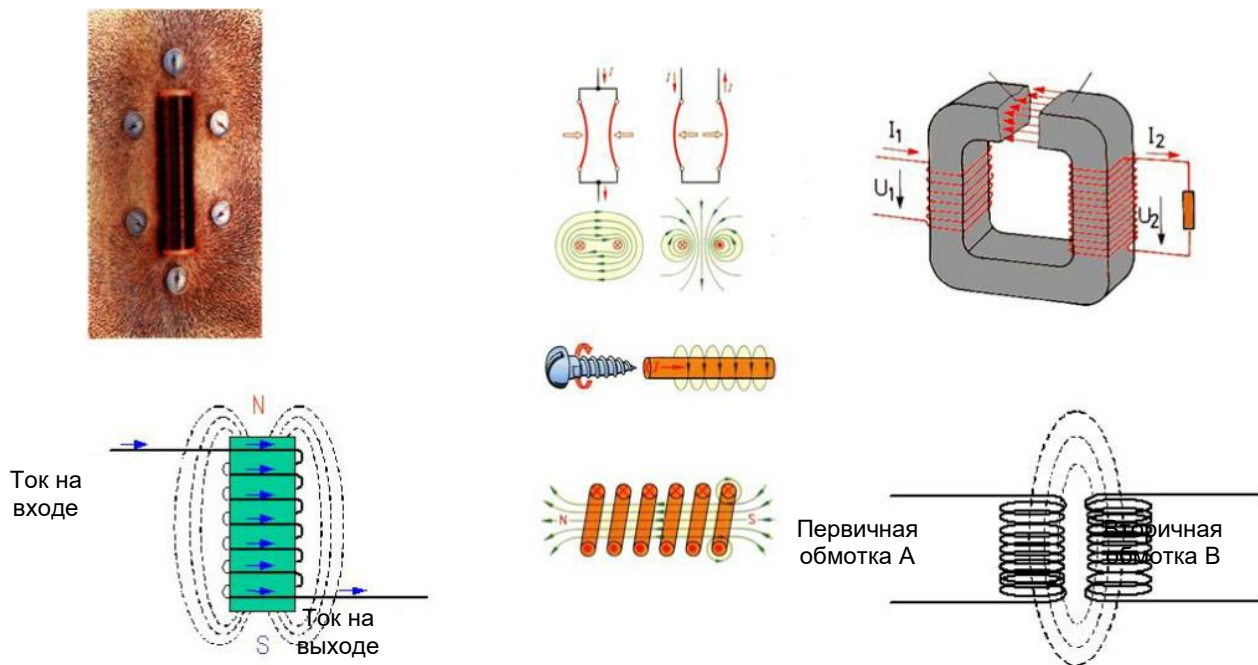
Примечание: в начальный момент подключения катушки к источнику напряжения сила тока в ней нарастает не сразу, а постепенно благодаря явлению самоиндукции. Ток, протекающий в катушке, создает магнитное поле. Это магнитное поле, в свою очередь, приводит к появлению напряжения, которое направлено противоположно току и препятствует его нарастанию. Аналогичный эффект можно наблюдать в момент отключения источника тока. Изменение магнитного поля приводит к появлению напряжения, направление которого теперь совпадает с направлением тока. В результате величина напряжения зависит от быстроты включения и отключения цепи и зачастую превышает напряжение источника тока. Это напряжение называют импульсным.

Переменный ток/постоянный ток

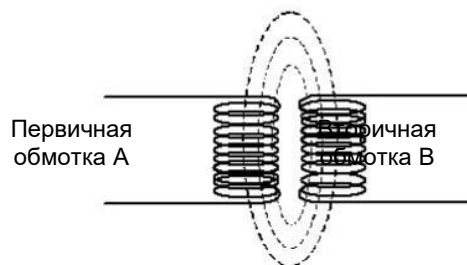
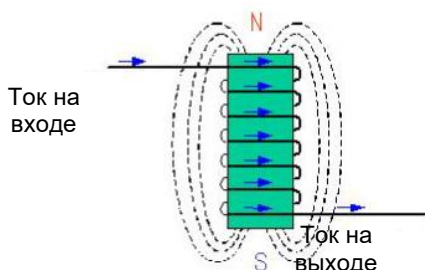
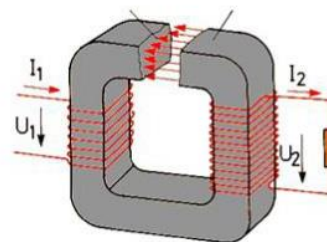
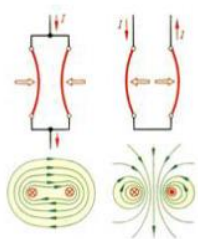


На практике встречаются два типа токов. Это постоянный ток, имеющий одно направление течения, и переменный ток, направление которого меняется с определенной частотой. Сферы применения переменного тока на автомобиле очень ограничены, он производится генератором в результате магнитной индукции, но затем в самом генераторе становится постоянным. Только постоянный ток питает бортовые потребители автомобиля. Существует также ток смешанного типа. Он представляет собой ток с постоянной составляющей в сигнале переменного.

Электromagnetизм и трансформация напряжения и тока



Движение электрических зарядов приводит к появлению магнитного поля. Проводники с током также создают магнитное поле. Если расположить два проводника параллельно друг другу и пустить через них ток в одном и том же направлении, проводники будут притягиваться друг к другу. В случае если ток будет иметь разное направление, проводники станут отталкиваться друг от друга. В принципе любой проводник с током образует магнитное поле. Действие магнитного поля можно усилить, поместив в катушку стальной сердечник. В результате получился электромагнит, расположение полюсов которого зависит от направления тока в нем. Как и в обычном магните, магнитное поле катушки усиливается при приближении к ее краям. Как было выяснено ранее, перемещение магнита или изменение магнитного поля, пронизывающего катушку, вызывает появление в ней электрического тока. Подобное явление носит обратимый характер: если ток протекает через катушку, это приводит к появлению переменного магнитного поля. На основе этих двух явлений построен трансформатор. Трансформатор — это устройство, которое осуществляет превращение энергии из одного вида в другой с помощью явления электромагнитной индукции. Чаще всего трансформаторы используют для преобразования напряжения. Это делается за счет разницы числа витков в его обмотках. Простейший трансформатор состоит из двух электрических проводников, которые называются первичной и вторичной обмотками. Если переменное напряжение подводится к первичной обмотке, в ней возникает электрический ток, который создает переменный магнитный поток. Этот магнитный поток, пересекая вторичную обмотку, вызывает в ней появление напряжения. В идеальном трансформаторе магнитный поток вторичной обмотки равен потоку в первичной. При этом отношение напряжений равно отношению числа витков в его обмотках, или иначе говоря, первичное и вторичное напряжения в расчете на один виток обмотки равны между собой.



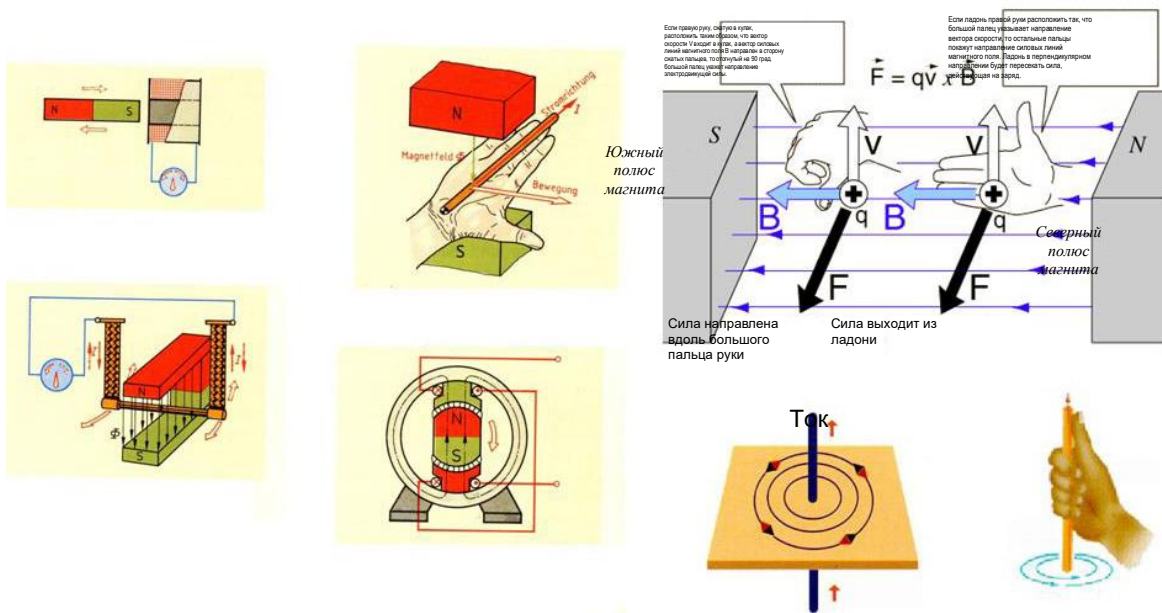
Если пренебречь потерями, возникающими при передаче энергии через трансформатор, можно считать, что ток, протекающий во вторичной обмотке, обратно пропорционален отношению вторичного напряжения к первичному. Пусть к трансформатору с соотношением количества витков 25:2 подключена резистивная нагрузка мощностью 50 Вт. Тогда величина тока для первичной обмотки составит:

$$P = E \cdot I \text{ (Мощность} = \text{ЭДС} \times \text{сила тока)} \quad 50 \text{ Вт} = 2 \text{ В} \times 25 \text{ А.}$$

Теперь учитывая трансформацию напряжения, получим значение тока для вторичной обмотки: $50 \text{ Вт} = 25 \text{ В} \times 2 \text{ А}$. По этой причине в трансформаторе обмотка высокого напряжения обычно имеет много витков и выполнена из провода малого сечения, а обмотка низкого напряжения имеет малое количество витков и сделана из толстого провода. Так как источник постоянного напряжения не создает переменного магнитного потока, дополнительного напряжения не возникает и электрический ток в трансформаторе может достигать очень высоких значений. На практике для ограничения тока через обмотку трансформатора, последовательно с ней подключают сопротивление. Это защищает трансформатор от перегрева и выхода из строя.

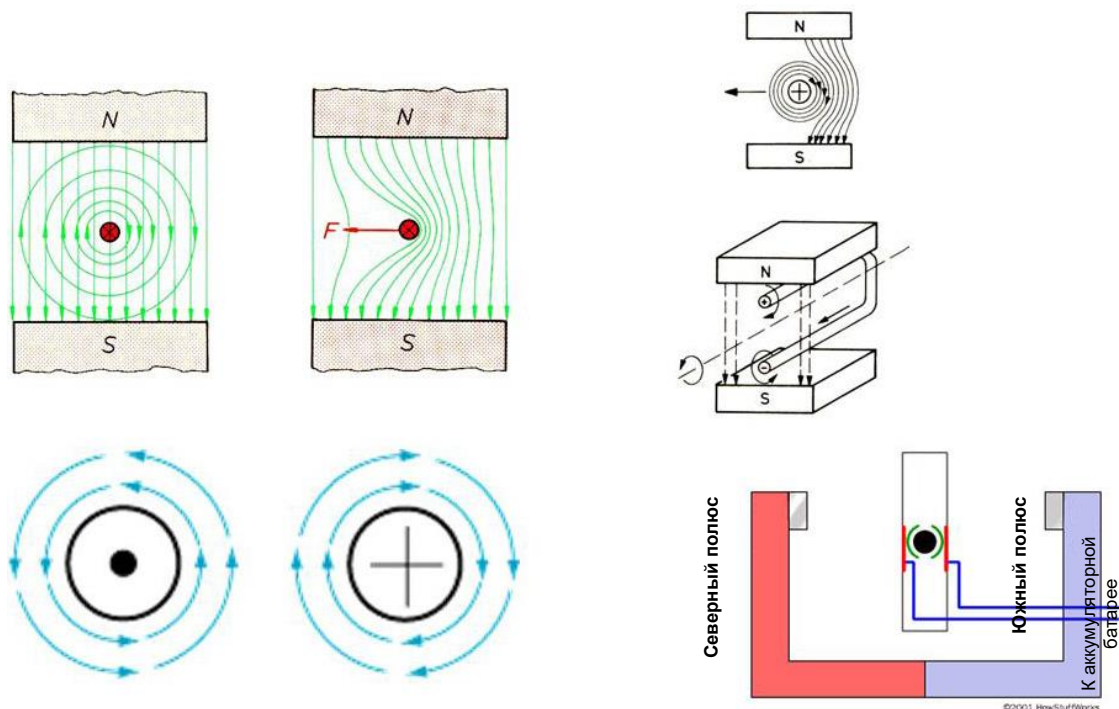
Трансформация напряжения находит практическое применение в высоковольтных катушках зажигания.

Электродвижущие силы



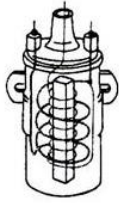
В магнитном поле возникает сила, которая действует на проводник с током. Направление этой силы определяется правилом правой руки: если большой палец указывает на направление тока, а указательный — на направление вектора магнитного поля, тогда средний палец покажет направление действия этой силы. Это означает, что проводник в магнитном поле будет перемещаться в направлении, которое зависит от вектора силовых линий магнитного поля и тока в проводнике. В примере проводник станет перемещаться в обе стороны, так как по нему проходит переменный ток. Если магнитное поле и проводник с током ориентированы определенным образом относительно друг друга, можно получить непрерывное вращение этого проводника в силовом поле.

Электродвигатель

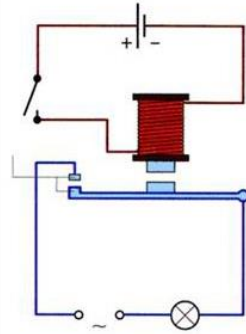


Как упоминалось ранее: в электродвигателе происходит взаимодействие явлений магнетизма и электричества. Если проводник с током поместить в магнитное поле, проводник начнет перемещаться в нем так, чтобы покинуть поле. Направление его движения зависит от направления тока в проводнике. Если форма проводника будет U-образной или в виде окружности, он начнет вращаться. Если поместить не одну, а несколько обмоток проводника в магнитное поле, получим тот же эффект, но вращающий момент увеличится. В этом и заключается принцип работы электродвигателя. Электродвигатель используется для перемещения или пуска, поэтому его можно рассматривать как приводной механизм. В автомобиле применяются приводы разных типов.

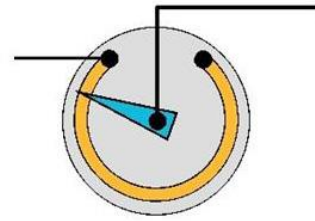
Приводы



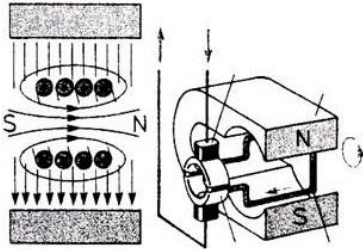
Катушка зажигания



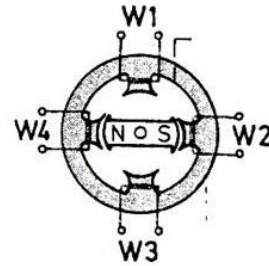
Реле



Реостат



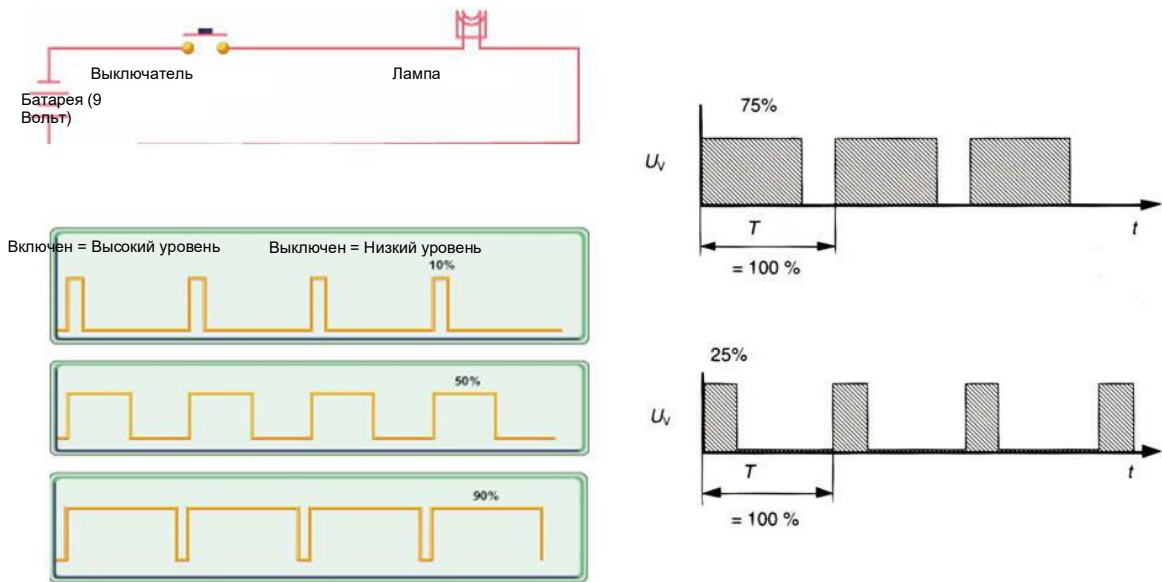
Электродвигатель



Шаговый электродвигатель

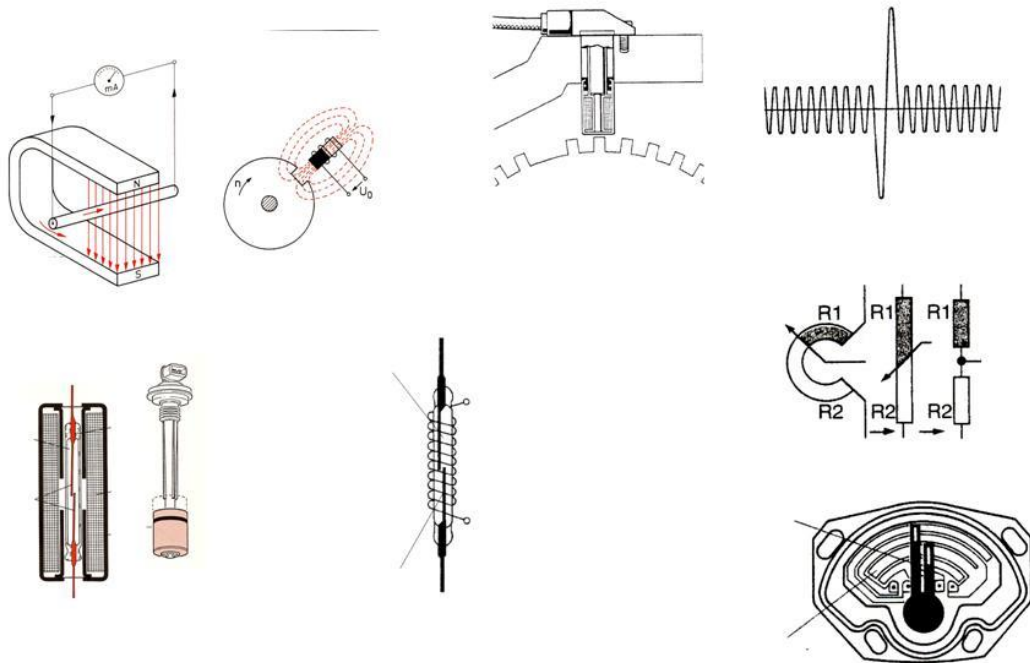
На рисунке представлено несколько типов приводов и объясняется принцип их работы. Это позволит понять, как работает любой электропривод. Знание принципа работы облегчает поиск неисправностей. Приводы используются для преобразования выходных электрических сигналов в разные механические воздействия или для усиления выходного сигнала до требуемого уровня. Здесь применяются все рассмотренные ранее электромагнитные явления. На первом рисунке изображена электрическая катушка, которая преобразует напряжение до высокого значения. В примере представлена катушка зажигания, она создает очень высокое напряжение, необходимое для зажигания топливовоздушной смеси с помощью искры. На следующем рисунке изображено реле. Реле — это переключатель, работой которого управляет сравнительно небольшой ток. Оно размыкает и замыкает силовую цепь. Если ключ замкнут, ток, протекающий через катушку реле, создает магнитное поле, благодаря которому электромагнит притягивает подвижный контакт к неподвижному и силовая цепь замыкается. Если ключ разомкнут, магнитное поле исчезает и контакты размыкаются, силовая цепь разрывается. Еще одно устройство — реостат, который выполняет ряд функций. Реостат может быть включен в цепь последовательно с каким-либо устройством, например с лампой. Если его скользящий контакт сдвинут влево, реостат имеет небольшое сопротивление, поэтому по цепи протекает сравнительно большой ток и лампа загорается. При перемещении скользящего контакта реостата в правое положение, его сопротивление увеличивается, а ток уменьшается, и лампа начинает слабо мерцать. Реостат можно использовать не только для изменения яркости свечения лампы, но и для управления электродвигателем, показанным на нижнем рисунке. На правом нижнем рисунке изображен шаговый двигатель, который представляет собой привод ступенчатого типа. Он используется, например, для поворота вала привода дроссельной заслонки на определенный угол. Всякий раз как на одну из катушек подается напряжение, двигатель поворачивается вперед или назад на один шаг, в зависимости от полярности подключения питающего напряжения.

Широтно-импульсная модуляция



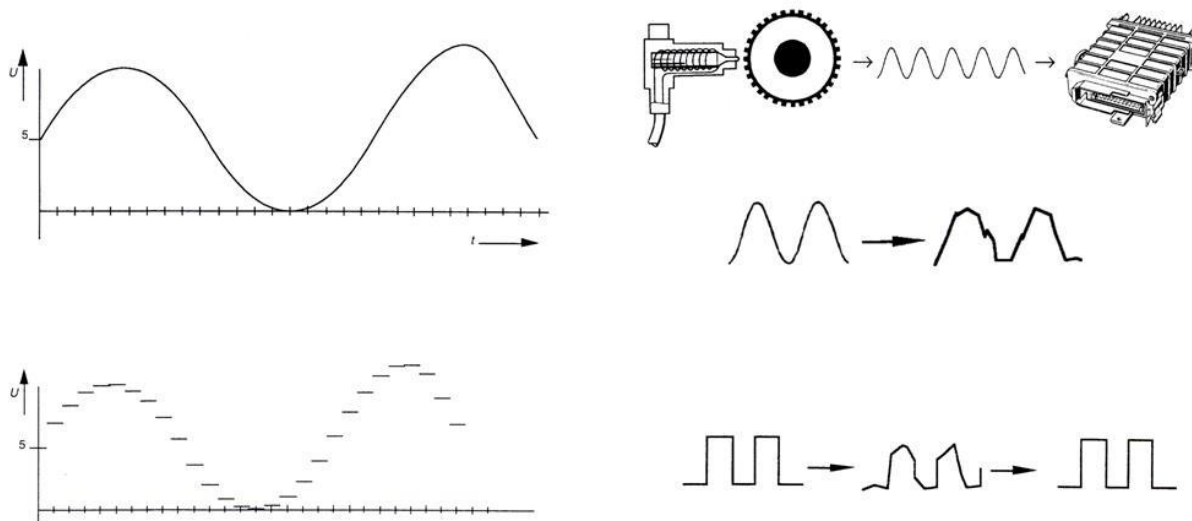
Помимо реостата применяется еще один способ управления напряжением. Это широтно-импульсная модуляция (PWM). PWM означает, что ток появляется и исчезает с определенной частотой. Известно, что для управления скоростью вращения электродвигателя необходим источник постоянного тока с изменяемым напряжением. Однако если взять электродвигатель с номинальным рабочим напряжением 12 Вольт и подключить к нему источник питания, двигатель начнет раскручиваться: он не среагирует мгновенно, поэтому ему потребуется некоторое время, чтобы достичь максимальной частоты вращения. Если отключить источник питания сразу после того, как двигатель достигнет максимальной скорости, он начнет останавливаться. Если быстро включать и отключать источник питания, скорость вращения двигателя будет находиться в диапазоне от 0 до максимальной. Именно это и делает блок управления PWM: он включает двигатель с помощью серии последовательных импульсов. Для управления скоростью вращения двигателя контроллер изменяет (модулирует) ширину импульсов — отсюда и название широтно-импульсная модуляция. Если, например, источник напряжения имеет 9 Вольт, скважность сигнала составляет только 10%, на выходе получается сигнал 0,9 Вольт. На рисунке приведен пример подключения к батарее лампы накаливания. Если подключать лампу к 9-вольтовой батарее на 50 мс, то она будет получать напряжение 9 Вольт. Но если отключить соединение на следующие 50 мс, напряжение ее питания составит 0 Вольт. В результате повторения этого цикла с частотой 10 раз в секунду, лампа будет светить вполнакала, так как подводимое к ней напряжение составит 4,5 Вольта, то есть 50% от 9 Вольт. В этом случае говорят, что скважность сигнала составляет 50%, а его частота — 10 Гц. Обратите внимание, что время периода сигнала — величина постоянная, меняется лишь соотношение продолжительности включения и выключения.

Датчики



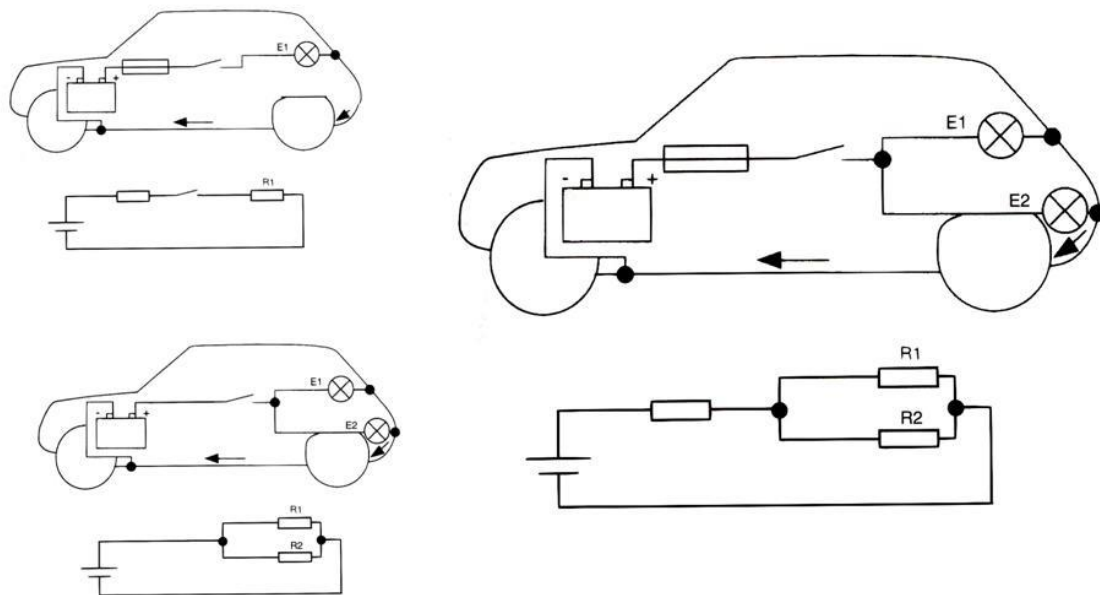
Чтобы получать информацию о режимах работы двигателя, применяются датчики. Электрические сигналы необходимы не только приводным устройствам, но и датчикам. В основе их работы лежат электрические явления. Датчики преобразуют физические характеристики работы двигателя и его систем в электрические сигналы. Для различных приводов и для датчиков используются различные свойства электричества. Например, с помощью явления магнитной индукции, реализованной в датчике угла поворота коленчатого вала, можно определить частоту вращения двигателя. Переменное сопротивление применяется для определения температуры и т. д. На нижнем левом рисунке изображено так называемое вибрационное реле. Если ток течет через катушку, создается магнитное поле, которое притягивает подвижный контакт реле к неподвижному и цепь замыкается. Как только ток пропадет, исчезает и магнитное поле, подвижный контакт приводится пружиной в открытое состояние, цепь размыкается. Данное реле может среагировать на постоянный магнит, если тот поместить рядом с контактами. На этом принципе работают датчики контроля уровня жидкости. На нижнем правом рисунке изображен резистор с переменным сопротивлением, благодаря которому определяется положение поворотного устройства, например, дроссельной заслонки.

Цифровой/аналоговый сигнал



Сигналы от датчиков так же, как и сигналы управления приводом могут быть цифровыми или аналоговыми. Давайте выясним, в чем их разница. Аналоговый сигнал непрерывный, то есть бесступенчатый. Он включает в себя бесконечное множество отдельных величин, когда каждой конкретной временной точке соответствует определенная величина. Сигнал датчика вращения колеса, например, является аналоговым. У этого сигнала есть два недостатка: электронные блоки управления не могут обрабатывать аналоговые сигналы, поэтому их необходимо преобразовывать в цифровые с помощью специальных устройств — аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Но еще большим недостатком этой формы сигнала является то, что он подвержен искажениям вследствие электрических помех или в результате повреждений в электропроводке. Поэтому блок управления может неправильно интерпретировать изменения в подобных сигналах. В отличие от аналогового, цифровой сигнал носит дискретный, а не непрерывный характер. Зачастую цифровой сигнал может иметь только две величины по принципу включен-выключен, например, 12 Вольт и 0 Вольт. Поэтому цифровой сигнал легче восстановить после воздействия электрических помех. Это возможно потому, что блок управления игнорирует все сигналы, лежащие ниже 0 Вольт и выше 12 Вольт. Кроме того, цифровой сигнал может обрабатываться электронным блоком управления напрямую, и нет необходимости использовать АЦП. Именно поэтому сегодня цифровая технология получила широкое распространение. Нижняя кривая показывает, что сигнал с датчика вращения колеса преобразован в цифровую форму с помощью АЦП. Основным недостатком этого метода является ограниченная точность передачи данных в результате преобразования сигнала в цифровую форму.

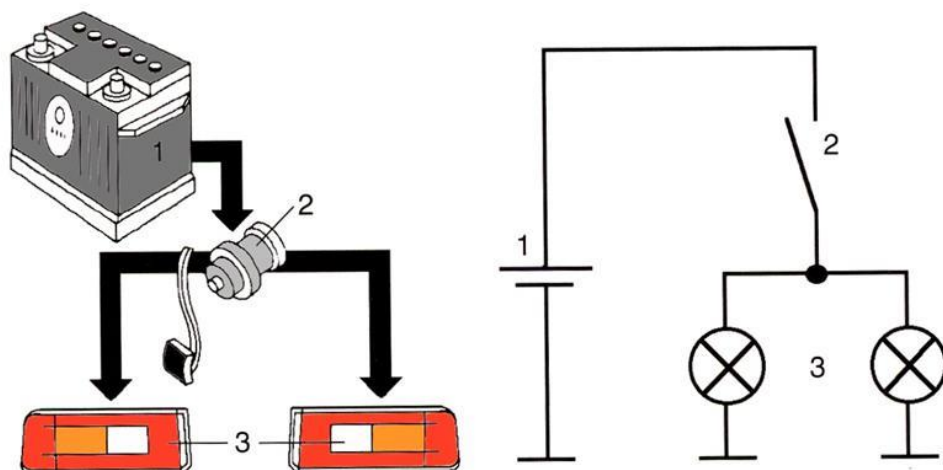
Последовательное/параллельное/смешанное соединение проводников



Как известно, на автомобиле установлено множество электронных датчиков и электроприводов. Соединение этих устройств в электрической цепи может быть выполнено по последовательной или параллельной схеме. Существует также комбинация этих двух методов. Последовательное соединение означает, что все потребители соединены в ряд, один за другим. В этом случае одинаковый электрический ток проходит через все потребители. Отключение любого из них приведет к обрыву цепи и отсутствию в ней тока.

На рисунке приведены примеры некоторых электрических цепей, применяемых на автомобиле. В большинстве случаев электрические цепи представляют смешанный тип соединений и для их проверки с целью поиска неисправностей электрические цепи необходимо разбивать на более простые.

Электрическая схема

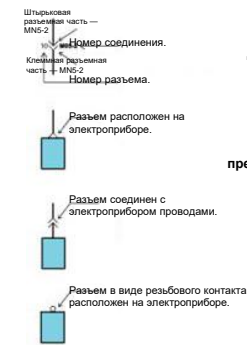


Так как невозможно сразу увидеть всю электрическую систему, установленную на автомобиле, необходимо иметь электросхему. Она позволит разобраться в соединениях, принципе работы и взаимодействии отдельных потребителей. Электросхема объясняет в доступной форме электрическую систему автомобиля. Поскольку на схемах нанесены условные обозначения отдельных компонентов, необходимо уметь читать электросхемы. Без этого невозможно организовать поиск неисправностей. Давайте рассмотрим символы, применяемые на электросхемах.

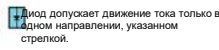
Электроприборы



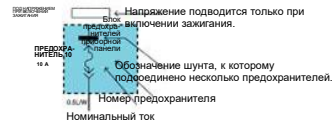
Разъемы



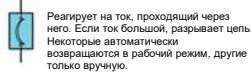
Диод



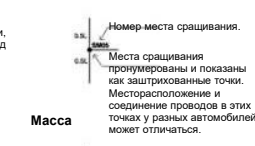
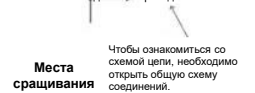
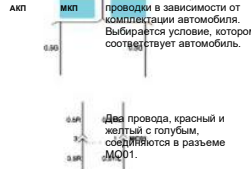
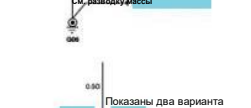
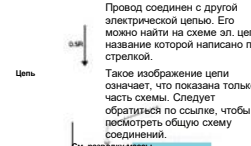
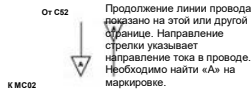
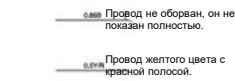
Предохранитель и плавкая вставка



Автоматический предохранитель электроцепи



Провода



В этой выдержке из руководства по ремонту объясняется, как работать с электросхемой.

Выключатели



Эти выключатели срабатывают одновременно. Пуширная линия показывает, что они жестко соединены.

Разъемные соединения



Показано соединение проводов в разьеме.

Реле



Реле показано в выключенном состоянии (управляющий ток отсутствует). При прохождении управляющего тока через катушку реле происходит переключение контактов реле.

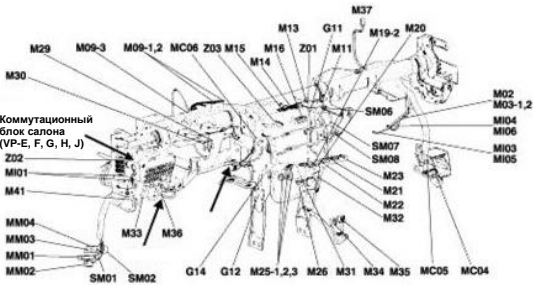
← Нормально разомкнутые контакты
→ Нормально замкнутые контакты

Индикатор



Индикатор непристегнутого ремня безопасности соединен с другими индикаторами панели приборов.

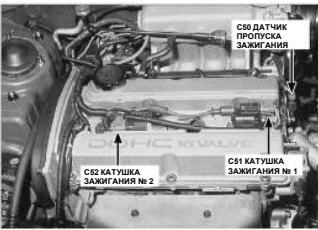
Этот индикатор загорается на панели приборов символ непристегнутого ремня.



Коммутационный блок салона (VP-E, F, G, H, J)

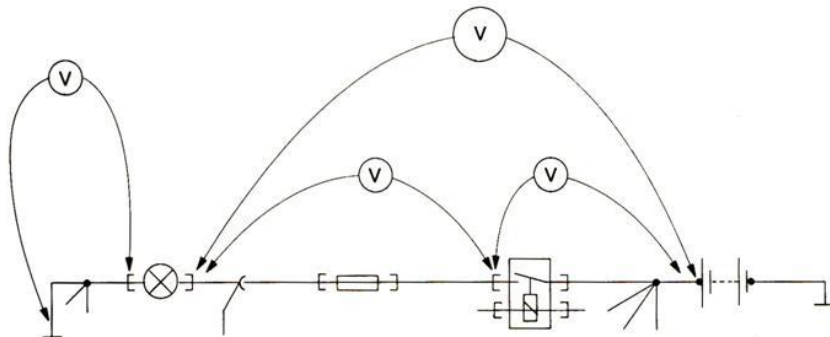
	Расположение номеров контактов	Примечания
Клеммная разъемная часть		Контакты пронумерованы в направлении от правого верхнего угла до нижнего левого.
Штырьковая разъемная часть		Контакты пронумерованы в направлении от левого верхнего угла до нижнего правого.

	Клеммная разъемная часть	Штырьковая разъемная часть	Примечания
Рисунок разъема			Основное внимание на рисунке уделено не форме разъема, а форме контактов. Для определения номера контакта необходимо пользоваться таблицей, приведенной ниже. Некоторые разъемы имеют порядок нумерации контактов, отличный от указанного. В этом случае необходимо обратиться к разделу «Номенклатура разъемов».
Схема разъема из руководства по ремонту			



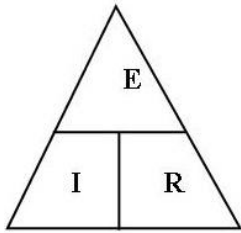
В этой выдержке из руководства по ремонту приведен пример обозначения контактов различных разъемов.

Измерение напряжения, сопротивления и тока



Для проверки исправности электрических устройств и цепей пользуются измерительными приборами. Напряжение измеряют вольтметром, сопротивление омметром, а ток амперметром. Чаще всего все эти функции объединяет в себе один измерительный прибор — мультиметр. Он может быть аналоговым или цифровым. Аналоговыми мультиметрами пользоваться не рекомендуется из-за их низкого внутреннего сопротивления. О методах работы с ними рассказано в разделе «Инструмент и оборудование». Для измерения напряжения и сопротивления мультиметр подключают параллельно участку измерения. Для измерения силы тока пользуются мультиметром в режиме амперметра, который подключают в цепь последовательно, или вешают на измеряемый провод специальную триггерную цангу. Перед проведением измерения необходимо выбрать соответствующий режим работы мультиметра. Важно помнить, что каждое дополнительное сопротивление, подключаемое в электрическую цепь последовательно, приводит к падению силы тока в ней. Распределение напряжений на участках цепи зависит от соотношения сопротивлений всех подключенных в цепь потребителей. Например, если в цепь включено одно сопротивление, то падение напряжения всей цепи равно падению напряжения на этом сопротивлении. Чтобы лучше разобраться в этом, необходимо рассмотреть закон Ома.

Закон Ома/закон Кирхгофа



НАПРЯЖЕНИЕ (В)	СИЛА ТОКА (А)	СОПРОТИВЛЕНИЕ (ОМ)
Увеличивается	Увеличивается	Не меняется
Не меняется	Увеличивается	Снижается
Не меняется	Снижается	Увеличивается

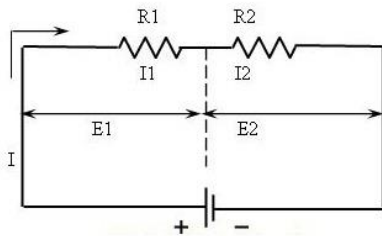
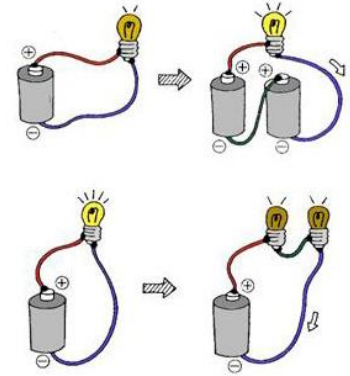


Рис. 4-3 Первый закон Кирхгофа для напряжений

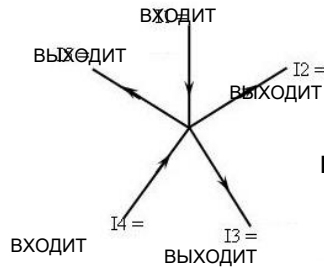


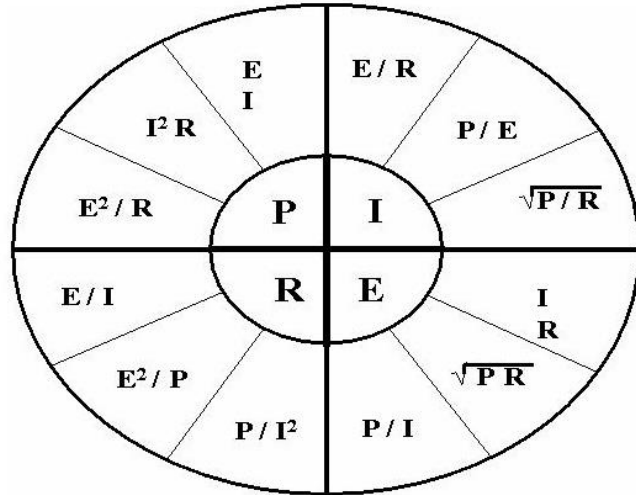
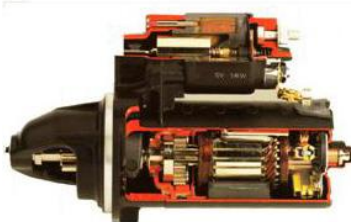
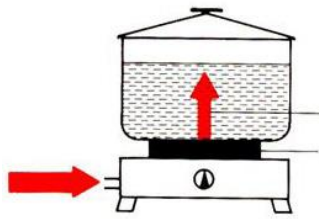
Рис. 4-1 Первый закон Кирхгофа для токов

Взаимосвязь напряжения, силы тока и сопротивления участка цепи описывается законом Ома: величина тока, протекающего на участке цепи, прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна его сопротивлению. Изменение одного из параметров влияет на изменение остальных. Закон Ома можно записать в виде равенства, например, $U = I \times R$, где U — напряжение, I — сила тока, R — сопротивление. Для более простого запоминания можно воспользоваться треугольником, который позволит определить значение одного из трех параметров при известных двух других. Достаточно закрыть неизвестный параметр в треугольнике, чтобы появилась формула для его расчета.

Расчет электроцепи позволяет подобрать предохранитель, выбрать поперечное сечение соединительного провода и оценить работоспособность самой цепи и устройств, подключенных к ней.

Для понимания принципов работы электроцепей также помогут законы Кирхгофа. Первый закон гласит: алгебраическая сумма токов в проводниках, соединенных в узел, равна нулю. Второй закон гласит: алгебраическая сумма ЭДС всех источников в любом замкнутом контуре цепи равна алгебраической сумме напряжений на всех остальных элементах того же контура.

Электрическая мощность, работа



P: Электрическая мощность: ватт,
E: Напряжение: вольт, **R:** Сопротивление: Ом,
I: Сила тока: ампер.

Мощность определяется двумя параметрами: силой тока и напряжением. Произведением этих двух величин и определяется мощность. Легко представить себе, что обогреватель, через который пропускают ток силой 10 А, нагреется сильнее, чем обогреватель с силой тока 5 А. Матрица расчета параметров мощности будет очень полезна. Каждая четверть круга связана с расчетом одного параметра электроцепи. Внутри сектора приведены формулы, по которым можно проводить расчет интересующего параметра. В зависимости от исходных данных выбирают одну из формул для расчета. Работа представляет собой произведение мощности на время ее выполнения.

Ремонт электропроводки



Дешевые клещи



Паяльник



Профессиональные клещи

COMPONENT ILLUSTRATION		
1. Power supply	2. Power supply	3. Power supply
4. Power supply	5. Power supply	6. Power supply
7. Power supply	8. Power supply	9. Power supply
10. Power supply	11. Power supply	12. Power supply
13. Power supply	14. Power supply	15. Power supply
16. Power supply	17. Power supply	18. Power supply
19. Power supply	20. Power supply	21. Power supply
22. Power supply	23. Power supply	24. Power supply
25. Power supply	26. Power supply	27. Power supply
28. Power supply	29. Power supply	30. Power supply
31. Power supply	32. Power supply	33. Power supply
34. Power supply	35. Power supply	36. Power supply
37. Power supply	38. Power supply	39. Power supply
40. Power supply	41. Power supply	42. Power supply
43. Power supply	44. Power supply	45. Power supply
46. Power supply	47. Power supply	48. Power supply
49. Power supply	50. Power supply	51. Power supply
52. Power supply	53. Power supply	54. Power supply
55. Power supply	56. Power supply	57. Power supply
58. Power supply	59. Power supply	60. Power supply
61. Power supply	62. Power supply	63. Power supply
64. Power supply	65. Power supply	66. Power supply
67. Power supply	68. Power supply	69. Power supply
70. Power supply	71. Power supply	72. Power supply
73. Power supply	74. Power supply	75. Power supply
76. Power supply	77. Power supply	78. Power supply
79. Power supply	80. Power supply	81. Power supply
82. Power supply	83. Power supply	84. Power supply
85. Power supply	86. Power supply	87. Power supply
88. Power supply	89. Power supply	90. Power supply
91. Power supply	92. Power supply	93. Power supply
94. Power supply	95. Power supply	96. Power supply
97. Power supply	98. Power supply	99. Power supply
100. Power supply	101. Power supply	102. Power supply

Комплект инструмента для ремонта электропроводки

Если электроприбор неисправен, то самым простым решением является его замена. При неисправности в электропроводке рекомендуется выполнить ее ремонт. Но ремонт разрешен не для всех систем. Например, запрещено ремонтировать электропроводку компонентов системы пассивной безопасности. Поэтому перед началом ремонта следует всегда обращаться к технической документации. При ремонте необходимо пользоваться только рекомендуемым инструментом, запасными частями (например, использовать влагозащищенные разъемы) и применять правильные методы и технологии ремонта.