

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ	2
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК	4
ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ И ЕЁ ПАРАМЕТРЫ	5
МУЛЬТИМЕТР	12
РАЗЛИЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ	17
ПОНЯТИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЦЕПИ	21
ЗАЩИТА И ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ	22
МАССА ШАССИ	24
ПРЕДОХРАНИТЕЛИ	25
ПОНЯТИЕ МОЩНОСТИ	26
ВЫКЛЮЧАТЕЛИ	28
АККУМУЛЯТОРЫ	30
МАГНЕТИЗМ	38
ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ	40
КАТУШКА	41
РЕЛЕ	42
ЭВОЛЮЦИЯ РЕЛЕ	45
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ И ГЕНЕРАТОР	50
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА	51
ДВУХСКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ С ТРЕМЯ ЩЁТКАМИ	54
ОСТАНОВКА СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЯ В ИСХОДНОМ ПОЛОЖЕНИИ	55
СТАРТЕР	56
ШАГОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	58
ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	62
РЕГУЛИРОВАНИЕ И ЦЕПЬ НАГРУЗКИ	67
ОСВЕЩЕНИЕ	68
РЕГУЛИРОВКА ФАР	71

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Историческая справка

2600 лет назад Фалес Милетский в Греции заметил, что, если потереть концом янтарной палочки о шерстяную ткань, она может притягивать легкие и сухие частицы различных веществ. Поскольку янтарь по-гречески называется “электрон”, это ещё неизвестное явление назвали: “электричество”.

Бенджамин Франклин отождествил электричество с молнией и изобрёл громоотвод, а Вольта, немного позже, изобрёл гальванический элемент, носящий его имя. Но вот мы уже в 1800 году, когда был впервые практически использован электрический генератор.

В 19-м веке применение электрического тока развивается, и прогресс ускоряется. Это, главным образом, связано с изобретением динамо Граммом в 1869 году и первой лампы накаливания с угольной нитью Эдисоном в 1889 году.

В начале 20-го века все более совершенные исследования следуют одно за другим и приводят к рассмотрению электричества как формы энергии, связанной с перемещением бесконечно малых частиц в глубине вещества. Мы попадаем в эру атома.

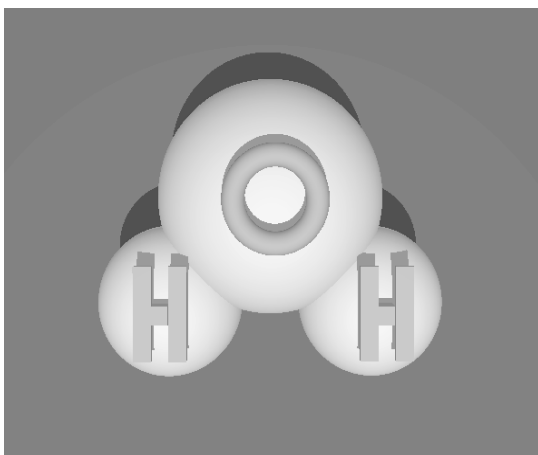
Молекула и атом

Перед тем как определить, что такое электрический ток, рассмотрим поближе строение материи.

Мельчайшая частица тела, существующая в свободном состоянии, называется молекулой. Сама молекула состоит из одного или множества атомов, природа которых может быть различна.

Атом происходит от греческого “атомос”, что значит “неделимый”.

Этот рисунок нам показывает одну из молекул воды

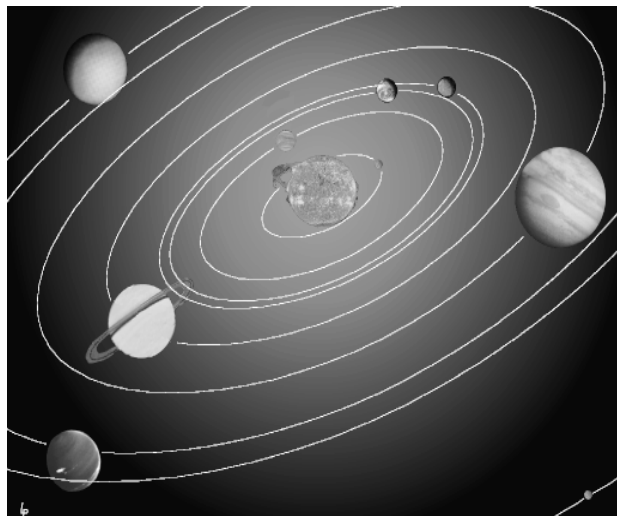


Эта молекула состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Её химическая формула H_2O .

Долгое время атом рассматривался, как самая мелкая частица вещества, но новейшие технологии позволили выявить частицы, которые его составляют:

электрон, протон и нейтрон.

Строение атома можно просто объяснить по аналогии с солнечной системой.



Движущиеся планеты подобны электронам, а Солнце - ядру.

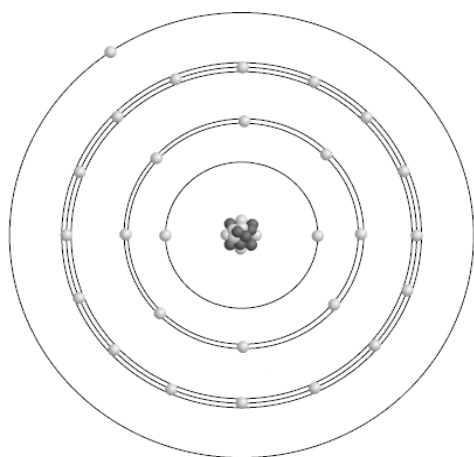
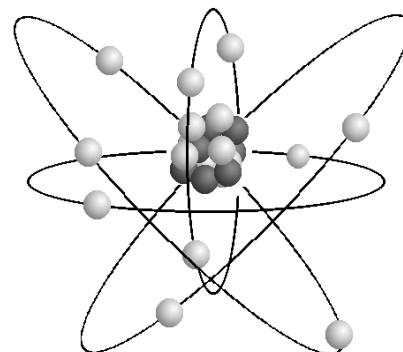
Электроны (отрицательно заряженные частицы) движутся по различным орбитам вокруг ядра.

Ядро состоит из протонов (положительно заряженных частиц) и нейтронов (электрически нейтральных частиц).

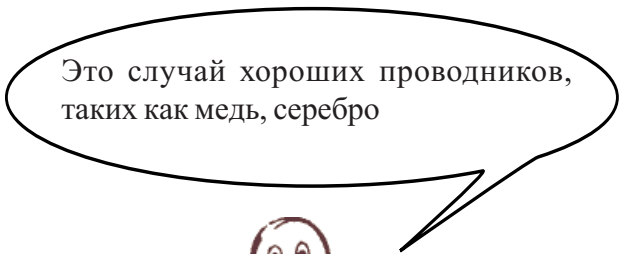
Число электронов равно числу протонов в атоме, что делает его электрически нейтральным.

Слой электронов, наиболее удалённых от ядра - "валентный слой", определяет химические и электрические свойства атома.

Если валентный слой содержит от одного до трех электронов, они могут легко отделяться от атома. Такие электроны называются свободными.



Атом меди: Cu



Это случай хороших проводников, таких как медь, серебро

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Источник тока имеет выводы \oplus и \ominus .

Вывод \ominus заряжен отрицательно, он связан с атомами, содержащими избыток электронов.

Вывод \oplus заряжен положительно, он связан с атомами, потерявшими электроны.

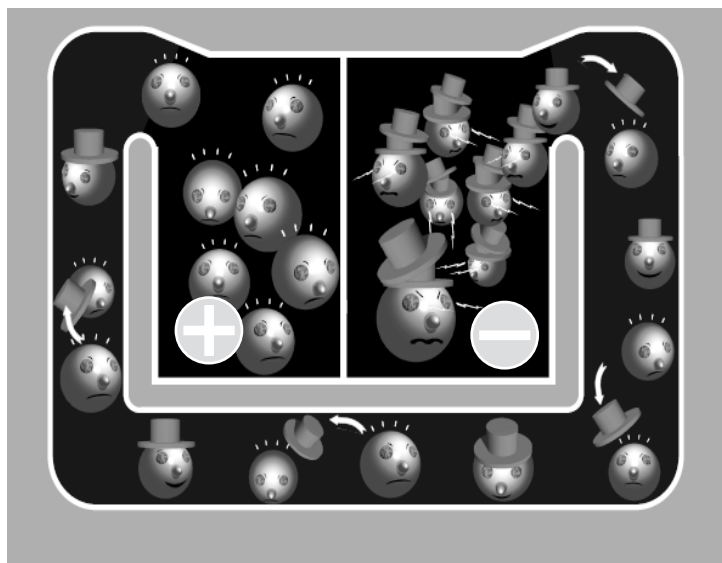
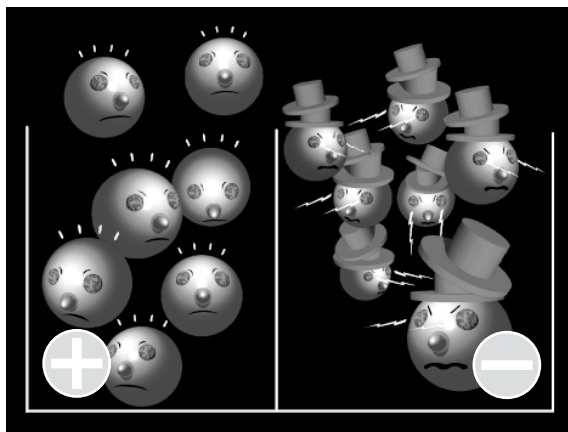
Изобразим атом в виде некоего субъекта в шляпе.

Голова представляет собой ядро, а шляпа – свободный электрон.



Атом

Таким же образом в источнике тока изобразим атомы, принадлежащие выводам \oplus или \ominus в соответствии с их электронным зарядом, затем соединим их электрическим проводником.



Мы видим, что электроны перемещаются от вывода \ominus к выводу \oplus , посредством свободных электронов проводника. Это – реальное направление электрического тока, называемое также направлением движения электронов.

Однако электрический ток был открыт значительно раньше того времени, когда он мог быть объяснен. Физики решили присвоить ему произвольное направление от плюса к минусу и назвали его “условное направление”.

Поскольку это непринципиально, такое направление было сохранено в теории электричества.

ПРОСТЕЙШАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ И ЕЕ ПАРАМЕТРЫ

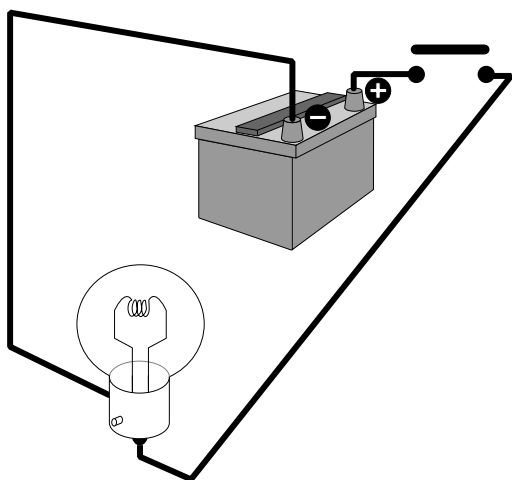
Чтобы объяснить электрическую цепь, проще всего обратиться к гидравлической цепи.

Эту аналогию мы будем использовать в данной главе.

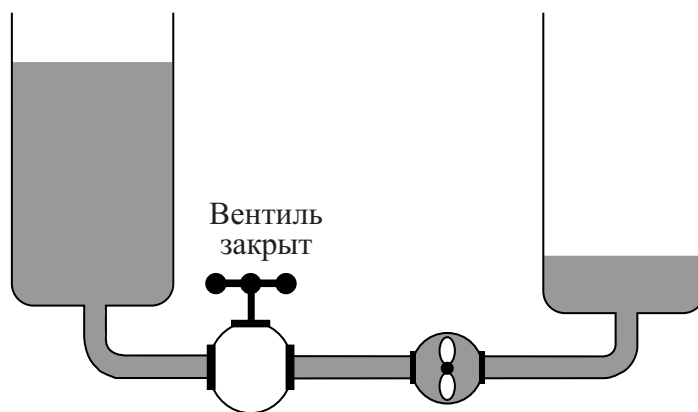
Составление простой цепи

Простая цепь состоит из следующих элементов:

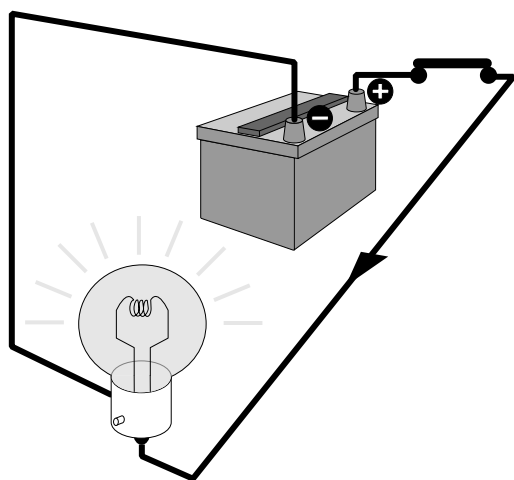
	ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ		ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ
Источник питания	→ → → → → → → → → → Батарея	→ → → → → → → → → →	Резервуар с водой
Потребитель	→ → → → → → → → → → Лампа	→ → → → → → → → → →	Гидротурбина
Проводники	→ → → → → → → → → → Провода	→ → → → → → → → → →	Трубопроводы
Разъединитель	→ → → → → → → → → → Выключатель	→ → → → → → → → → →	Вентиль



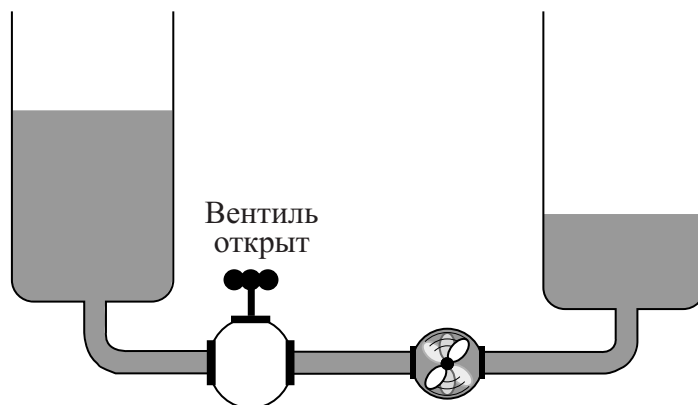
Выключатель разомкнут.
↓
Тока нет.



Вентиль закрыт.
↓
Вода не циркулирует.



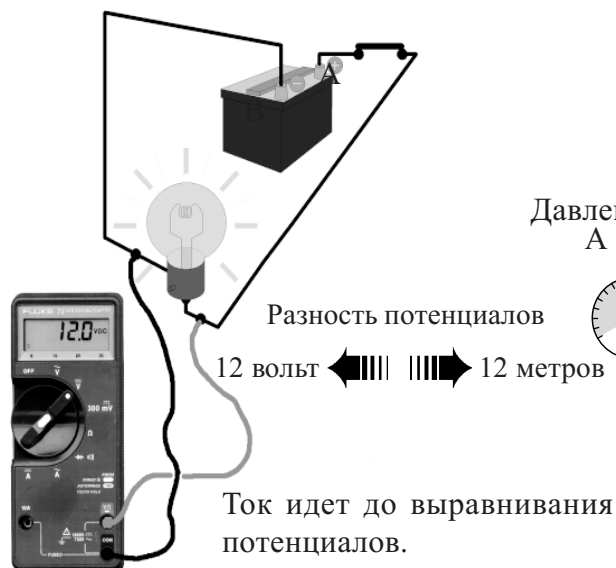
Выключатель включен.
↓
Ток идет.
Лампа горит



Вентиль открыт.
↓
Вода циркулирует.
Турбина крутится

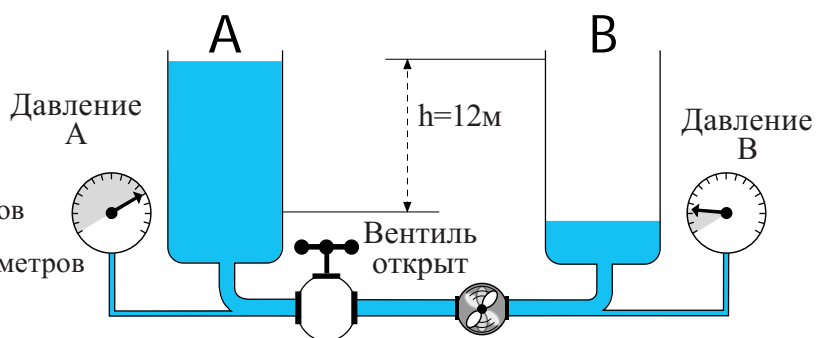
Понятие напряжения

Чтобы ток циркулировал между точками А и В электрической цепи, необходимо иметь разность потенциалов, называемую “напряжением”.

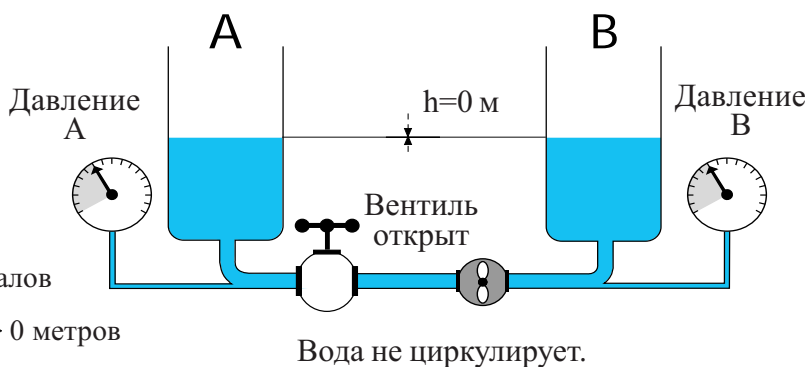
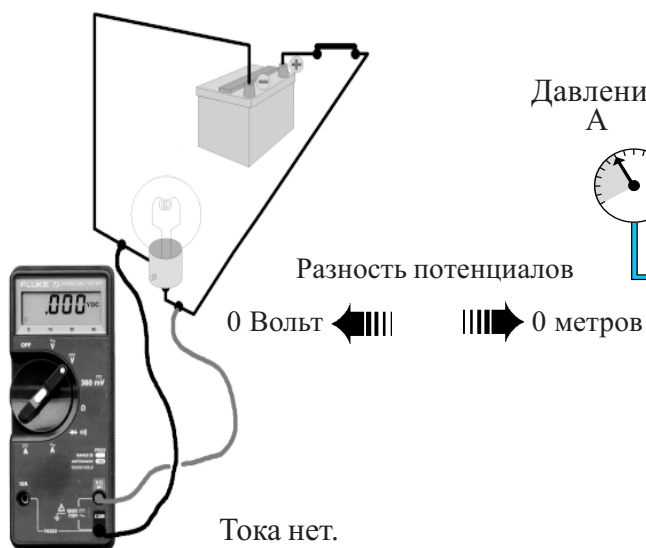


То же самое и в гидравлике: необходимо иметь разность уровней в резервуарах А и В, чтобы создать циркуляцию воды.

Высота h представляет гидравлический потенциал установки



Вода циркулирует до выравнивания уровней.



Обозначение напряжения:

U

Единица напряжения:

Вольт (В)

Измерительный прибор:

Мультиметр в позиции “Вольтметр”

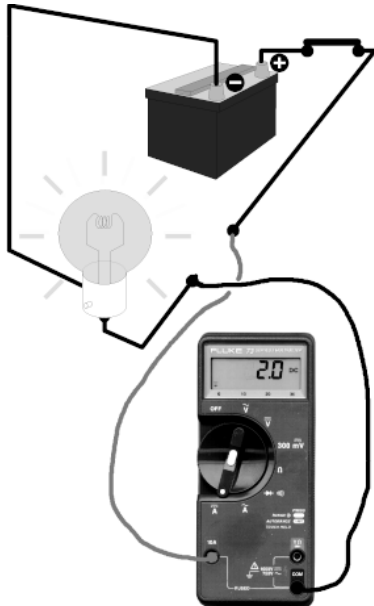
Включение прибора:

Параллельно

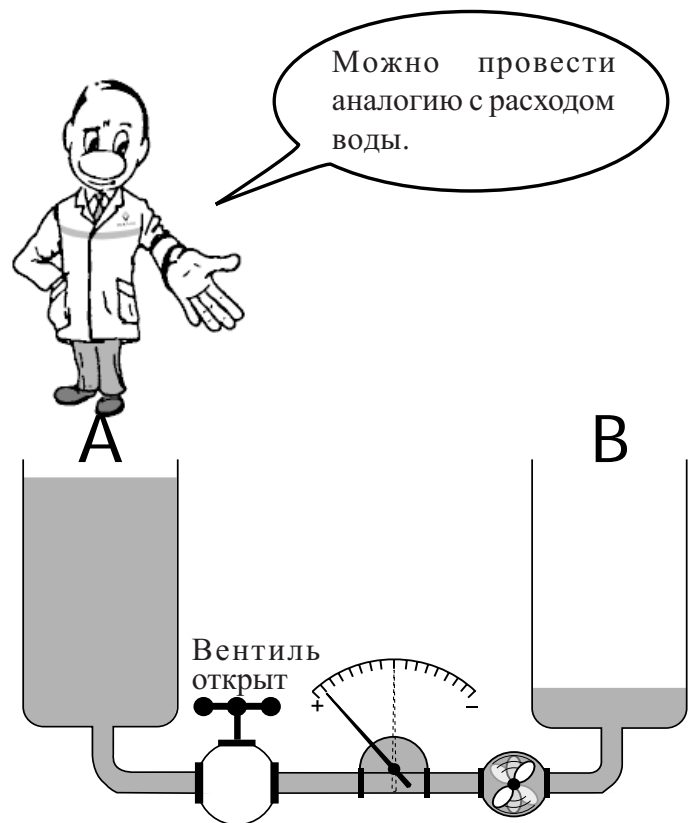
Понятие силы тока

В зависимости от характеристики потребителя электрический ток течёт в большем или меньшем количестве - это расход тока.

Силой тока называют величину этого тока.



Обозначение силы тока:
Единица измерения:
Измерительный прибор:
Включение потребителя:



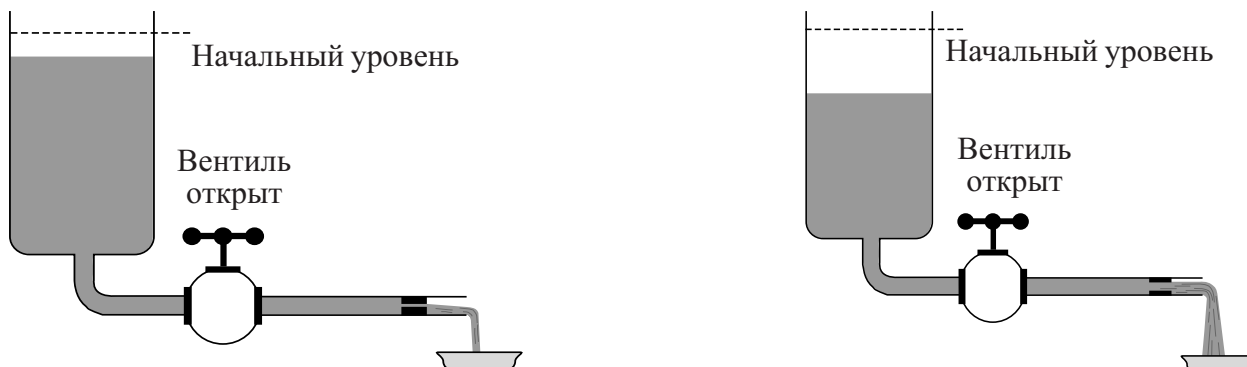
I
Ампер (А)
Мультиметр в положении “Амперметр”
Последовательно

Понятие сопротивления

Для своего вращения турбина использует энергию циркуляции воды, тормозя ее и уменьшая ее расход.

Чтобы лучше понять, что такое сопротивление, заменим турбину жиклером.

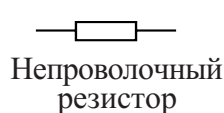
Мы замечаем, что в зависимости от проходного сечения жиклера резервуар опорожняется быстрее или медленнее.



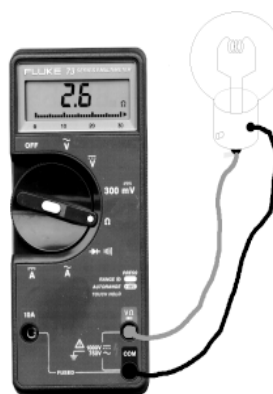
Жиклер противодействует, таким образом, расходу воды.

В электричестве это противодействие называется “сопротивлением”, поскольку оно уменьшает расход тока в цепи, или же силу тока. Элементы, функциональное назначение которых – оказывать известное сопротивление электрическому току с целью регулирования тока и напряжения, называются резисторами.

Наиболее распространенные обозначения резисторов следующие:



Сопротивление измеряется с помощью омметра



Обозначение сопротивления:

R

Единица измерения:

Ом (Ω)

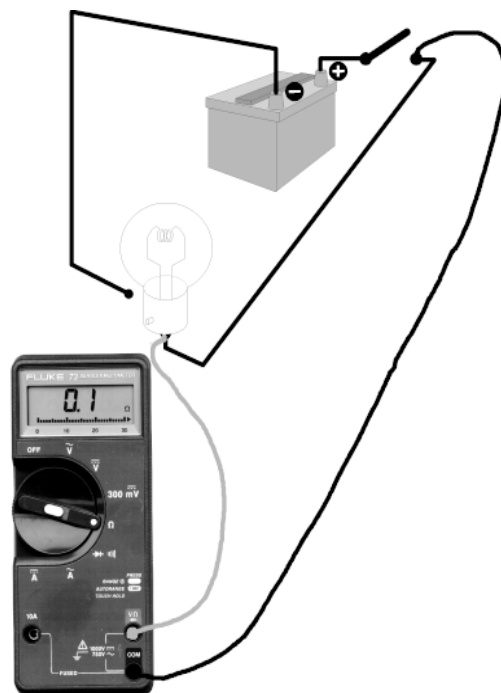
Измерительный прибор:

Мультиметр в позиции “омметр”

Включение прибора:

К концам измеряемого элемента

Говорят, что две точки электрической цепи замкнуты, если сопротивление между этими двумя точками близко к нулю.

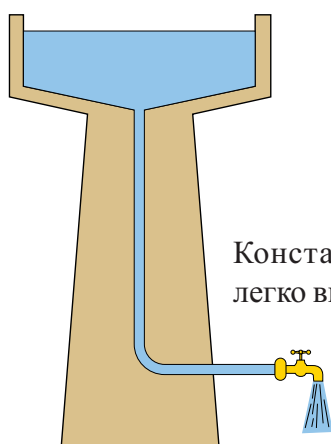


Такие материалы, как фарфор или пластмасса, обладающие большим электрическим сопротивлением, называются “изоляторами”.

Однако следует отметить, что идеальных изоляторов не существует, так же как не существует идеальных проводников.

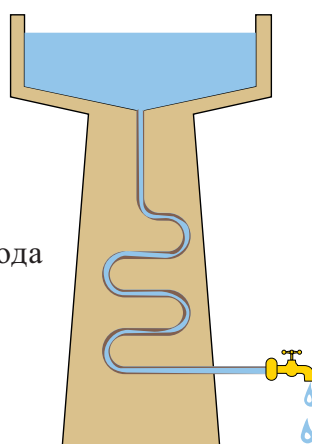
Медный провод, который является хорошим проводником, создает всё же определённое сопротивление течению тока.

Чтобы объяснить это явление, рассмотрим снова гидравлический контур и представим в качестве сопротивления накипь в трубках.



Констатируем, что вода легко вытекает, если

- ☞ Сечение трубки велико
- ☞ Длина трубки мала



Электрический провод ведет себя как трубопровод в гидравлическом контуре, его сопротивление увеличивается с его длиной и уменьшается с увеличением сечения.

Закон Ома



Резюмируем вместе

Чтобы ток протекал между двумя точками, необходимо иметь источник энергии, создающий разность потенциалов U . Затем следует соединить эти две точки цепью нагрузки, то есть сопротивлением R .

Комбинация этих двух элементов - напряжения и сопротивления - и обуславливает циркуляцию тока I

Эти три фактора связаны между собой законом Ома:

$$U=R \cdot I$$

Для простоты пользования законом расположим эти факторы в треугольнике.



Достаточно закрыть неизвестный элемент, чтобы появилась формула.

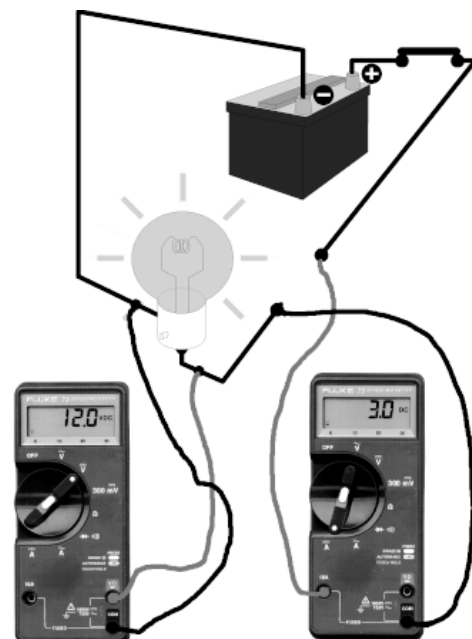
Применим закон Ома к этой электрической цепи.

Мы знаем потребляемый ток $I=3A$

и напряжение батареи $U=12V$.

Получим сопротивление:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{3} = 4\Omega$$



Сопротивление и температура

Прохождение электрического тока приводит к повышению температуры проводника.

Следовательно, сечение провода должно быть выбрано с учетом тепловых потерь на рассеивание (см. главу “Защита и питание электрических цепей”).

Однако это явление используется в некоторых случаях, например, для оттаивания зеркала заднего вида или заднего стекла, во всех нагревательных элементах.

Но внимание!!!

Сопротивление электрической цепи имеет тенденцию к увеличению с повышением температуры



Возьмем в качестве примера свечу подогрева, используемую в дизельном двигателе. В холодном состоянии ее сопротивление составляет примерно 0,6 Ом, то есть очень близко к короткому замыканию. Но через одну минуту подогрева ее сопротивление становится равным примерно 40 Ом. Таким образом, при работе происходит авторегуляция температуры. Действительно, при повышении температуры сопротивление увеличивается, следовательно, сила тока падает. Создается равновесие между сопротивлением и силой тока.

МУЛЬТИМЕТР

Измерение напряжения, силы тока и сопротивления производится с помощью прибора, объединяющего эти три функции. Данный прибор называется мультиметром.

Прибор, изучаемый в этой главе, представляет собой мультиметр с цифровой индикацией.

Представление



Каким бы ни было измерение, черный провод, снабженный щупом, всегда включен в гнездо “COM” (“общее” для прибора).

Красный провод может включаться в два различных гнезда в зависимости от типа измерения (“VΩ” или “10A”).

Подключение красного провода

Подключение черного провода

Функция вольтметра

Переключатель может иметь два положения в соответствии с типом измеряемого напряжения: переменного или постоянного.

Красный провод, снабженный щупом, включается в гнездо “V”.

Вольтметр подключается параллельно измеряемому участку цепи.

Можно рассматривать вольтметр, как большое сопротивление.



Красный провод

Черный провод

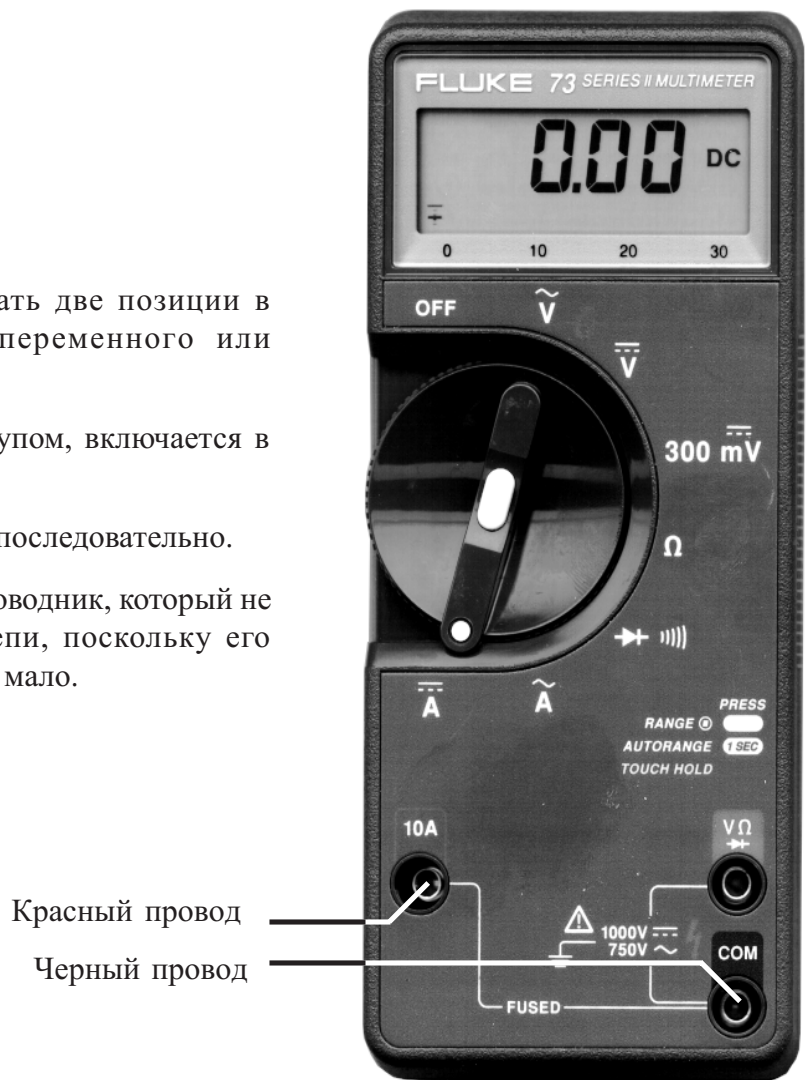
Функция амперметра

Переключатель может принимать две позиции в зависимости от рода тока: переменного или постоянного.

Красный провод, снабженный щупом, включается в гнездо "10A".

Амперметр подключается в цепь последовательно.

Можно его рассматривать, как проводник, который не искажает протекание тока в цепи, поскольку его внутреннее сопротивление очень мало.



Но внимание!!!

Ошибка в использовании прибора может привести к его повреждению, если он не снабжен защитой



Функция омметра

Переключатель установить на “Ω”.

Красный провод, снабженный щупом, включается в гнездо “Ω”.

Омметр подключается к концам измеряемого сопротивления, цепь разомкнута (нет разности потенциалов).

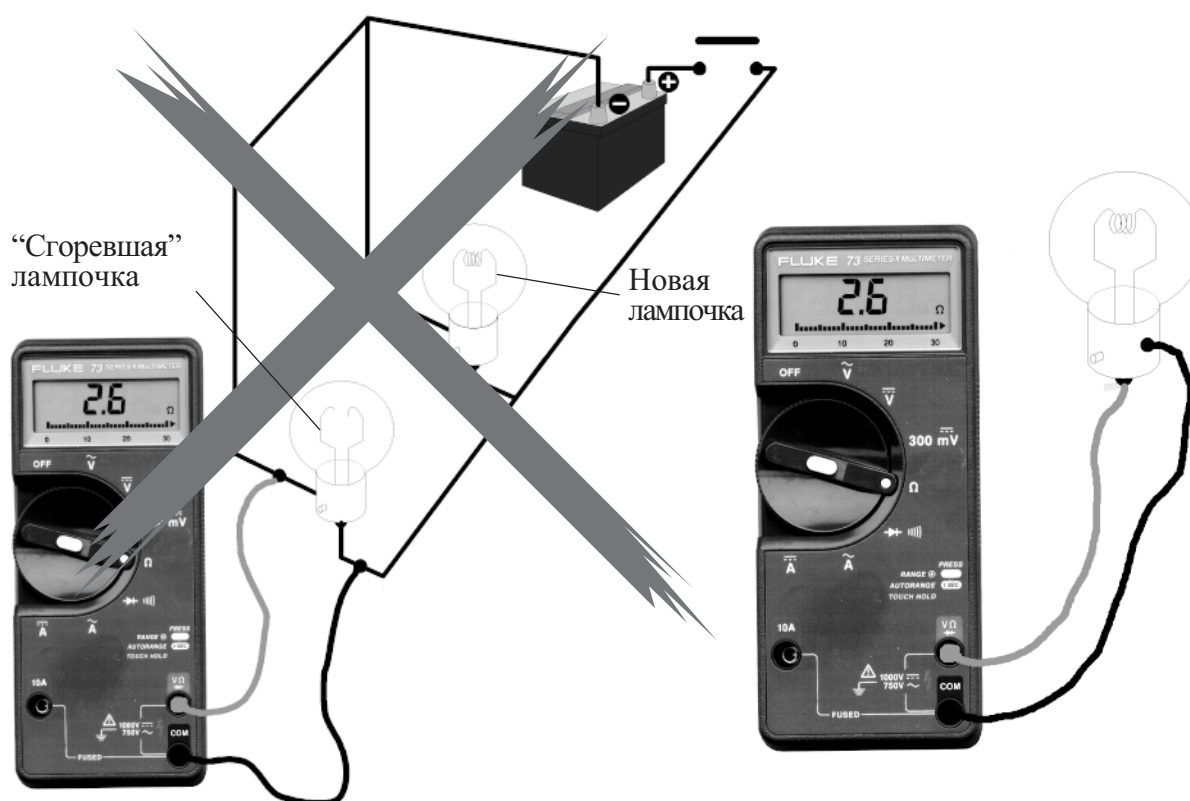
Прибор создает ток на измеряемом участке цепи, чтобы определить его сопротивление.

Красный провод
Черный провод



Но внимание!!!

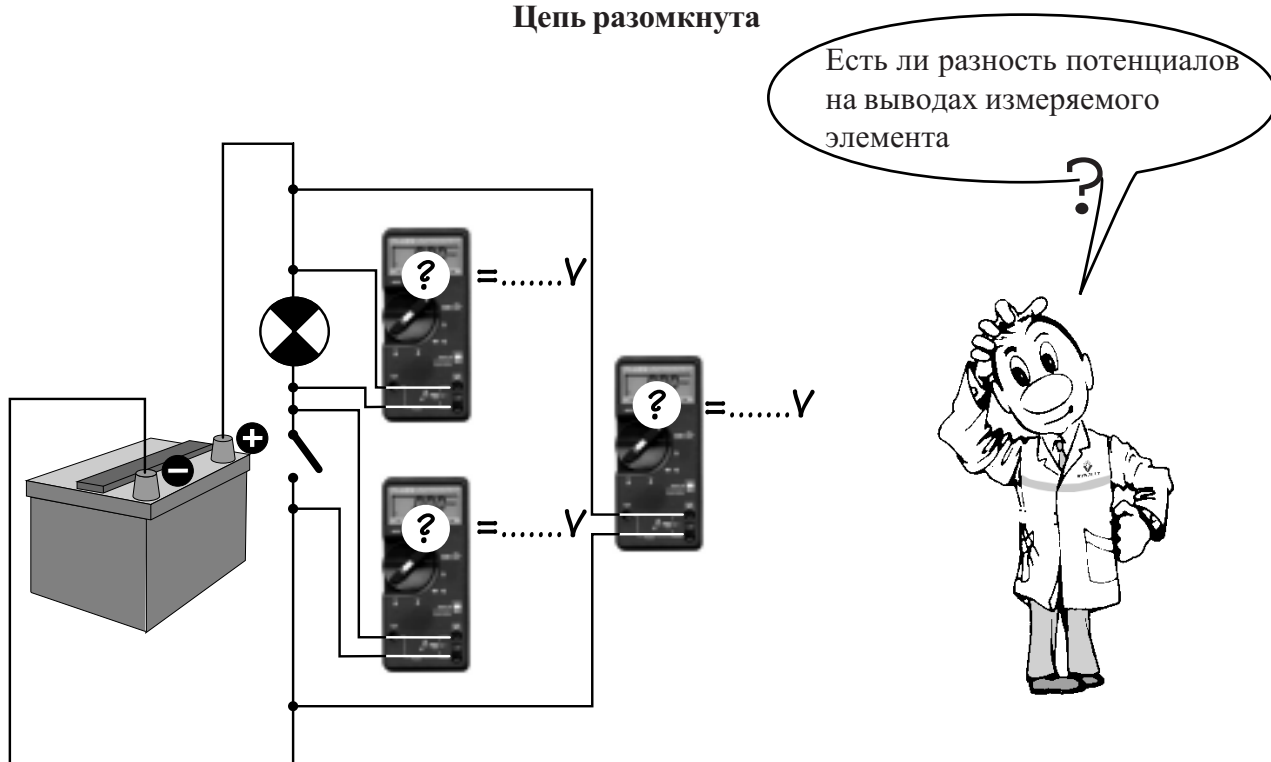
Необходимо удостовериться, что измеряемый элемент цепи изолирован и обесточен.



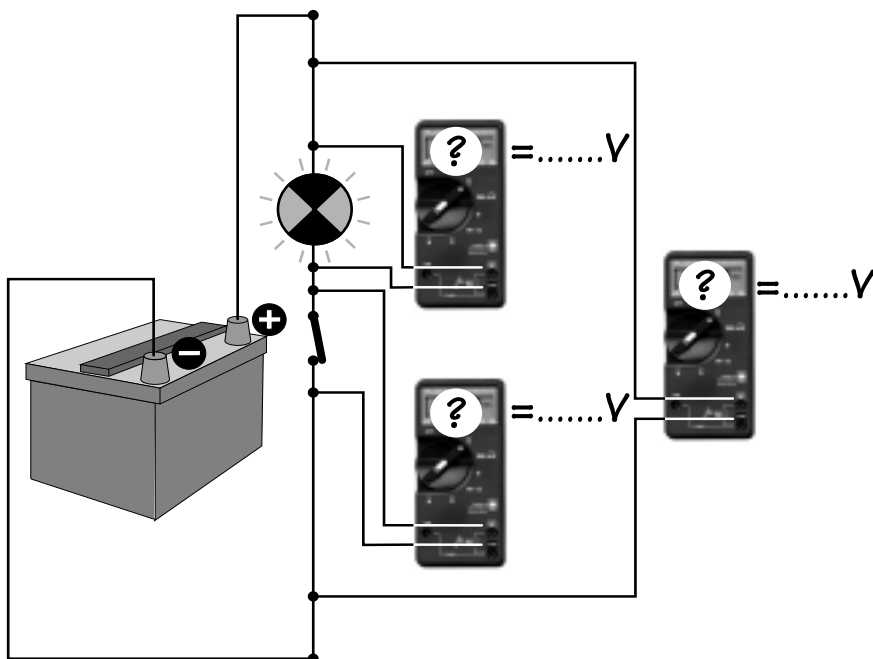
Выполнение измерений

Прежде всего, проверьте, хорошо ли работает измерительный прибор.

Цепь разомкнута

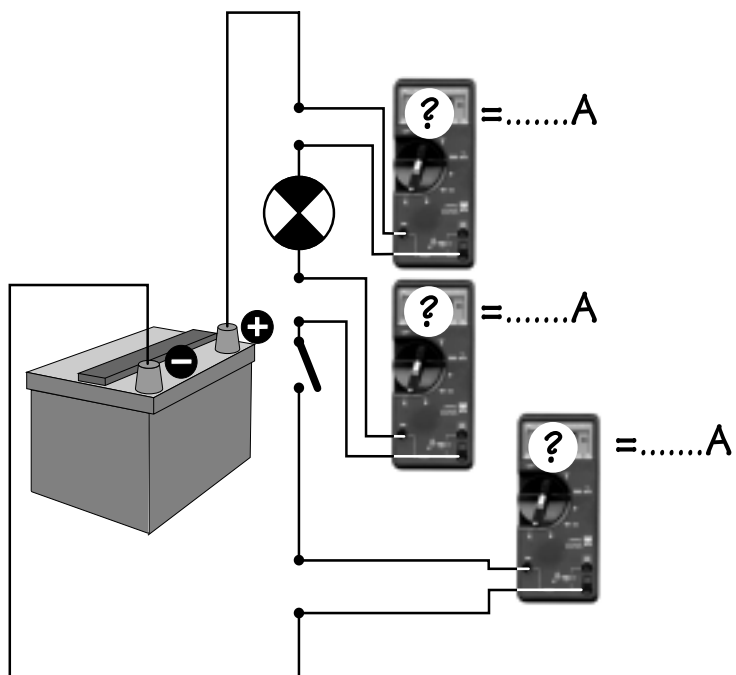


Цепь замкнута



Выполнение измерений (продолжение)

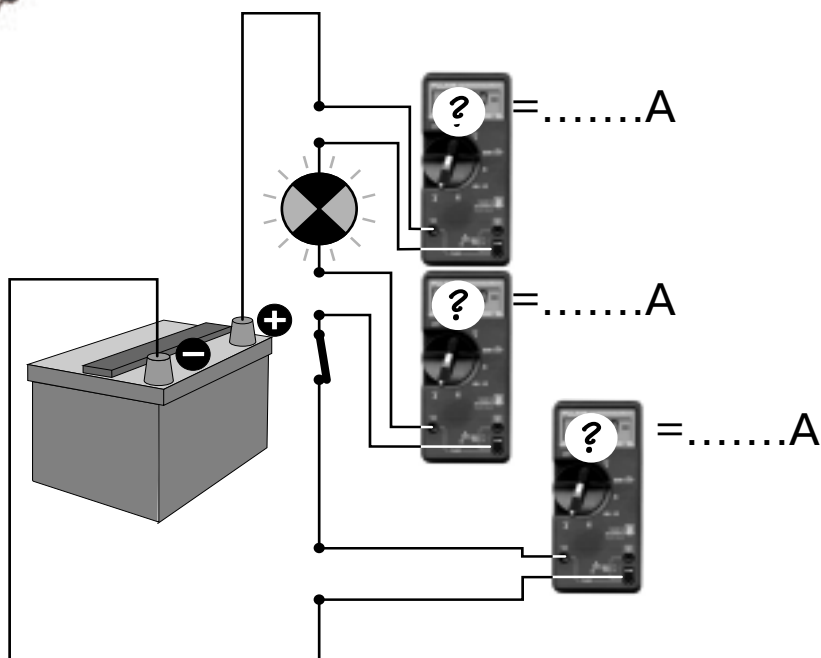
Цепь разомкнута



Протекает ли ток в цепи,
иначе, есть ли сила тока



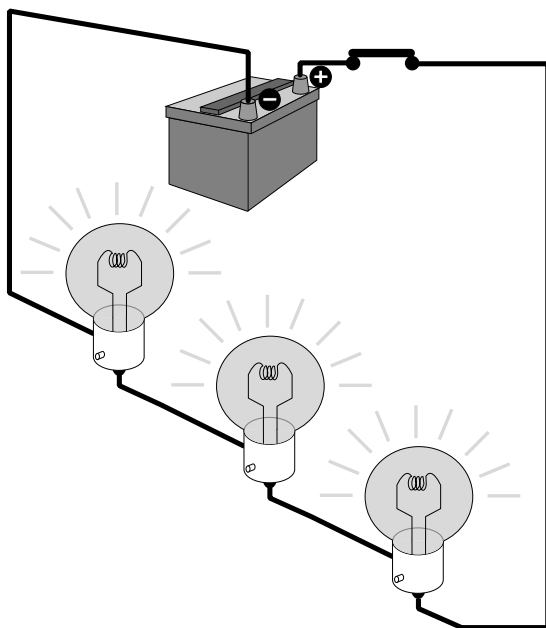
Цепь замкнута



РАЗЛИЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Существует два типа электрического включения нескольких потребителей.

Последовательное соединение.

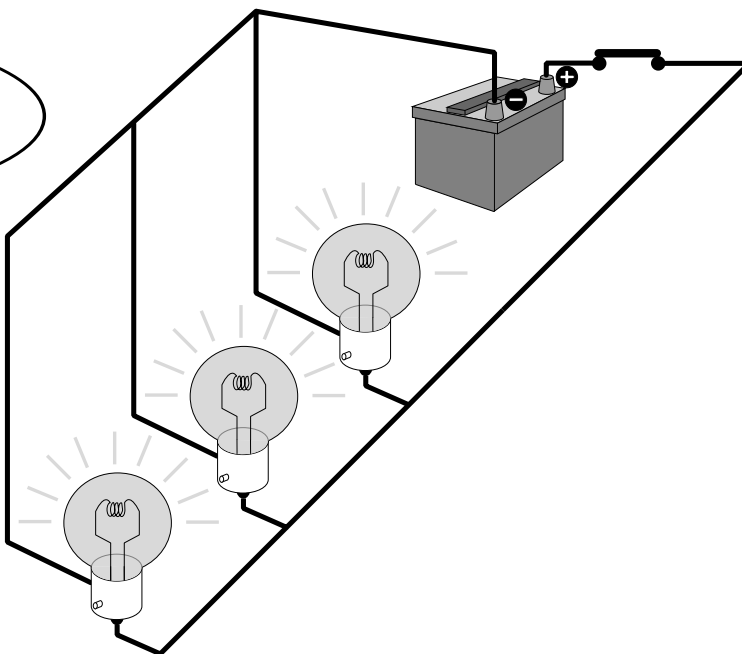


Потребители образуют последовательную цепь.



Параллельное соединение.

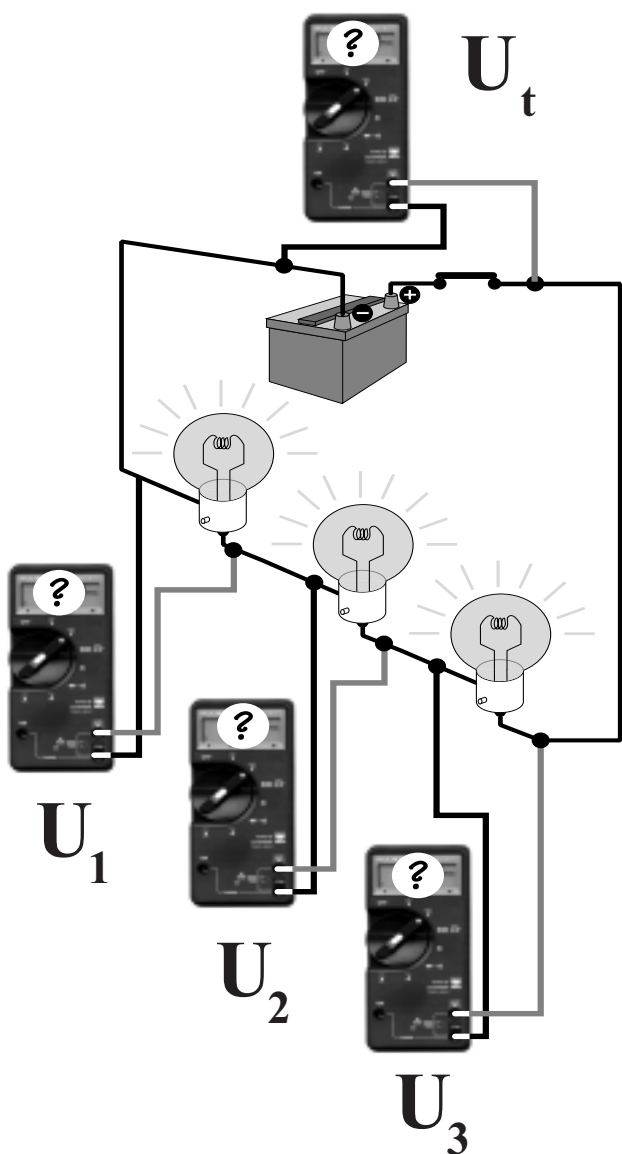
Подключение повторяется столько раз, сколько имеется потребителей



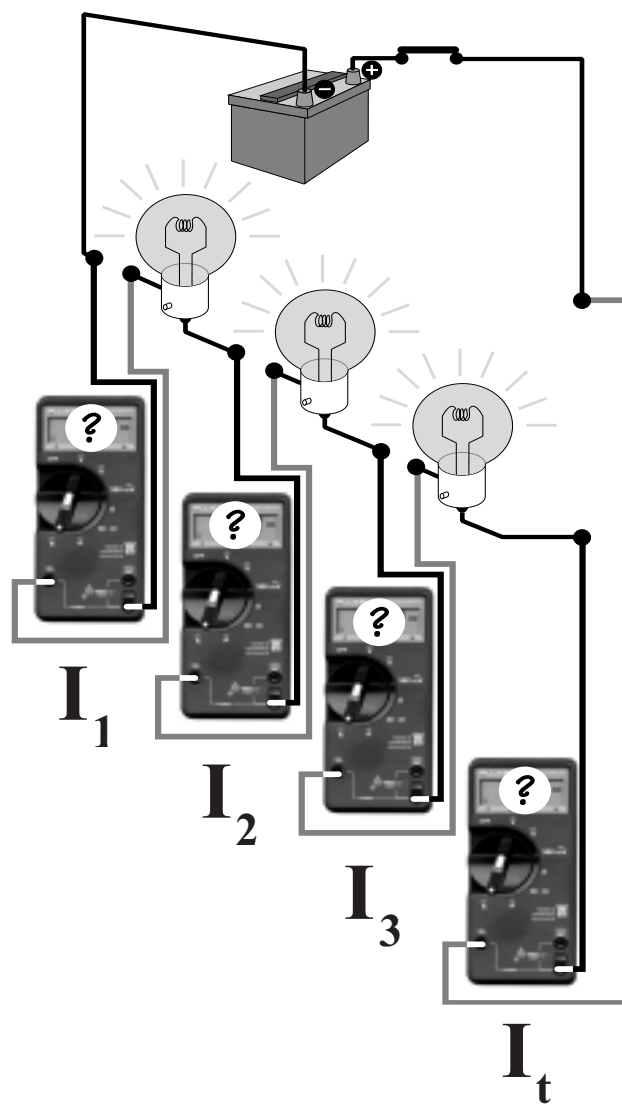
Последовательное соединение

Измерим напряжение и силу тока в последовательной цепи.

Добавьте в следующие формулы знаки "+", "-" или "=".

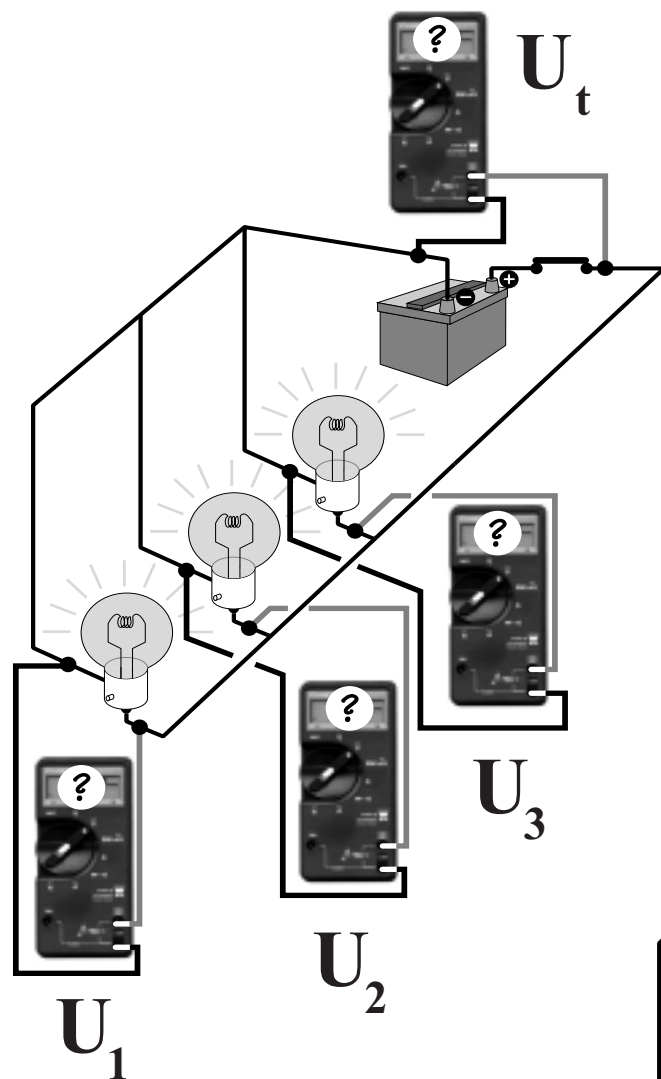


$$U_t = U_1 \dots U_2 \dots U_3$$

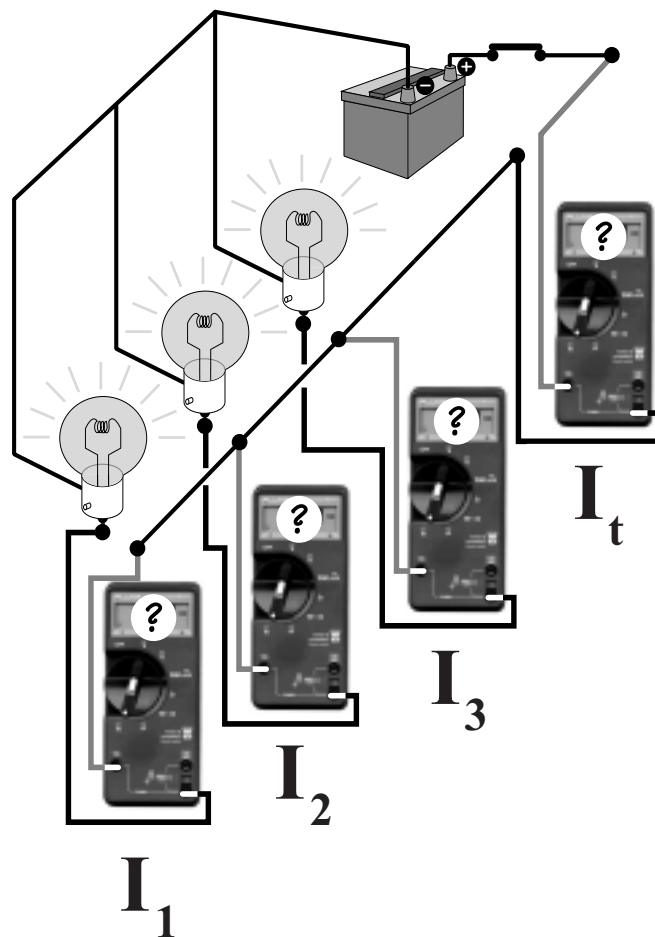


$$I_t = I_1 \dots I_2 \dots I_3$$

Параллельное соединение



$$U_t = U_1 \dots U_2 \dots U_3$$



$$I_t = I_1 \dots I_2 \dots I_3$$

В заключение ...

Мы можем констатировать, что сила тока ведет себя противоположно напряжению в зависимости от того, выполнено ли соединение потребителей последовательно или параллельно.

Кроме того, обрыв нити одной из ламп последовательной цепи влечет за собой нарушение работы всей установки.

В автомобиле чаще всего используется параллельное подключение потребителей.



Последовательно:

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3$$

и

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

Параллельно:

$$U_t = U_1 = U_2 = U_3$$

и

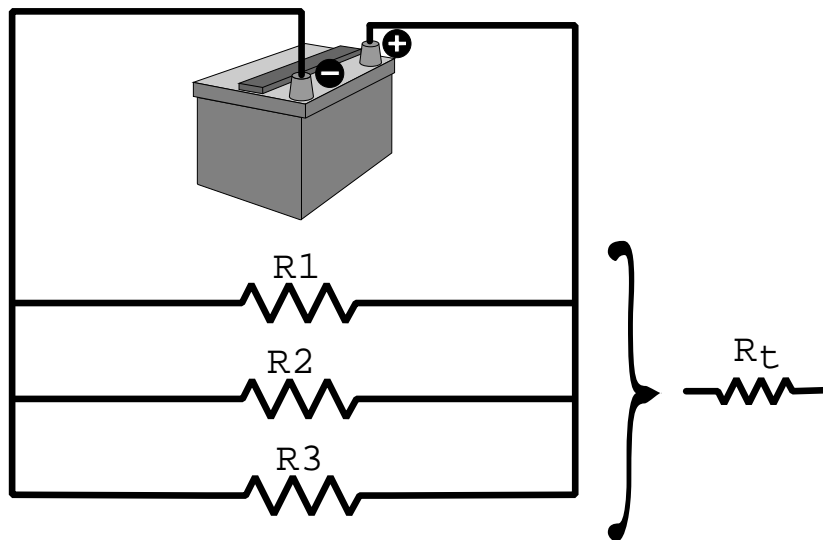
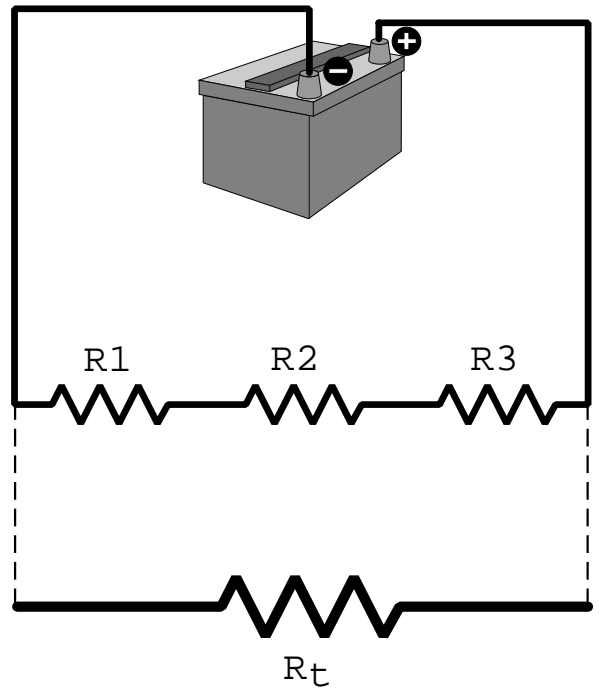
$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

ПОНЯТИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

В данной последовательной цепи ток должен пройти последовательно по трем резисторам R_1 , R_2 и R_3 .

Полное сопротивление R_t этой цепи равно сумме трех сопротивлений.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$



При параллельном соединении батарея должна обеспечить ток каждого потребителя.

Чтобы потребить столько же тока, что и три соединенных потребителя, сопротивление R_t , эквивалентное этой схеме, должно быть ниже самого меньшего из сопротивлений.

Чтобы вычислить его величину, используем сумму обратных величин сопротивлений для получения обратной величины полного сопротивления.

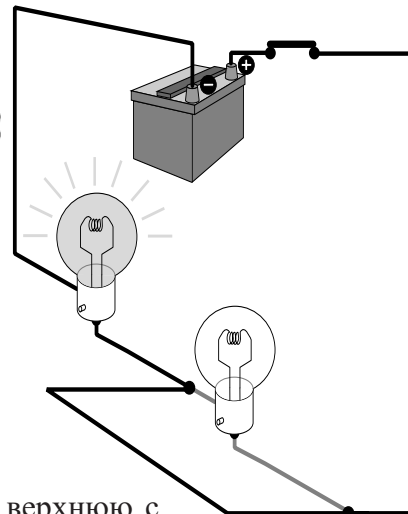
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ЗАЩИТА И ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Короткое замыкание

В электротехнике используют термин “короткое замыкание” или “шунт”, если первоначальный путь тока отклонен цепью, обладающей сопротивлением, близким к нулю.

Шунтируем одну из ламп, составляющих следующую электрическую цепь.



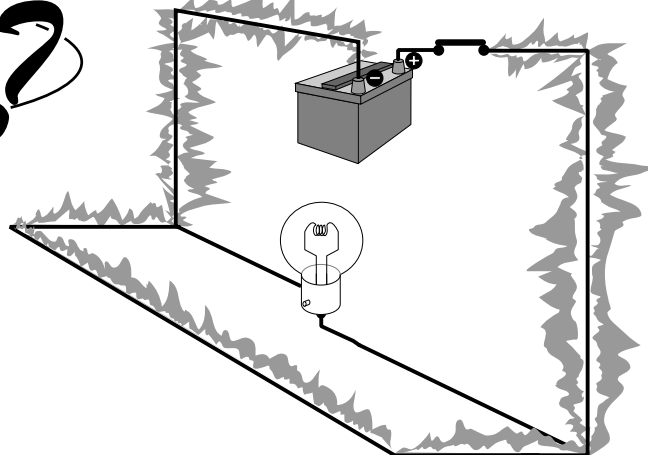
Мы замечаем, что короткозамкнутая лампа не горит.

Напряжение из нижней по течению тока точки переведено в верхнюю с помощью проводника.

В представленном случае короткое замыкание не приводит к повреждению проводки.

- ☞ либо нить нешунтированной лампы вспыхивает ярче из-за повышения напряжения,
- ☞ либо нить сгорает и “служит предохранителем” по этой же причине.

Но что происходит, если имеется только одна лампа



Действительно, в случае, когда имеется только одна лампа, короткое замыкание ее выводов эквивалентно короткому замыканию выводов \oplus и \ominus батареи

Поскольку в этих условиях сопротивление цепи (сопротивление проводов) чрезвычайно мало, батарея вызывает появление очень большого тока.

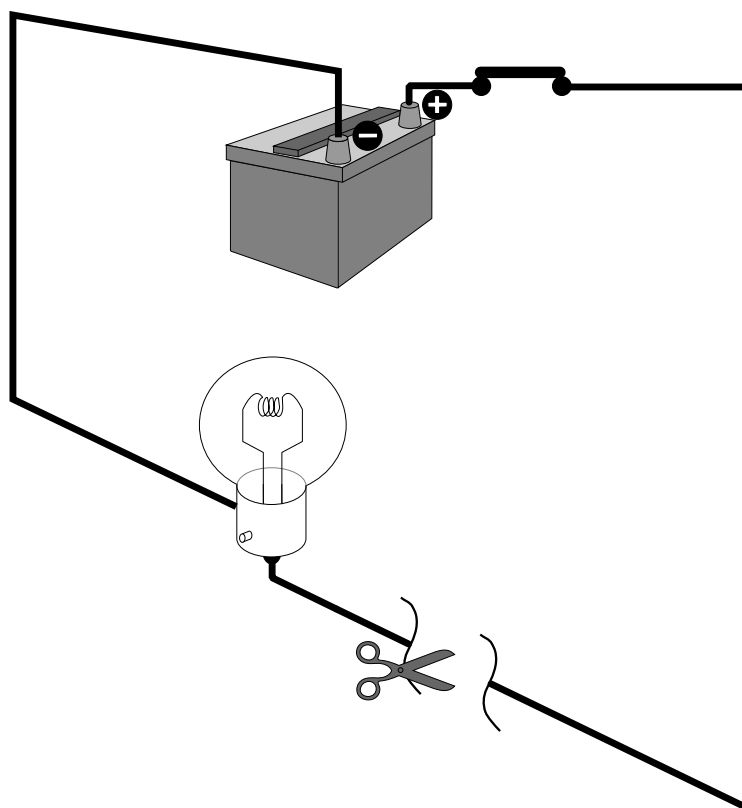
Появляется риск возникновения пожара от расплавления проводов!

Но внимание!!!

Последствия могут быть теми же самыми и в первом случае, если сила тока, ограничиваемая оставшимися потребителями, становится чрезмерно большой.

Обрыв цепи

В противоположность короткому замыканию “обрыв цепи” характеризуется бесконечно большим сопротивлением между двумя точками электрической цепи.



Провода питания лампы на рисунке разрезаны, то есть цепь разорвана.


МАССА ШАССИ

Шасси автомобиля изготовлено из металла, следовательно, является хорошим проводником электричества.

Это позволяет использовать кузов, чтобы осуществить возврат тока в батарею.

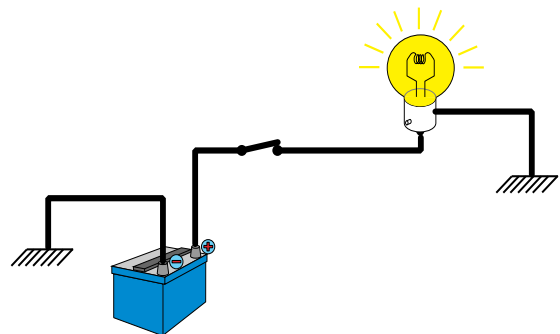
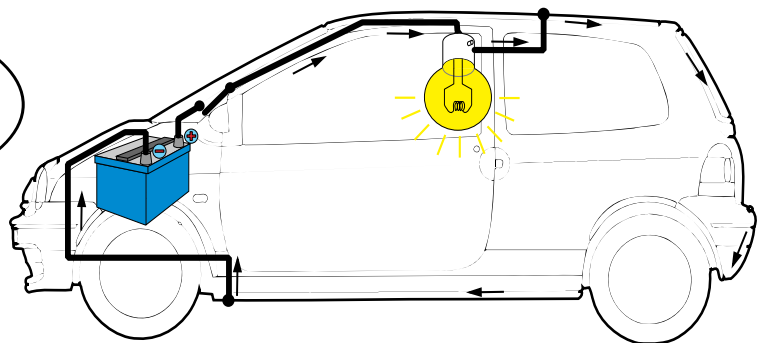
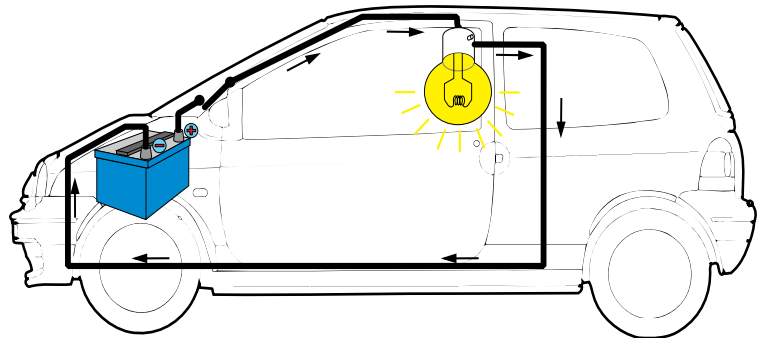
Хотя это решение упрощает проводку, одновременно оно значительно увеличивает риск короткого замыкания.

Действительно, контакт оголённого провода питания с какой-либо точкой кузова приводит к короткому замыканию!

Соединение массы шасси с выводом  аккумулятора называется “подсоединением к корпусу”

Внимание!

Плохое соединение с массой приводит к такому же дефекту, что и плохое электропитание.



Электронная масса

Бортовые компьютеры получают от различных датчиков разнообразную информацию.

Чтобы обеспечить правильное функционирование электронных систем необходимо их изолировать от массы шасси. Таким образом, различают два типа масс:

- ☞ Электрическая масса для больших токов (электромоторы).
- ☞ Электронные массы для слабых токов (электронные блоки, бортовые компьютеры).

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Чтобы избежать разрушения электропроводки при случайном коротком замыкании предохранитель расплавляется вместо проводки, разрывая неисправную цепь

Существуют различные типы автомобильных предохранителей:

Предохранитель банан (в настоящее время не выпускается)



Предохранитель для автомобильного радиоприемника



Плоский предохранитель



Мини-предохранитель



Макси-предохранитель



На предохранителе указана сила тока, при превышении которой он должен разорвать электрическую цепь.

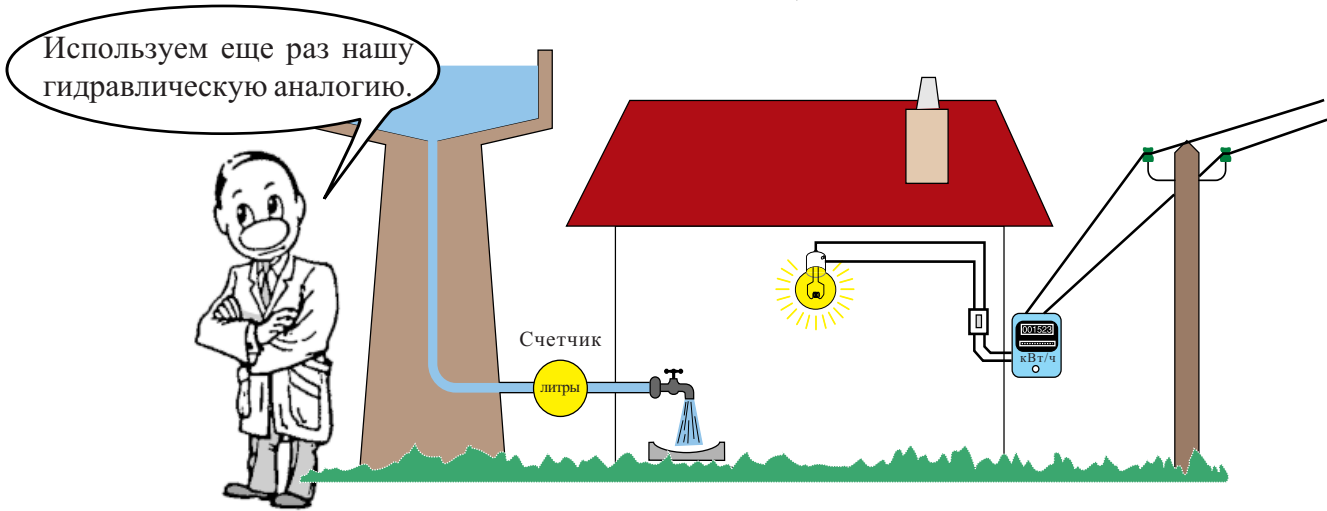
Вот перечисление имеющихся номиналов предохранителей:

ТИП ПРЕДО- ХРАНИТЕЛЯ	СИЛА ТОКА В АМПЕРАХ												
	2	3	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
ПЛОСКИЙ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
МИНИ	X		X	X	X	X	X	X	X				
МАКСИ									X	X	X	X	X

Сила тока при разрыве цепи может быть определена также по цвету предохранителя.

Предохранители разделены на две основные группы. Одна расположена в салоне автомобиля, другая - в подкапотном пространстве.

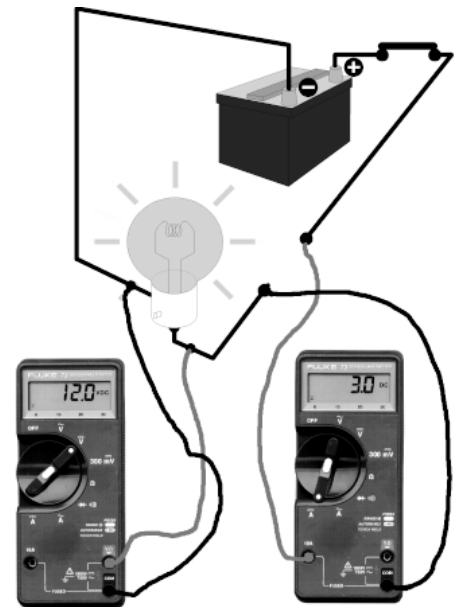
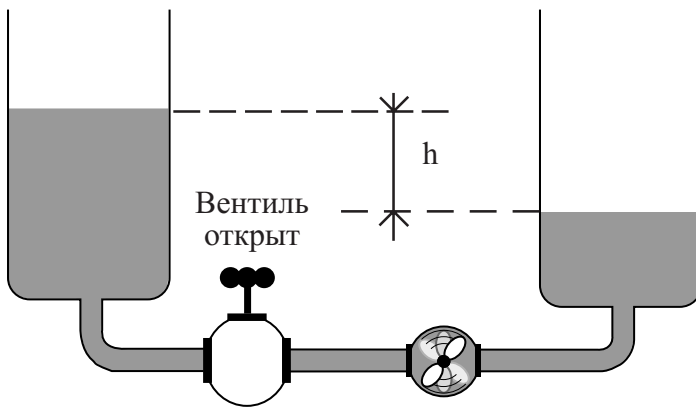
ПОНЯТИЕ МОЩНОСТИ



Чтобы знать количество потребленной воды, используют счетчик воды, который является измерителем расхода.

Так измеряют количество израсходованной жидкости.

Мощность выражается следующим образом:



В гидравлике мощность турбины зависит от скорости ее вращения (связано с расходом воды) и от момента (связанного с давлением на лопатки турбины).

Таким же образом, в электричестве мощность определяется двумя параметрами: силой тока и напряжением.

Произведение этих двух величин и определяет мощность.

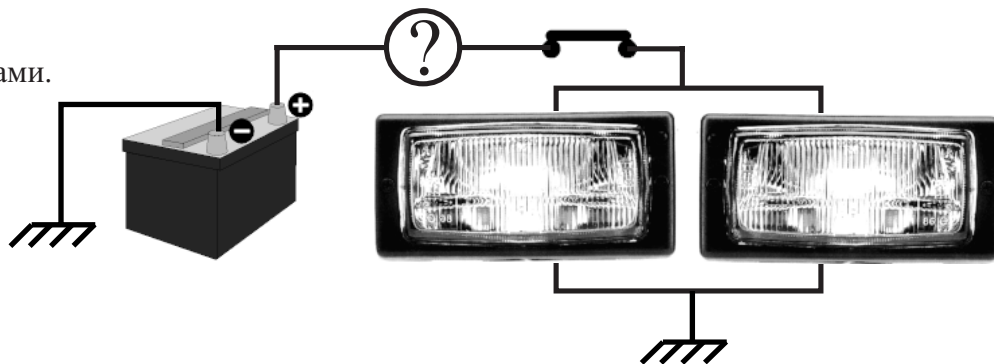
$$P = U \times I$$

↓ ↓ ↓

Ватт Вольт Ампер



Оборудуем автомобиль дополнительными фарами.



Как определить тип предохранителя, а также сечения проводов для установки в эту цепь?



Нам известно напряжение аккумулятора и такая новая величина, как мощность ламп.



Применим нашу формулу к цепи дополнительных фар.

Одна лампа потребляет: $I = \frac{P}{U} = \frac{55}{12} = 4,58$ ампер

В нашей цепи две лампы включены параллельно, следовательно, токи складываются.

Сила потребляемого тока равна: $4,58 + 4,58 = 9,16$ ампер.

Надо установить предохранитель на 10 ампер.

Теперь нам остается определить сечение проводов в цепи.

Существует много типов проводов, определяемых качеством их изоляции. Например:

- ☞ Класс 1, изоляция выдерживает температуру до 85°C (обычно используемые для прокладки проводов в салоне).
- ☞ Класс 2, изоляция выдерживает температуру до 125°C (используемые для прокладки проводов вблизи двигателя).

Таблица справа воспроизводит различные сечения используемых проводов, а также допустимую силу тока в зависимости от их класса.

Сечение, мм ²	0,35	0,6	1	1,4	2	3	4	5	7	10	16	20	25	40
Сила тока Класс 1	1,75	3	5	7	10	15	20	25	35	50	80	100	125	200
Сила тока Класс 2	2,45	4,2	7	9,8	14	21	28	35	49	70	112	140	175	280

Для тока 10 А, как в нашем примере, мы используем, таким образом, провода сечением 2 мм².

Наша цепь, наконец, готова.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

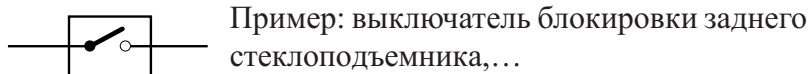
Электрические цепи, которые мы изучали до сих пор, содержали всегда один и тот же тип выключателя.

Однако в автомобиле существует много других выключателей, которые различаются по способу управления.

Их схематическое изображение соответствует обычно положению “разомкнуто”.

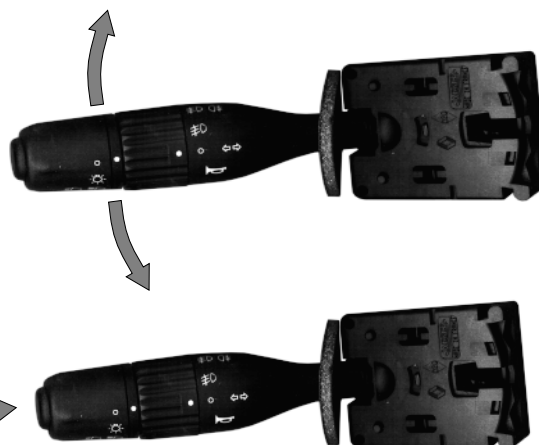
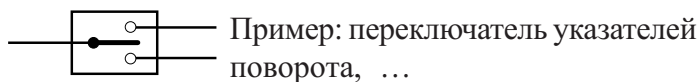
Начнем с простого выключателя, который нам хорошо известен.

Он включается пользователем вручную.



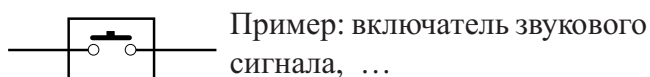
Переключатель

Это выключатель, который имеет несколько положений.



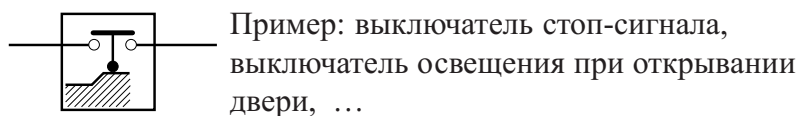
Кнопка

Это выключатель, который возвращается в исходное положение, как только прекращается воздействие на него.



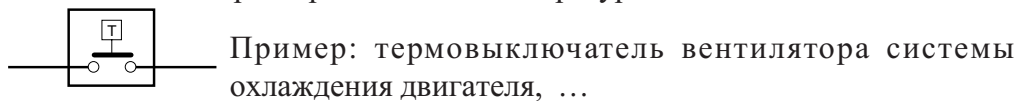
Позиционный замыкатель

Как указывает само его имя, он действует в определенном положении элемента.



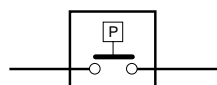
Термовыключатель (термоконтакт)

Он включается при определенной температуре.



Манометрический выключатель (прессостат)

Он действует при определенном давлении.

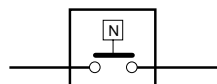


Пример: манометрический выключатель в системе охлаждения или манометрический датчик давления масла, ...



Датчик уровня (нивокод)

Это поплавок, который при определенном уровне жидкости приводит в действие выключатель.

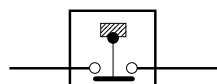


Пример: датчик минимального уровня тормозной жидкости, ...

Магнитный выключатель

Это выключатель, который приводится в действие магнитным полем.

Он может информировать об уровне жидкости или о величине замедления.

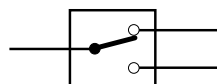


Пример: индикатор уровня жидкости в стеклоомывателе, ...



Инерционный переключатель

Это переключатель, который меняет свое положение в зависимости от определенного замедления.



Пример: инерционный датчик выключения бензонасоса.

И этот список не исчерпан !



АККУМУЛЯТОРЫ

Принцип действия

Возьмем, например, лимон, в который воткнем медный стержень и стальное лезвие.

Соединяя эти два металла с мультиметром, мы наблюдаем появление разности потенциалов.



Мы только что экспериментально показали принцип электрохимического генератора.

Он состоит в том, что два металла различной природы - “электроды” - погружаются в кислоту - “электролит”.

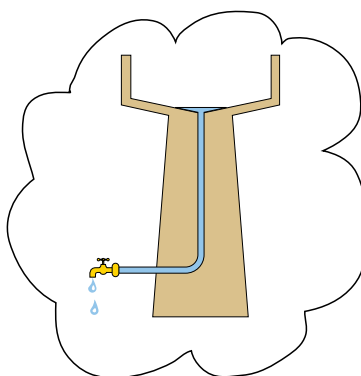
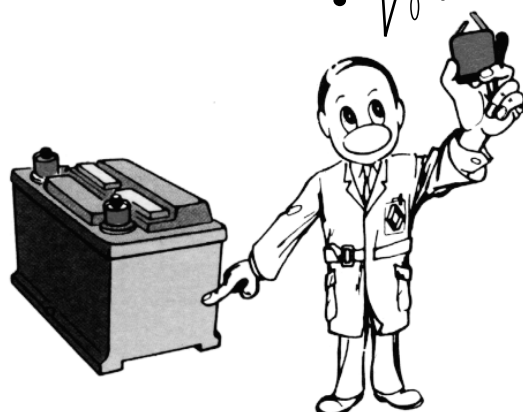
Между электродами и электролитом происходит химическая реакция, генерирующая постоянное напряжение.

Этот принцип работы используется в батареях и аккумуляторах, имеющих в продаже.

Производство электричества химическим типом генератора не бесконечно.

По аналогии с гидравликой, можно представить этот источник тока в виде резервуара.

Но что происходит, когда резервуар пуст?



В сухой батарее химическая реакция, генерирующая электричество, необратима.

**СУХАЯ БАТАРЕЯ НЕ
МОЖЕТ БЫТЬ ЗАРЯЖЕНА
СНОВА**

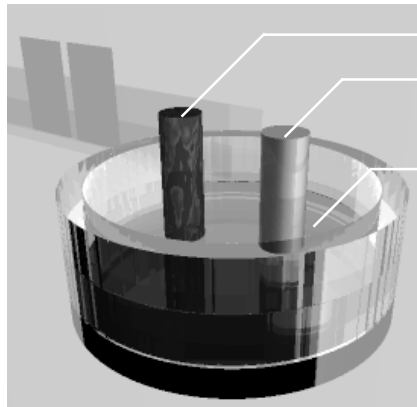
Как указывает само его название, аккумулятор аккумулирует электричество.

Химические процессы при разряде аккумулятора обратимы под действием электрического тока.

**АККУМУЛЯТОР МОЖНО
ПЕРЕЗАРЯДИТЬ**

Практическая реализация

Свинцовокислотный аккумулятор наиболее распространен в автомобилях.



Электроды на основе свинца различной природы (пятиокись свинца коричневого цвета и губчатый свинец серого цвета)

Электролит (раствор серной кислоты).

Электрохимическая реакция происходит при погружении двух электродов на основе свинца в раствор серной кислоты и дистиллированной воды.

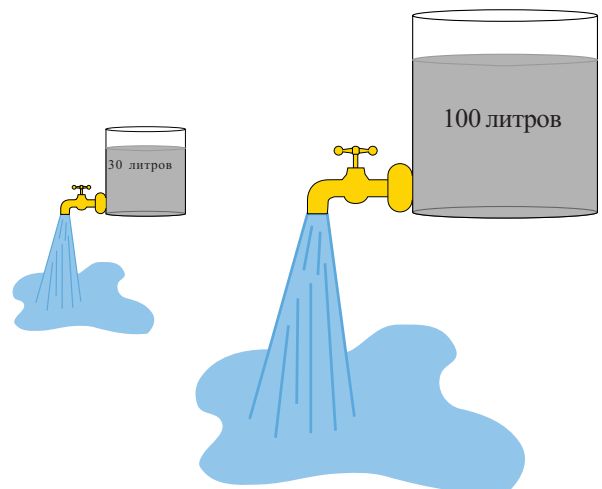
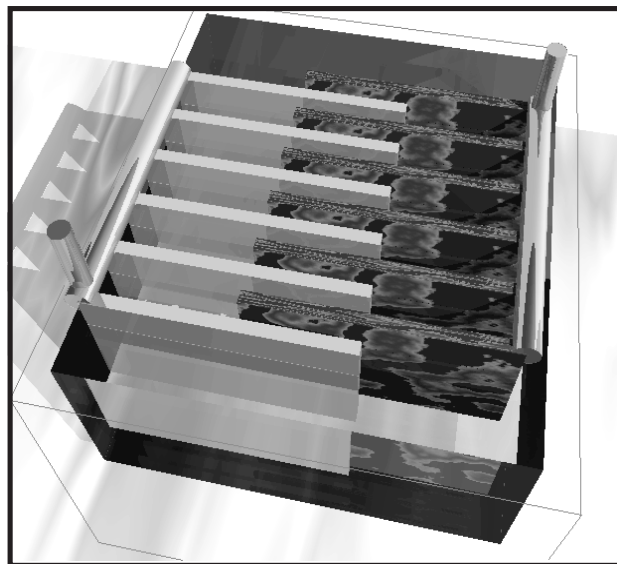
Номинальное напряжение свинцовой “ПАРЫ” приблизительно 2 Вольта; оно определяется материалом электродов и реакцией в электролите.

Этот элементарный аккумулятор обеспечивает слабое напряжение и имеет малую электрическую емкость.

Увеличивая активную поверхность электродов, находящихся в контакте с электролитом, путём увеличения количества пластин, повышают "количество" тока (ЕМКОСТЬ), который содержит аккумулятор, а также максимальную силу тока, которую он может обеспечить.



По аналогии с гидравликой можно сказать, что сечение крана пропорционально объему резервуара.



ВАЖНО!! Чтобы израсходовать всю энергию, запасенную аккумулятором, необходимо поддерживать правильный уровень электролита.

Практическая реализация (продолжение)

Число пластин (или площадь активной поверхности электродов) увеличивает ёмкость аккумулятора, но оно ни в коем случае не увеличивает его напряжение.

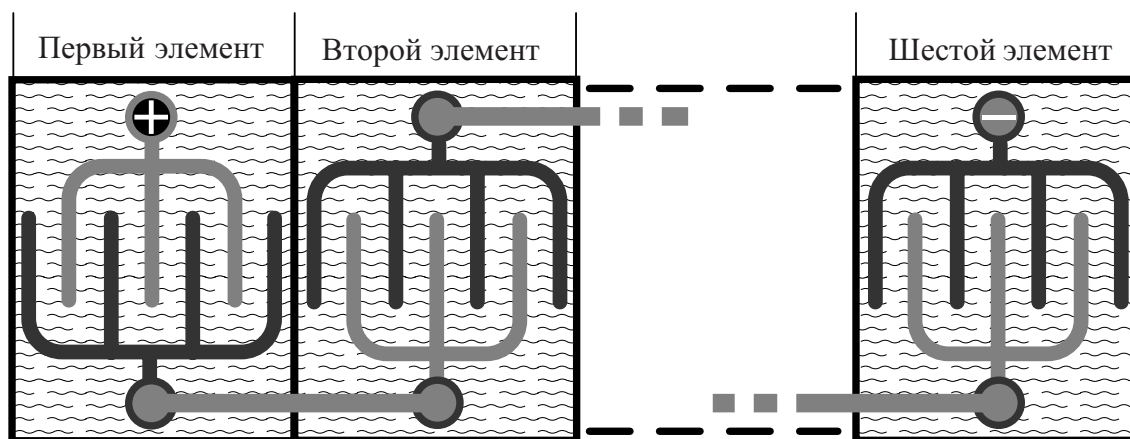
Чтобы увеличить напряжение и обеспечить желаемые характеристики, необходимо образовать аккумуляторную "батарею".

Аккумуляторы, составляющие современную автомобильную аккумуляторную батарею, находятся в одном корпусе.

Их называют "элементами".
Соединим несколько элементов последовательно. Общее напряжение равно сумме напряжений каждого элемента.

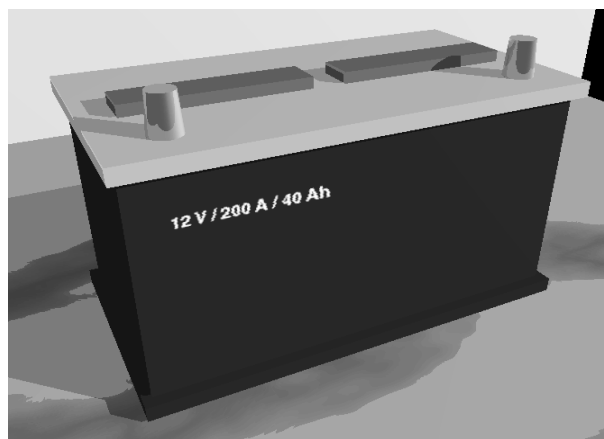


Батарея из шести свинцовых элементов обеспечивает номинальное напряжение 12 Вольт.



Характеристики

Особенности, о которых мы только что говорили, обычно написаны на батарее.



12В

Это — номинальное напряжение батареи.
Оно зависит от числа элементов и материалов электродов.

200А*

Это — максимальная сила тока, которую обеспечивает батарея в течение 90 секунд при температуре -18°C .
Она зависит от площади активной поверхности электродов.

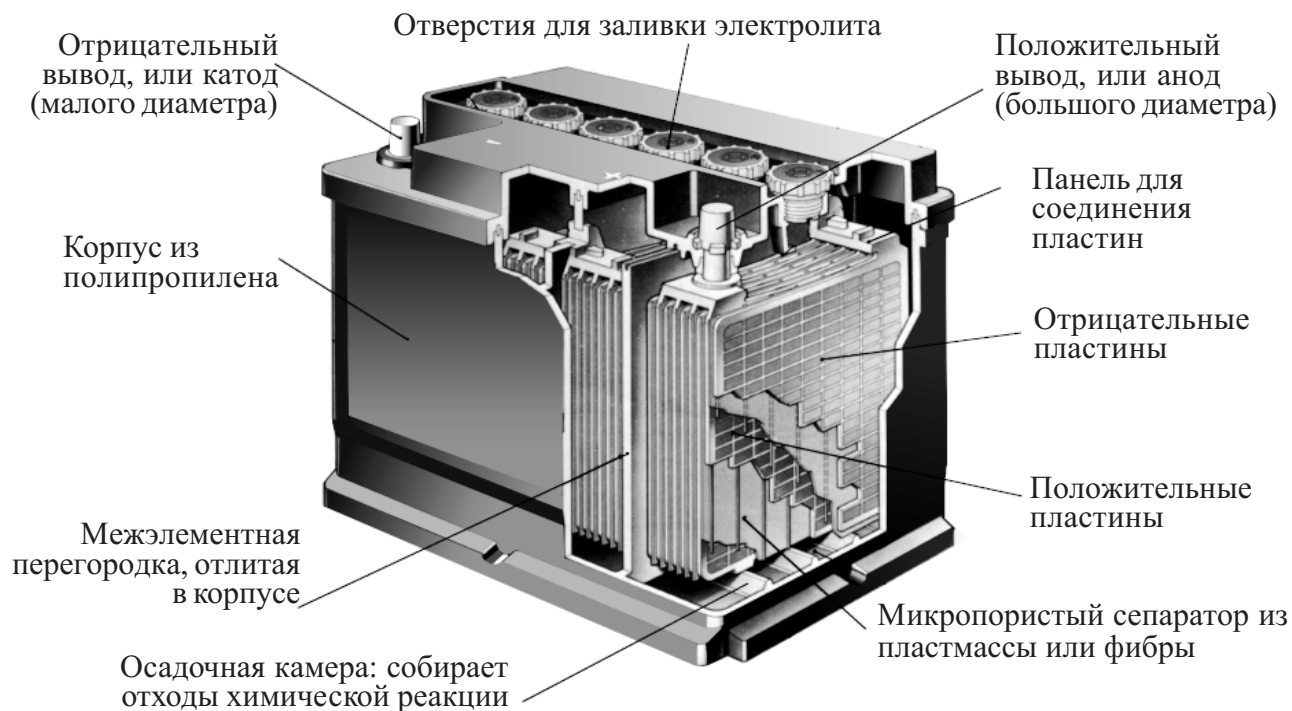
40Ah*

Эта — ёмкость батареи, выражающая силу тока, которую может обеспечить батарея в течение одного часа.
Тест на разряд осуществляется в течение 20 часов при температуре 25°C .
Ёмкость батареи зависит от площади активной поверхности электродов.

Кроме того, на батарее указывается дата изготовления.

* Методика РЕНО.

Устройство

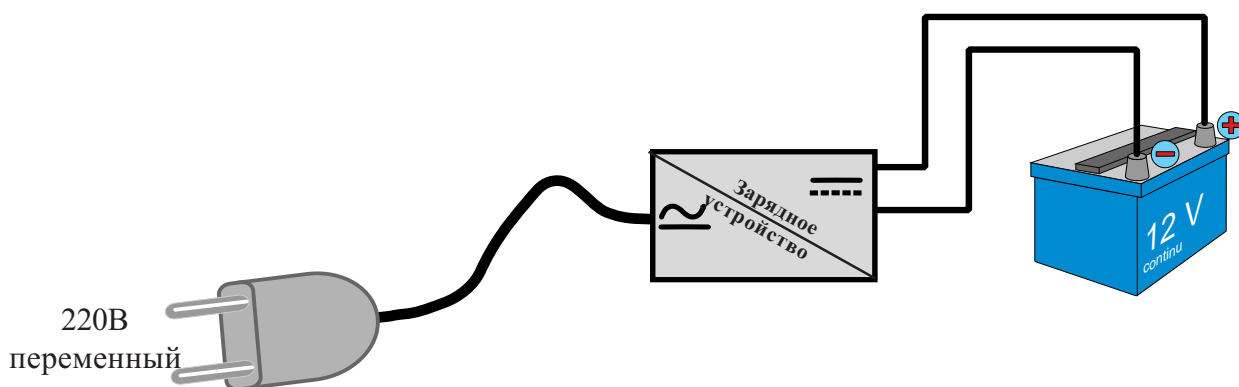


Обслуживание

Зарядка

Чтобы зарядить батарею необходимо располагать источником **постоянного** тока - зарядным устройством.

Роль зарядного устройства состоит в преобразовании переменного тока сети в постоянный ток низкого напряжения, соответствующего заряжаемой батарее.



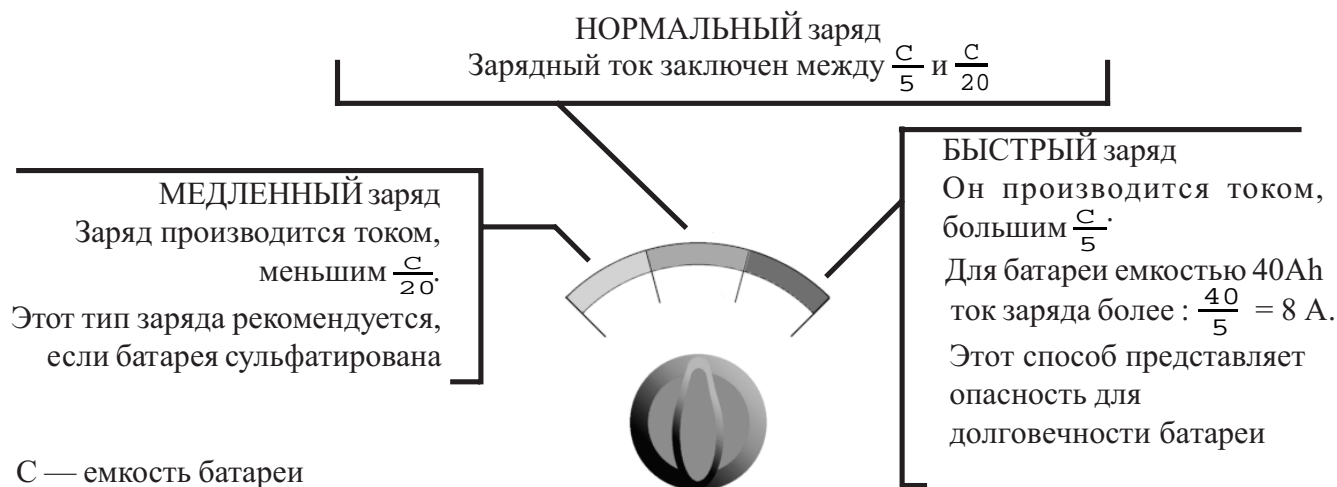
Во время зарядки батарея представляет собой не генератор, а приёмник тока.

Надо соединить положительный провод зарядного устройства с выводом **+** батареи, а отрицательный - с выводом **-**.

Зарядка (продолжение)

Но каким током мы должны заряжать батарею?

В зависимости от времени, которым мы располагаем, и состояния батареи мы можем воспользоваться одним из трех следующих способов.



ВНИМАНИЕ!!!



Быстрый заряд производится только для батарей в отличном состоянии и совершенно исключен в случае их сульфатации.

Свинцовая батарея возвращает примерно 90% тока, полученного при заряде.

Это отношение представляет коэффициент заряда, равный приблизительно 1,1.

Чтобы зарядить батарею ёмкостью 40Ah, необходимо ей передать заряд, больший в 1,1 раза её ёмкости, то есть 44Ah.



При зарядном токе, равном $\frac{C}{10} = 4 \text{ A}$, время заряда, нужное для передачи батарее 44Ah, равно 11 часам.

Конец заряда характеризуется газовыделением, обусловленным электролизом.

Речь идет о химическом разложении, поддерживаемом током заряда, когда батарея уже достигла полной ёмкости.

Испарение воды вследствие электролиза требует периодического контроля уровня электролита (за исключением батарей, не требующих ухода).

Уровень электролита

Хранение

Как мы узнали раньше, уровень электролита влияет непосредственно на характеристики батареи, воздействуя на активные поверхности электродов.

Он должен поддерживаться между **10 и 15 мм** выше уровня пластин; для долива электролита должна использоваться только **дистиллированная** или **деминерализованная вода**.



- ☞ Батарея должна храниться в заряженном состоянии, чтобы образование сульфата на электродах не стало необратимым.
- ☞ Батарея саморазряжается со временем тем быстрее, чем больше она заряжена и чем выше её температура.

Эти два условия приводят к тому, что продолжительная стоянка автомобиля требует отдельного хранения батареи или отключения массы.

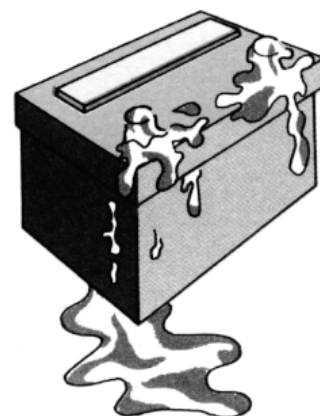


Контроль

Основным видом контроля батареи является осмотр внешнего состояния ее корпуса и выводов.

Трещины в корпусе могут привести к вытеканию электролита из батареи и сделать её непригодной.

С другой стороны, сульфатация ухудшает контакт между клеммами и выводами, ограничивая, таким образом, ток, который может дать батарея.

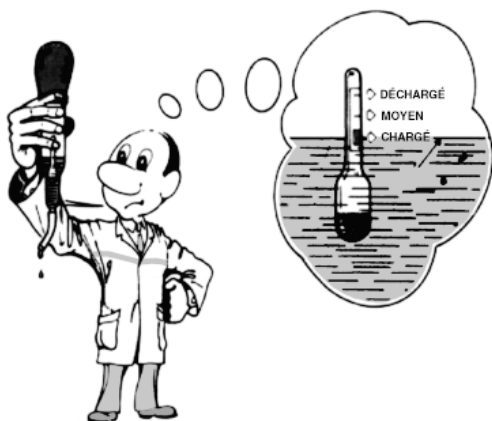


Ареометр

При разряде серная кислота, содержащаяся в батарее, преобразуется в воду, что приводит к уменьшению плотности электролита.

Ареометр позволяет оценить заряженность батареи благодаря поплавок с балластом, который погружается больше или меньше в электролит.

ВНИМАНИЕ!!!



ПОПЛАВОК ПОГРУЖАЕТСЯ
ПЛОТНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТА МАЛА
БАТАРЕЯ РАЗРЯЖЕНА
НАДО ЗАРЯДИТЬ БАТАРЕЮ

Если батарея хранится разряженной (плотность мала), её электролит может замёрзнуть.

В этом случае батарея может быть заряжена после оттаивания при условии, что ее корпус не был повреждён.

Нагрузочная вилка

Один из методов контроля батареи состоит в том, что измеряется падение напряжения под нагрузкой, то есть когда батарея отдаёт большой ток.

Это принцип, используемый в различных нагрузочных вилках.

Мультиметр

Косвенно оценить состояние батареи можно и с помощью мультиметра, включенного в режим измерения напряжения.

Во всех случаях следует обратиться к руководствам по ремонту или техническим нотам.



Предосторожности при работе с батареями

В конце заряда электролиз воды производит взрывоопасный газ (гремучий газ) - смесь водорода с кислородом.

Чтобы избежать накопления этого газа следует удалять пробки из заливных отверстий каждого элемента батареи (за исключением батарей, не требующих обслуживания).

Кроме того, помещение для заряда батарей должно отвечать особым нормам по вентиляции и пожаробезопасности.

Источники открытого огня (сигареты, сварка, литьё и т.д.) могут вызвать взрыв батареи.

В случае заряда батареи на автомобиле нужно изолировать ее от электрической питающей цепи, чтобы избежать случайного повреждения электронных систем.

Рекомендуется не нагромождать использованные батареи, так как под влиянием веса они могут деформироваться и создать внутреннее короткое замыкание, способное воспламенить полипропиленовый корпус.

Надо быть внимательным и не допускать разбрызгивания электролита, поскольку кислота способна вызвать серьезные повреждения кожи и глаз.

В случае если это все же произойдет, надо обильно промыть водой части тела, на которые попала кислота, и обратиться к врачу.

На батарею обычно наносят различные предостерегающие символы. Вот далеко не полный перечень этих символов.



Держать подальше от детей



Ношение перчаток обязательно



Читать руководство по эксплуатации



Положение при хранении и транспортировке



Не подносить открытый огонь



Возможен взрыв. ОПАСНОСТЬ



ВНИМАНИЕ. ОПАСНОСТЬ



Свинец подлежит вторичной переработке



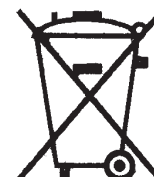
Вещества, вызывающие коррозию. ОПАСНО



Курить опасно



Защитите Ваши глаза



Не бросать в общий мусорный бак

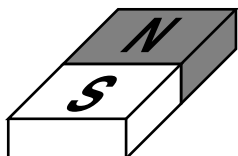
МАГНЕТИЗМ

Среди различных способов производства электричества различают способы, использующие “МАГНЕТИЗМ” и “ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ”.

Эти два понятия связаны с совокупностью магнитных явлений.

Рассмотрим их в следующих двух главах.

Магниты



Это тела, существующие в природе, которые обладают свойством притягивать металлы.

Пример: магнетит (железная руда), известный со времен античности.

Свойства магнита могут передаваться временно или окончательно некоторым телам.

Например : мягкая сталь временное намагничивание
 закаленная сталь окончательное намагничивание

Способность тел сохранять намагниченность называется “остаточной магнитной индукцией”.

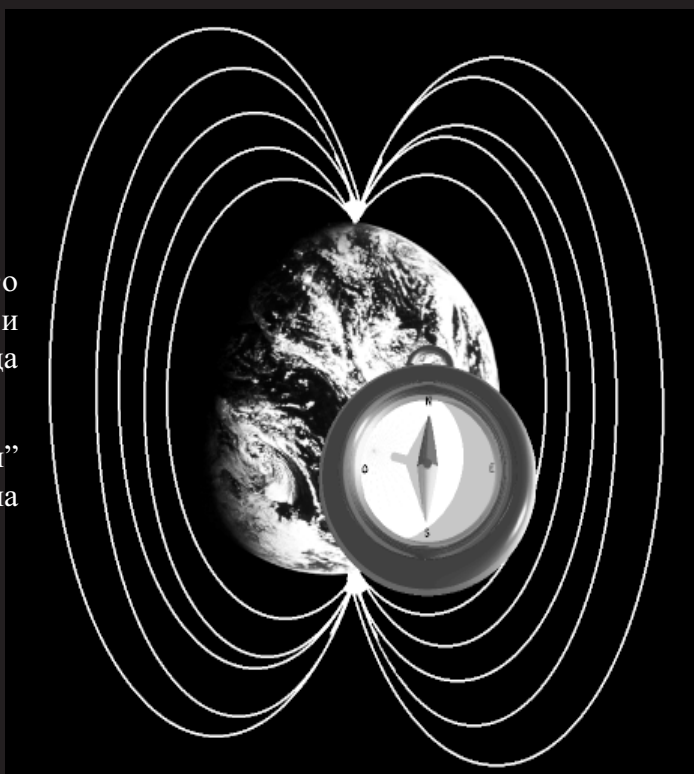
Мягкая сталь, таким образом, имеет меньшую остаточную магнитную индукцию, чем закаленная сталь.

Земной магнетизм

Экспериментально установлено, что магнит ориентируется по земной оси СЕВЕР-ЮГ, и один из его концов всегда указывает на СЕВЕР.

Условно называют “северным полюсом” магнита его конец, который направлен на Северный полюс Земли.

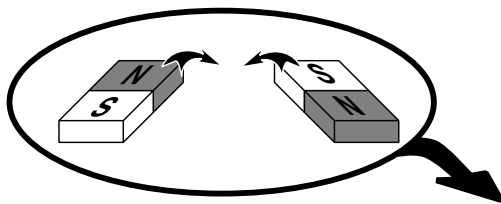
Это принцип “КОМПАСА”.



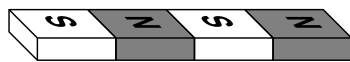
Свойства магнитов

Расположим рядом два магнита.

Мы заключаем, что:

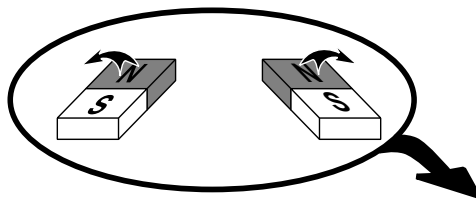


Два различных полюса притягиваются.



Два одноименных полюса отталкиваются.

Это свойство позволяет легко идентифицировать полюса магнита, используя уже известный магнит (пример: компас).



Магнитное поле

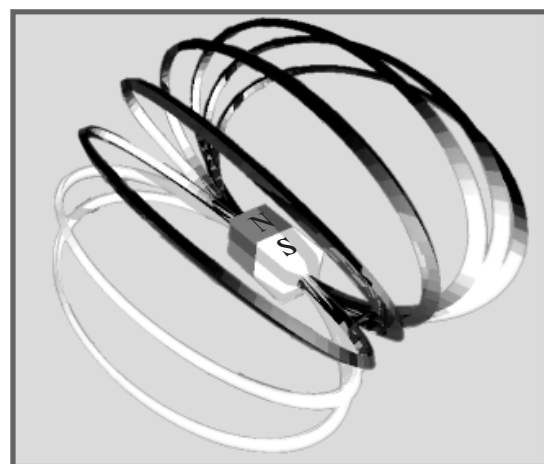
Это пространство, в котором действуют магнитные силы магнита.

Эти силы имеют определенное направление: силовые линии идут из северного в южный полюс магнита.

Это так называемый “магнитный спектр”.

Можно заметить, что силовые линии концентрируются около полюсов.

Спектр силовых линий распределен вокруг магнита.



ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Общие положения

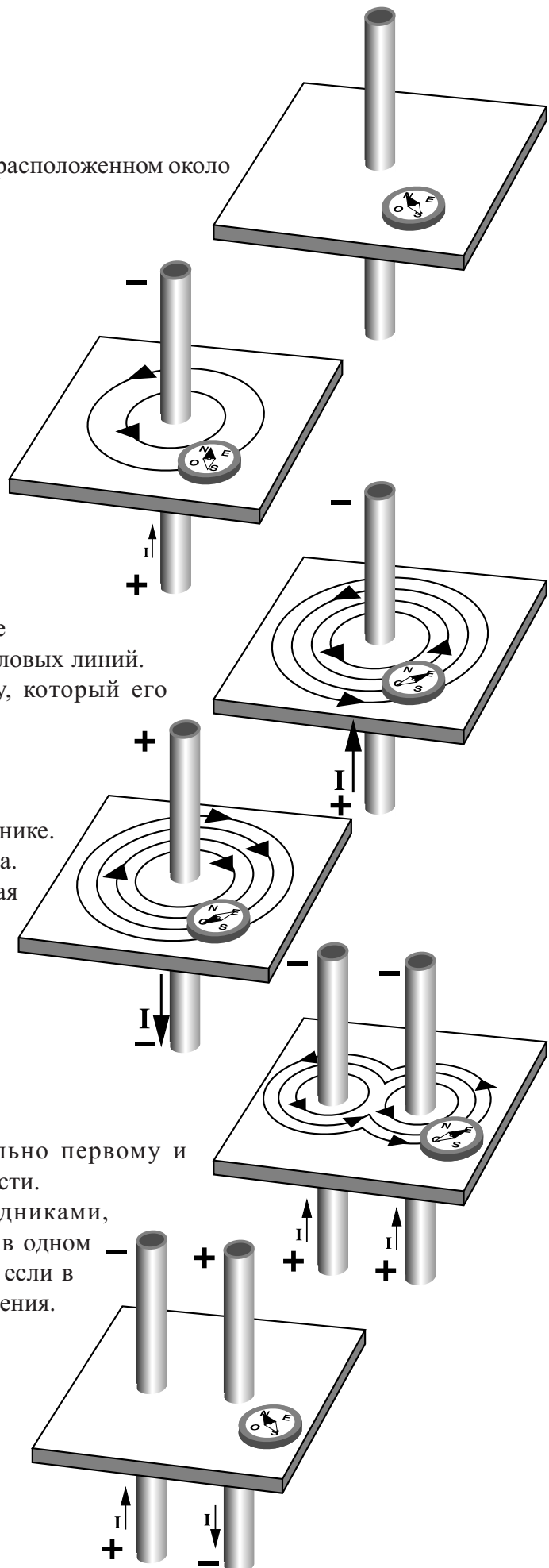
Заставим циркулировать ток в проводнике, расположенном около компаса.

Мы замечаем появление магнитного поля, которое старается повернуть стрелку вдоль силовых линий.

При увеличении силы тока в проводнике стрелка ориентируется по направлению силовых линий. Магнитное поле пропорционально току, который его порождает.

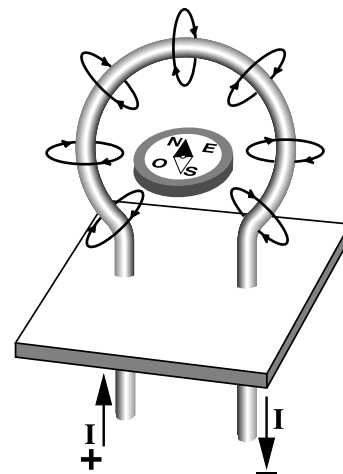
Теперь изменим направление тока в проводнике. Стрелка компаса повернется на пол-оборота. Направление силовых линий, или магнитная поляризация, зависит от направления тока.

Поместим второй проводник параллельно первому и пропустим по нему ток той же интенсивности. Магнитные поля, порожденные проводниками, складываются, если в проводах течет ток в одном направлении, или взаимно уничтожаются, если в них текут токи противоположного направления.



КАТУШКА

Сделаем петлю из проводника

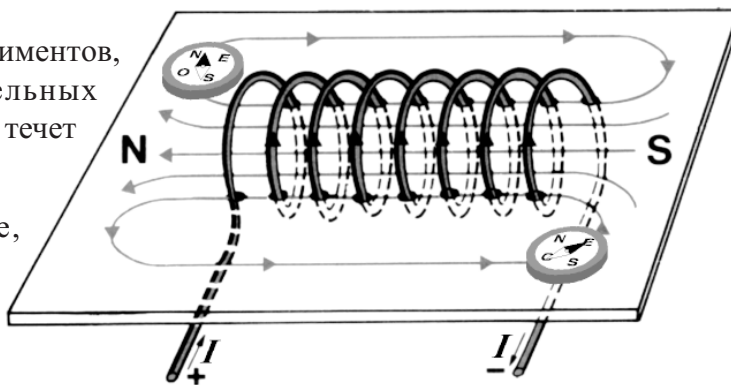


Силловые линии расположены все так же вокруг проводника, и их эффект усиливается.

Магнитное поле сильнее всего в центре витка.

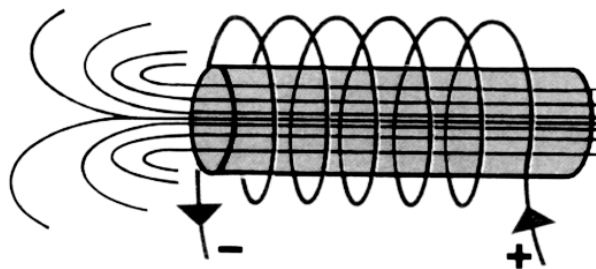
Мы знаем после предыдущих экспериментов, что магнитные поля двух параллельных проводников складываются, если в них течет ток одного направления.

Чтобы усилить магнитное поле, достаточно увеличить число витков катушки.



Как и магнит, наша катушка отныне обладает северным и южным полюсами, но ее магнитный спектр очень ограничен.

Помещая сердечник из мягкой стали внутрь катушки, отмечаем концентрацию магнитного поля.

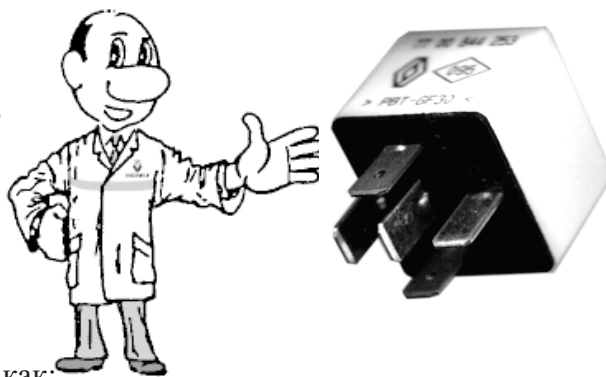


Это является результатом того, что магнитная “ПРОНИЦАЕМОСТЬ” воздуха (способность проводить магнитное поле) ниже, чем железа.

Мы только что сконструировали “ЭЛЕКТРОМАГНИТ”.

РЕЛЕ

Одно из применений электромагнита в автомобиле – это “реле”

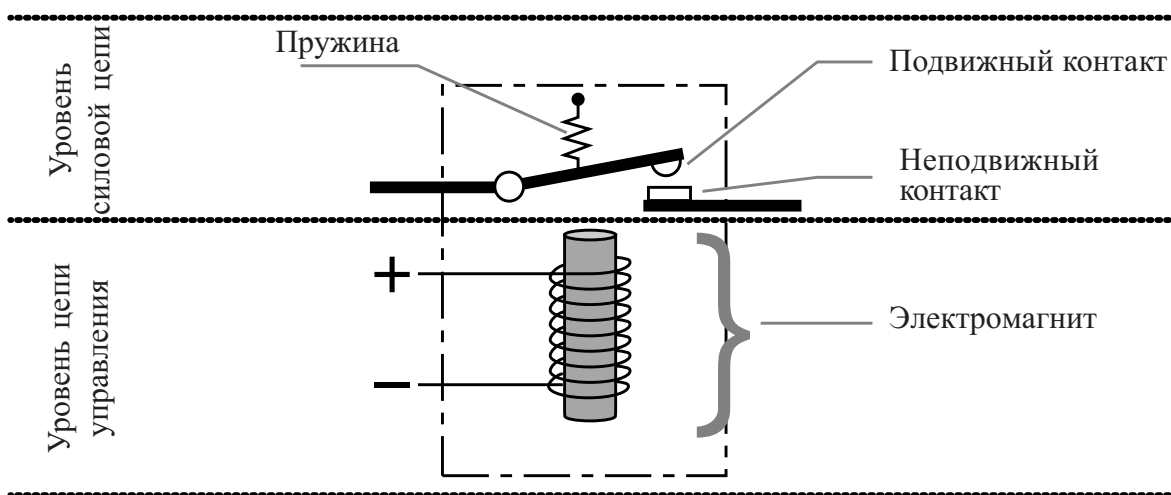


Реле обладает множеством преимуществ, таких как:

- ☞ ... Способность снижать падение напряжения, порождаемое длинными силовыми цепями (мощный потребитель находящийся на большом расстоянии от выключателя).
- ☞ ... Способность уменьшать силу тока в выключателях и проводке, расположенных в салоне (ток управления реле составляет 0,2 А).
- ☞ ... Способность уменьшать сечение проводов в цепях управления.

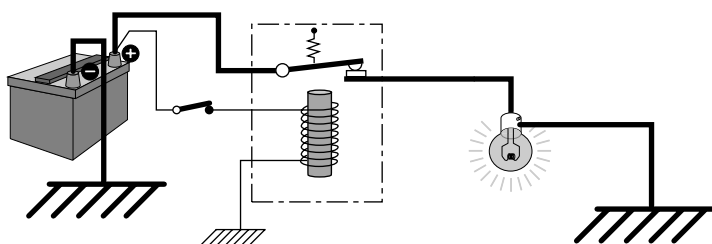
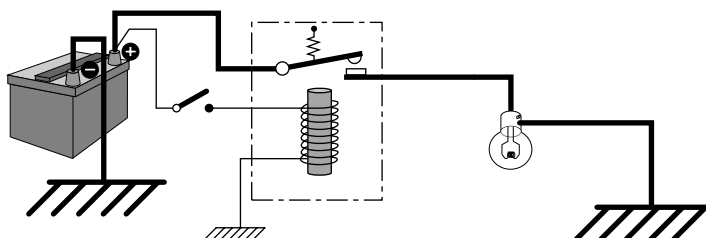
Реле – это выключатель, управляемый дистанционно. Действие электромагнита изменяет положение якоря. Реле подключается к двум различным цепям:

- ☞ ... Управляющая цепь, содержащая электромагнит.
- ☞ ... Силовая цепь, содержащая подвижный и неподвижный контакты.



Работа реле

Если в цепи управления нет тока, пружина удерживает в покое подвижный контакт, силовая цепь разомкнута.



Когда по катушке проходит ток, якорь притягивается магнитным полем, порожденным электромагнитом.

Контакты замкнуты, ток идет по цепи, и лампа горит.

Применим реле в цепи противотуманных фар.

Возьмем в качестве примера установку противотуманных фар

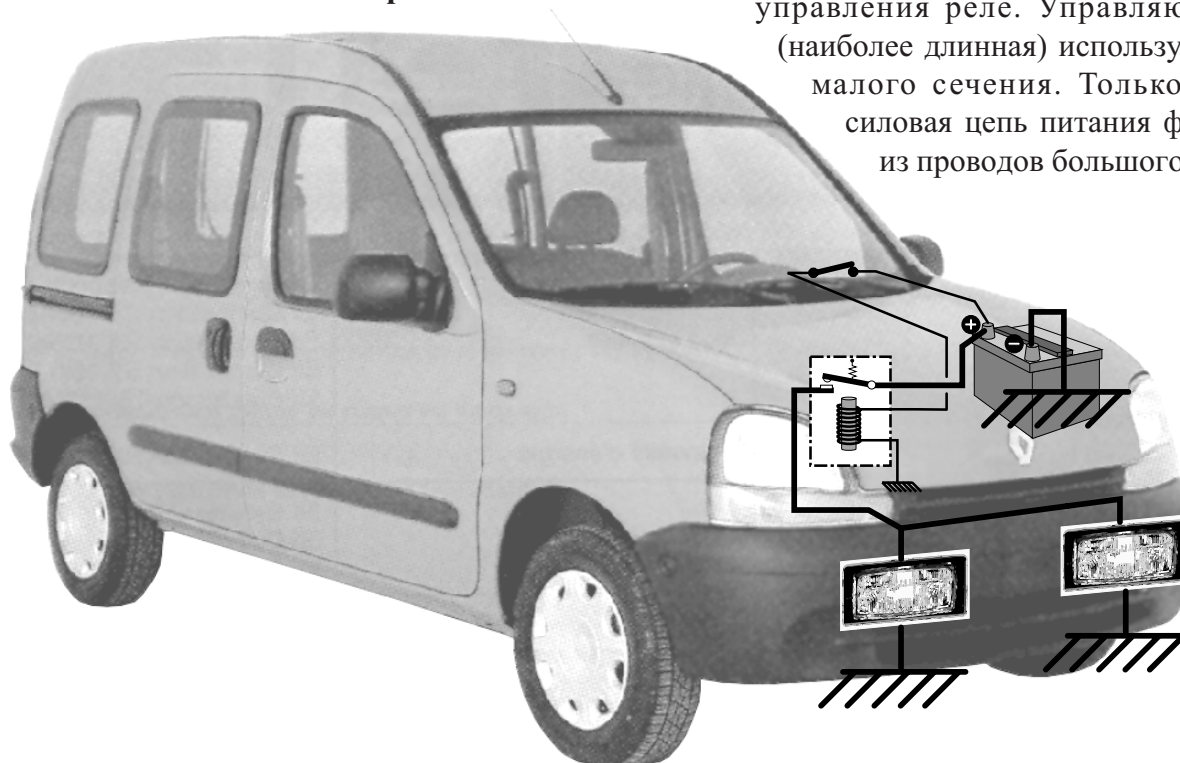


Установка без реле



Питание фар осуществляется цепью управления. Весь ток проходит через проводку в салоне. Проводка состоит из проводов большого сечения.

Установка с реле

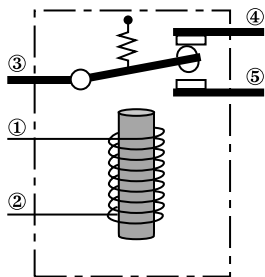


Выключатель служит теперь только для управления реле. Управляющая цепь (наиболее длинная) использует провода малого сечения. Только короткая силовая цепь питания фар состоит из проводов большого сечения.

Реле-переключатель и его применение

В настоящее время большинство реле, используемых в автомобиле, представляют собой реле-переключатели.

Они позволяют использовать положение покоя реле для определенных целей, как, например, для электрического подключения электровентиляторов системы охлаждения.

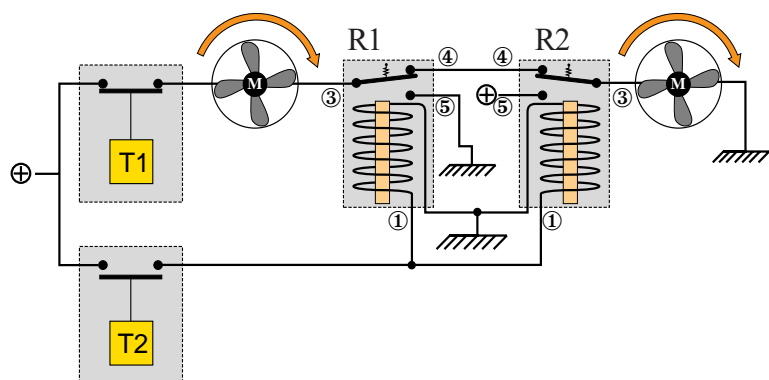


Последовательное / параллельное подключение электровентиляторов системы охлаждения.

На некоторых автомобилях, нуждающихся в эффективной системе охлаждения, устанавливаются два вентилятора охлаждения, которые работают с большой или малой скоростью в зависимости от температуры двигателя.

Задача состоит в организации последовательного или параллельного питания этих электровентиляторов с помощью двух реле-переключателей.

Малая скорость вентиляции (термоконтакт T1 92°C)



Когда термоконтакт T1 замкнут, оба вентилятора соединены последовательно двумя реле-переключателями в положении покоя.

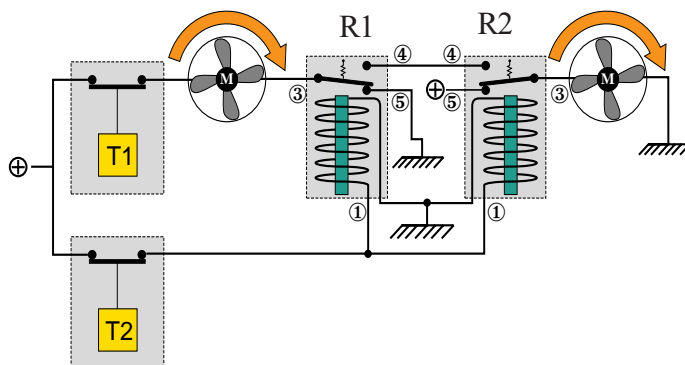
Каждый из двух вентиляторов работает от 6 Вольт, то есть с малой скоростью.

Большая скорость вентиляции (термоконтакт T2 105°C).

Когда термоконтакт T2 замкнут, питаются катушки двух реле.

Первый вентилятор замыкается на массу через контакты R1-5, в то время как T1 удерживает цепь его питания. Таким образом, двигатель работает от 12 Вольт.

Реле R2 обеспечивает питанием от 12 Вольт через контакт 5 второй вентилятор, который уже замкнут на массу. Он также работает от 12 Вольт, то есть с большой скоростью.



ЭВОЛЮЦИЯ РЕЛЕ

Если использование реле не представляет опасности при управлении силовыми цепями, то при управлении электронным бортовым компьютером имеется вероятность его повреждения.

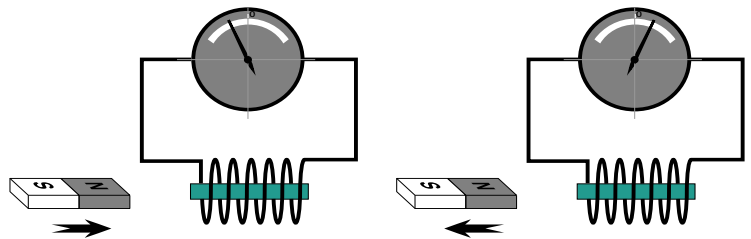
Действительно, явление самоиндукции, проявляющееся при включении и выключении катушки, может повредить электронику бортового компьютера.

Индукция

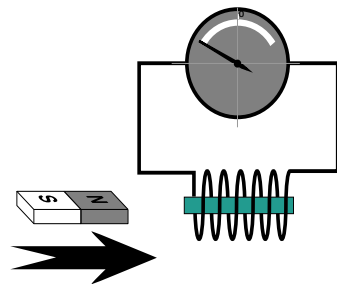
Существует взаимодействие между током и магнитным полем в катушке.

Это “ИНДУКЦИЯ”.

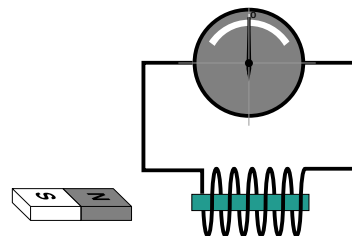
Изменение магнитного поля, вызванное перемещением магнитов в катушке, порождает токи, называемые “индукционными”, в обмотке катушки.



Эти токи тем значительнее, чем быстрее движется магнит.



Они исчезают, как только прекращается движение магнита.



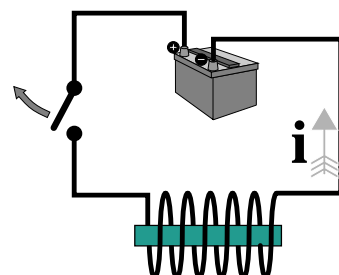
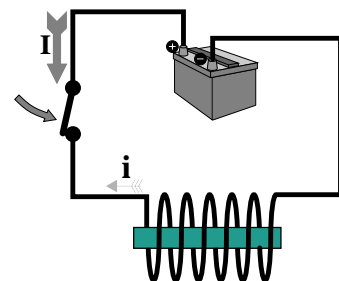
Автоиндукция или самоиндукция

Явление самоиндукции подобно явлению индукции, за исключением того, что изменение магнитного поля вызывается не магнитом, а током, который появляется или исчезает в катушке.

Направление тока самоиндукции противоположно направлению тока источника, его вызывающего.

На практике ток самоиндукции больше для случая выключения, чем для включения тока в обмотке.

Это явление характерно для катушек.



Воздействие тока самоиндукции на электронные цепи управления

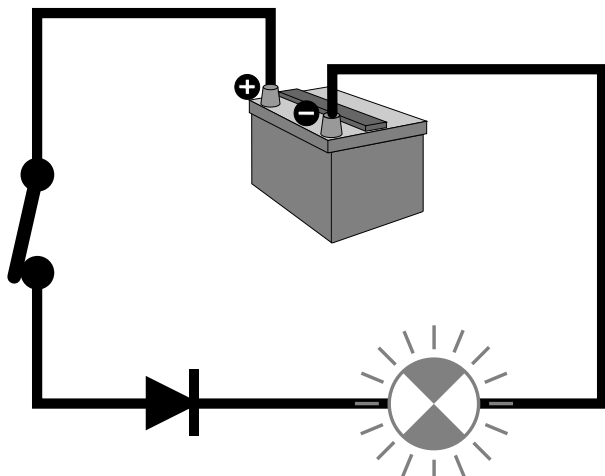
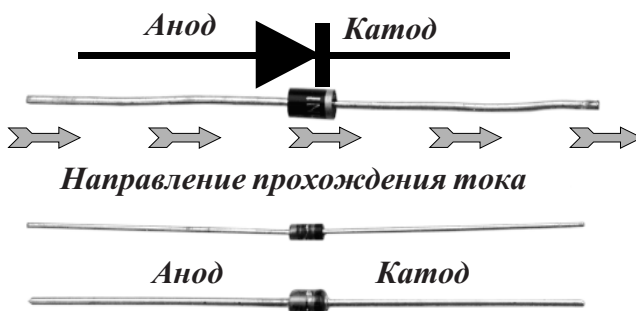
Бортовой компьютер, система впрыска, ABS, приборная панель и многие другие элементы автомобиля состоят из электронных компонентов. Они работают при низком напряжении и часто при малых токах (чаще всего ток меньше 0,02 А), в то время как ток самоиндукции, порождаемый катушкой реле, может превысить их уровень защиты и вызвать их разрушение.

Диод

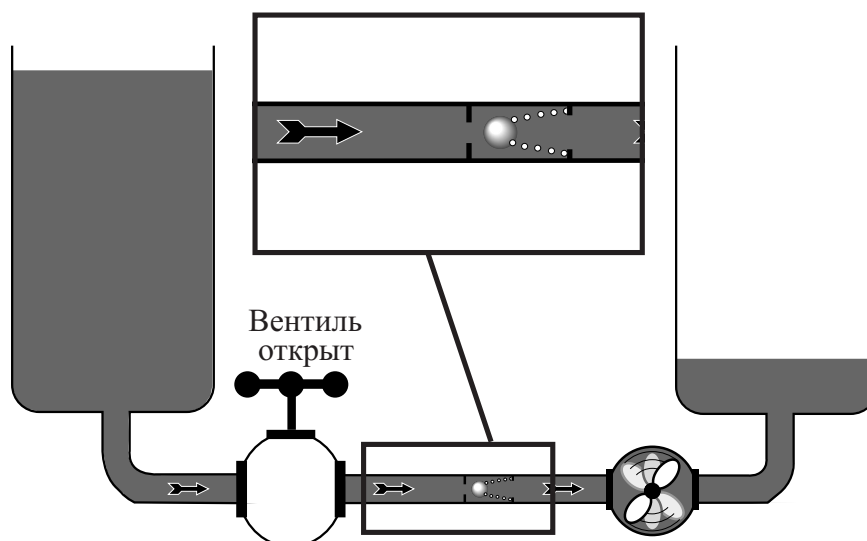
Для того чтобы нейтрализовать ток самоиндукции, возникающий при выключении цепи управления реле, необходимо использовать электронный элемент, называемый “диод”.

Диод - полупроводник, который пропускает ток лишь в одном направлении.

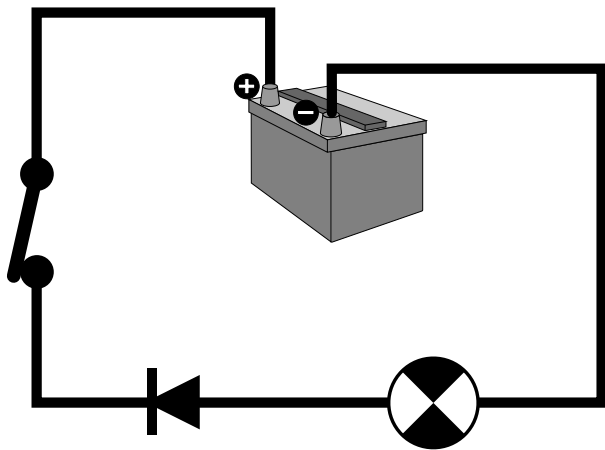
На схематическом изображении справа направление “ПРЯМОГО ТОКА” через диод обозначено стрелками. Вывод, который представляет катод диода, отмечен на электронном изделии кольцом.



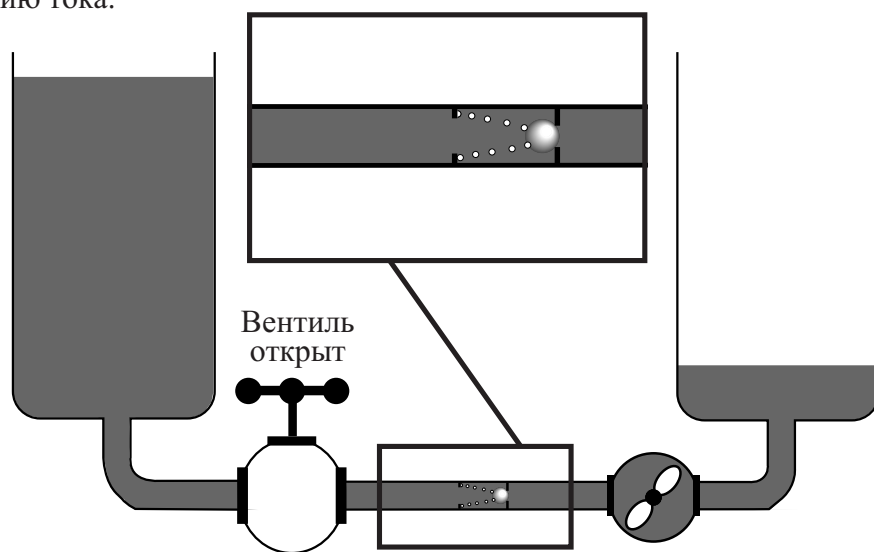
Если направление тока в электрической цепи (от ⊕ к ⊖) соответствует прямому направлению диода (направление стрелок), то происходит питание потребителя.



В гидравлической установке обратный клапан производит такое же действие, что и диод в электрической цепи.



В случае обратного подключения диода он препятствует прохождению тока.



Обратная установка клапана препятствует циркуляции воды.

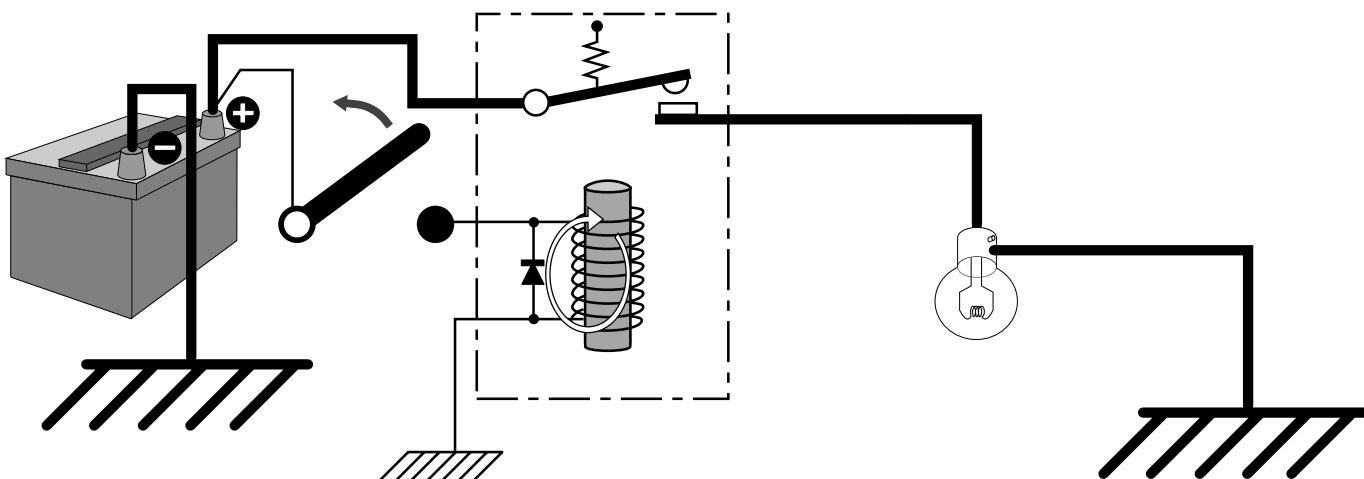
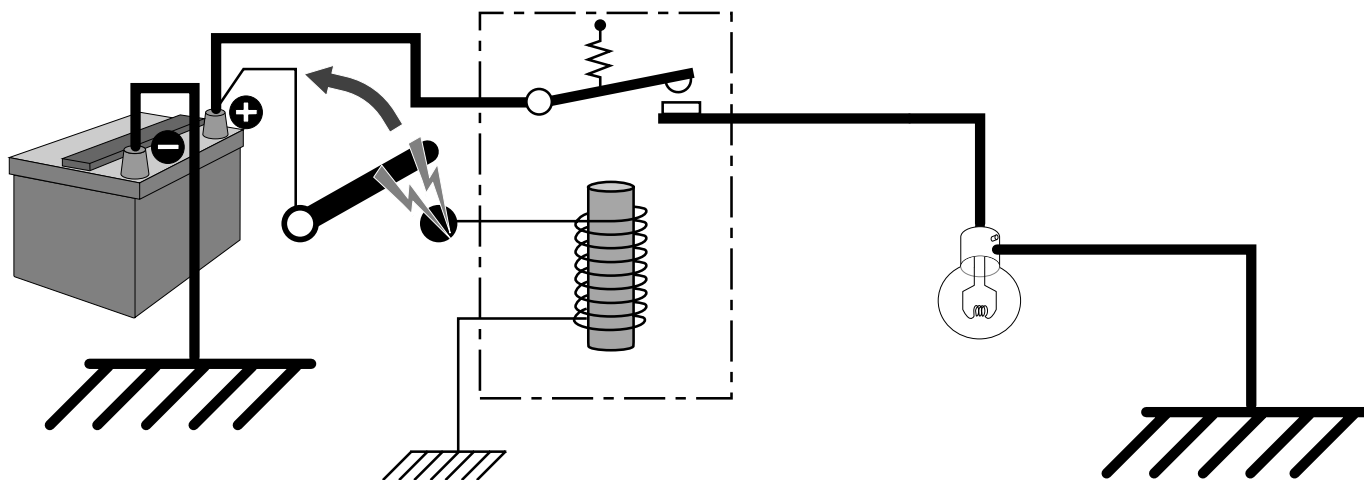
Диод широко используется в автомобилях, чаще всего он монтируется неразборно в электронных и электрических цепях, где надо избежать возникновения обратного тока, нежелательного для осуществления определенных функций



Использование диода в реле

Использование диода в реле позволяет замкнуть накоротко ток самоиндукции, который возникает в обмотке катушки при выключении цепи управления.

При этом использовании диод носит название “ШУНТИРУЮЩИЙ ДИОД”.

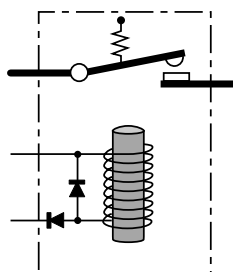
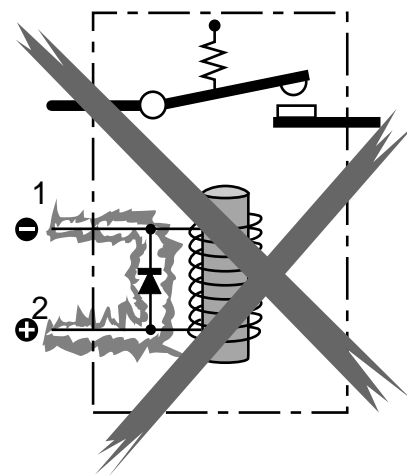


ВНИМАНИЕ!!

Положительные и отрицательные провода питания реле с диодом должны присоединяться соответственно к выводам 1 и 2 (схема включения обычно наносится на корпус реле).

В случае изменения полярности подключения диод вызовет короткое замыкание в обмотке, питаемой от 12 Вольт.

Сила тока, проходящего в этом случае через диод, приведет к его разрушению.



Существуют также реле, защищенные против инверсии полярности, описанной выше. Реле в этом случае имеет два диода.



Существует другой способ
нейтрализации тока самоиндукции
в реле

Резистор, включенный параллельно катушке, может заменить диод.

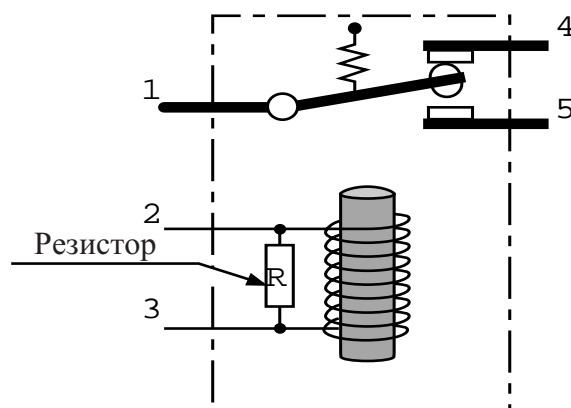
ВНИМАНИЕ!!

Предназначение реле с резистором отличается от предназначения реле с диодом.

Эти два типа реле не взаимозаменяемы.

Во всех случаях подключение реле требует чтения соответствующей электрической схемы.

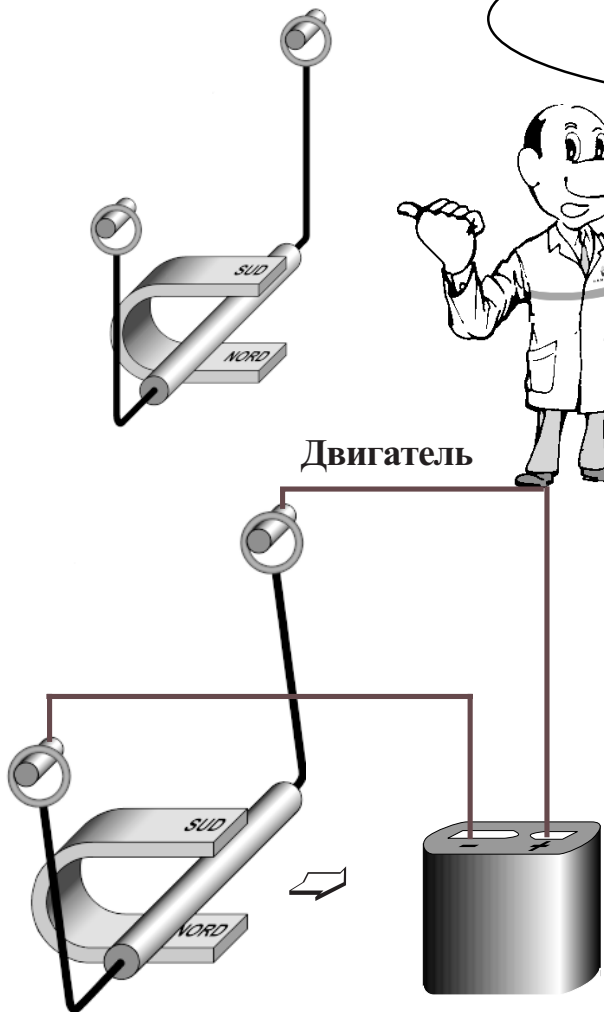
Предназначение реле, а также тип защиты реле гравированы или печатаются на его корпусе.



ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ И ГЕНЕРАТОР

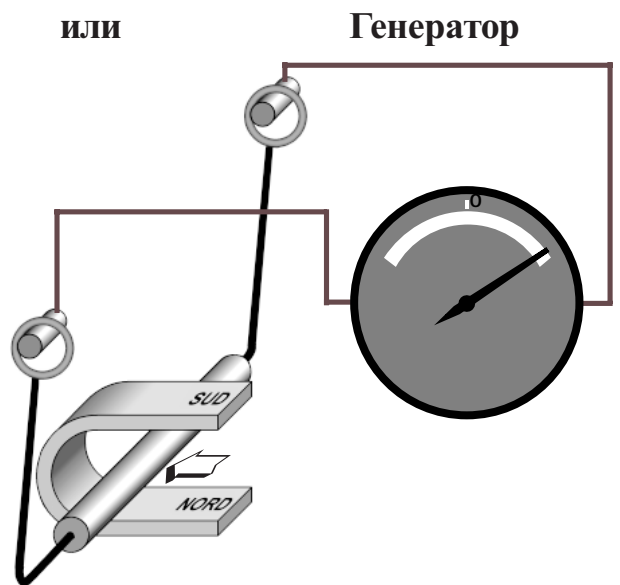
Принцип действия

В этом опыте мы будем использовать медный стержень, помещённый в магнитное поле (между полюсами магнита)



Двигатель

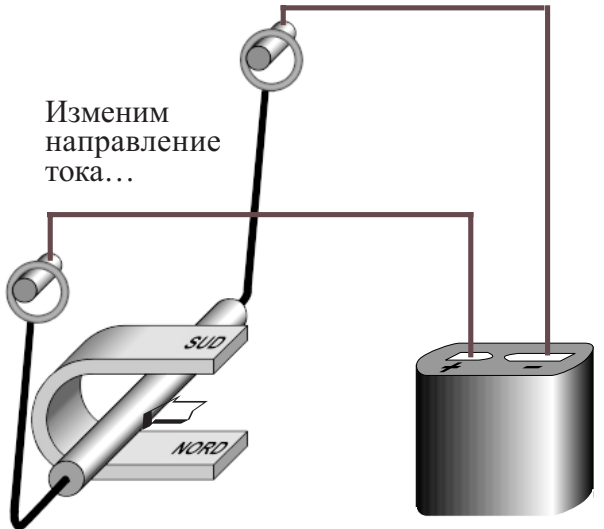
Если мы заставим циркулировать ток по стержню в магнитном поле, стержень будет перемещаться.



или

Генератор

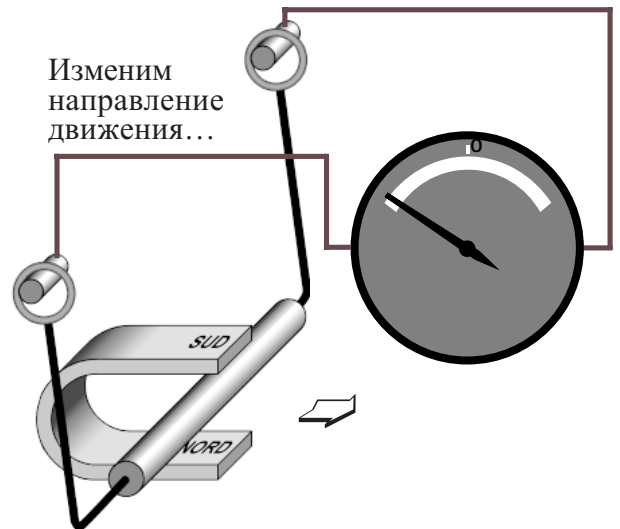
Если мы переместим стержень в магнитном поле, в нём появится ток.



Изменим направление тока...

...перемещение стержня противоположно перемещению в предыдущем случае.

Изменить направление тока - это изменить направление движения.



Изменим направление движения...

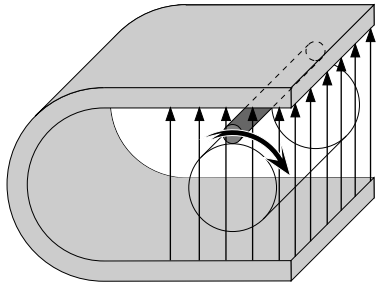
...ток меняет направление.

Изменить направление движения - это изменить направление тока.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Вращательное движение

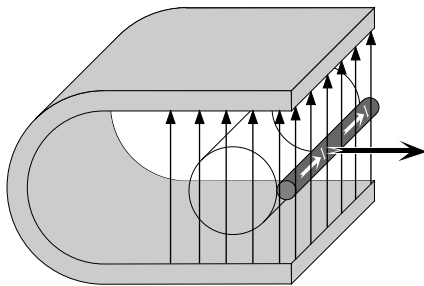
Движение стержня, полученное в предыдущем случае, трудно использовать, поскольку стержень выходит из магнитного поля магнита.



Устанавливая стержень в барабан, преобразуют прямолинейное движение проводника во вращательное движение вокруг оси барабана.

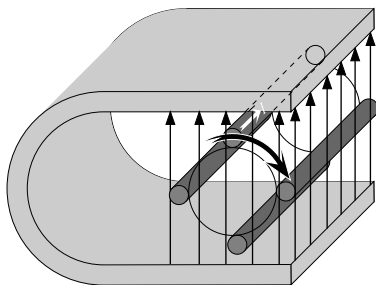
Стержень не выходит больше из магнитного поля.

Но...

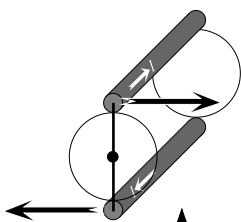


Барабан останавливается, когда стержень находится в горизонтальной плоскости или, иначе, в “НЕЙТРАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ”.

Чтобы избежать этого недостатка, расположим стержни через каждые четверть оборота (90°).



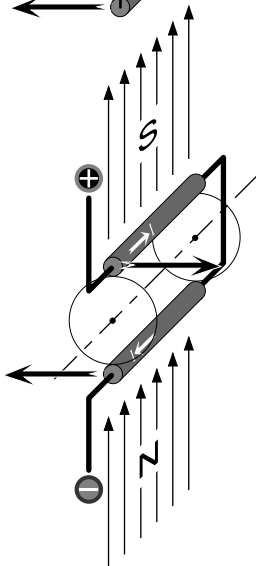
Стержень, следующий за тем, что приближается к нейтральной плоскости, помогает избежать остановки барабана.



Диаметрально противоположные стержни обеспечивают одинаковые усилия и удваивают крутящий момент.

Однако для этого через них должен проходить ток в разных направлениях.

Как обеспечить это условие?



Соединим диаметрально противоположные стержни на одном торце барабана.