

Электрические цепи постоянного тока.

СОДЕРЖАНИЕ

1. **Электрический ток**
2. **Электрическое сопротивление и проводимость**
3. **Закон Ома**
4. **Электрическая цепь**
5. **Соединение резисторов**
6. **II закон Кирхгофа**
7. **Потеря напряжения в проводах**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Полный ток – направленное движение носителей заряда, сопровождаемое магнитным полем.

Состоит из трех токов:

1. Ток проводимости – направленное движение свободных носителей заряда под действием электрического поля.

В металлах – электроны;

В электролитах – ионы;

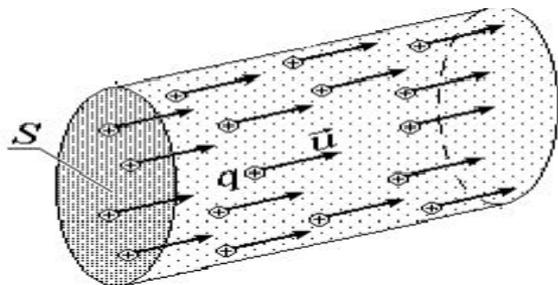
В газах – электроны и ионы.

2. Ток переноса - направленное движение заряженных частиц в вакууме (наблюдается в электронных лампах, диодах).

3. Ток смещения - направленное движение связанных носителей (наблюдается в диэлектриках).

За направление электрического тока принято считать направление движения положительных зарядов от (+) к (-).

Упорядоченное движение электронов в металлическом проводнике.



S – площадь поперечного сечения проводника,

U – электрическое поле.

Количественной характеристикой электрического тока является **сила тока** - количество электричества, проходящего через поперечное сечение проводника за одну секунду. Единица измерения *I* (Ампер)

$$1 \text{ кА} = 10^3 \text{ А}$$

$$1 \text{ МА} = 10^6 \text{ А}$$

$$1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}$$

$$1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}$$

$$I = Q \setminus t \quad (\text{А})$$

Q – заряд, Кл (Кулон); *t* – время, сек.

Это скалярная величина. Ток в цепи измеряют амперметром, который включают последовательно с нагрузкой, чтобы через нее проходил полный ток.

Плотность тока – векторная величина – количество электричества, проходящего за 1 секунду через единицу перпендикулярного току сечения.

$$J = I \setminus S \quad \text{А} \setminus \text{мм}^2$$

Задача 1

Через поперечное сечение проводника $2,5 \text{ мм}^2$ за время $0,04 \text{ сек.}$ Прошел заряд $20 \cdot 10^{-3} \text{ Кл.}$ Определить плотность тока в проводнике.

$$I = Q \setminus t = 20 \cdot 10^{-3} \setminus 0,04 = 500 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$J = I \setminus S = 500 \cdot 10^{-3} \setminus 2,5 = 0,2 \text{ А} \setminus \text{мм}^2$$

Задача 2

Сила тока в цепи равна 10 А. Найти заряд, прошедший в этой цепи за 5 с.

Дано:

$$I = 10 \text{ А}$$

$$t = 5 \text{ с}$$

$q - ?$

$$q = I \cdot t$$

$$q = 10 \text{ А} \cdot 5 \text{ с} = 50 \text{ А} \cdot \text{с} = 50 \text{ Кл}$$

Задача 3

Сила тока в цепи электрической плитки равна $1,4 \text{ А.}$ Какой электрический заряд проходит через поперечное сечение ее спирали за 20 минут?

Дано:

$$I = 1,4 \text{ А}$$

$$t = 20 \text{ мин.}$$

$q - ?$

$$q = I \cdot t$$

$$q = 1,4 \text{ А} \cdot 1200 \text{ с} = 1680 \text{ А} \cdot \text{с} = 1680 \text{ Кл}$$

Задача 4

Сила тока в цепи электрической лампы равна 0,3А. Сколько электронов проходит через поперечное сечение спирали за 5 минут?

Дано:

$$I=0,3\text{А}$$

$$t=5 \text{ мин.}$$

$$q_e=1,6*10^{-19}\text{Кл}$$

e - ?

$$q=I*t$$

$$q=0,3\text{А}*300\text{с}=90\text{Кл}$$

$$e=90\text{Кл}/1,6*10^{-19}\text{Кл}=56,25/10^{-19}\text{Кл}=5,625*10^{20}$$

Ток, неизменный во времени по направлению и величине называется ПОСТОЯННЫМ.

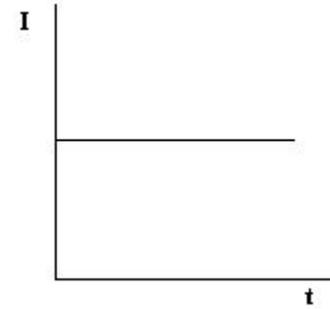


График постоянного тока

На практике значения силы тока:

Опасен для жизни – 0,05 А

Смертелен – 0,1 А

В лампах накаливания – 0,2 – 1 А

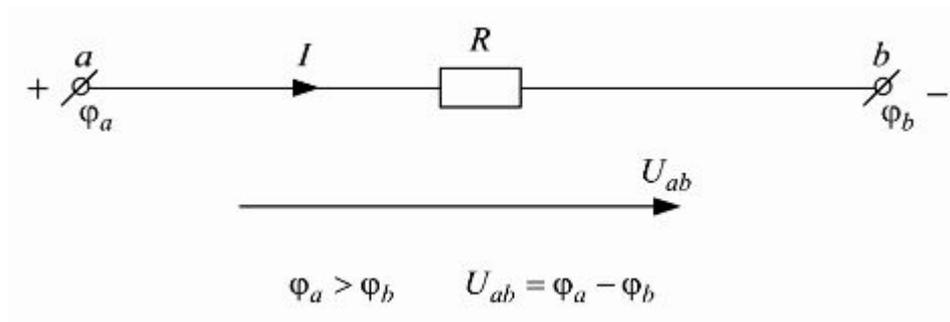
В утюгах – 5-8 А

В электродвигателях трамваев – свыше 100 А

В телефонном аппарате – сотые доли А

Для поддержания тока в проводнике необходимо электрическое поле или разность потенциалов.

Напряжение (падение напряжения) – разность потенциалов между двумя точками электрической цепи.



Потенциал обозначается буквой φ и измеряется в Вольтах.

Напряжение обозначается U и измеряется в Вольтах.

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \text{ (В)}$$

Электрический ток наблюдать нельзя, а только можно о нем судить по действиям, которые он производит:

Тепловое – проводник нагревается

Тепловое действие электрического тока подчиняется *закону Джоуля – Ленца:*

Количество выделенного тепла Q равно произведению квадрата силы тока I^2 , сопротивления проводника R и времени t прохождения тока через проводник:

$$Q = I^2 R t \text{ Дж.}$$

где I – сила тока в А

R - сопротивление в Омах

T – время в с

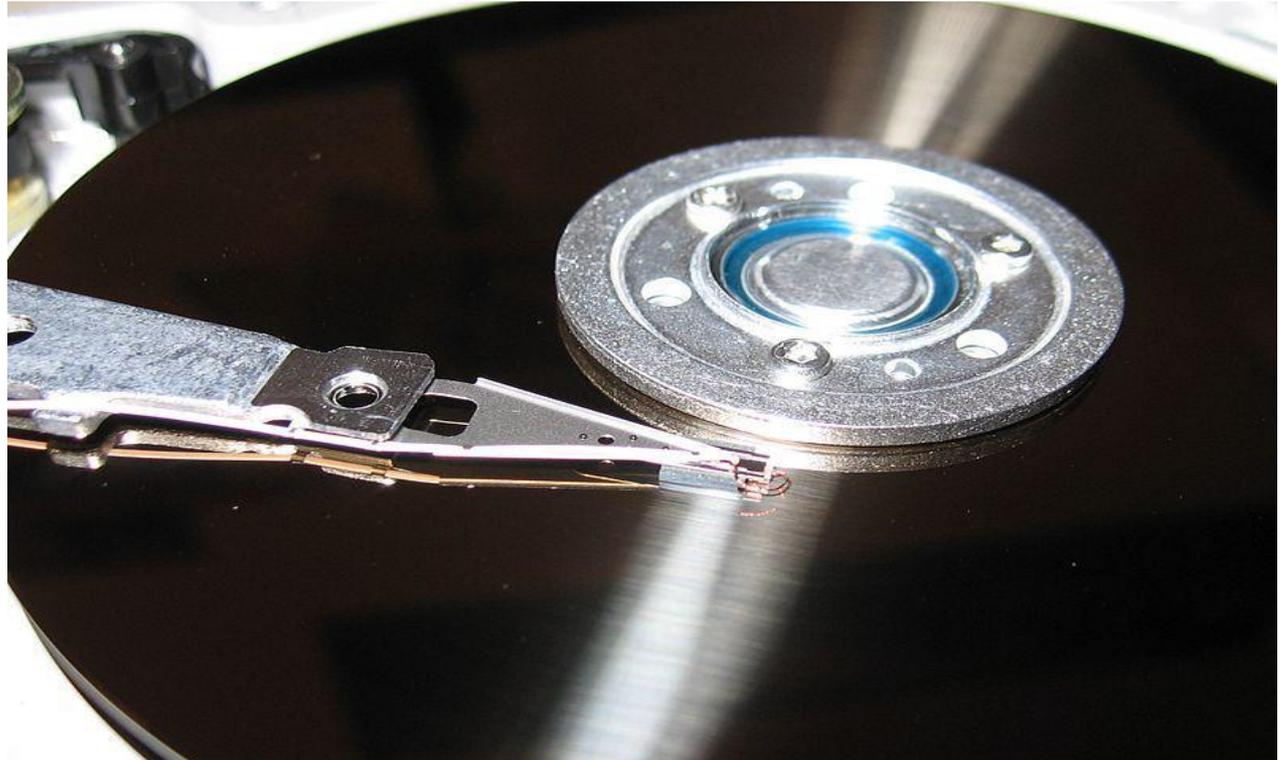
ПОЧЕМУ проводник нагревается?

При прохождении электрического тока по проводнику электроны сталкиваются с атомами проводника, их скорость падает до нуля, а энергия соударений превращается в тепло.

магнитное – электрический ток, проходя по проводнику, создает магнитное поле

Пример: Магнитные носители информации: кассеты содержат катушки из магнитной ленты. Видео и звуковая информация кодируется на магнитном покрытии на ленте.

Некоторые электрические двигатели (так же, как громкоговорители) основываются на комбинации электромагнита и постоянного магнита.

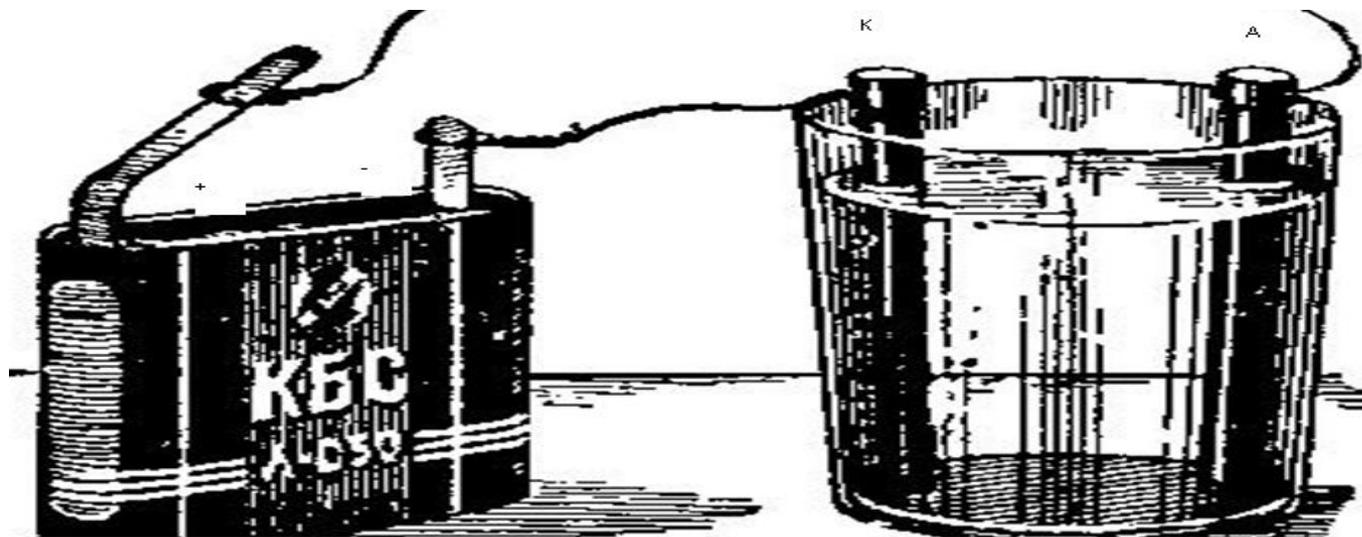


Химическое – ток, проходя через электролиты разлагает их на составные части.

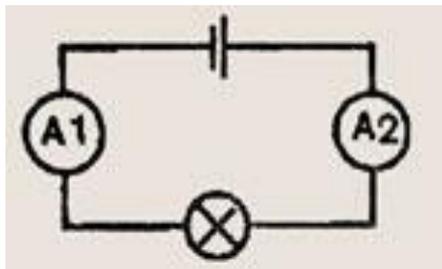
Электролит – водный раствор солей, кислот и щелочей. Это проводники второго рода.

Электролитическая диссоциация – распад электролита на ионы при растворении его в воде.

Пример: Электролиз: Если в сосуд налить электролит (медный купорос), опустить в него два угольных электрода и пропустить через раствор постоянный ток, то на одном электроде (катоде) выделится медь, а на другом (аноде) – сернокислотный остаток.



Задача. В цепь включены два амперметра. Амперметр А1 показывает силу тока 0,5 А. Какое количество электричества протекает через лампу за 10 с?



<u>Дано:</u> $I = 0.5 \text{ A}$ $\Delta t = 10 \text{ с}$ $q - ?$	<u>Решение:</u> Через электрическую лампу течет ток 0,5 А. $\Delta q = I \cdot \Delta t;$ $\Delta q = 0.5 \text{ A} \cdot 10 \text{ с} = 5 \text{ Кл.}$
---	--

Задача. Плитка включена в осветительную сеть. Какое количество электричества протекает через нее за 10 мин, если сила тока в подводящем шнуре равна 5 А?

<u>Дано:</u> $\Delta t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$ $I = 5 \text{ A}$ $\Delta q - ?$	<u>Решение:</u> $\Delta q = I \cdot \Delta t;$ $\Delta q = 5 \text{ A} \cdot 600 \text{ с} = 3000 \text{ Кл} = 3 \text{ кКл.}$
--	--

Задача. Какое количество электричества протекает через катушку гальванометра, включенного в цепь на 2 мин, если сила тока в цепи 12 мА?

<u>Дано:</u> $I = 12 \text{ мА} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ $\Delta t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$ $\Delta q - ?$	<u>Решение:</u> $\Delta q = I \cdot \Delta t;$ $\Delta q = 12 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 120 \text{ с} =$ $= 1440 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} = 1,44 \text{ Кл.}$
--	--

Электрическое сопротивление и проводимость

Сопротивление - свойство проводника препятствовать прохождению тока .

Зависит от геометрических размеров (длины и сечения) и материала проводника.

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad [R] = 10\text{M}$$

где l -длина проводника, м
 S – сечение , мм²

ρ Удельное сопротивление проводника: Ом*мм²/м

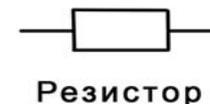
Сопротивление проводника длиной 1 м, сечением 1 мм²

$$l = \frac{RS}{\rho} \quad S = \frac{\rho l}{R} \quad \rho = \frac{RS}{l}$$

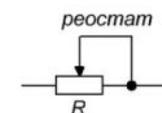
Вещество	Удельное сопротивление, Ом*мм ² /м
Серебро	0,016
Медь	0,017
Золото	0,024
Алюминий	0,028
Железо	0,10
Олово	0,12
Константан	0,5
Нихром	1,1

Специально созданные устройства, обладающие электрическим сопротивлением:

Резисторы - предназначены для ограничения тока в цепи.



Реостат предназначен для изменения тока в цепи.



реостат



резистор

Величина, обратная сопротивлению – проводимость. Это свойство проводника проводить электрический ток.

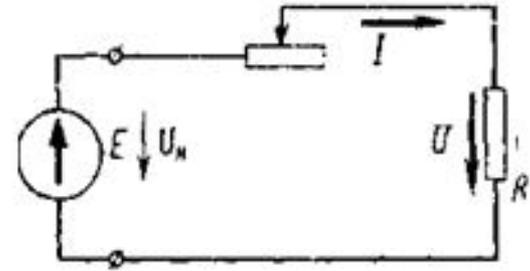
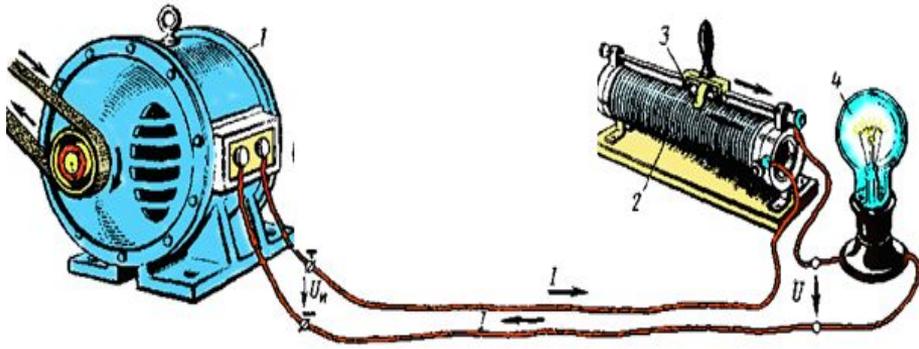
Обозначается G , измеряется в $Cм$ (сименс)

$$G = \frac{1}{R}$$

Чем больше сопротивление (меньше проводимость), тем сильнее нагревается проводник при прохождении тока.

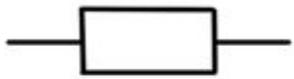
Удельная проводимость – величина, обратная удельному сопротивлению.

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

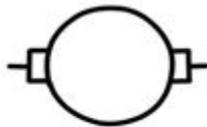


Электрическая цепь

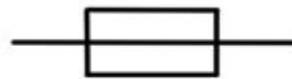
Самостоятельно нарисуйте схему замещения для электрической цепи, используя УГО.



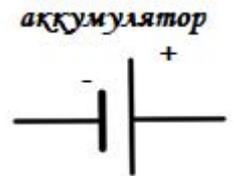
Резистор



Электромотор



Плавкий предохранитель



ЗАДАЧА 1.

Определите удельное сопротивление провода и материал, из которого он изготовлен, если длина провода 69,79 м, сопротивление 6 Ом и площадь поперечного сечения 5 мм².

Дано:

$$L = 69,79 \text{ м}$$

$$R = 6 \text{ Ом}$$

$$S = 5 \text{ мм}^2$$

Найти: ρ -?

Материал
провода?

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\rho = R \cdot S \cdot l$$

$$\rho = 6 \cdot 5 / 69,79 = 0,42 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

Материал провода	Удельное сопротивление
серебро	0,016
медь	0,0175
алюминий	0,03
железо	0,13
Никелин (сплав меди, никеля и алюминия)	0,42

Задача 1. Длина алюминиевого провода 500 м, площадь его поперечного сечения 4 мм², Чему равно сопротивление провода?

Дано:

$$l = 500 \text{ м}$$

$$S = 4 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,028 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

$R = ?$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R = \frac{0,028 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}}{4 \text{ мм}^2} 500 \text{ м} = 3,5 \text{ Ом}$$

Ответ: 3,5 Ом

Задача 2. Медный провод с площадью поперечного сечения 0,85 мм² обладает сопротивлением 4 Ом. Какова длина провода?

Дано:

$$S = 0,85 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$l = ?$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad l = \frac{RS}{\rho}$$

$$l = \frac{4 \text{ Ом} \cdot 0,85 \text{ мм}^2}{0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}} = 200 \text{ м}$$

Ответ: 200 м

Задача 3. Длина серебряного провода 0,6 м, а сопротивление 0,015 Ом. Определите площадь поперечного сечения провода.

Дано:

$$l = 0,6 \text{ м}$$

$$R = 0,015 \text{ Ом}$$

$$\rho = 0,016 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

$S - ?$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad S = \frac{\rho \cdot l}{R}$$

$$S = \frac{0,016 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} \cdot 0,6 \text{ м}}{0,015 \text{ Ом}} = 0,64 \text{ мм}^2$$

Ответ: 0,64 мм²

Задача 4. Шнур, употребляемый для подвода тока к телефону, для гибкости делают из многих тонких медных проволок. Рассчитайте сопротивление такого провода длиной 3 м, состоящего из 20 проволок площадью поперечного сечения 0,05 мм² каждая.

Дано:

$$l = 3 \text{ м}; \quad n = 20$$

$$S_1 = 0,05 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$R - ?$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad S = n \cdot S_1; \quad R = \rho \frac{l}{n \cdot S_1} =$$

$$= \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 3 \text{ м}}{20 \cdot 0,05 \text{ мм}^2} = 0,051 \text{ Ом}.$$

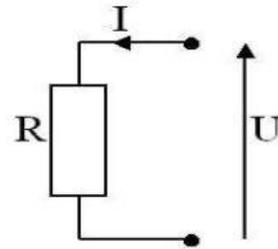
Закон Ома

Немецкий физик **Георг Симон Ом** (1787—1854) открыл основной закон электрической цепи.

Закон Ома для участка цепи:

Сила тока I на участке электрической цепи прямо пропорциональна напряжению U на концах участка и обратно пропорциональна его сопротивлению R .

$$I = \frac{U}{R}$$



I — сила тока (в системе СИ измеряется — Ампер)

U — напряжение (в системе СИ измеряется — Вольт)

Падение напряжения на участке проводника равно произведению силы тока в проводнике на сопротивление этого участка.

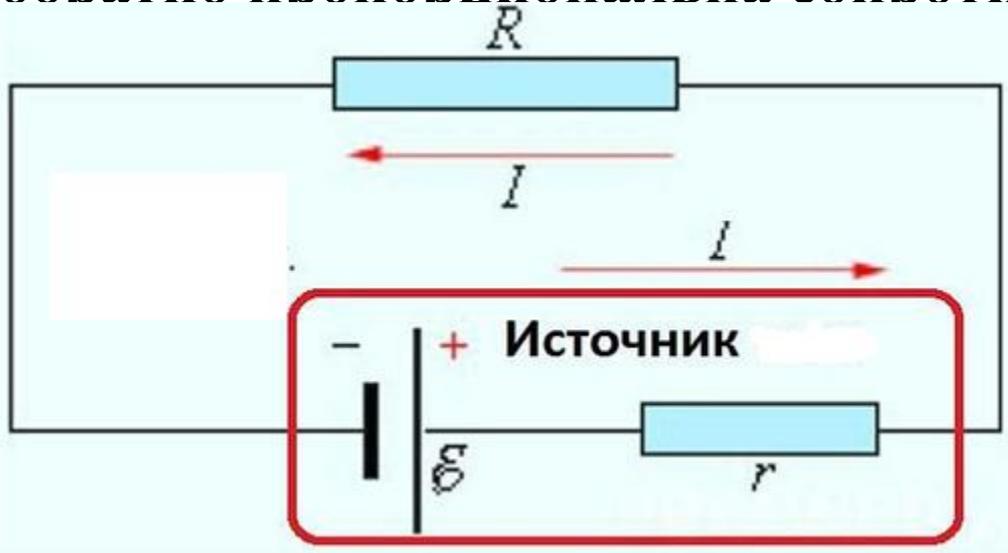
$$U = I * R$$

R — электрическое сопротивление, Ом.

$$R = \frac{U}{I}$$

Для полной цепи:

Сила тока в цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна сопротивлению всей цепи.



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

где

\mathcal{E} - ЭДС источника, В

r - сопротивление источника, Ом

R - сопротивление нагрузки, Ом.

Полное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений внешней цепи R (нагрузки) и внутреннего r (источника).

Напряжение в цепи будет равно: $U = \mathcal{E} - I \cdot r$

Если цепь разомкнута, то $\mathcal{E} = U$

Ответьте на вопросы.

1 Как можно удвоить силу тока в цепи?

Ответ: Увеличить напряжение в 2 раза или уменьшить в 2 раза сопротивление.

2 Напряжение на реостате увеличили в 2 раза, а сопротивление реостата уменьшили в 3 раза. Как изменился ток в реостате?

Ответ: Увеличился в 6 раз.

Устно решите задачи

Решите устно задачи:

а) $U = 20 \text{ в,}$ $R = 10 \text{ ом,}$ $I = ?$

б) $I = 10 \text{ а,}$ $R = 5 \text{ ом,}$ $U = ?$

в) $I = 5 \text{ а,}$ $U = 15 \text{ в,}$ $R = ?$

Решите задачи:

а) $R = 2 \text{ Мом,}$ $U = 350 \text{ в,}$ $I = ?$

б) $I = 10 \text{ а,}$ $R = 10 \text{ ком,}$ $U = ?$

в) $I = 15 \text{ ма,}$ $U = 30 \text{ кв,}$ $R = ?$

Ответ. а) $I = 0,175 \text{ ма.}$ б) $U = 100 \text{ кв.}$ в) $R = 2 \text{ Мом.}$

Задача 1. Какова сила тока в резисторе, если его сопротивление 12 Ом, а напряжение на нем 120 В?

Дано:

$$R = 12 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$I - ?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{120 \text{ В}}{12 \text{ Ом}} = 10 \text{ А}$$

Ответ: 10 А

Задача 2. Определите сопротивление проводника, если при напряжении 110 В сила тока в нем 2 А.

Дано:

$$U = 110 \text{ В}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$R - ?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{110 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 55 \text{ Ом}$$

Ответ: 55 Ом

Работа и мощность электрического тока

Кулоновские и сторонние электрические силы совершают работу A при перемещении зарядов вдоль электрической цепи. Если электрический ток постоянен, а образующие цепь проводники неподвижны, то энергия W , которая необратимо преобразуется за время t в объеме проводника, равна совершенной работе:

$$W = A = IUt, \text{ Дж}$$

где I - сила тока, А; U - падение напряжения, В. t - время, сек.

Работа тока на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа.
Мощность электрического тока – скорость совершения работы (преобразования энергии)

$$P = \frac{A}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

где A - работа, которая совершается током за время;

I - сила тока,

U - падение напряжения на участке цепи.

Единица мощности электрического тока - ватт, $P = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ сек} = 1 \text{ Вт}$

Измеряется ваттметром.

БАЛАНС МОЩНОСТИ

$$\Sigma P_{\text{ист.}} = \Sigma p_{\text{потр}}$$

$$\Sigma E \cdot I = \Sigma I^2 \cdot R$$

В таблице указаны значения мощности некоторых потребителей электрического тока:

Электрический прибор	Мощность, Вт
Лампочка фонарика	1
Лампа люминесцентная бытовая	5...30
Лампа накаливания бытовая	25...150
Холодильник бытовой	15...200
Электропылесос	100...2 000
Электрический утюг	300...2 000
Стиральная машина	350...2 000

Задача 1. Электроплитка имеет спираль сопротивлением 24 Ом и потребляет ток 5 А. Определить мощность.

Решение

$$P = I^2 \cdot R = 25 \cdot 24 = 0,6 \text{ кВт}$$

Задача 2. Определить мощность, потребляемую электродвигателем, если ток в цепи 8 А и двигатель включен в сеть 220 В.

РЕШЕНИЕ

$$P = U \cdot I = 8 \cdot 220 = 1,76 \text{ Вт}$$

Задача 3. Мощность двигателя 3 кВт. Чему равен ток в обмотке, если напряжение сети равно 120 В.

РЕШЕНИЕ

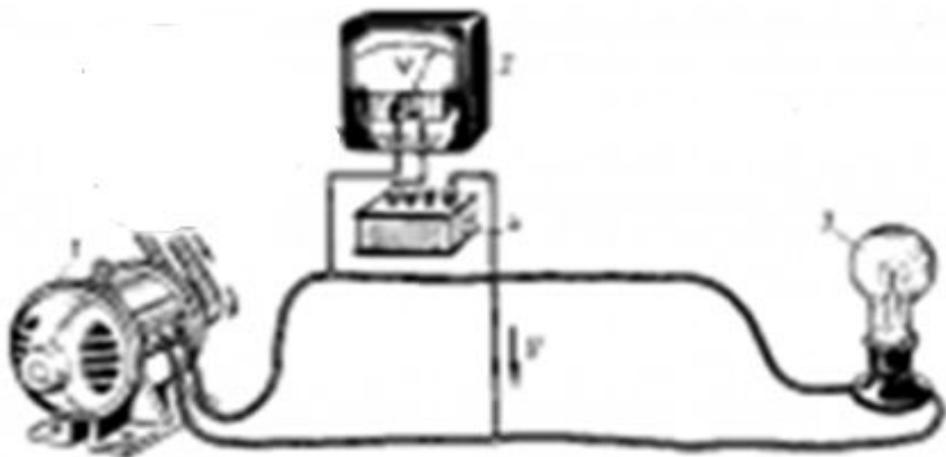
$$I = P / U = 3000/120 = 25 \text{ A}$$

Электрическая цепь (ЭЦ).

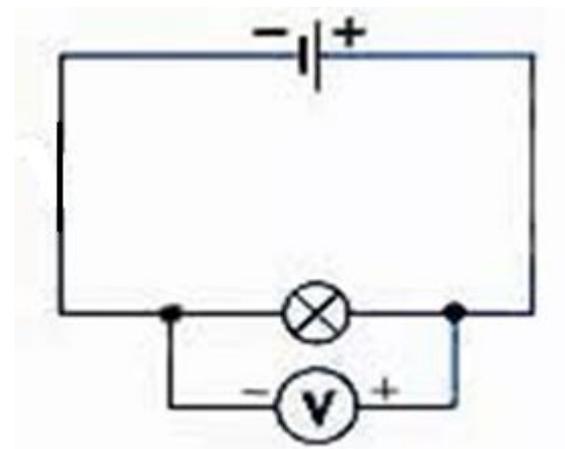
ЭЦ – совокупность электротехнических устройств, образующих путь для прохождения тока (совокупность генерирующих, приемных и вспомогательных устройств, соединенных между собой электрическими проводами).

При изучении, описании и анализе ЭЦ ее отдельные элементы представляются в виде условно-графического обозначения (УГО). Используя УГО, можно любую реальную электрическую цепь представить в виде схемы, которая называется схемой электрической цепи. Провода изображаются отрезками линий.

Электрическая цепь.



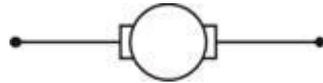
Нарисуйте схему замещения для электрической цепи.



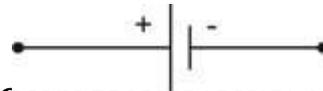
Простая ЭЦ состоит :

1. Источники электрической энергии (генерирующие устройства)
- преобразуют другие виды энергии в электрическую.

а) преобразующие механическую энергию в электрическую
(генераторы);

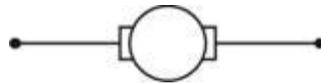


б) преобразующие химическую энергию в электрическую
(аккумулятор);



2. Потребители – преобразуют электрическую энергию в другие
виды:

-Двигатели



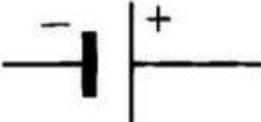
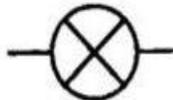
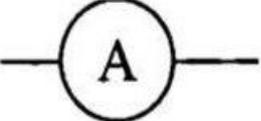
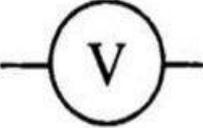
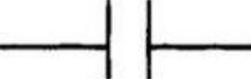
-Лампы

лампочка



3. Вспомогательные элементы

**Графическое изображение
некоторых элементов электрической цепи**

Источник тока 	Лампа 	Ключ 
Соединительный провод 	Пересечение соединительных проводов 	Резистор 
Амперметр 	Вольтметр 	Конденсатор 

Все элементы ЭЦ, имеющие ЭДС называются активными. При размыкании цепи $U \neq 0$. (Источники)

Остальные элементы ЭЦ называются пассивными. При размыкании цепи на них $U = 0$. (Потребители).

Любая ЭЦ делится на:

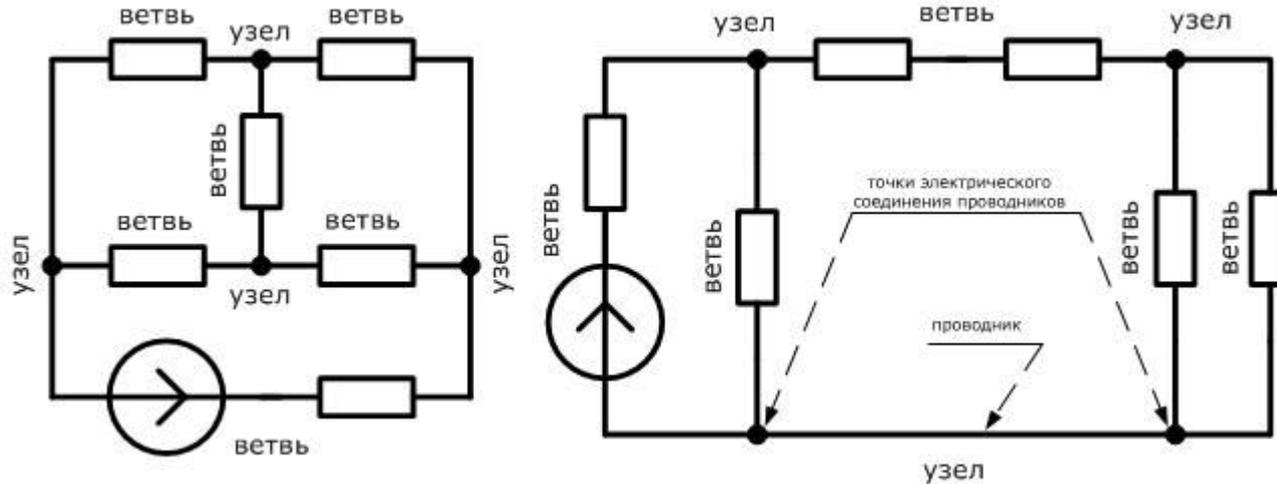
- 1) Внутреннюю часть – источник. Ток протекает от (-) к (+).
- 2) Внешнюю – потребитель, провода и т.д. Ток протекает от (+) к (-).

Условия протекания тока в цепи.

1. Цепь замкнута.
2. $E \neq 0$.
3. Сторонние силы.

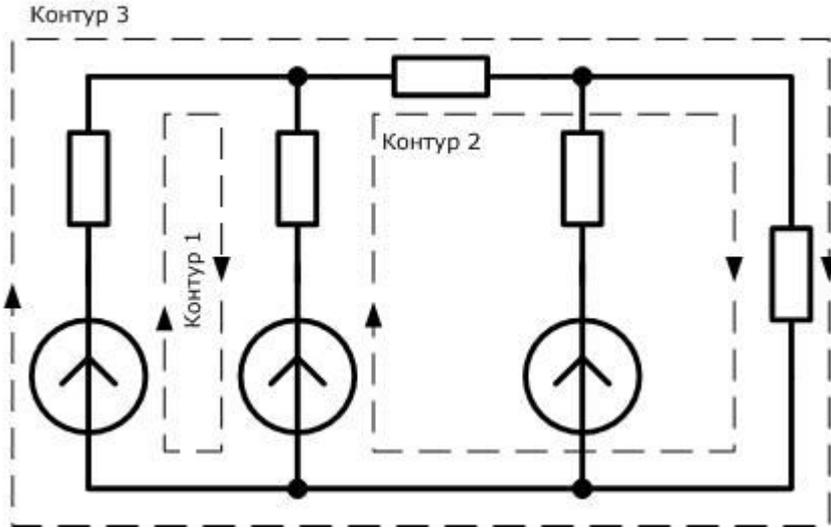
Любая ЭЦ имеет:

1). Ветвь - участок электрической цепи, по которому протекает один и тот же ток.

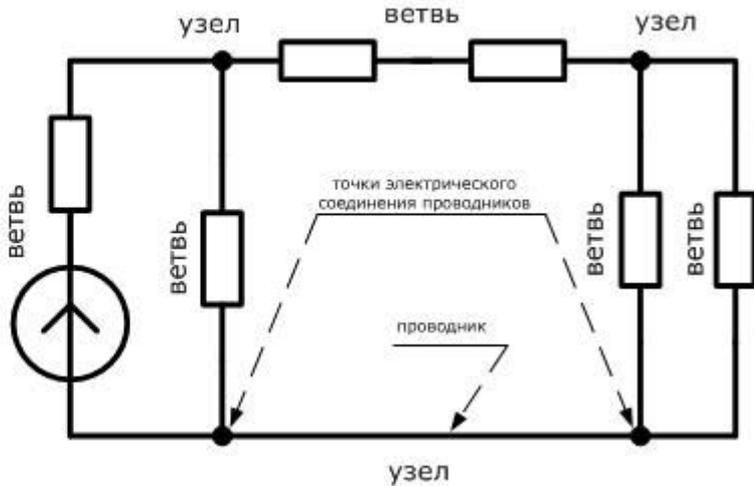
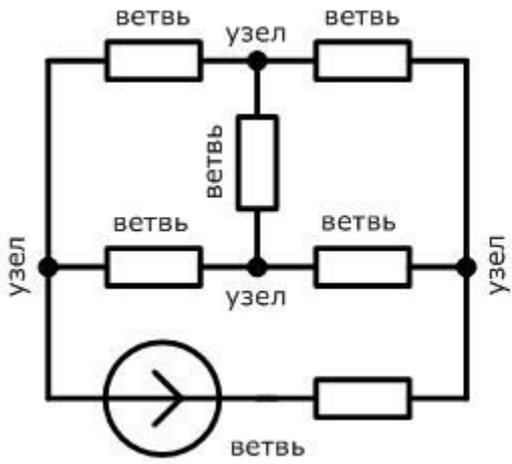


2) Узел - место соединения трех и более ветвей.

3). Контур - замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям.



Сложная ЭЦ.



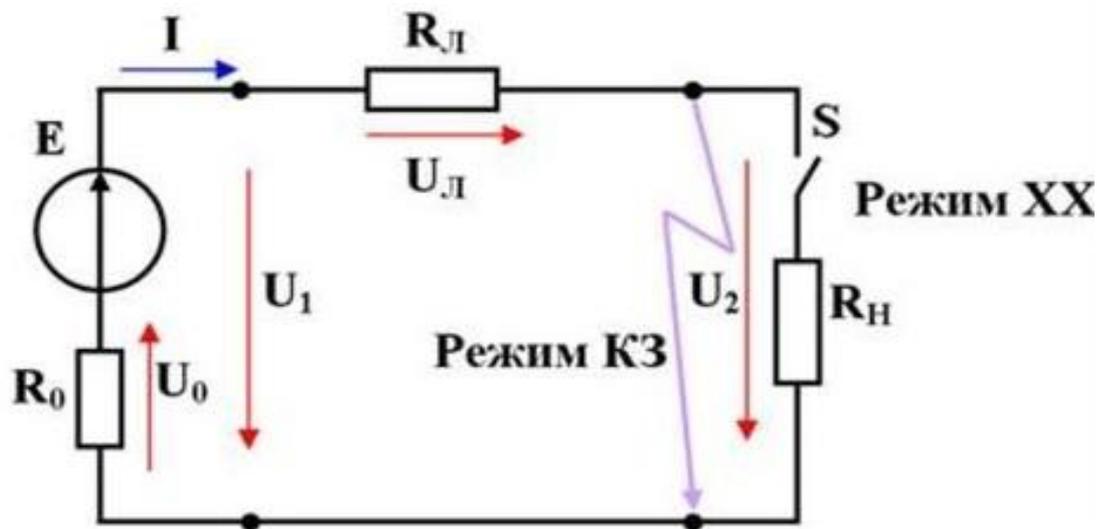
Простая цепь

В чем разница между простой цепью и сложной?

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ.

При изменении нагрузки от 0 до ∞ изменяется U . I . P . Отсюда пять режимов ЭЦ.

1. Режим холостого хода (ХХ) - соответствует разомкнутой цепи. $I=0$. $R = \infty$. $U=E$.
2. Режим короткого замыкания (КЗ) – аварийный. $R = 0$. Ток ограничен только сопротивлением источника, которое мало, поэтому ток увеличивается в 100-1000 раз. Короткое замыкание – соединение двух проводов с нарушенной изоляцией, образующих малое сопротивление.



3.Номинальный режим характеризуется значениями напряжения, тока и мощности, на которые рассчитана цепь. Отклонения от этого режима нежелательно, к.п.д. цепи уменьшается.

4.Рабочий – отклонение от номинального в допустимых пределах.

5.Согласованный характеризуется максимально возможной мощностью, которая передается от источника к нагрузке (потребителю). Условие $R_0 = R_n$

R_0 –сопротивление источника

R_n - сопротивление потребителя

Применяется в измерительных цепях.

Соединение резисторов

1) Последовательное соединение.

Это соединение, при котором потребители соединены один за другим без разветвления и поэтому имеют один и тот же ток.

Падение напряжения на каждом участке равно:

$$U_1 = IR_1$$

$$U_2 = IR_2$$

$$U_3 = IR_3$$



$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Задача 2. Мощность, потребляемая тремя последовательно соединенными резисторами равна $P = 25$ Вт при токе в цепи $0,2$ А. На участке, где включены резисторы R_1 и R_2 напряжение равно $U_{1-2} = 55$ В. Сопротивление $R_1 = 130$ Ом. Определить сопротивление R_2 и R_3 , напряжение на входе цепи и составить баланс мощности.

РЕШЕНИЕ.

Определяем сопротивление $R_{1-2} = U_{1-2} / I = 55 / 0,2 = 275$ Ом

$R_2 = 275 - 130 = 145$ Ом

$P = I^2 \cdot R_{\text{общ.}}$, отсюда $R_{\text{общ.}} = P / I^2 = 25 / 0,2^2 = 625$ Ом

$R_3 = R_{\text{общ.}} - R_{1-2} = 625 - 275 = 350$ Ом.

$P = U_{\text{общ.}} \cdot I$, ОТСЮДА $U_{\text{общ.}} = P / I = 25 / 0,2 = 125$ В

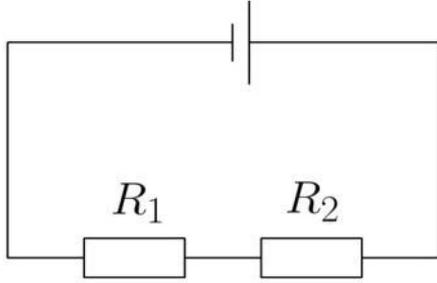
Составляем баланс мощности: $P_{\text{ист.}} = P_{\text{потр.}}$

$U_{\text{общ.}} \cdot I = I^2 \cdot R_1 + I^2 \cdot R_2 + I^2 \cdot R_3$

$125 \cdot 0,2 = 0,2^2 \cdot 130 + 0,2^2 \cdot 145 + 0,2^2 \cdot 350$

$25 \text{ Вт} = 5,2 + 5,8 + 14 = 25 \text{ Вт}$

Задача 3. Сопротивления $R_1=2$ Ом и $R_2=3$ Ом соединены последовательно. Ток, проходящий через R_1 равен 2 А. Найти общее сопротивление и напряжение цепи. цепи.



Решение

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 = 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}$$

Задача 4. Напряжение на контактах батарейки $U_{\text{общ}}=15$ В, $R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом. Вычислить силу тока цепи.

Дано:

$$U_{\text{общ}} = 15 \text{ В}$$

$$R_1 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 3 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{общ}} - ?$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}} = \frac{U_{\text{общ}}}{R_1 + R_2} = \frac{15 \text{ В}}{2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом}} = 3 \text{ А}$$

$$\text{Ответ: } I_{\text{общ}} = 3 \text{ А}$$

2) Параллельное соединение

Соединение, при котором несколько ветвей присоединены к одной паре узлов.

Сопротивление двух резисторов равно

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

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

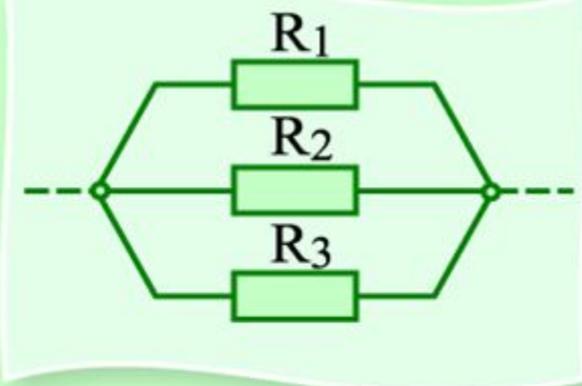
С одинаковыми сопротивлениями находится по формуле:

$$R = \frac{R_1}{n}$$

где n – количество резисторов

Так как $1/R = G$ – проводимость (единица измерения Сименс), можно записать

$$G_{\text{общ.}} = G_1 + G_2 + G_3$$



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

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

Пример.

Дано:

$$R_1 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ.}} - ?$$

$$1/R_{\text{общ}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R_{\text{общ}} = 1/8 + 1/4 + 1/2 = 1+2+4/8 = 7/8 \quad (1 \setminus \text{Ом})$$

$$R_{\text{общ}} = 8/7 = 1,14 \text{ Ом}$$

Дано:

$$G_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ См}$$

$$G_2 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ См}$$

$$G_3 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ См}$$

$$R_{\text{общ}} - ?$$

РЕШЕНИЕ.

$$G_{\text{общ.}} = G_1 + G_2 + G_3 = 4 \cdot 10^{-3} + 12 \cdot 10^{-3} + 7 \cdot 10^{-3} = 23 \cdot 10^{-3} \text{ См}$$

$$R_{\text{общ}} = 1 \setminus 23 \cdot 10^{-3} = 43,5 \text{ Ом}$$

Два проводника сопротивлением 200 Ом и 300 Ом соединены параллельно.

Определить полное сопротивление участка цепи.

Дано:

$$R_1 = 200 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 300 \text{ Ом}$$

$$R - ?$$

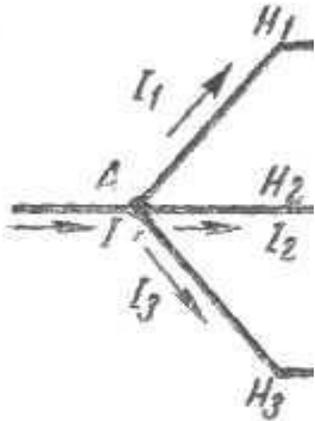
Решение:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{200 \text{ Ом} \cdot 300 \text{ Ом}}{200 \text{ Ом} + 300 \text{ Ом}} = 120 \text{ Ом}$$

Ответ: 120 Ом

Алгебраическая сумма токов для любого узла электрической цепи равна нулю (токи входящие в узел равны токам, исходящим из узла) - 1 закон Кирхгофа.

$$\sum I = 0$$



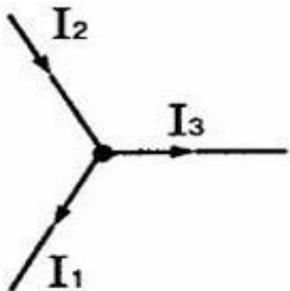
Узел А.

$$I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Токи, входящие в узел берем со знаком (+), выходящие из узла – со знаком (-).

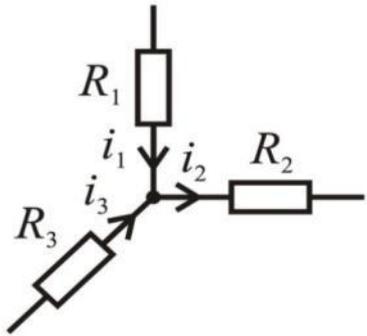
$$\text{Или можно записать: } I = I_1 + I_2 + I_3$$

ЗАДАЧА 1. Для узловой точки составить уравнение по 1 закону Кирхгофа.



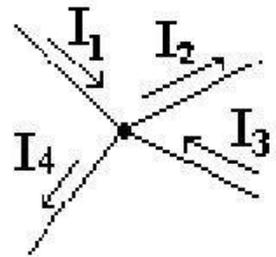
$$I_1 + I_3 - I_2 = 0$$

ЗАДАЧА 2. Для узловой точки составить уравнение по 1 закону Кирхгофа.



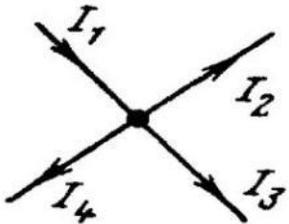
$$i_1 - i_2 + i_3 = 0$$

ЗАДАЧА 3. Для узловой точки составить уравнение по 1 закону Кирхгофа.



$$I_1 + I_3 - I_2 - I_4 = 0 \text{ или } I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

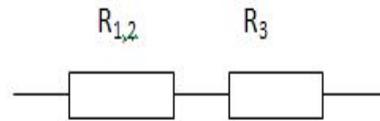
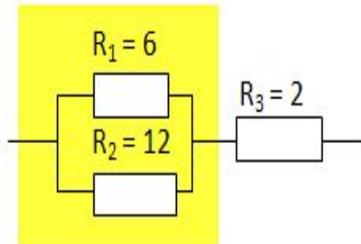
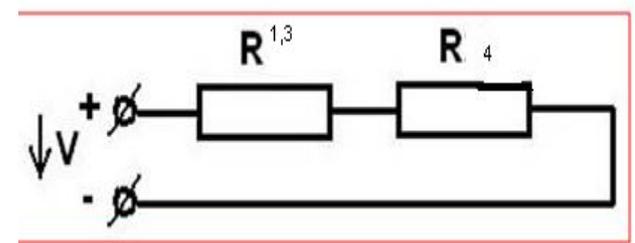
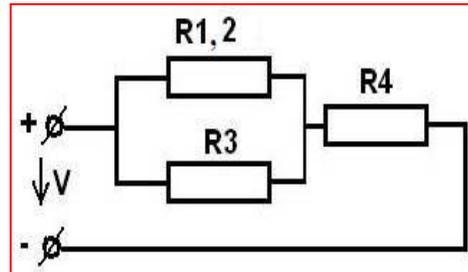
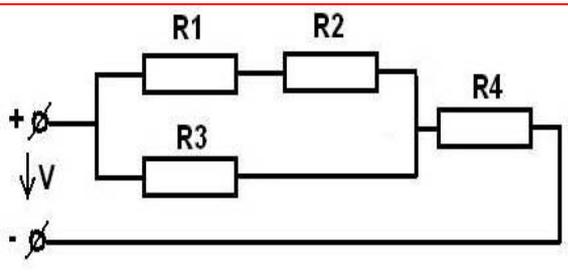
ЗАДАЧА 4. Для узловой точки составить уравнение по 1 закону Кирхгофа.



$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

Смешанное соединение

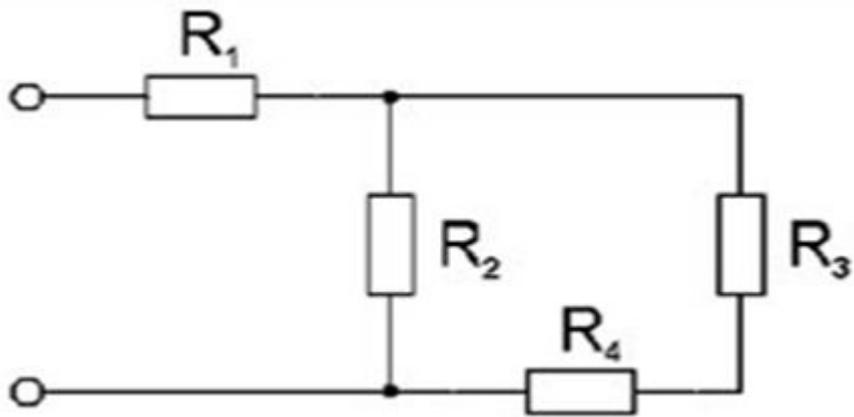
Есть участки параллельного и последовательного соединения.



$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} = 4$$

$$R = R_{1,2} + R_3 = 4 + 2 = 6.$$

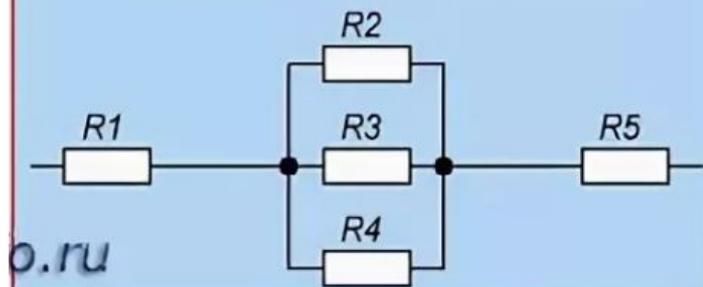
Пример



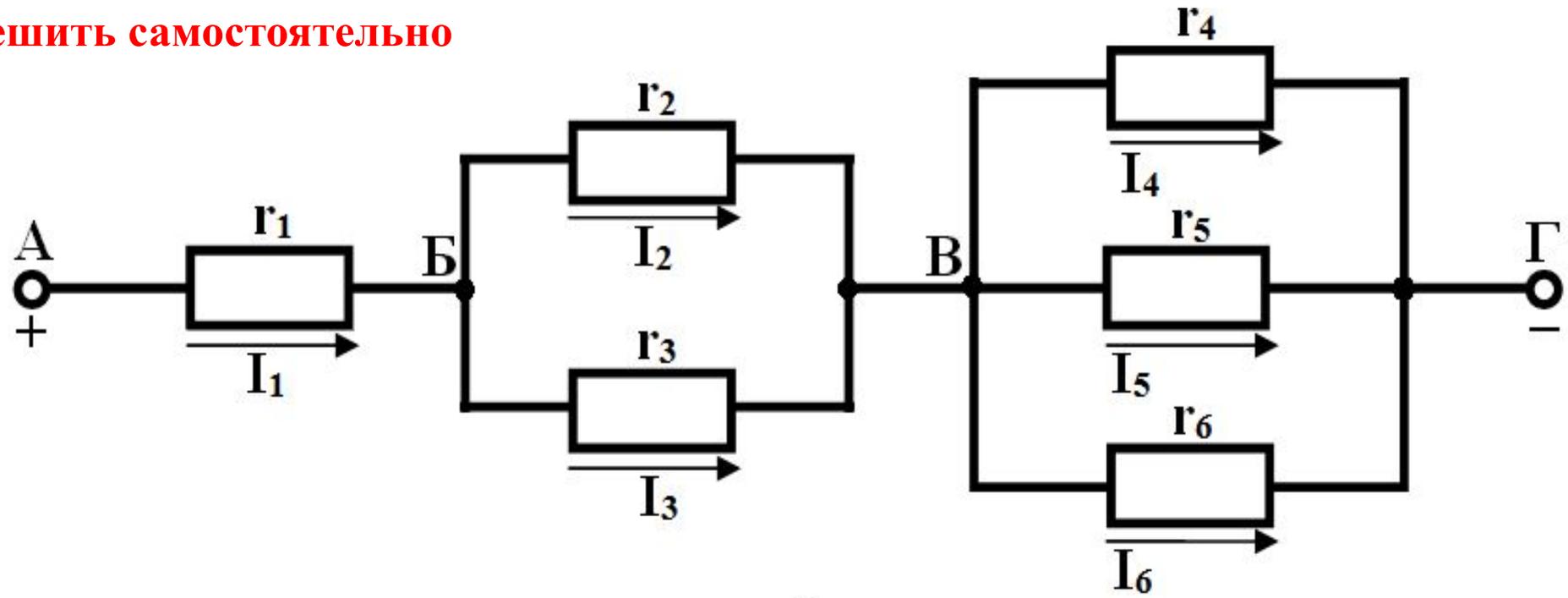
$$R_{34} = R_3 + R_4 ; \quad \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}}$$

$$R_{234} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}} ; \quad R_{\Sigma} = R_1 + R_{234}$$

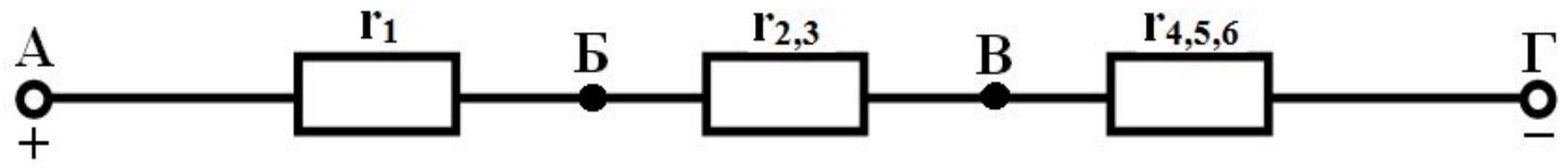
Смешанное соединение



Решить самостоятельно



a)



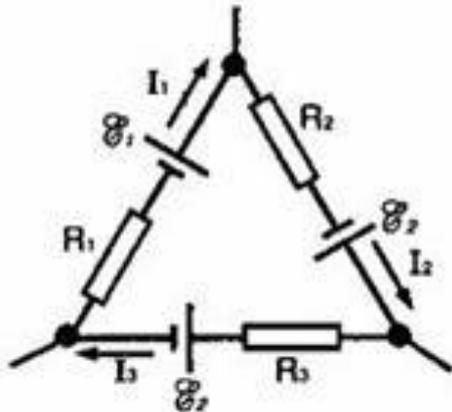
б)

Второй закон Кирхгофа

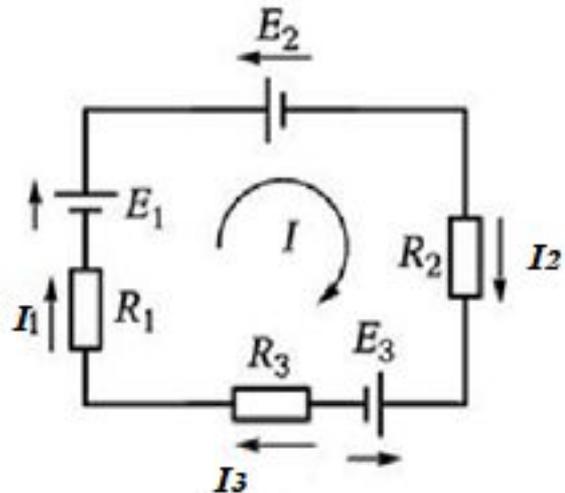
В любом замкнутом контуре цепи алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжений в сопротивлениях этого контура.

$$\Sigma E = \Sigma I \cdot R$$

Условно задаются направлениями токов в различных участках цепи. Намечают контуры, направление обхода этих контуров и приступают к составлению уравнений. Если направление обхода не совпадает с направлениями Э.Д.С. или с направлениями токов на отдельных участках контура, то величины Э.Д.С. и падения напряжения $I \cdot R$ входят в уравнения со знаком «минус».

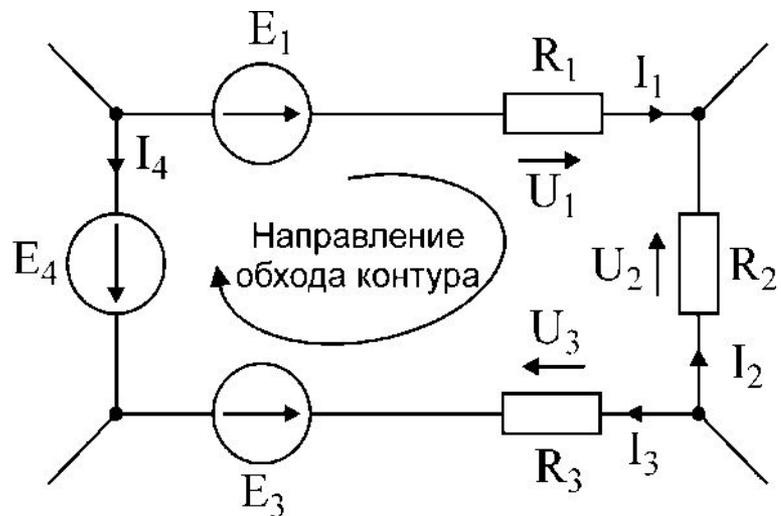


Задача 1: составить уравнение по 2 закону Кирхгофа



$$E_1 - E_2 - E_3 = I_1 \times R_1 + I_2 \times R_2 + I_3 \times R_3$$

Задача 2: составить уравнение по 2 закону Кирхгофа



$$E_1 - E_3 - E_4 = I_1 \times R_1 - I_2 \times R_2 + I_3 \times R_3$$

Заполнить таблицу

Наименование	Определение	Обозначение	Единицы измерения	Расчетная формула	Прибор для измерения и схема включения
ЭДС					
Напряжение					
Сила тока					
Сопротивление					
Проводимость					
Мощность					