

### Задание:

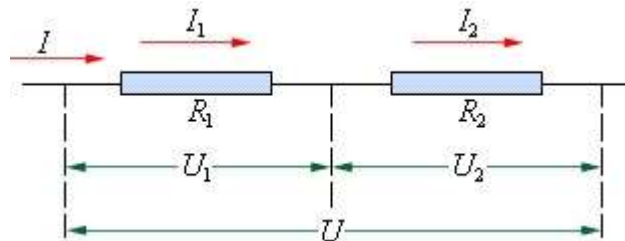
- Изучить теорию;
- Написать краткий конспект;
- Решить задачи для самостоятельной работы.
- По вопросам обращаться 072-1098278 или [hvastov@rambler.ru](mailto:hvastov@rambler.ru)
- Фотоотчёт конспекта прислать в течение 3 дней со дня получения задания на [hvastov@rambler.ru](mailto:hvastov@rambler.ru)

### Тема: Последовательное и параллельное соединения проводников. ЭДС источника тока

#### Цель: Обобщить соединение проводников и источников тока

Проводники в электрических цепях тоже могут соединяться последовательно и параллельно.

#### 1. При последовательном соединении проводников



1. Сила тока во всех проводниках одинакова:

$$I_1 = I_2 = I$$

2. Общее напряжение  $U$  на обоих проводниках равно сумме напряжений  $U_1$  и  $U_2$  на каждом проводнике:

$$U = U_1 + U_2$$

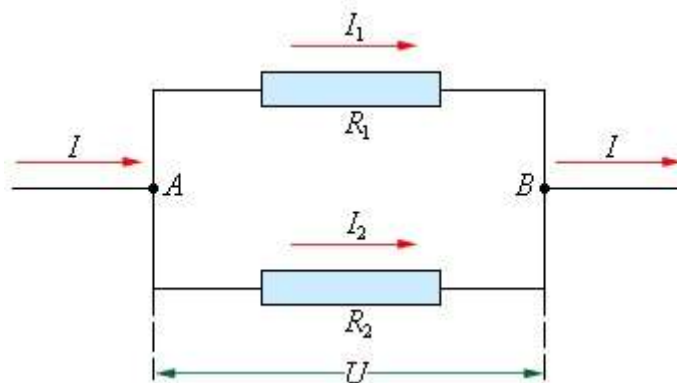
3. По закону Ома, напряжения  $U_1$  и  $U_2$  на проводниках равны  $U_1 = IR_1$ ,  $U_2 = IR_2$  а общее напряжение  $U = IR$  где  $R$  – электрическое сопротивление всей цепи, тогда  $IR = IR_1 + IR_2$ . Отсюда следует

$$R = R_1 + R_2$$

При последовательном соединении полное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных проводников.

Этот результат справедлив для любого числа последовательно соединенных проводников.

#### 2. При параллельном соединении проводников



1. Напряжения  $U_1$  и  $U_2$  на обоих проводниках одинаковы

$$U_1 = U_2 = U$$

2. Сумма токов  $I_1 + I_2$ , протекающих по обоим проводникам, равна току в неразветвленной цепи:

$$I = I_1 + I_2$$

Этот результат следует из того, что в точках разветвления токов (узлы  $A$  и  $B$ ) в цепи постоянного тока не могут накапливаться заряды. Например, к узлу  $A$  за время  $\Delta t$  подтекает заряд  $I\Delta t$ , а утекает от узла за то же время заряд  $I_1\Delta t + I_2\Delta t$ . Следовательно,  $I = I_1 + I_2$ .

3. Записывая на основании закона Ома

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I = \frac{U}{R}$$

где  $R$  – электрическое сопротивление всей цепи, получим

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{или} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

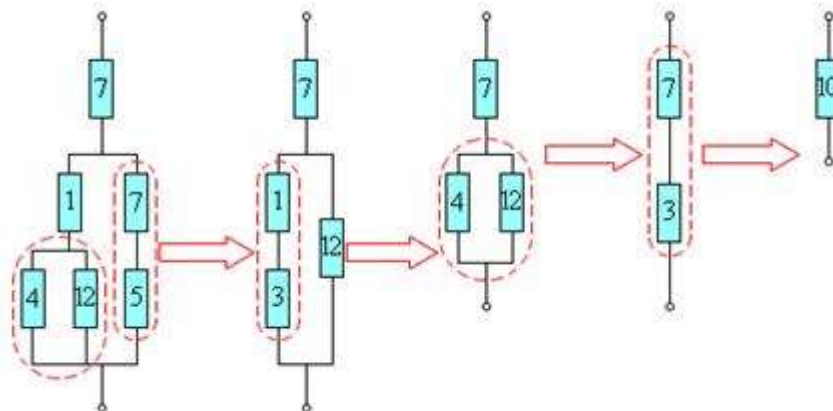
**Обращаю внимание! Последняя формула справедлива только для двух резисторов!**

Чтобы рассчитать общее сопротивление трёх и более проводников - нужно либо считать по первой формуле (не забываем перевернуть дробь), либо группируя по два (например, имеем 4 параллельно соединённых проводника, чтобы найти эквивалентное сопротивление группируем  $R_1$  и  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$ , а потом снова применяем вторую формулу, но уже с полученными результатами  $R_{1,2}$  и  $R_{3,4}$ )

При параллельном соединении проводников величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников.

Этот результат справедлив для любого числа параллельно включенных проводников.

Формулы для последовательного и параллельного соединения проводников позволяют во многих случаях рассчитывать сопротивление сложной цепи, состоящей из многих резисторов. На рисунке приведен пример такой сложной цепи и указана последовательность вычислений. Сопротивления всех проводников указаны в омах (Ом).

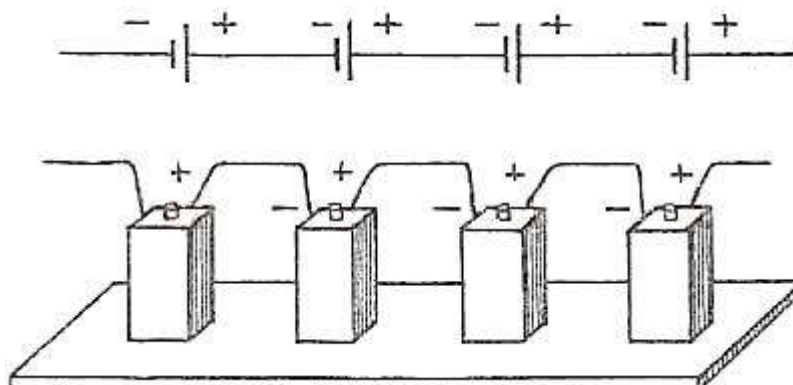


На практике одного источника тока в цепи бывает недостаточно, и тогда источники тока тоже соединяют между собой для питания цепи. Соединение источников в батарею может быть последовательным и параллельным.

**При последовательном соединении два соседних источника соединяются разноименными полюсами.**

Т.е., для последовательного соединения аккумуляторов, к "плюсу" электрической схемы подключают положительную клемму первого аккумулятора. К его отрицательной клемме подключают положительную клемму второго аккумулятора и т.д. Отрицательную клемму последнего аккумулятора подключают к "минусу" электрической схемы.

Получившаяся при последовательном соединении аккумуляторная батарея имеет ту же емкость, что и у одиночного аккумулятора, а напряжение такой аккумуляторной батареи равно сумме напряжений входящих в нее аккумуляторов. Т.е. если аккумуляторы имеют одинаковые напряжения, то напряжение батареи равно напряжению одного аккумулятора, умноженному на количество аккумуляторов в аккумуляторной батарее.



1. ЭДС батареи равна сумме ЭДС отдельных источников  $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$

2. Общее сопротивление батареи источников равно сумме внутренних сопротивлений отдельных источников:

$$r_{\text{батареи}} = r_1 + r_2 + r_3$$

Если в батарею соединены  $n$  одинаковых источников, то ЭДС батареи  $\varepsilon = n\varepsilon_1$ , а сопротивление  $r_{\text{батареи}} = nr_1$

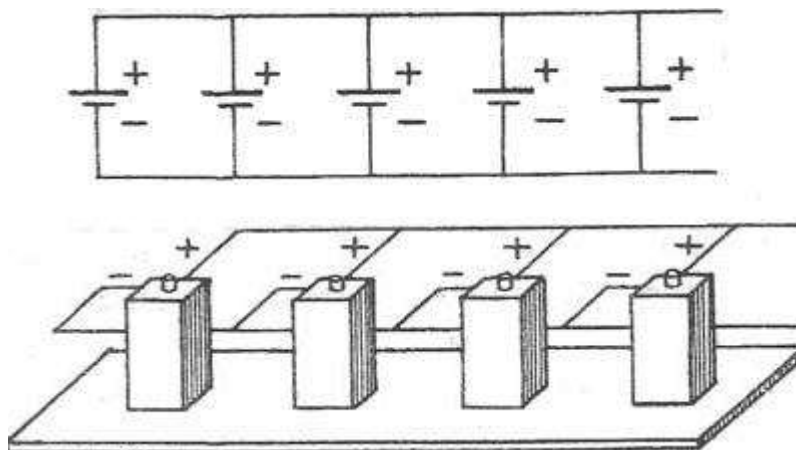
3. Сила тока в такой цепи по закону Ома:

$$I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}$$

**При параллельном соединении соединяют между собой все положительные и все отрицательные полюсы двух или  $n$  источников.**

Т.е., при параллельном соединении, аккумуляторы соединяют так, чтобы положительные клеммы всех аккумуляторов были подключены к одной точке электрической схемы ("плюсу"), а отрицательные клеммы всех аккумуляторов были подключены к другой точке схемы ("минусу").

Параллельно соединяют только **источники с одинаковой ЭДС**. Получившаяся при параллельном соединении аккумуляторная батарея имеет то же напряжение, что и у одиночного аккумулятора, а емкость такой аккумуляторной батареи равна сумме емкостей входящих в нее аккумуляторов. Т.е. если аккумуляторы имеют одинаковые емкости, то емкость аккумуляторной батареи равна емкости одного аккумулятора, умноженной на количество аккумуляторов в батарее.



1. ЭДС батареи одинаковых источников равна ЭДС одного источника.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$$

2. Сопротивление батареи меньше, чем сопротивление одного источника

$$r_{\text{батареи}} = r_1/n$$

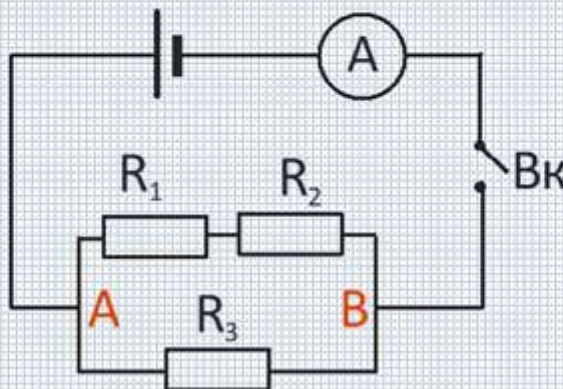
3. Сила тока в такой цепи по закону Ома:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r/n}$$

Электрическая энергия, накопленная в аккумуляторной батарее равна сумме энергий отдельных аккумуляторов (произведению энергий отдельных аккумуляторов, если аккумуляторы одинаковые), независимо от того, как соединены аккумуляторы - параллельно или последовательно.

Внутреннее сопротивление аккумуляторов, изготовленных по одной технологии, примерно обратно пропорционально емкости аккумулятора. Поэтому т.к. при параллельном соединении емкость аккумуляторной батареи равна сумме емкостей входящих в нее аккумуляторов, т.е. увеличивается, то внутреннее сопротивление уменьшается.

**Задача** Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных сопротивлений, каждое из которых равно  $R_1 = R_2 = 1$  Ом. К этим двум резисторам параллельно подключают еще одно сопротивление, значение которого составляет  $R_3 = 2$  Ом. Всю эту цепь подключают к источнику тока, который создает на концах данного соединения напряжение  $U = 2,4$  В. Определите силу тока во всей электрической цепи.



Дано:  
 $R_1 = 1$  Ом  
 $R_2 = 1$  Ом  
 $R_3 = 2$  Ом  
 $U = 2,4$  В

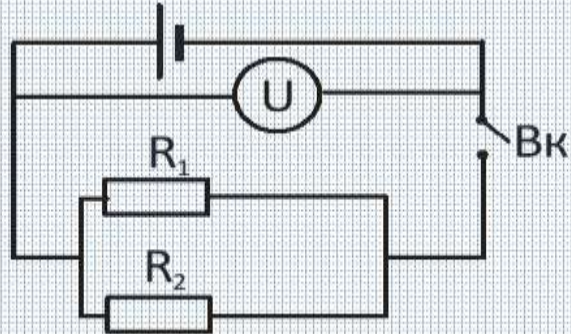
$I = ?$

Решение:  
 Согласно схеме, искомая сила тока – это сила тока, протекающая через амперметр. Резисторы  $R_1$  и  $R_2$  соединены последовательно, резистор  $R_3$  – параллельно к ним.  
 $R' = R_1 + R_2 = 1 + 1 = 2$  Ом  
 Заменив в схеме резисторы  $R_1$  и  $R_2$  эквивалентным резистором  $R'$ , получим иную схему.  
 Сопротивления  $R_3$  и  $R'$  соединены параллельно, можно найти общее сопротивление электрической цепи по формуле для параллельного соединения:  
 $\frac{1}{R_{\text{эkv}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R'}$   
 $R_{\text{эkv}} = \frac{R_1 R'}{R_1 + R'} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1$  Ом  
 $I = \frac{U}{R_{\text{эkv}}} = \frac{2,4}{1} = 2,4$  А  
 Заменим схему  
 Ответ: 2,4 А

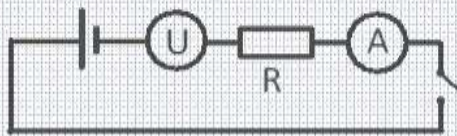
## Задачи для самостоятельного решения

**Задача 01.** Определить значения силы тока на резисторах и в цепи, если известны:

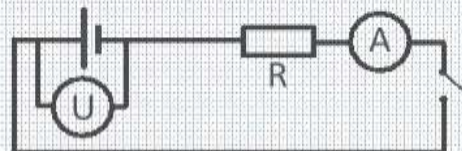
- сопротивление  $R_1 = 12 \text{ Ом}$ ;
- сопротивление  $R_2 = 15 \text{ Ом}$ ;
- напряжение  $U = 9 \text{ В}$ .



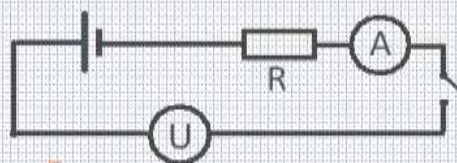
### Какая схема составлена правильно?



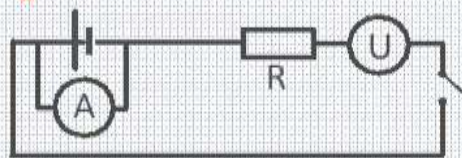
А



В



Б



Г

**Задача 02.** Рассчитать величину напряжения  $U$ , если известны:

- $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ;
- $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ;
- $R_3 = 6 \text{ Ом}$ ;
- $I_2 = 0,2 \text{ А}$ .

