



# §47. Реостаты

## §48. Последовательное

соединение проводников

## §48. Параллельное соединение

проводников

# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ



§47-49

ВОПРОСЫ УСТНО

УПРАЖНЕНИЯ 30-33 ПИСЬМЕННО!

ЗАДАЧИ Д/З В КОНЦЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ

# Вспоминаем

- 1. Что называют электрическим сопротивлением проводника?**
- 2. Параметры проводника, от которых зависит его сопротивление?**
- 3. Что такое удельное сопротивление проводника?**



# ***Реостат***

**это специальный прибор для регулирования силы тока в цепи.**

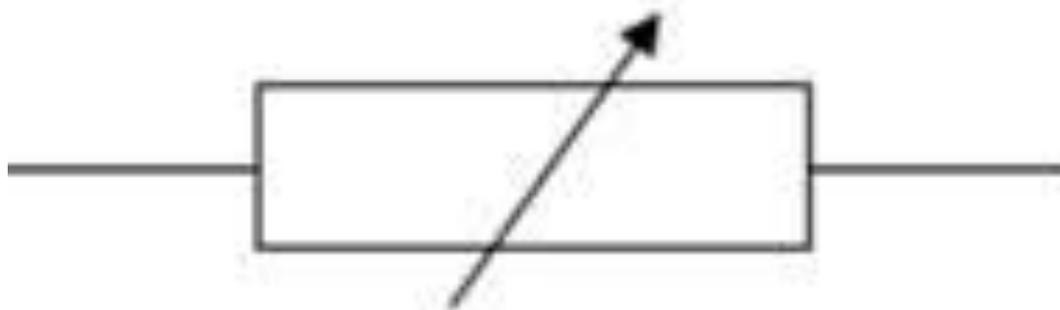
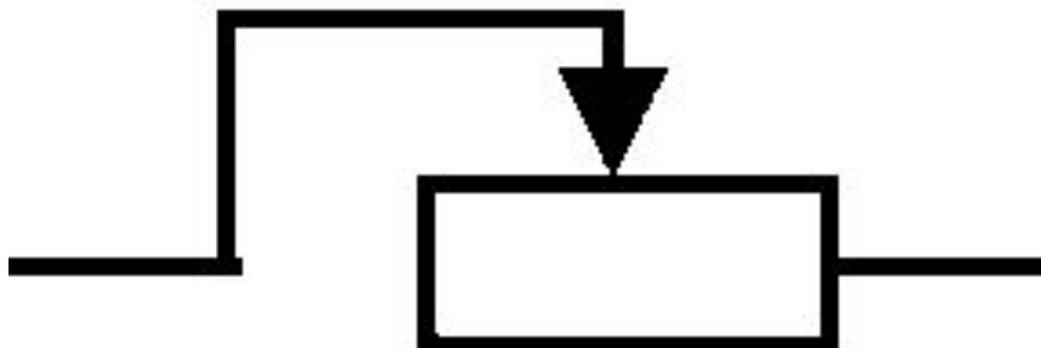
***Реостат относится к элементам управления.***

***Принцип работы реостата основан на изменении его сопротивления, тем самым мы изменяем силу тока и напряжение в электрической цепи.***

- 1. На практике часто необходимо менять силу тока в цепи – то больше , то меньше.**
- 2. В динамике акустических колонок, для изменения частоты вращения двигателей.**
- 3. Для этого и применяют специальные приборы - реостаты**



# Обозначение реостата в электрической цепи



# Диммер

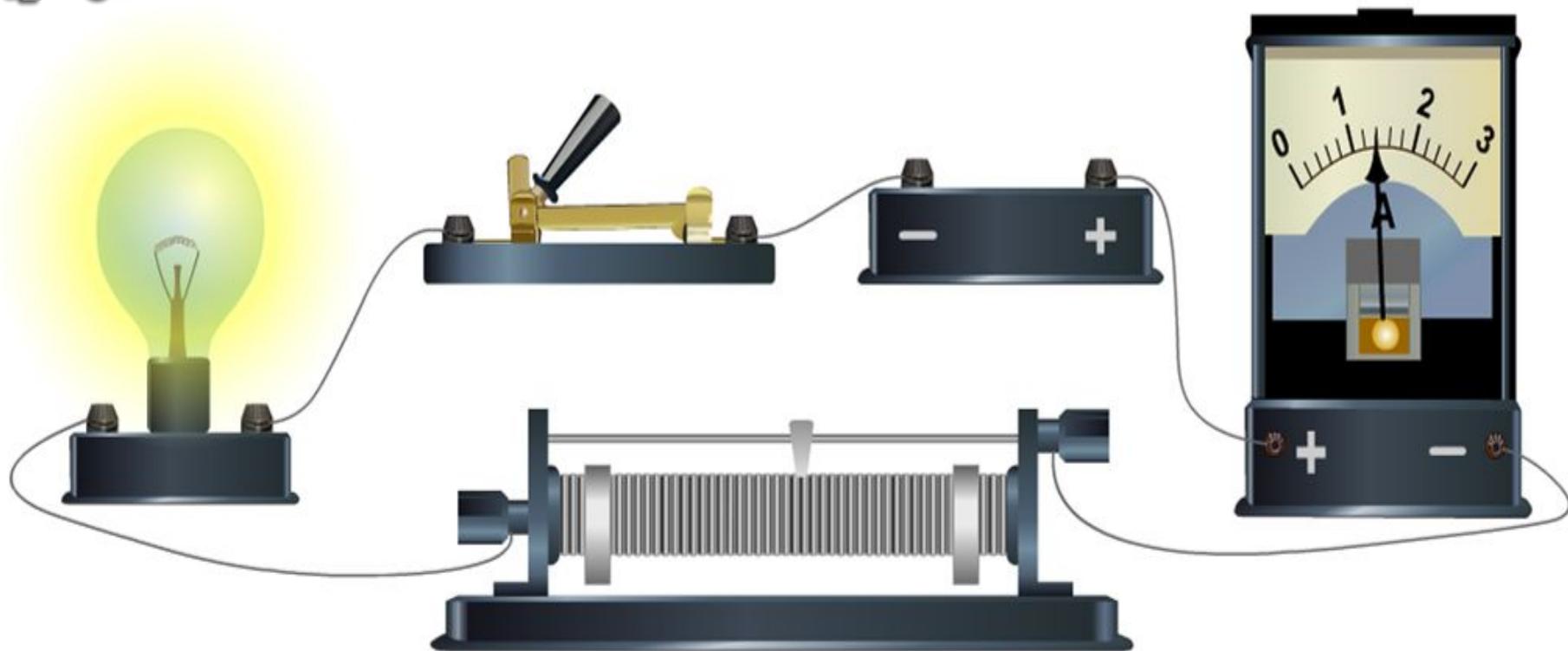


**Диммер – электронное устройство, предназначенное для изменения электрической мощности (регулятор мощности). Обычно используется для регулировки яркости света, излучаемого лампами накаливания или светодиодами.**

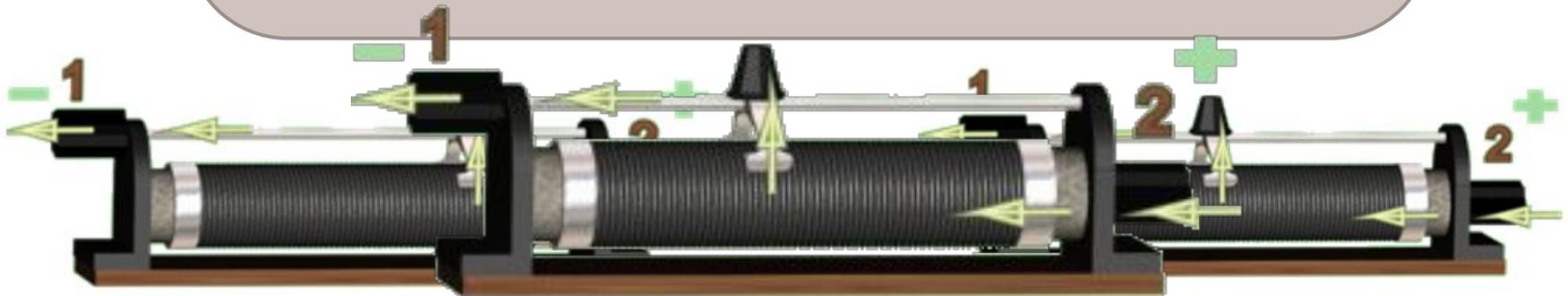
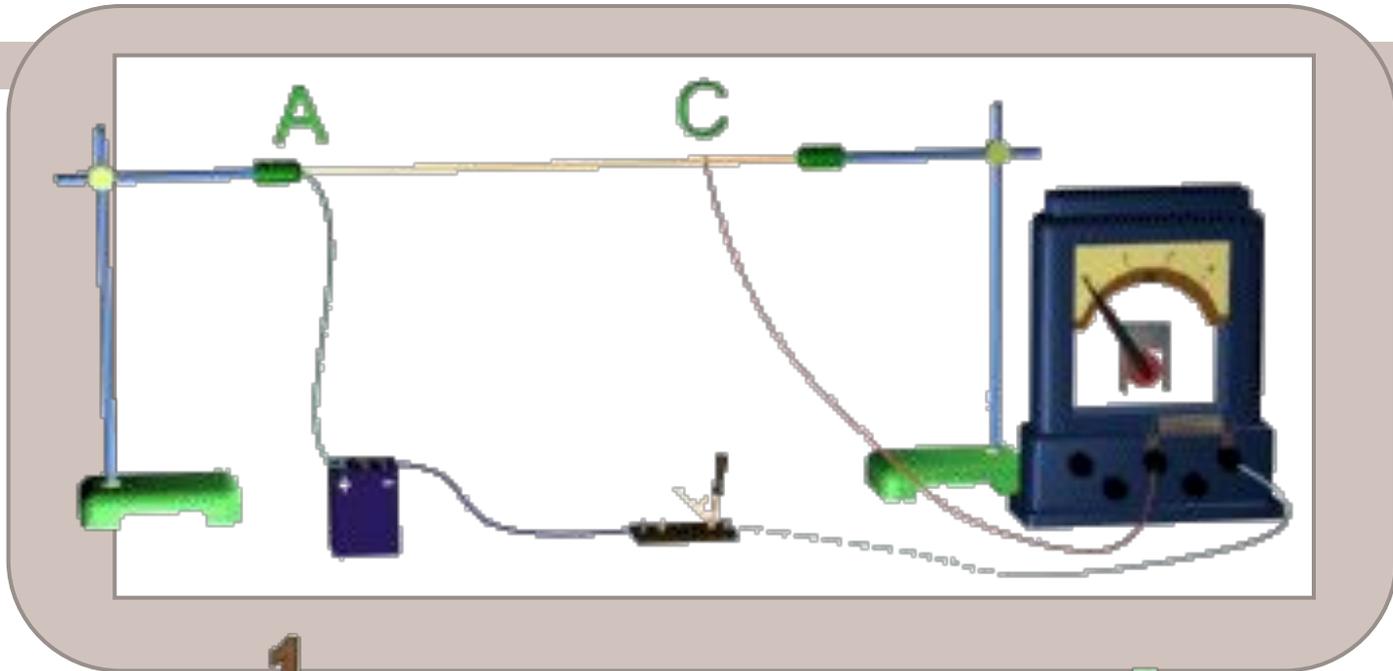
**Простейшим примером диммера является переменный резистор (реостат).**



# Реостат - прибор, позволяющий плавно регулировать силу тока в цепи

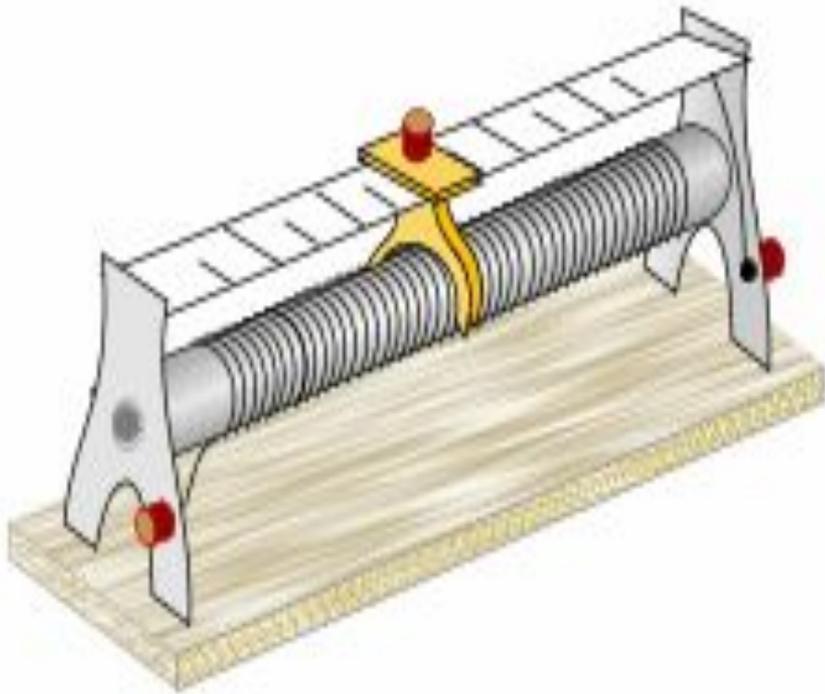


# Принцип действия реостата

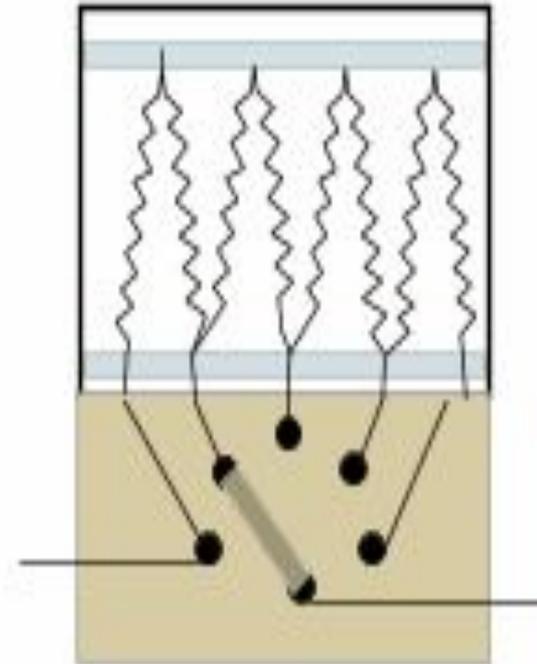


Увеличится или уменьшится  
сопротивление цепи?

# В чем отличие рычажного реостата от ползункового?



. Рис.250. Ползунковый реостат.



. Рис.251. Рычажный реостат.

# Реостат

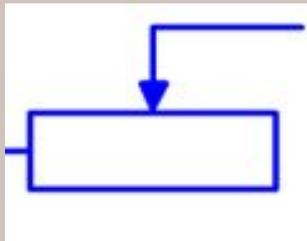


**Существует много видов реостатов, такие как:**

- **пусковые;**
- **пускорегулирующие;**
- **ступенчатые;**
- **балластные;**
- **Ползунковые и т.д.**

**Каждый реостат рассчитан на определенное сопротивление и на наибольшую силу тока, превышать которую не следует, так как обмотка**

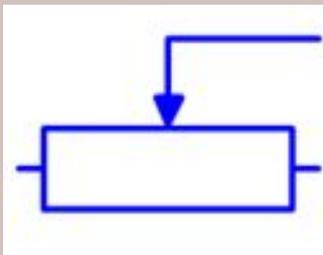
# Условное обозначение элементов электрической цепи на схемах



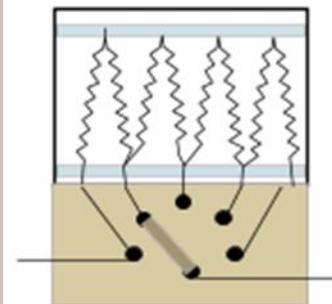
Реостат



Резистор



Потенциометр



# Резистор

Выпускаемая промышленностью деталь, обеспечивающая данное (номинальное) электрическое сопротивление цепи



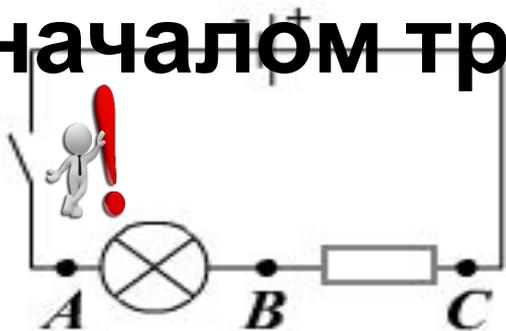


- Каково основное различие между резистором и реостатом?
- Как изменятся показания амперметра, если проволоку реостата сделать более толстой, сохранив его длину?
- Как изменятся показания амперметра, если длину проволоки в реостате увеличить в 2 раза ?
- Изменятся ли показания амперметра, если заменить стальной провод в нем на медный, сохранив длину и толщину проволоки?

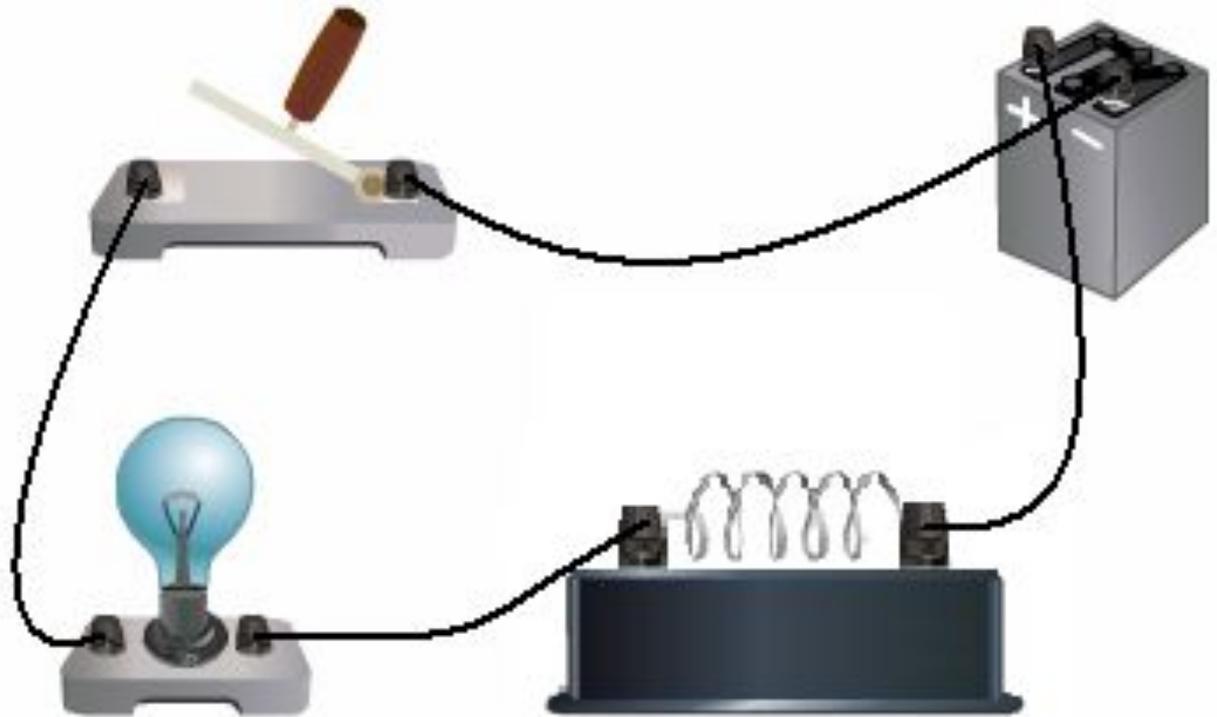
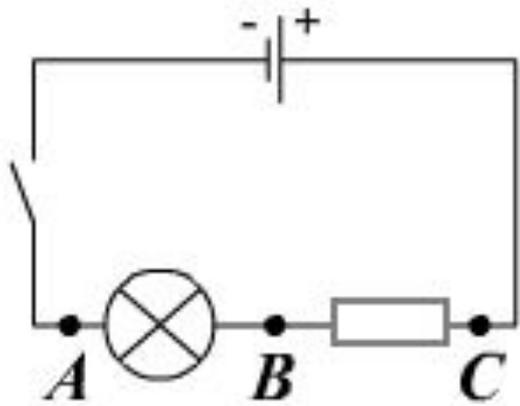
# Последовательное

## соединение

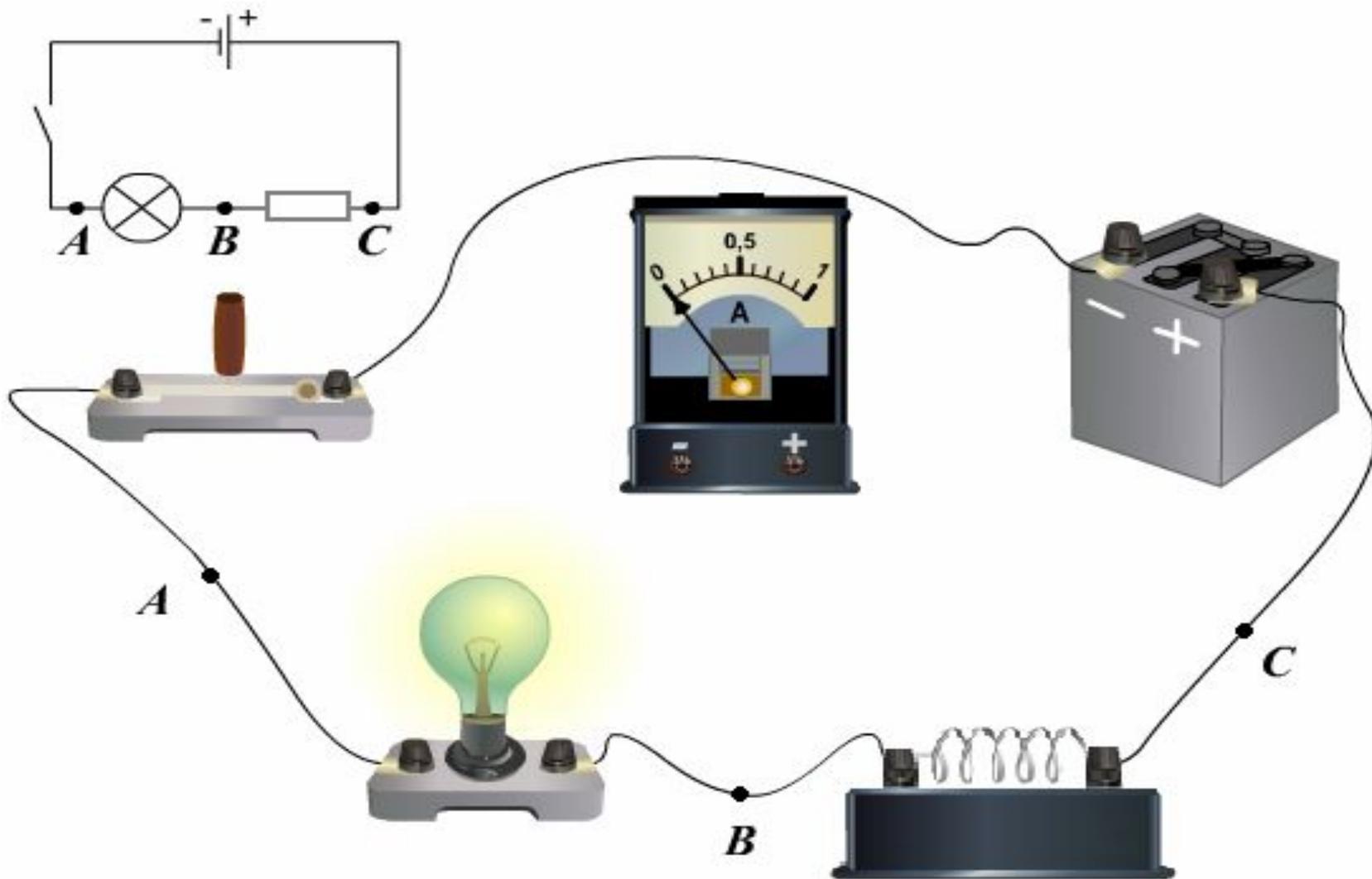
– это такое подключение потребителей, когда конец первого соединяется с началом второго, а конец второго – с началом третьего и т.д.



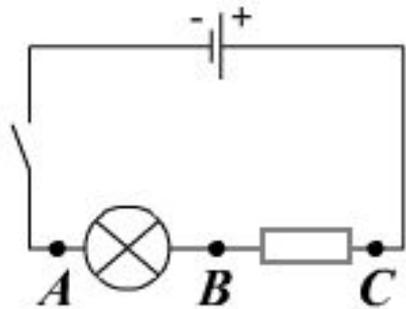
# Замкнем цепь!



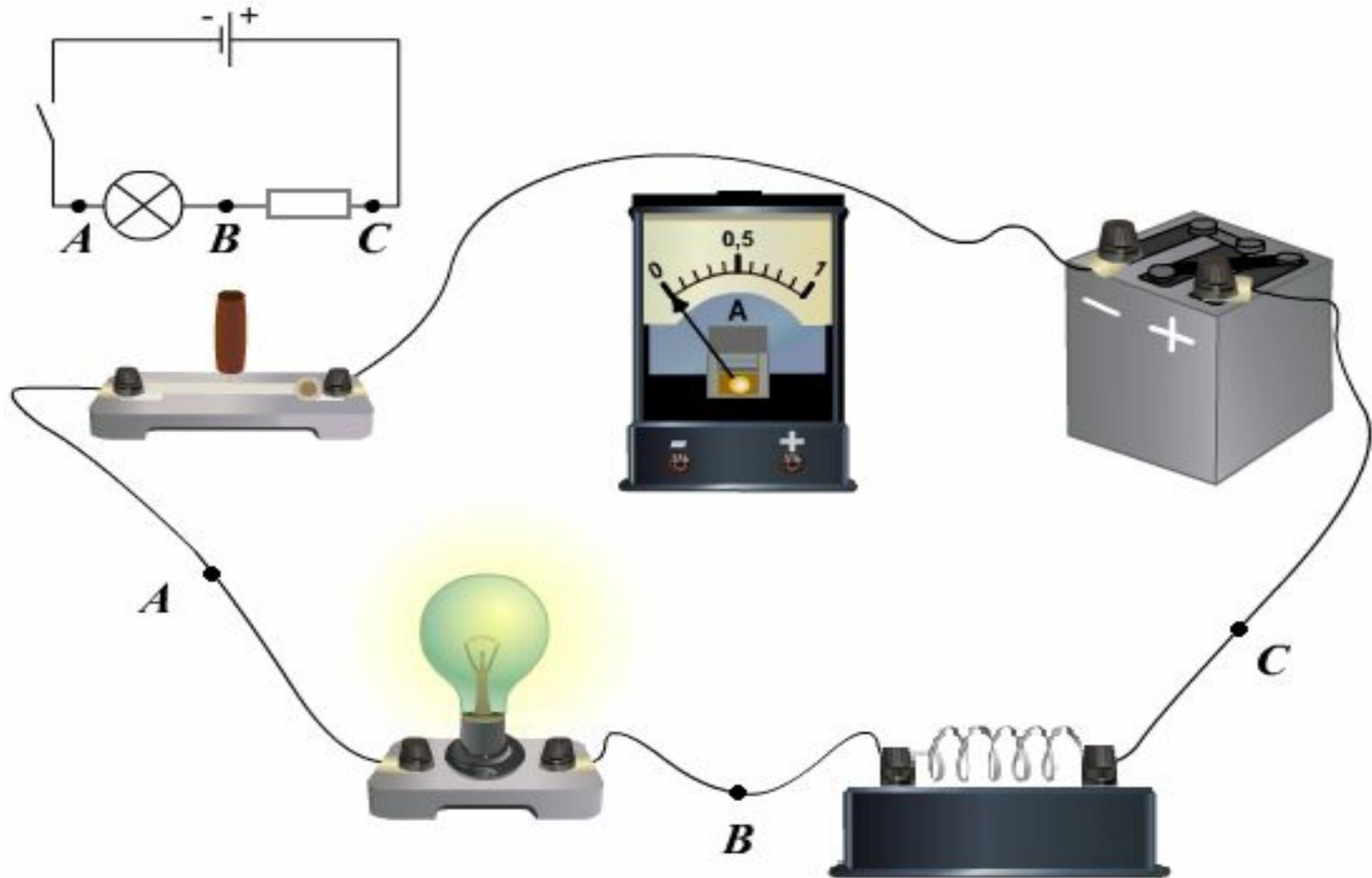
# Разомкнем цепь в точке **A** и подключаем амперметр



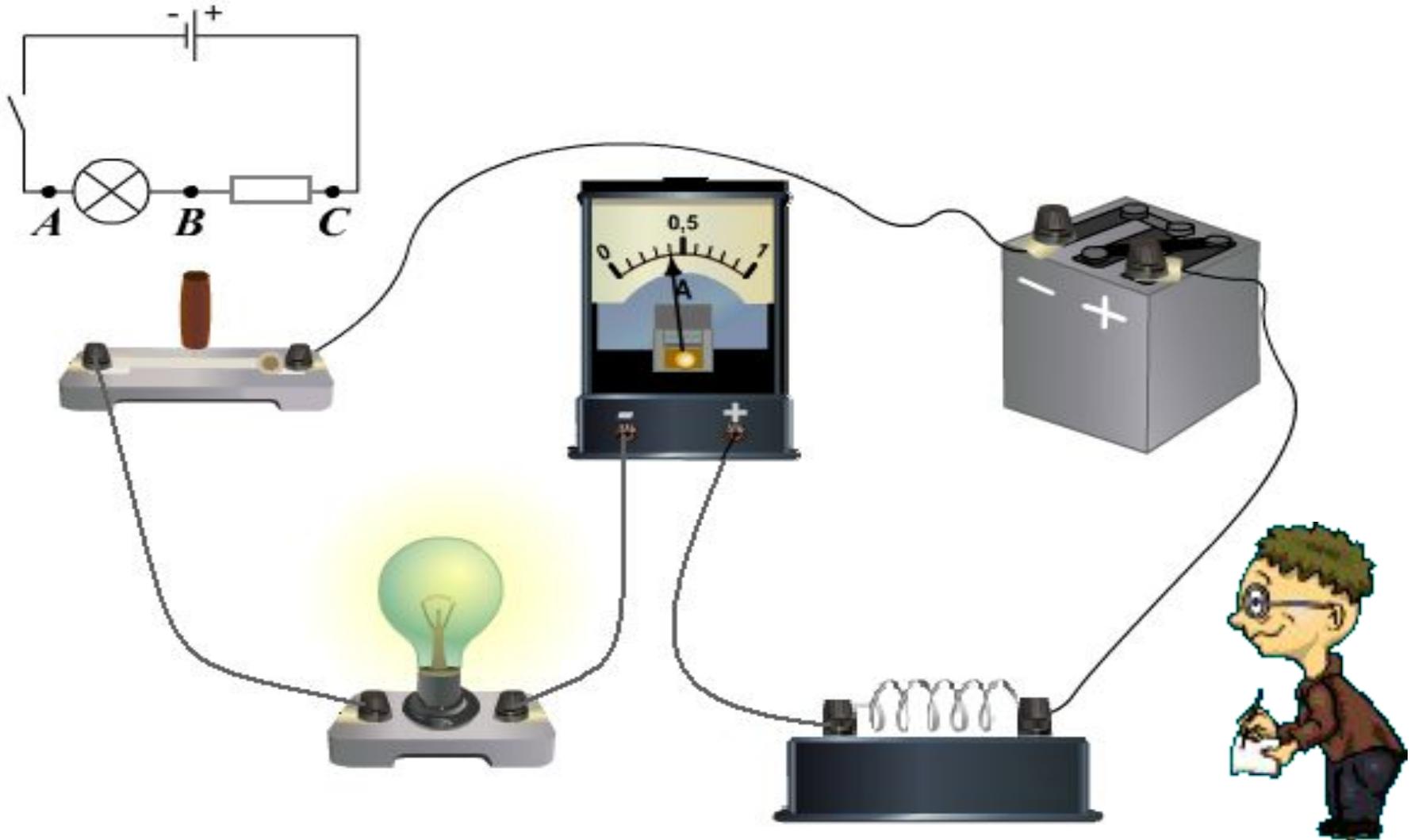
# Снимаем показания:



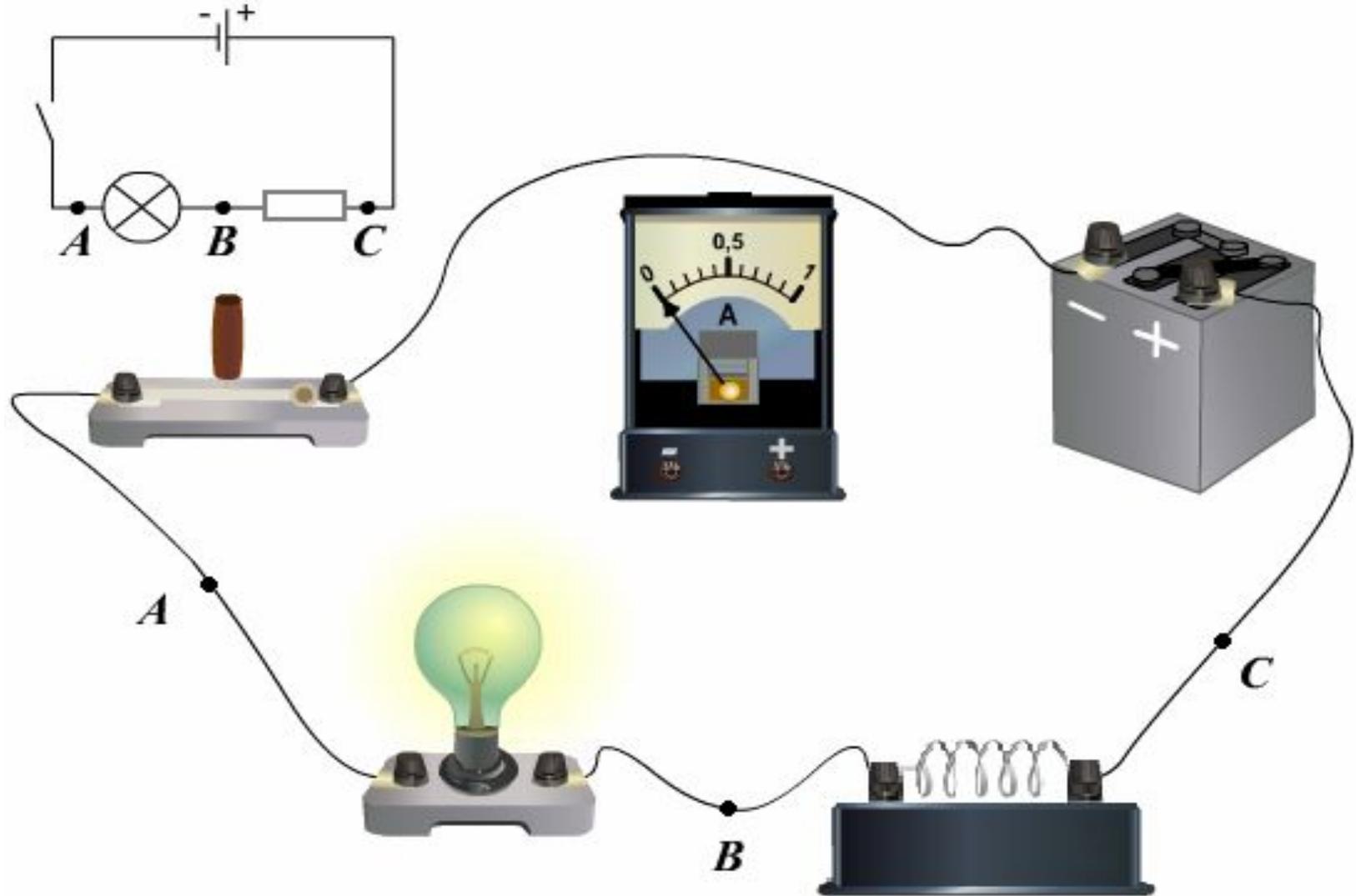
# Разомкнем цепь в точке **B** и подключаем амперметр



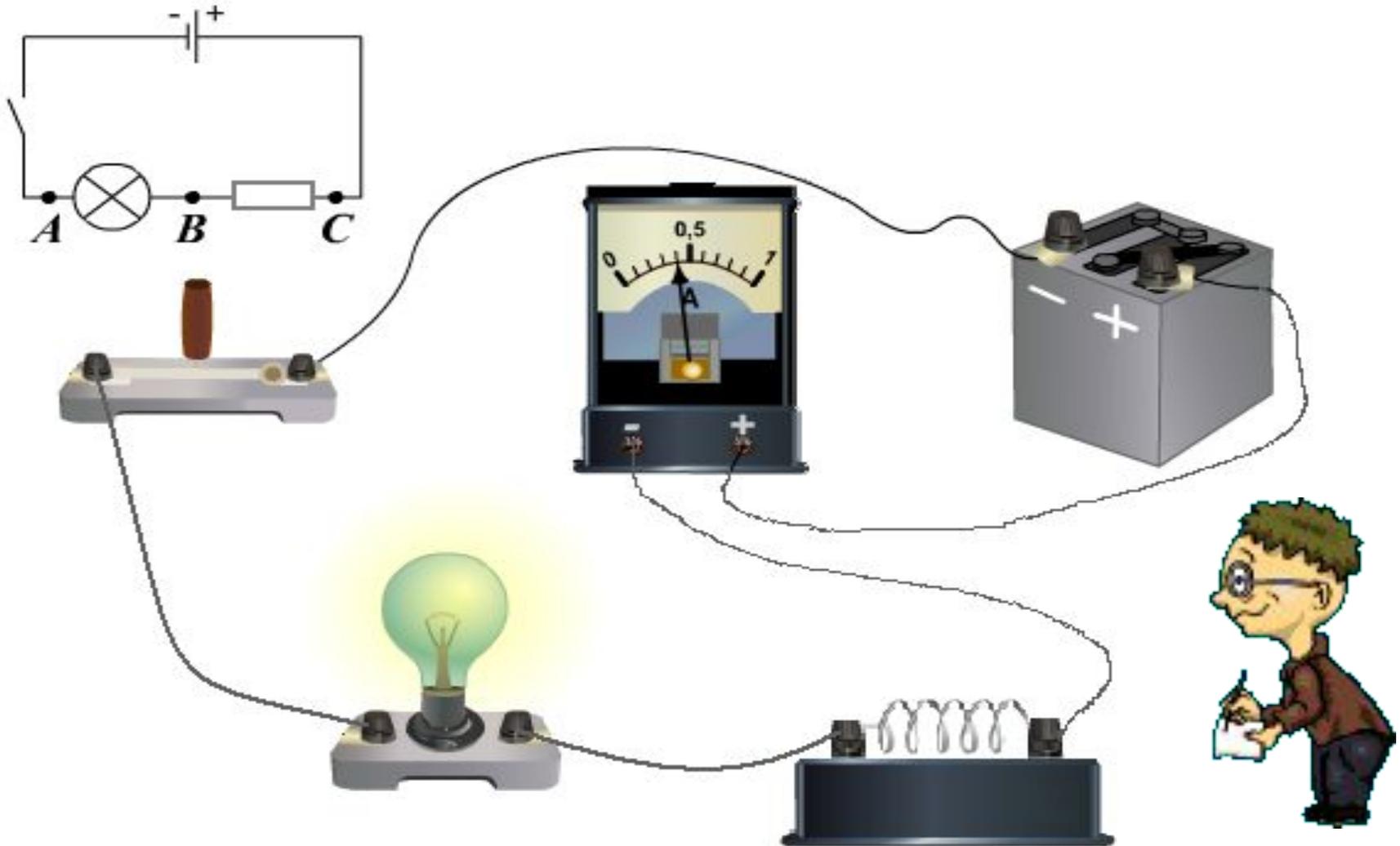
# Снимаем показания:

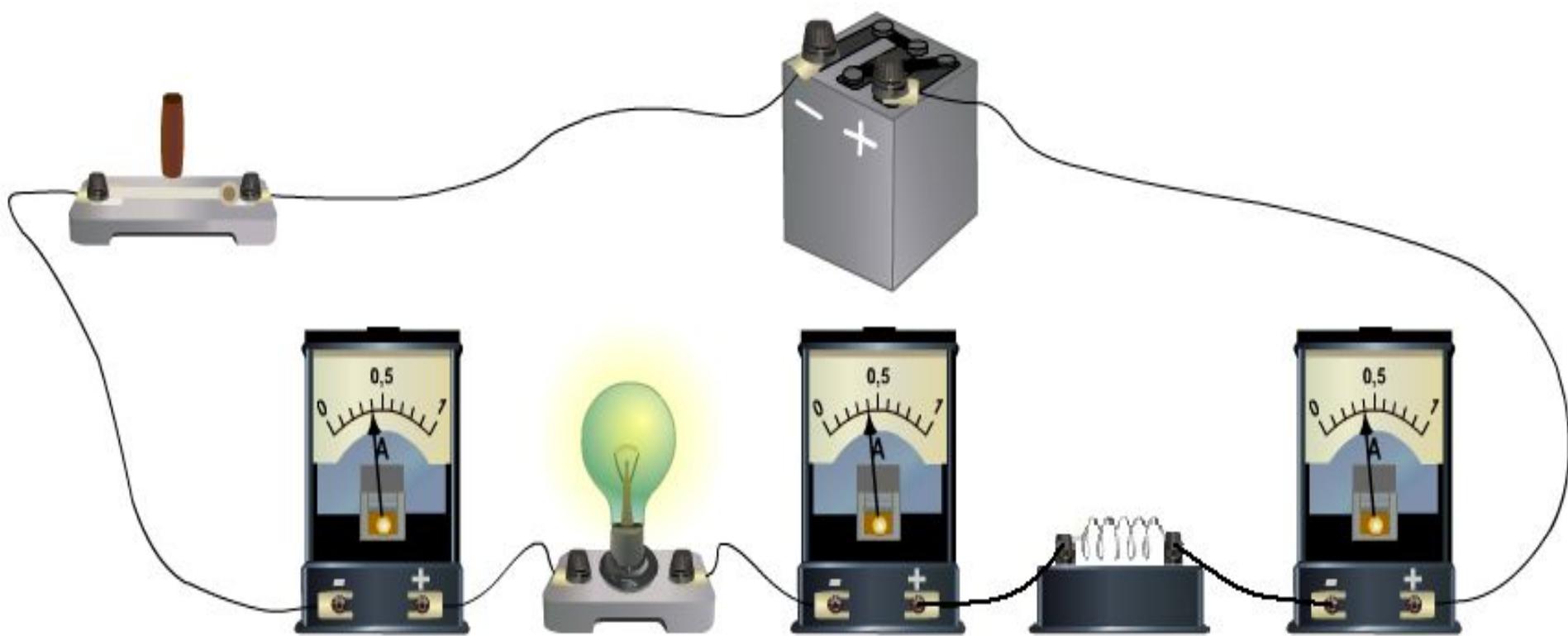


# Разомкнем цепь в точке **C** и подключаем амперметр



# Снимаем показания:



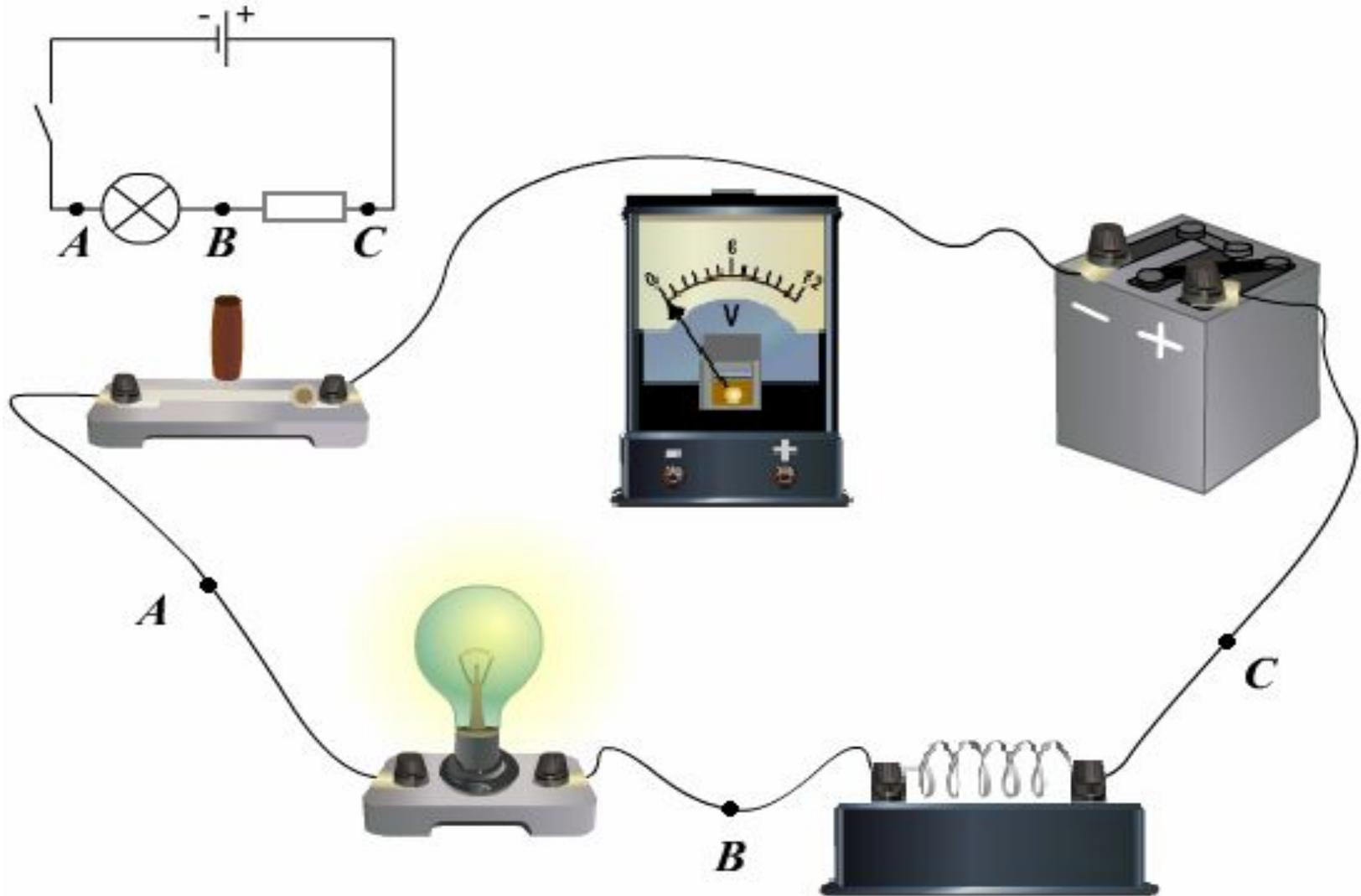


**Опыт показал, что при  
последовательном соединении сила тока  
в любых участках цепи одна и та же, то  
есть**

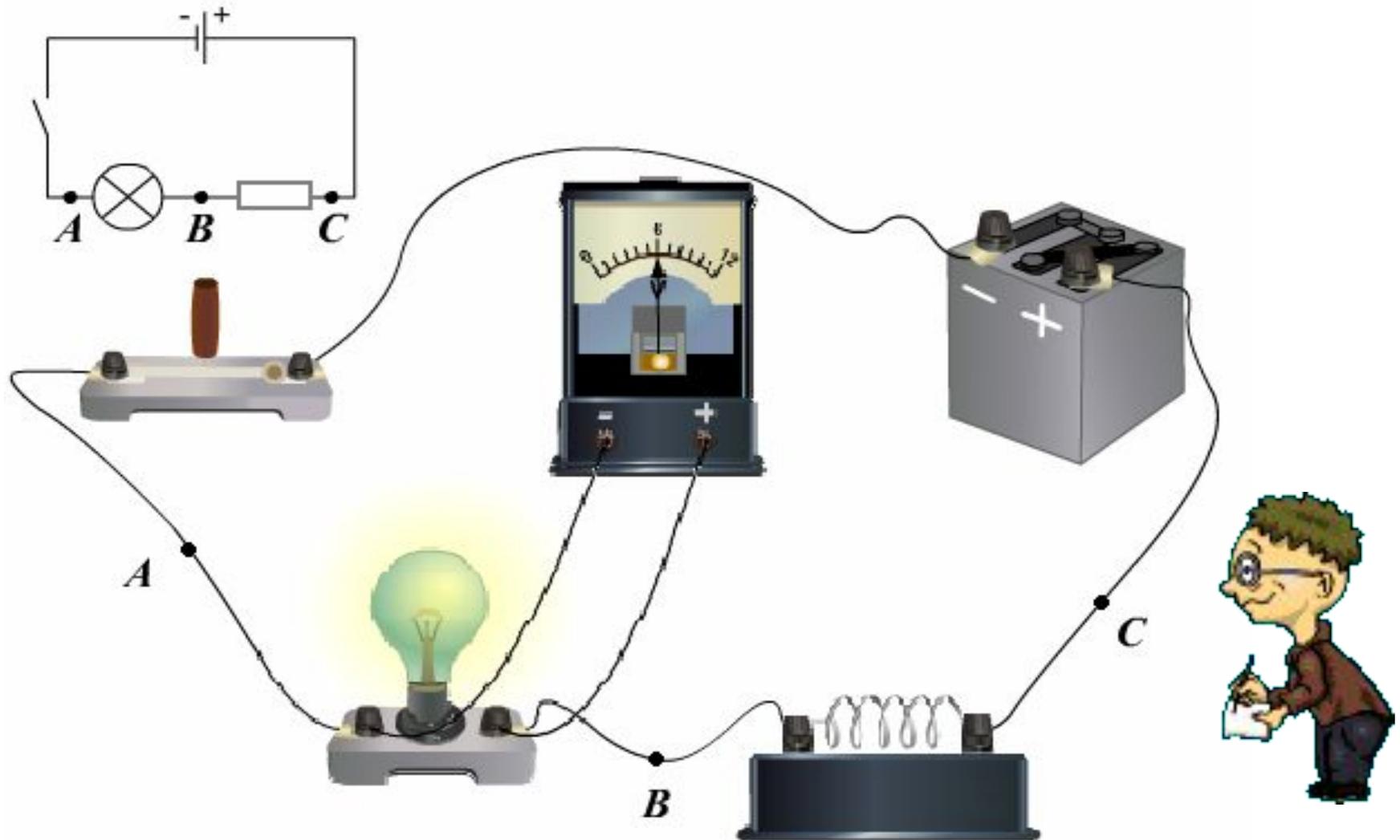


$$I_1 = I_2 = I_3$$

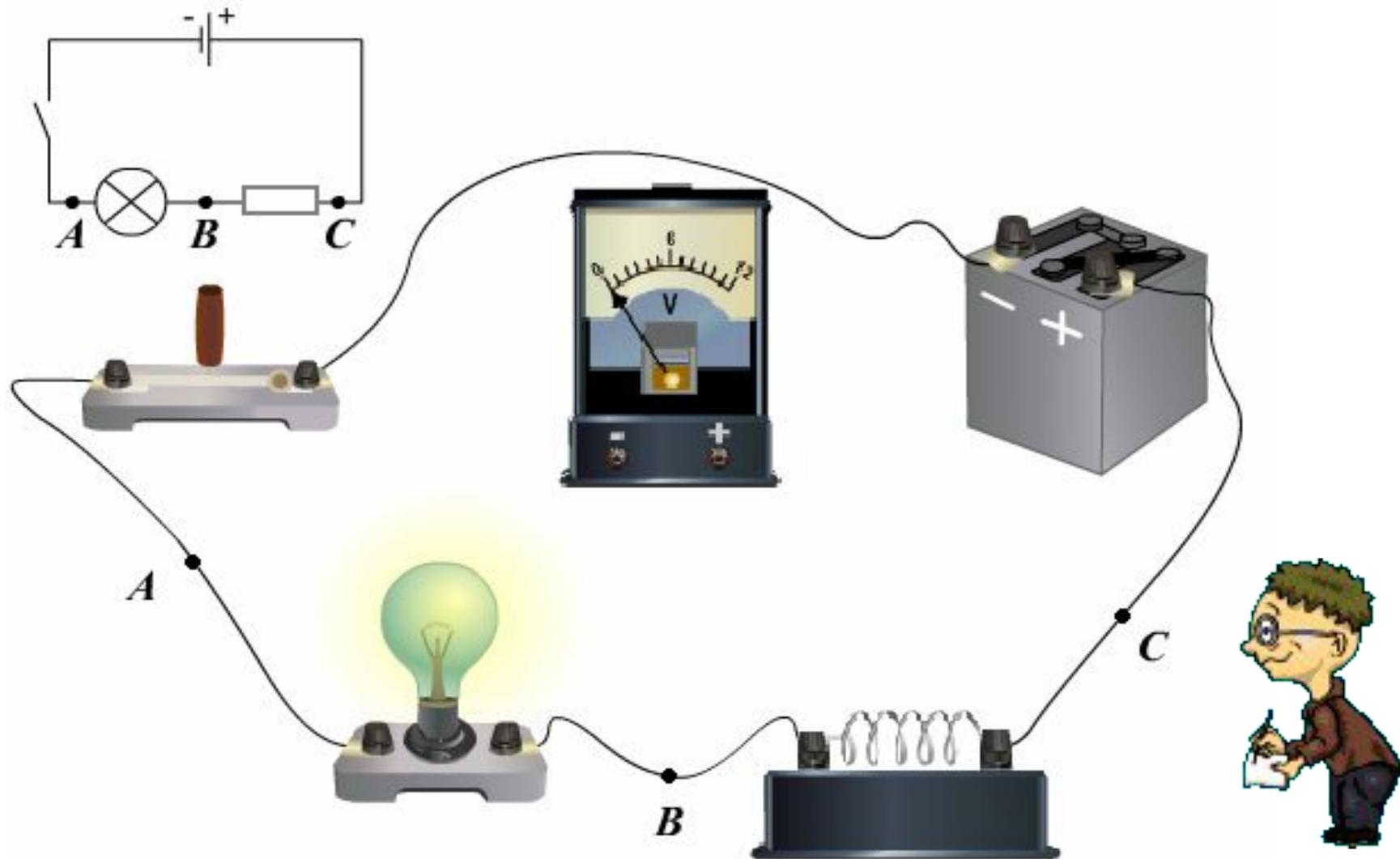
# Измеряем напряжение на лампе (между точками **A** и **B**)

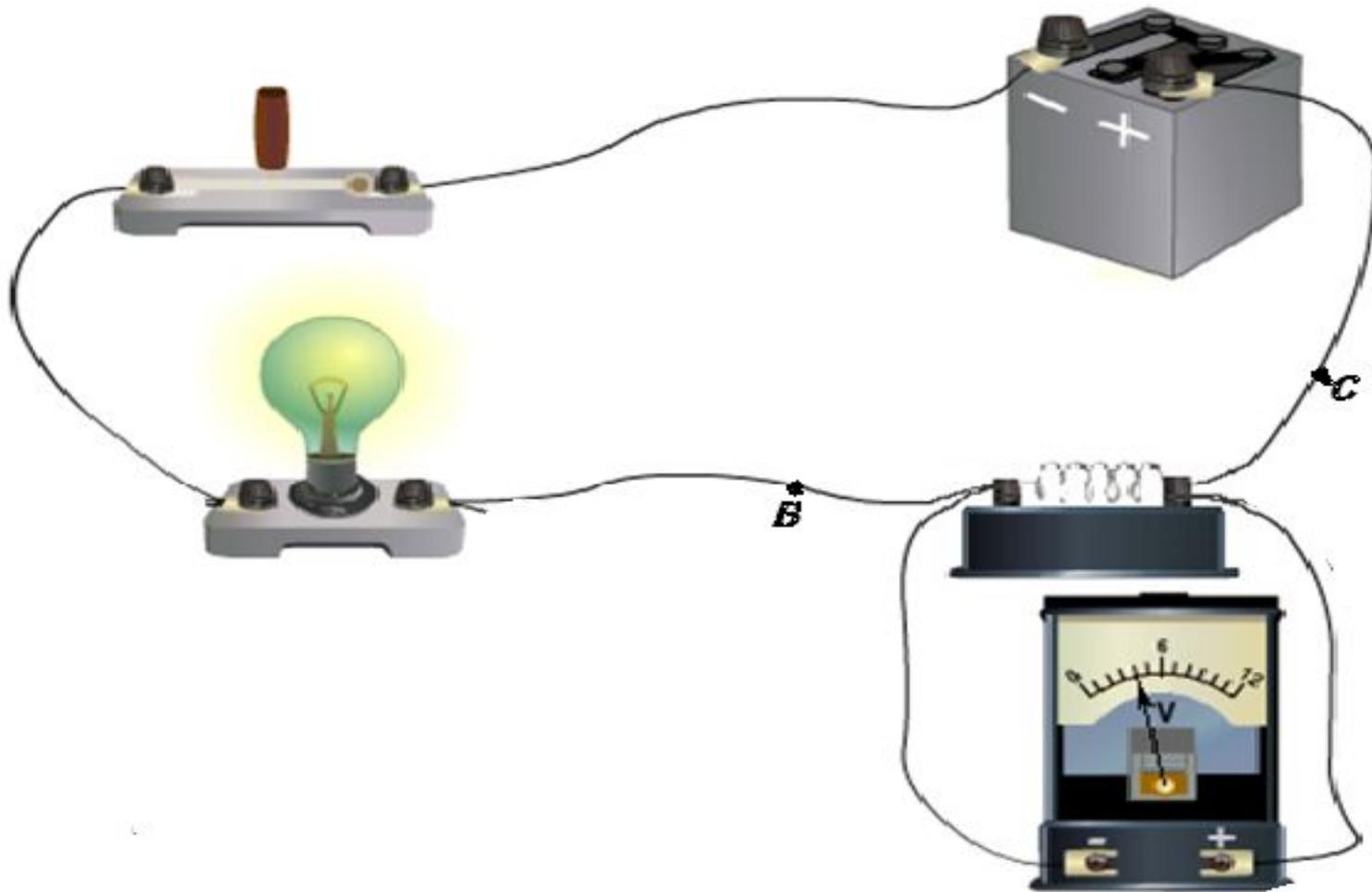


# Снимаем показания вольтметра

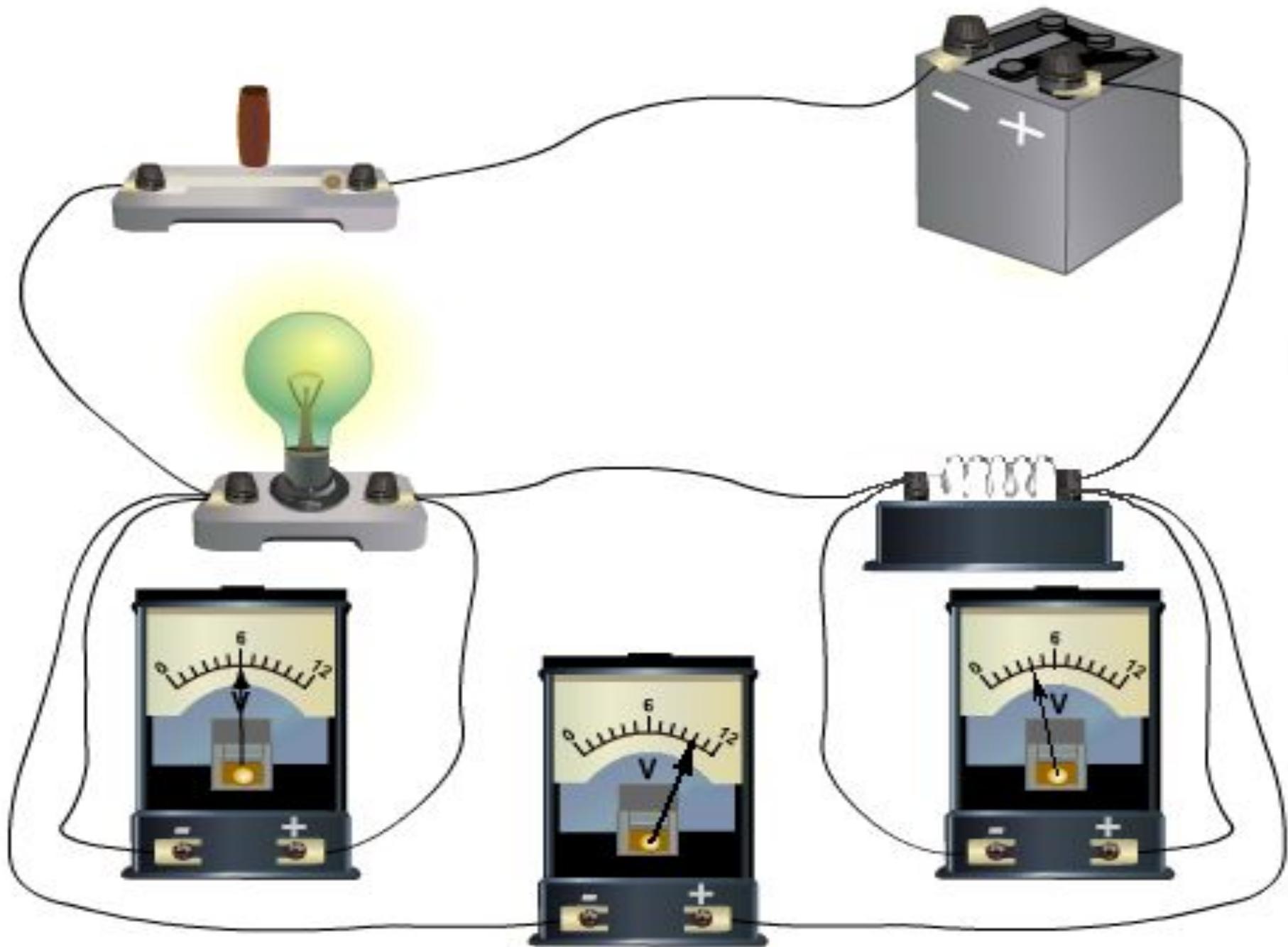


# Измеряем напряжение на резисторе (между точками В и С) и снимаем показания.





Теперь измеряем общее напряжение  
между точками **В** и **С**  
и снимаем показания



Опыт показал, что при последовательном соединении полное напряжение в цепи равно сумме напряжений на отдельных участках цепи, то есть



$$U_3 = U_1 + U_2$$

Пользуясь результатами предыдущих опытов, рассчитаем и сравним сопротивления проводников с общим сопротивлением

$R_3$ , Ом	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом

Для последовательного соединения существуют три закона (в дополнение к закону Ома).

При последовательном соединении сила тока в любых частях цепи одна и та же.



$$I = I_1 = I_2 = \text{const}$$

Общее сопротивление цепи при последовательном соединении равно сумме сопротивлений отдельных проводников

$$R = R_1 + R_2$$

Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи

$$U = U_1 + U_2$$



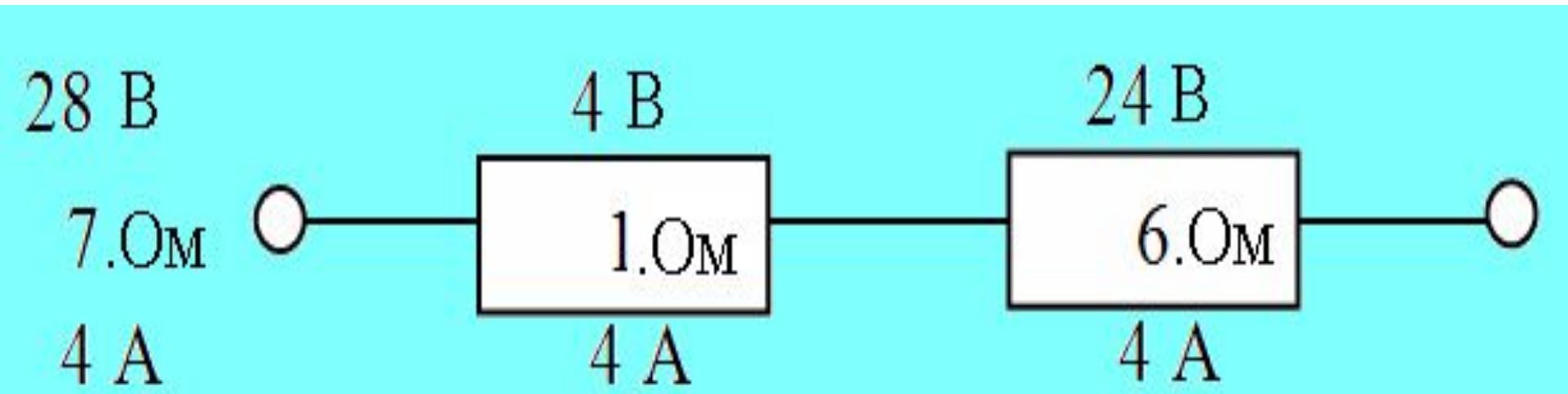
**Преимущества и недостатки**

**последовательного**

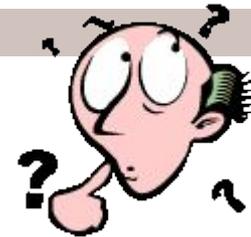
**соединения:**

- ***преимущества:*** можно включать в сеть с напряжением 220В лампы и приборы, рассчитанные на меньшее напряжение
- ***недостатки:*** при перегорании одной лампы - остальные не будут гореть.

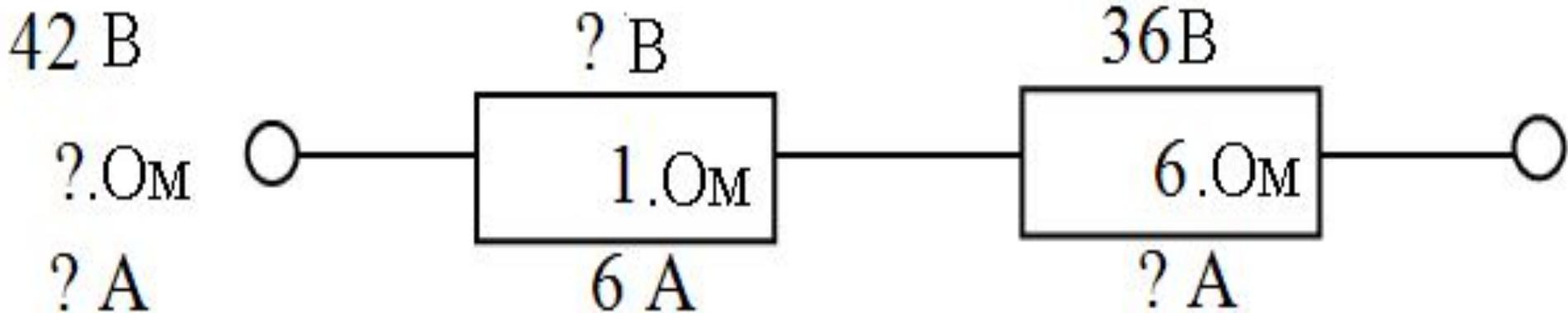
# Какие закономерности вы здесь видите?



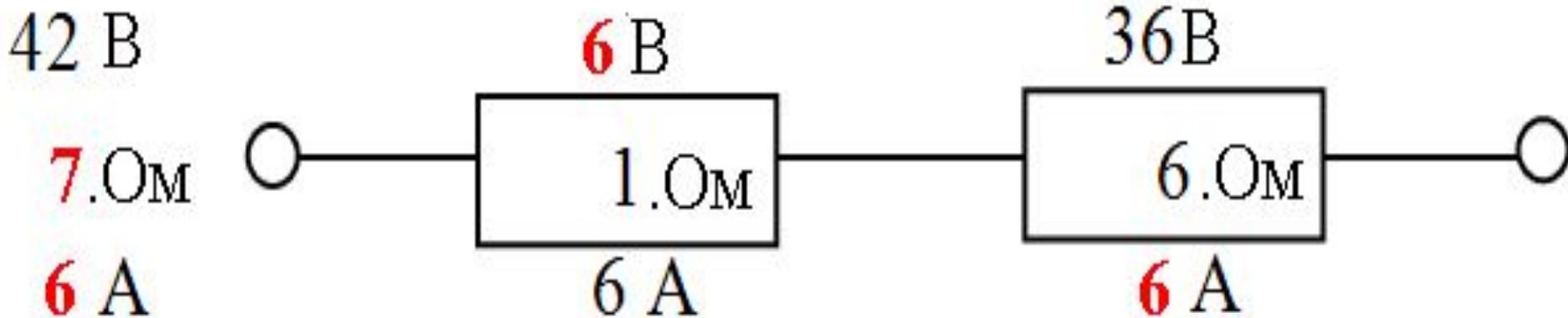
# Решите задачу самостоятельно



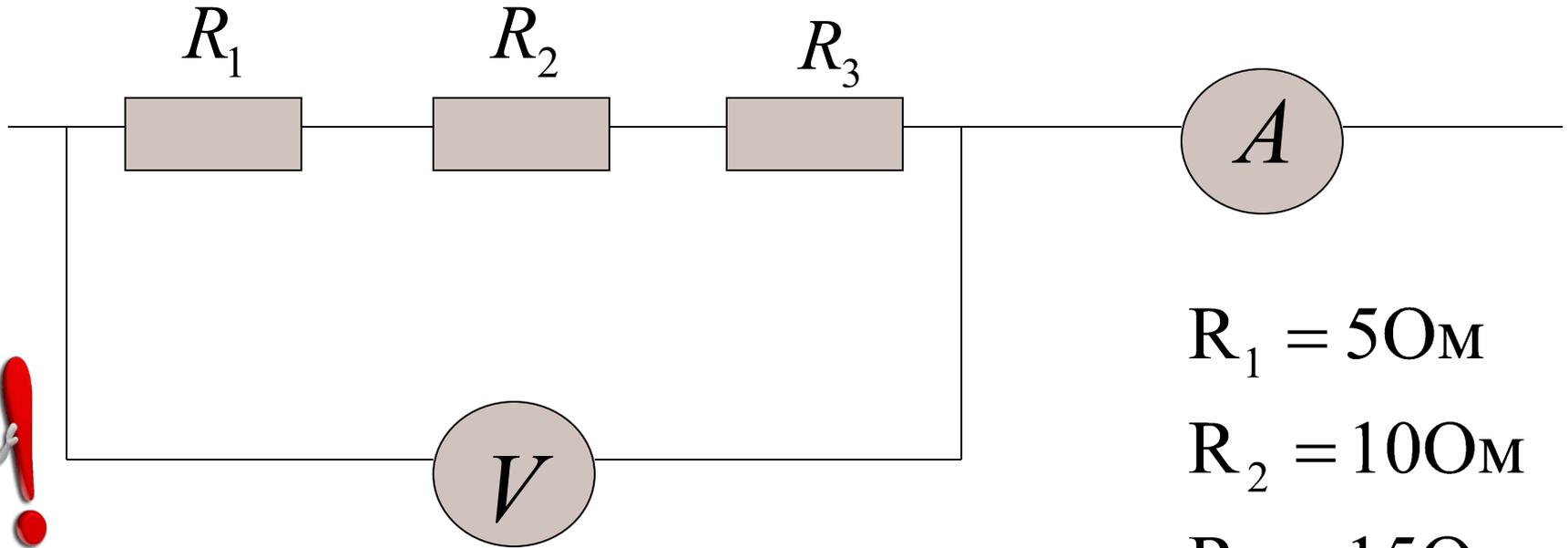
!



# Проверь себя!



# Дополнительное задание:



$$R_1 = 50\text{M}$$

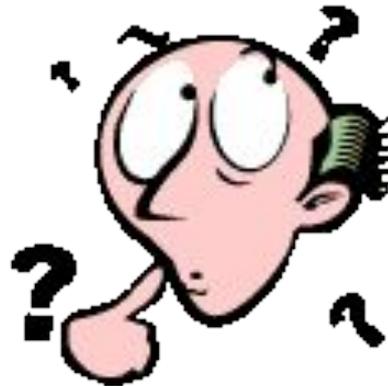
$$R_2 = 100\text{M}$$

$$R_3 = 150\text{M}$$

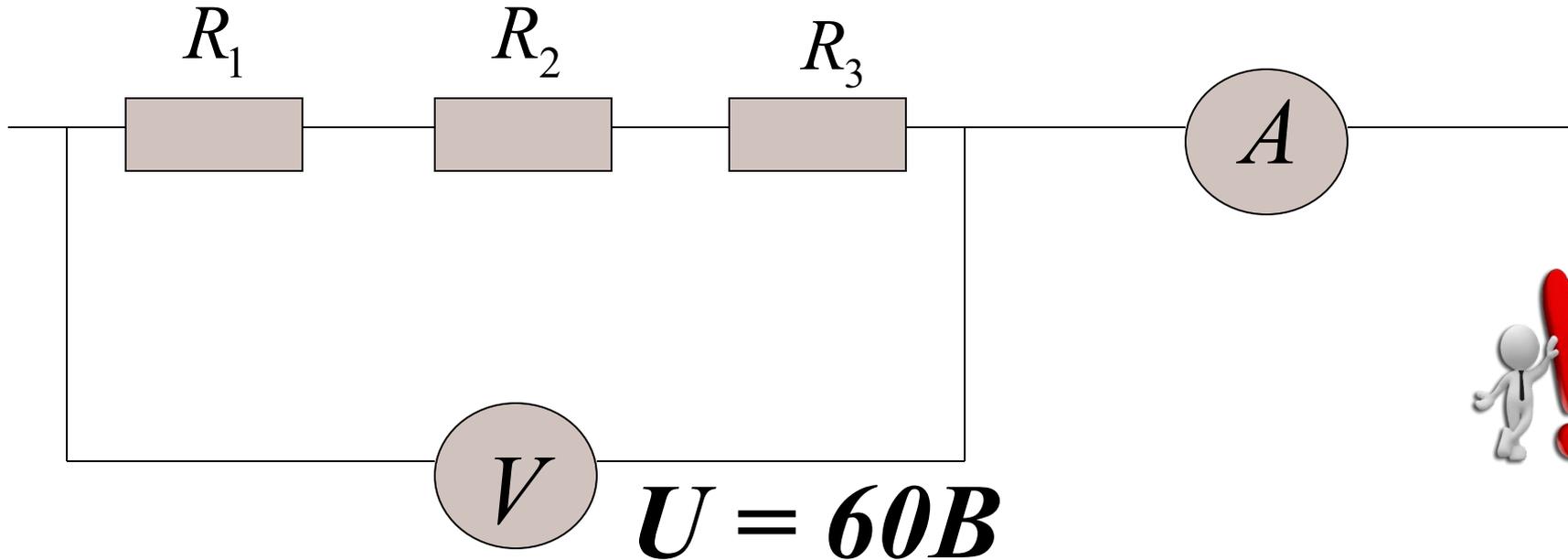
$$U = 60\text{V}$$

$$R_{\text{общ}} - ?$$

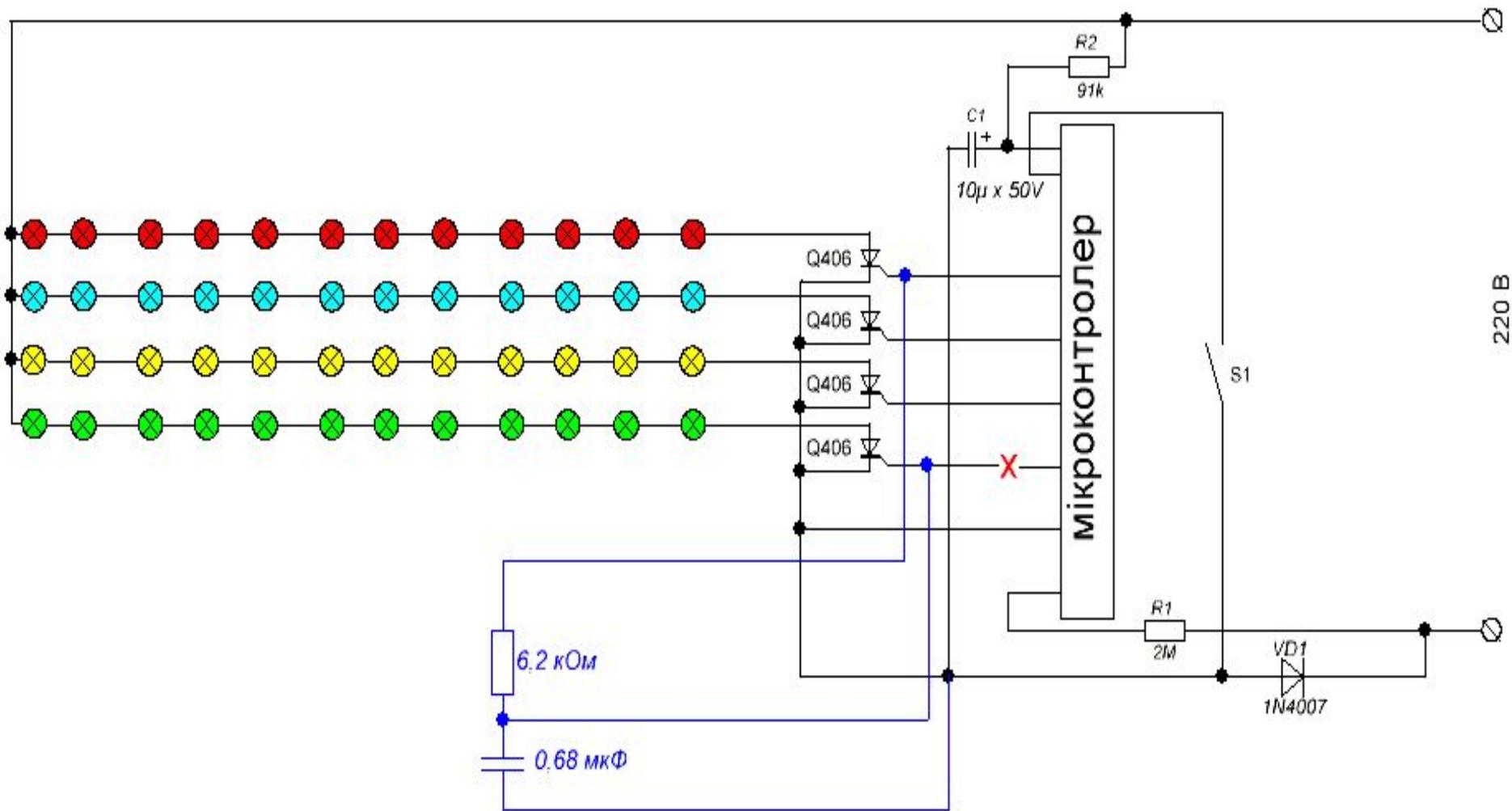
$$I - ?$$



# Дополнительное задание:



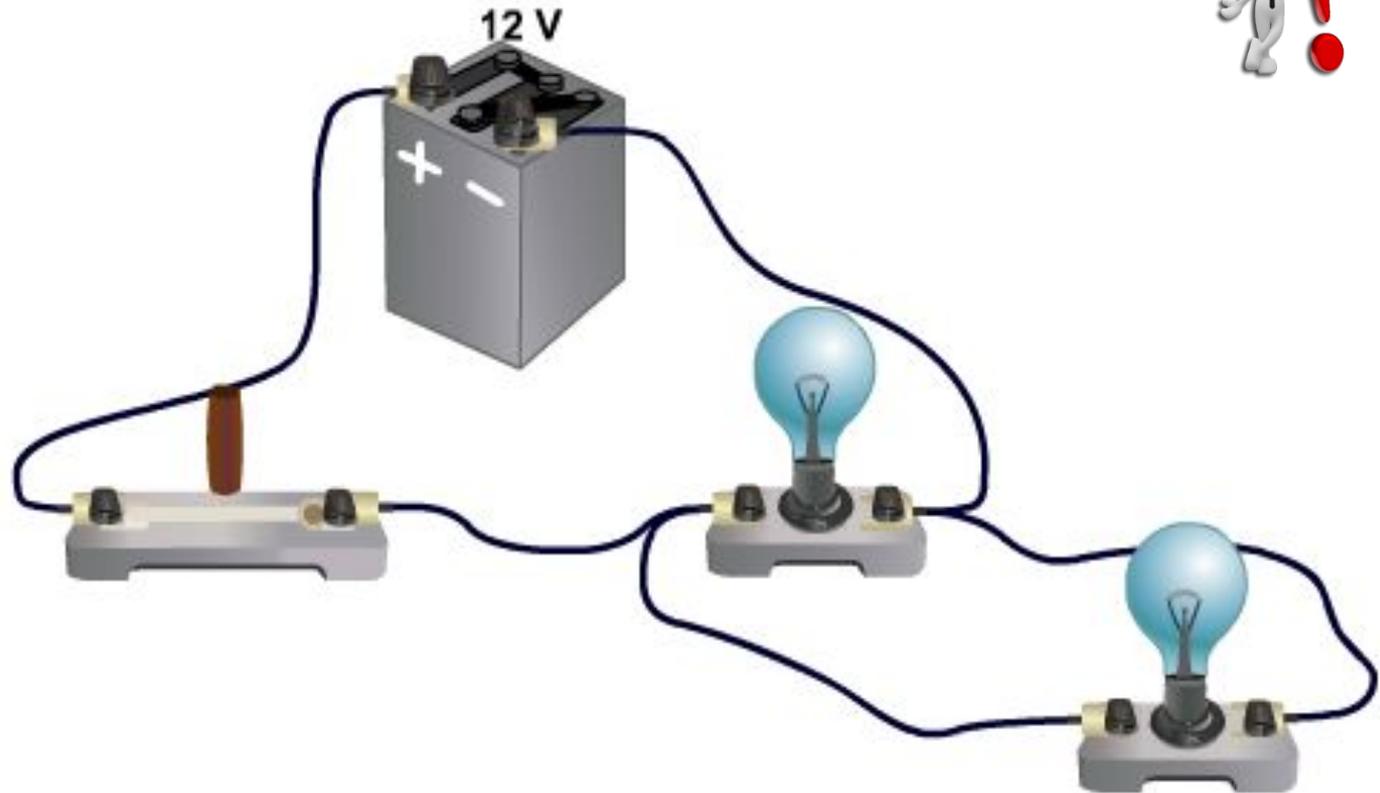
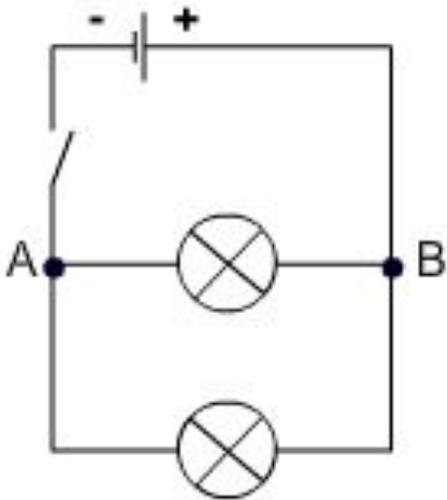
- Каково общее сопротивление в цепи, если сопротивление  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$ ?
- Какое значение силы тока показывает амперметр?



**Рассчитайте, под каким напряжением находится каждая лампочка в гирлянде. ( в гирлянде 20 лампочек,  $U=220V$ )**

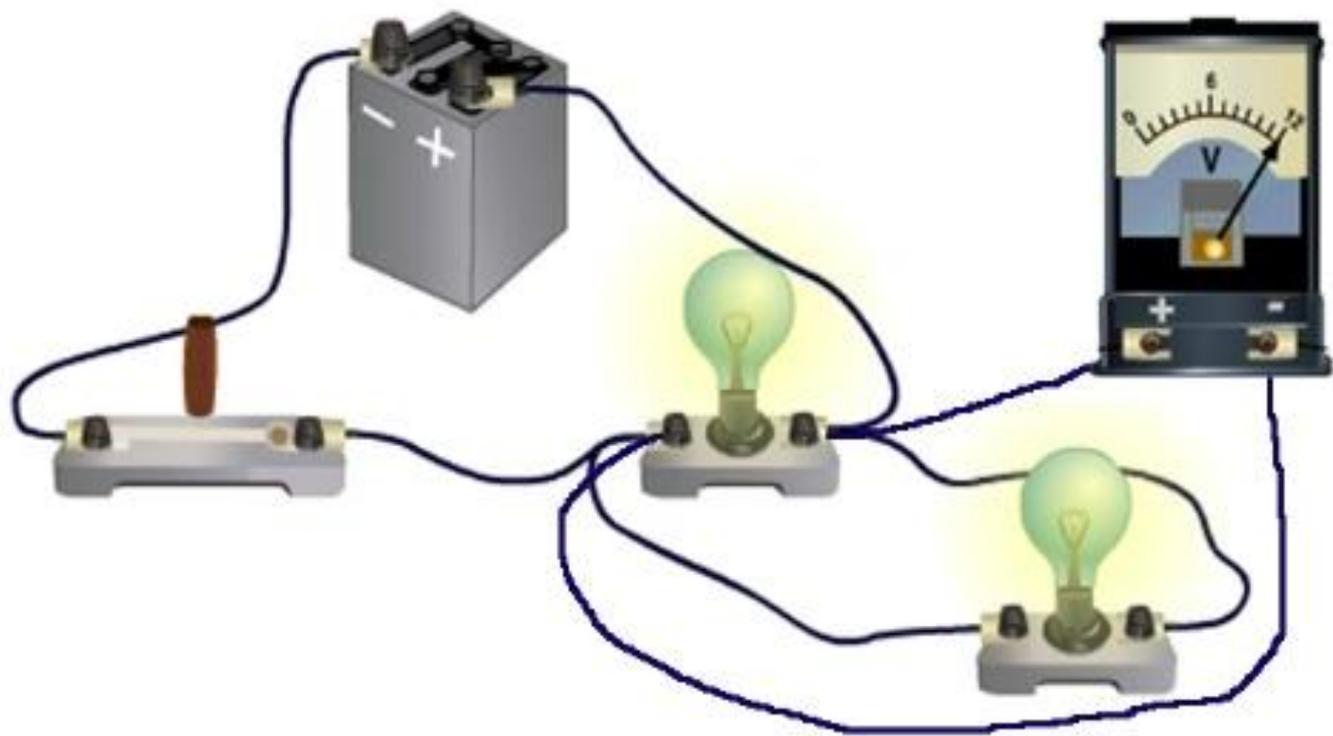
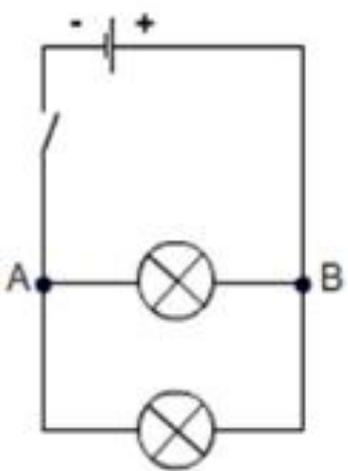


# Параллельное соединение проводников - соединение, при котором все проводники подключаются к одной и той же паре точек. точек.



Как соотносится напряжение на параллельных участках цепи?

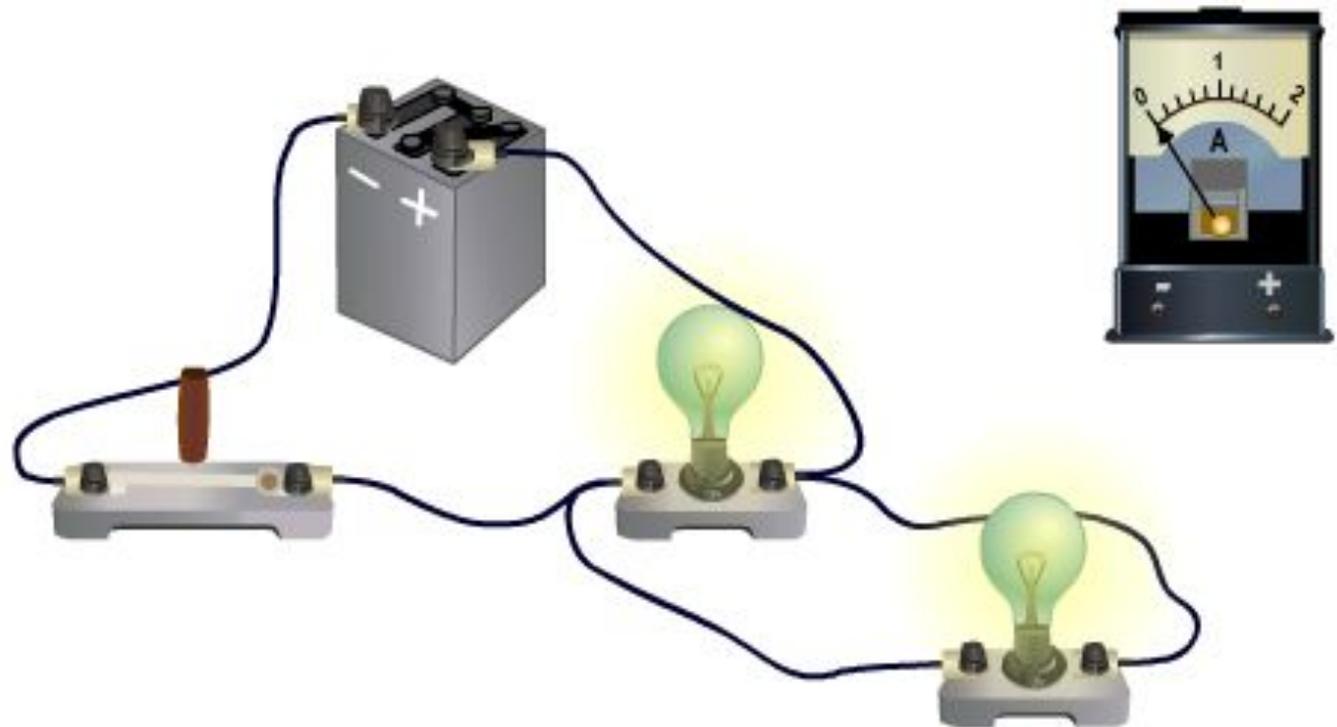
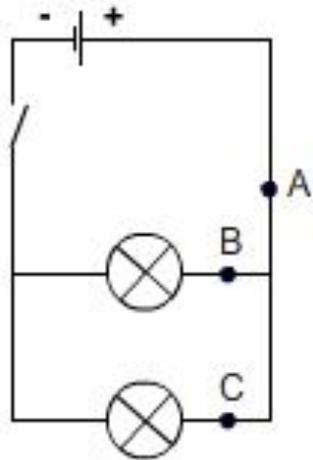
Подключи вольтметр к участку цепи **АВ** и измерим напряжение на этом участке.



Отмена

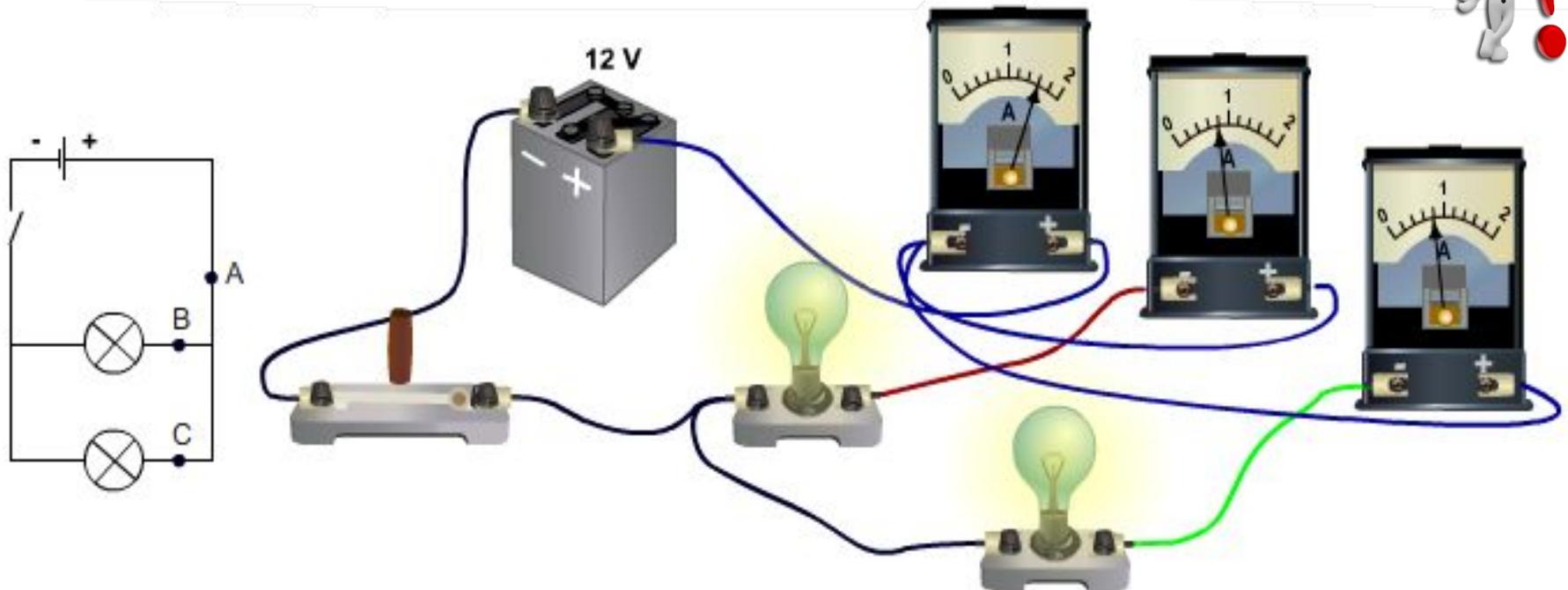
Сравним ток в общей части цепи с токами в каждой из ветвей.

Для этого разомкнем цепь в точка **A**. В разрыв цепи включим амперметр и измерим силу тока. То же самое сделаем для точек **B** и **C**. Результаты запомним.



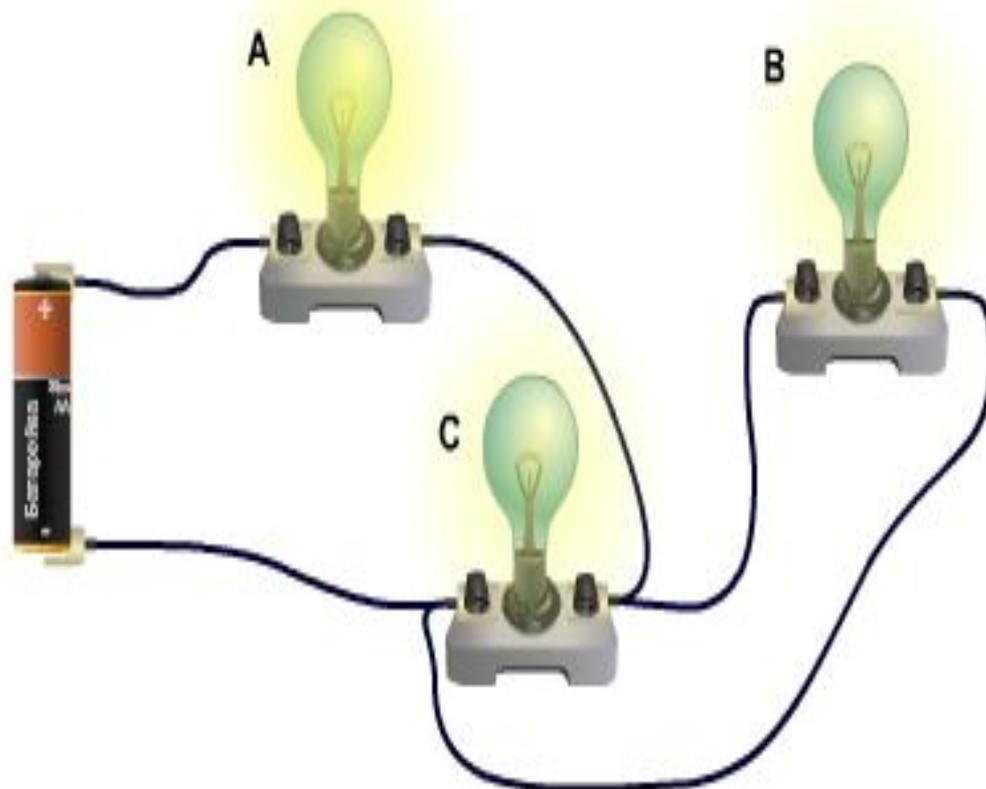
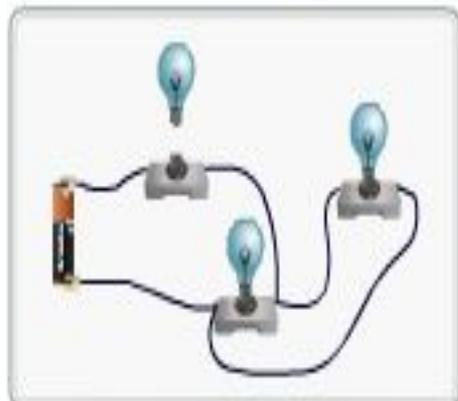
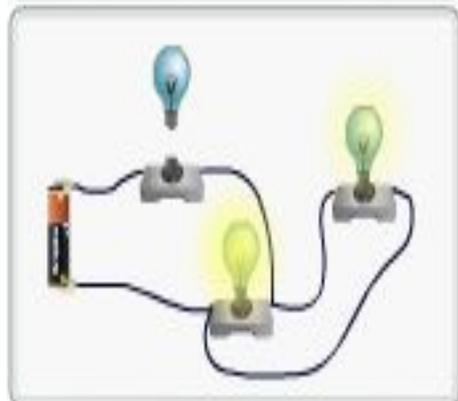
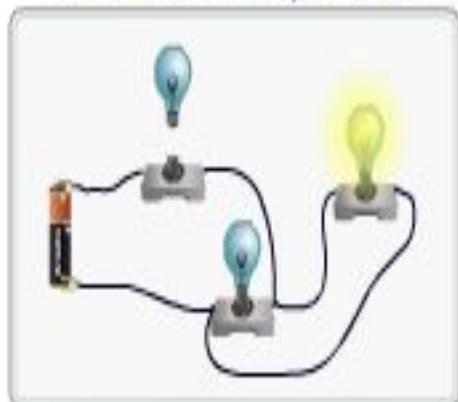
При параллельном соединении ток  $I$ , текущей цепи, в точке и разветвляется на два тока  $I_1$  и  $I_2$ . Часть тока идет через одну лампу, часть – через другую. В точке А токи снова сходятся. Поэтому сила тока в неразветвленной части цепи равно сумме сил токов в отдельных параллельно соединенных проводниках, то есть

$$I = I_1 + I_2$$



В электрических цепях часто встречается смешанное соединение проводников, включающее в себя как параллельные, так и последовательные участки.

Как изменится яркость оставшихся лампочек, если убрать лампочку А?



Модель 3.77. Смешанное соединение проводников

## При параллельном соединении

- **сила тока, протекающего в неразветвленной части цепи, равна сумме сил токов, протекающих по каждому из проводников**

$$I = I_1 + I_2$$

- **напряжение на концах всех параллельно соединенных проводников одно и то же**

$$U = U_1 = U_2$$

- **общее сопротивление двух параллельно соединенных проводников находится из формулы**

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



- Два проводника сопротивлением  $R_1=2$  Ом и  $R_2=3$  Ом соединены последовательно. Сила тока в цепи  $I=1$  А. Определить сопротивление цепи, напряжение на каждом проводнике и полное напряжение всего участка цепи.

- Дано:

- $R_1=2$  Ом

- $R_2=3$  Ом

- $I=1$  А

- $R_0=?$   $U_1=?$   $U_2=?$   $U_0=?$

$$R_0=R_1+R_2 = 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}$$

$$U_1=I_1 \cdot R_1 = 1 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 2$$

$$\bar{U}_2=I_2 \cdot R_2 = 1 \text{ А} \cdot 3 \text{ Ом} = 3$$

$$U_0=U_1+U_2= 2 \text{ В} + 3 \text{ В} = 5 \text{ В}$$



**Ответ:  $R_0= 5$  Ом,  $U_1= 2$  В,  $U_2= 3$  В,  $U_0= 5$  В**

# Задачи

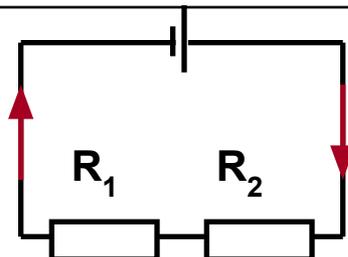
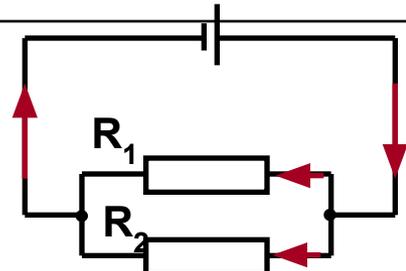


**В световую сеть комнаты включены две лампы, сопротивление первой 250 Ом, второй 400 Ом. Напряжение в сети 150 В. Определите силу тока в каждой лампе, силу тока до разветвления, общее сопротивление участка, состоящего из ламп.**

# Задачи

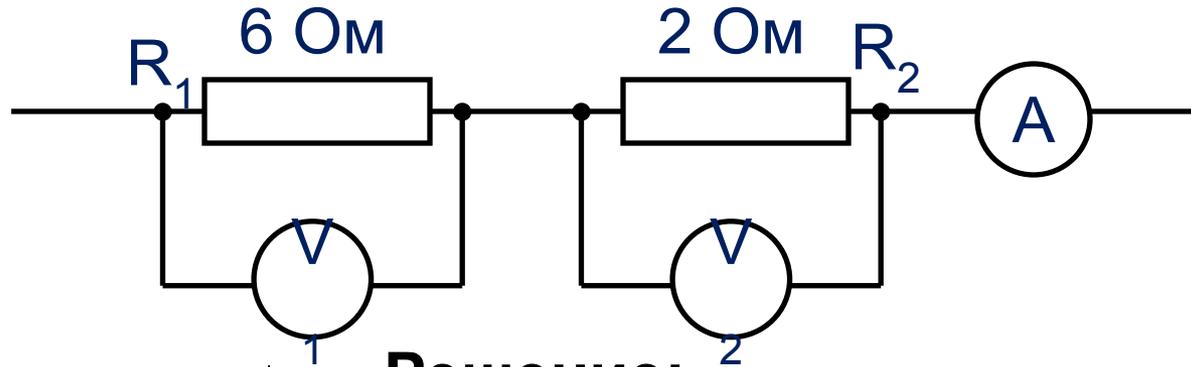


**В световую сеть комнаты включены две лампы, сопротивление первой 250 Ом, второй 400 Ом. Напряжение в сети 150 В. Определите силу тока в каждой лампе, силу тока до разветвления, общее сопротивление участка, состоящего из ламп.**

	<b>Последовательное соединение</b>	<b>Параллельное соединение</b>
<b>Схема</b>		
<b>Сила тока</b>	$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$
<b>Напряжение</b>	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
<b>Сопротивление</b>	$R = R_1 + R_2$  $R = nR_1$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$  $R = \frac{R_1}{n}$



**Задача №1. Вольтметр  $V_1$  показывает 12 В.  
каковы показания амперметра и вольтметра  $V_2$ ?**



**Дано:**

$$R_1 = 6\ \text{Ом}$$

$$R_2 = 2\ \text{Ом}$$

$$U_1 = 12\ \text{В}$$

$I - ?$

$U_2 - ?$

**Решение:**

$$I = I_1 = \frac{U_1}{R_1}$$

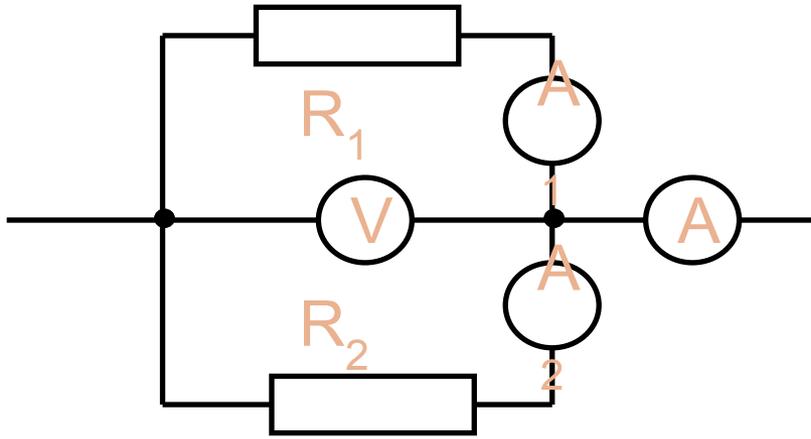
$$U_2 = I \cdot R_2$$

$$I = \frac{12\ \text{В}}{6\ \text{Ом}} = 2\ \text{А}$$

$$U_2 = 2\ \text{А} \cdot 2\ \text{Ом} = 4\ \text{В}$$



**Задача №2.** Амперметр А показывает силу тока 1,6 А при напряжении 120 В. сопротивление резистора  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ . Определите сопротивление резистора  $R_2$  и показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$ .



**Дано:**

$$I = 1,6 \text{ А}$$

$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

---


$$I_1 - ? \quad I_2 - ?$$

$$R_2 - ?$$

**Решение:**

$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{120 \text{ В}}{100 \text{ Ом}} = 1,2 \text{ А}$$

$$I_2 = I - I_1$$

$$I_2 = 1,6 \text{ А} - 1,2 \text{ А} = 0,4 \text{ А}$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2}$$

$$R_2 = \frac{120 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 300 \text{ Ом}$$

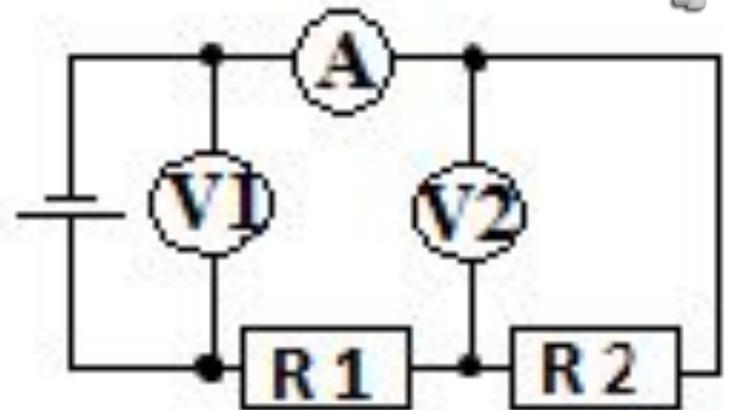


### Задача №3:

Напряжение в сети 120 В. Сопротивление каждой из двух электрических ламп, включенных в эту сеть, равно 240 Ом. Определите силу тока в каждой лампе при параллельном их включении.

### Задача №4:

В цепь включены два проводника:  $R_1 = 5$  Ом и  $R_2 = 10$  Ом. Вольтметр  $V_1$  показывает напряжение 12 В. Определите показания амперметра и вольтметра  $V_2$ .



**Дано:**

$$U = 120 \text{ В}$$

$$R_1 = 240 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 240 \text{ Ом}$$

---

**Найти  $I_1, I_2$**

**Решение.**



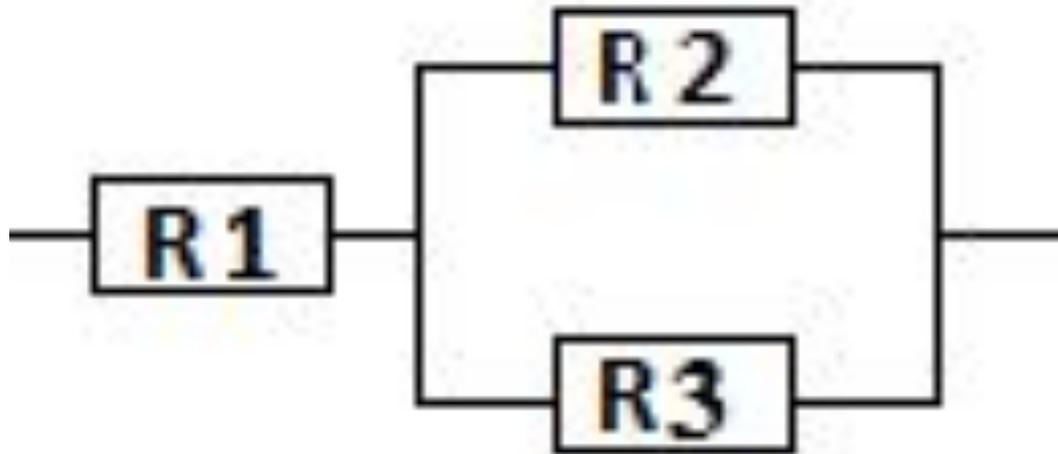
$$U = U_1 = U_2$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = 0,5 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = 0,5 \text{ А}$$

## Задача №7:

По рисунку определить общее сопротивление участка цепи, состоящего из 3 проводников, сопротивления которых соответственно равны 10 Ом, 4 Ом, 6 Ом.



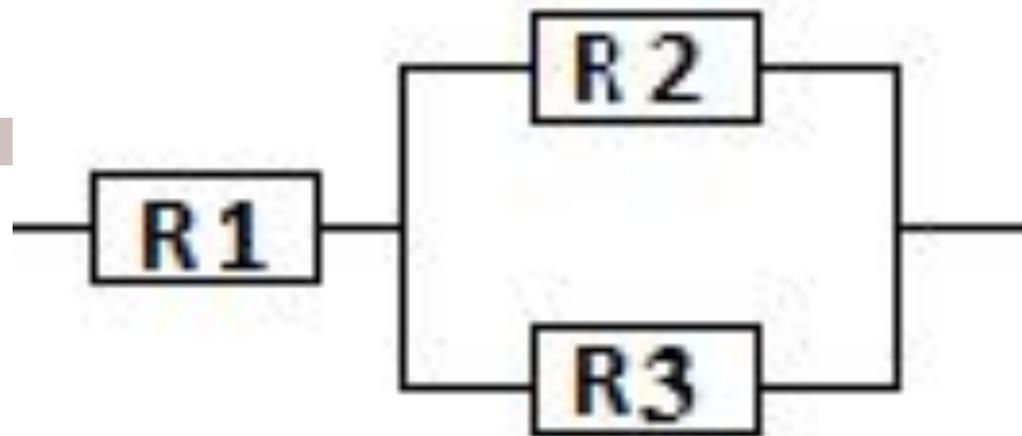
Дано:

$$R_1 = 10 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 6 \text{ Ом}.$$

Найти:  $R$  -?



Решение.

$$R = R_1 + R_{2,3}$$

$$R_{2,3} = 2,4 \text{ Ом}$$

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R = 12,4 \text{ Ом}$$



**Задача № 5.** В осветительную сеть комнаты включены две электрические лампы, сопротивления которых 200 Ом и 300 Ом. Напряжение в сети 120 В. Определить силу тока в каждой лампе, силу тока в подводящих проводах (т.е. силу тока до разветвления), общее сопротивление участка, состоящего из двух ламп.



**Задача № 5.** В осветительную сеть комнаты включены две электрические лампы, сопротивления которых 200 Ом и 300 Ом. Напряжение в сети 120 В. Определить силу тока в каждой лампе, силу тока в подводящих проводах (т.е. силу тока до разветвления), общее сопротивление участка, состоящего из двух ламп.

Дано:

Решение:

$$R_1 = 200 \text{ Ом}$$

Напряжение на каждой лампе равно напряжению в сети, так как лампы соединены параллельно, т.е.

$$R_2 = 300 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$U_1 = U_2 = 120 \text{ В}$ . Силу тока в каждой лампе определяем, пользуясь законом Ома:

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

$I_1$ -?

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, I_1 = \frac{120 \text{ В}}{200 \text{ Ом}} = 0,6 \text{ А}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2}, I_2 = \frac{120 \text{ В}}{300 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}.$$

$I_2$ -?

Сила тока в подводящих проводах равна сумме сил тока в лампах::

$I$ -?

$$I = I_1 + I_2, I = 0,6 \text{ А} + 0,4 \text{ А} = 1 \text{ А};$$

$R$ -?

Общее сопротивление участка цепи, состоящего из двух параллельно соединенных ламп, находим по закону Ома:

$$R = \frac{U}{I}, R = \frac{120 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 120 \text{ Ом}.$$

**Ответ:**  $I_1 = 0,6 \text{ А}, I_2 = 0,4 \text{ А}, I = 1 \text{ А}, R = 120 \text{ Ом}.$



*Задача № 6.* Два проводника сопротивлением  $R_1=2$  Ом,  $R_2=3$  Ом соединены последовательно. Сила тока в цепи 1 А. Определить сопротивление цепи, напряжение на каждом проводнике и полное напряжение всего участка цепи.



**Задача № 6.** Два проводника сопротивлением  $R_1=2\text{ Ом}$ ,  $R_2=3\text{ Ом}$  соединены последовательно. Сила тока в цепи  $1\text{ А}$ . Определить сопротивление цепи, напряжение на каждом проводнике и полное напряжение всего участка цепи.

Дано:

$$R_1 = 2\text{ Ом}$$

$$R_2 = 3\text{ Ом}$$

$$I = 1\text{ А}$$

Решение:

Сила тока во всех последовательно соединенных проводниках одна и та же и равна силе тока в цепи, т.е.:

$$I_1 = I_2 = I = 1\text{ А}$$

$R$ -?

$U_1$ -?

$U_2$ -?

$U$ -?

Общее сопротивление цепи:

$$R = R_1 + R_2,$$

$$R = 2\text{ Ом} + 3\text{ Ом} = 5\text{ Ом}.$$

Напряжение на каждом из проводников найдем по закону Ома:

$$U_1 = IR_1; U_1 = 1\text{ А} \cdot 2\text{ Ом} = 2\text{ В};$$

$$U_2 = IR_2; U_2 = 1\text{ А} \cdot 3\text{ Ом} = 3\text{ В};$$

Полное напряжение в цепи:

$$U = U_1 + U_2, \text{ или } U = IR.$$

$$U = 2\text{ В} + 3\text{ В} = 5\text{ В}, \text{ или } U = 1\text{ А} \cdot 5\text{ Ом} = 5\text{ В}.$$

**Ответ:**  $R = 5\text{ Ом}$ ,  $U_1 = 2\text{ В}$ ,  $U_2 = 3\text{ В}$ ,  $U = 5\text{ В}$ .



# Обобщение - шпаргалка

## Виды соединений проводников

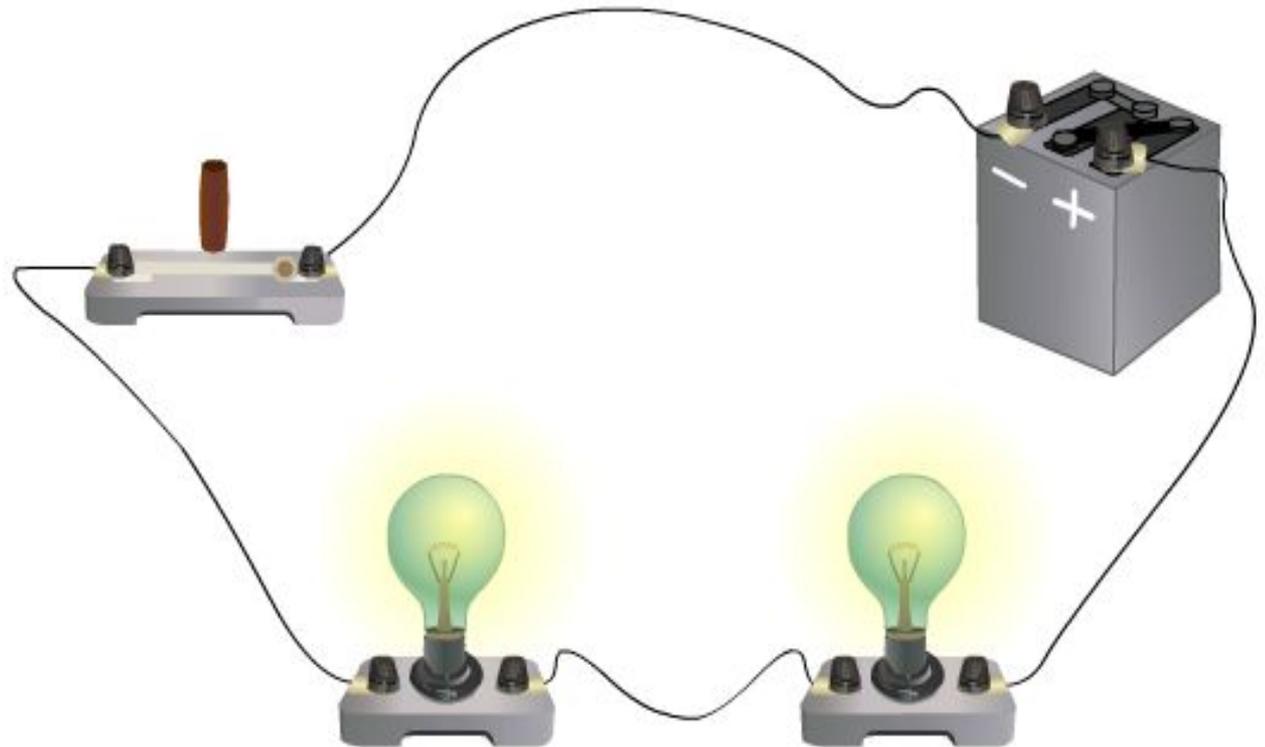
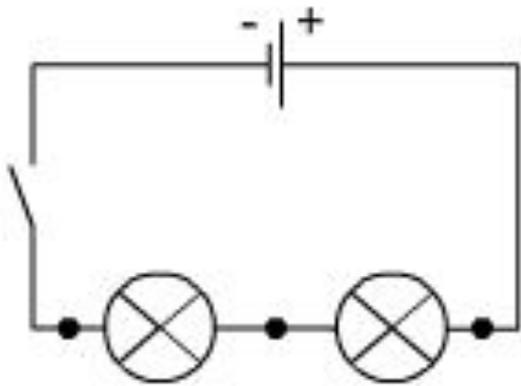
**Последовательное**

**Параллельное**



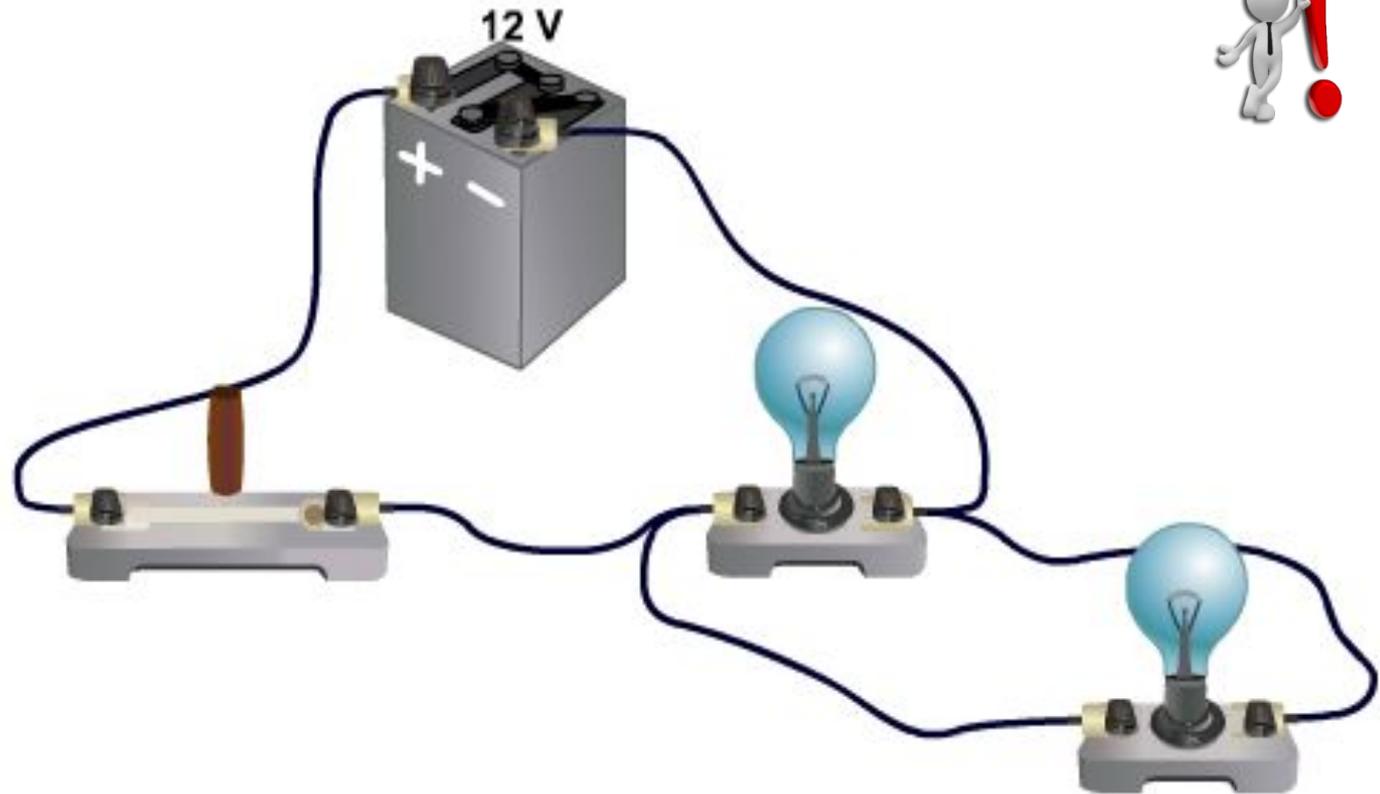
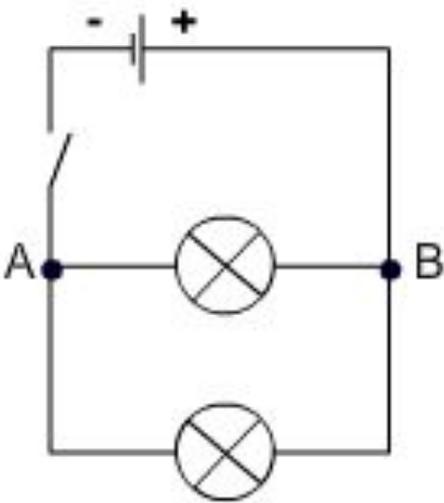
# Обобщение -

**Последовательное соединение проводников - шпаргалка**  
соединение проводников без разветвлений, когда конец одного проводника соединен с началом другого проводника.



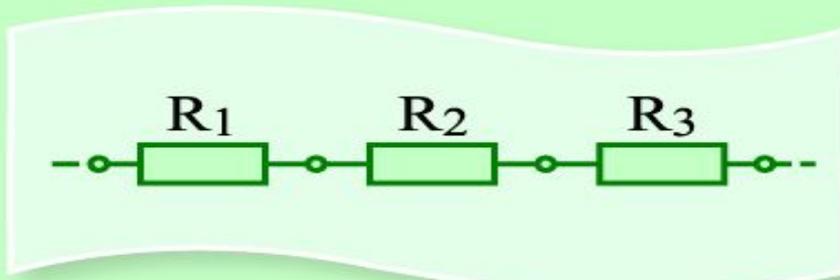
# Обобщение -

**Параллельное соединение проводников - шпаргалка**  
соединение, при котором все проводники подключаются к одной и той же паре точек.



# Обобщение -

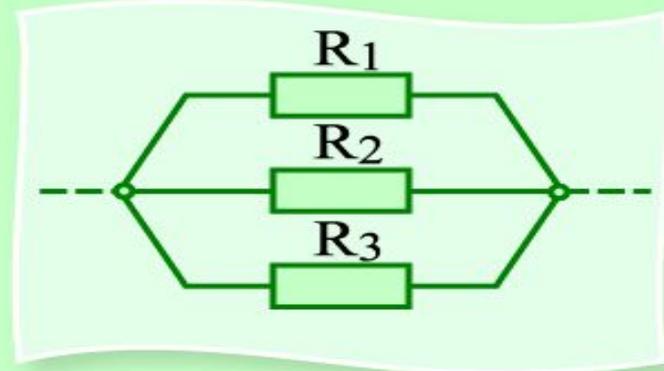
Законь последовательного и параллельного соединения.



$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

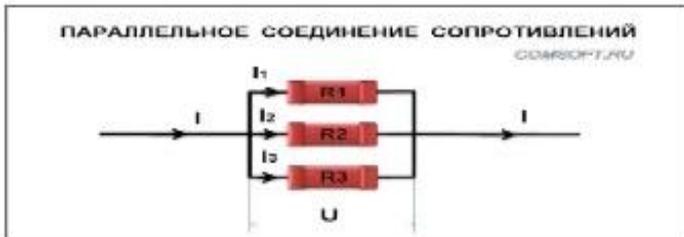
$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

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

# Обобщение -

## Параллельное соединение резисторов

Запишем закон Ома для параллельного соединения.



$$I = I_1 + I_2 + I_3 \rightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

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

Для вычисления общего сопротивления приведем к общему знаменателю

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2R_3 + R_1R_3 + R_1R_2}{R_1R_2R_3} \rightarrow R = \frac{R_1R_2R_3}{R_2R_3 + R_1R_3 + R_1R_2}$$



# Обобщение -

## Преимущества и недостатки шпаргалка соединений

- Пример последовательного соединения: **гирлянда.**
- Пример параллельного соединения: **потребители в жилых помещениях.**

- **Преимущества и недостатки соединений:**

**Последовательное – защита цепей от перегрузок: при увеличении силы тока выходит из строя предохранитель, и цепь автоматически отключается. При выходе из строя одного из элементов соединения отключаются и остальные.**

**Параллельное – при выходе из строя одного из элементов соединения, остальные действуют. При включении элемента с меньшим возможным напряжением в цепь элемент перегорит**



**Почему птицы безнаказанно  
сидят на электрических  
проводах?**

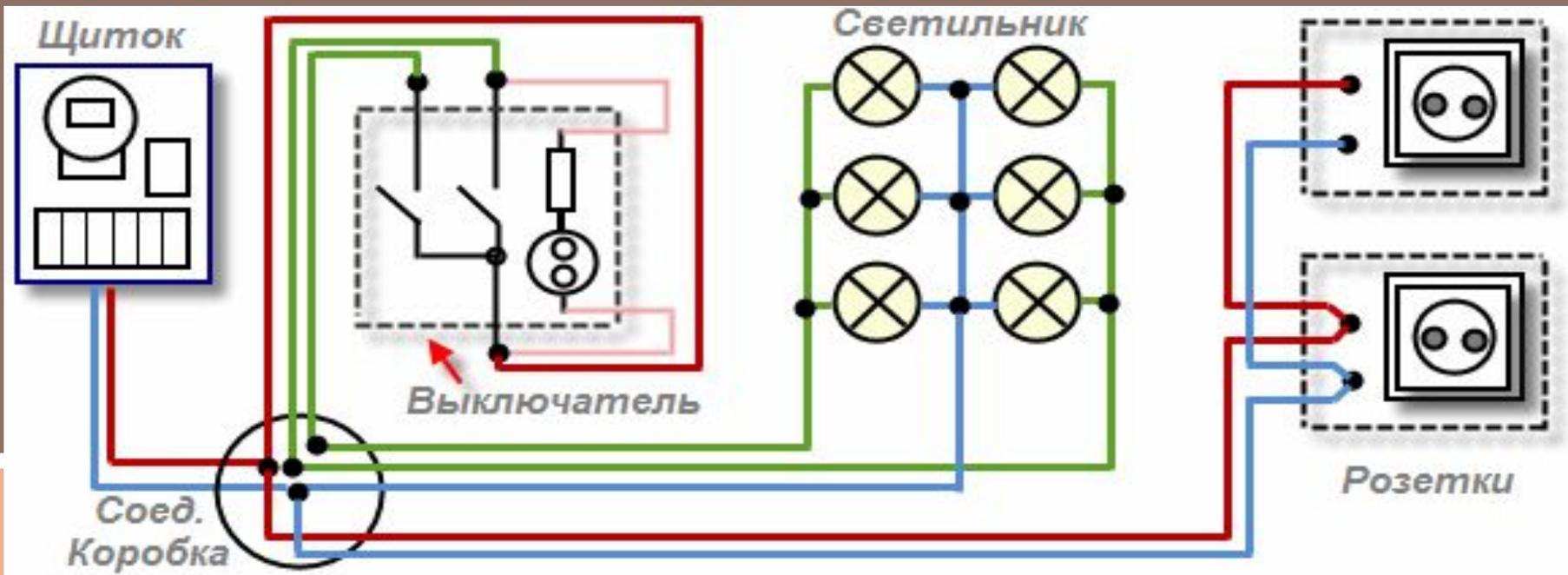


# Итак, тайна электричества раскрыта !!!

- Тело птицы представляет собой разветвление цепи.
- Сопротивление этого разветвления очень большое по сравнению с другой ветвью (коротким участком между ногами птицы).
- Сила тока, идущего через тело птицы, ничтожно мала, а потому и безвредна!



ЧЕЛОВЕК НЕ МОЖЕТ ИЗМЕНИТЬ  
ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ: ЭТИ ПОПЫТКИ  
ВСЕГДА БЫЛИ НЕУДАЧНЫМИ.  
ОДНАКО ЧЕЛОВЕК МОЖЕТ ПОЗНАТЬ  
ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ И ИСПОЛЬЗОВАТЬ  
ИХ!!!



# Домашнее задание

16.13. Каково сопротивление цепей (рис. 53, а—е), если сопротивление каждого из резисторов равно  $R$ ?

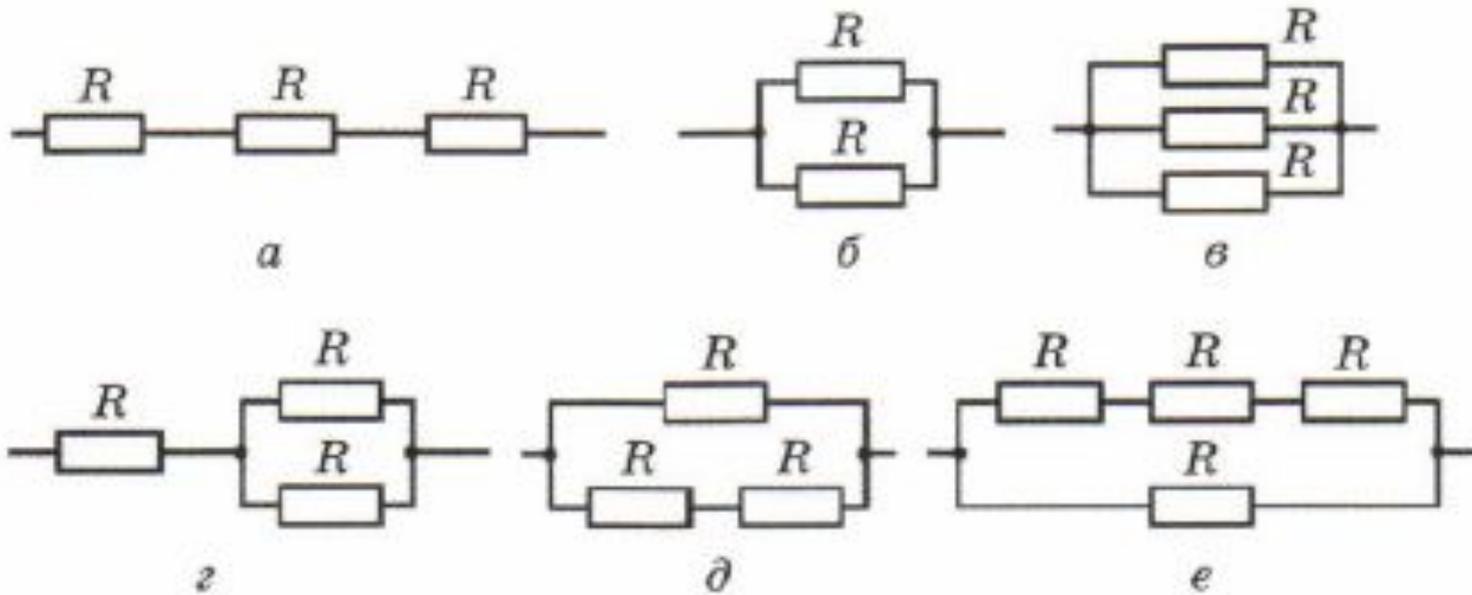


Рис. 53

16.14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных резисторов, сопротивление которых  $R_1 = 50$  Ом и  $R_2 = 70$  Ом. Напряжение на участке цепи  $U = 60$  В. Найдите силу тока в цепи  $I$  и напряжения  $U_1$  и  $U_2$  на каждом из резисторов.

**16.19.** Как можно объяснить тот факт, что общее сопротивление параллельно соединенных проводников меньше сопротивления каждого из входящих в это соединение проводников?

**16.20.** Стальная и алюминиевая проволоки одинакового размера включены последовательно. На какой из них напряжение больше? Во сколько раз?

**16.21.** Медная и свинцовая проволоки одинакового размера включены параллельно. В какой из них сила тока больше? Во сколько раз?

**16.22.** Начертите схемы возможных различных соединений из четырех одинаковых резисторов.

**16.23.** Каково сопротивление цепей (рис. 54, *a—в*), если сопротивление каждого из резисторов 1 Ом?

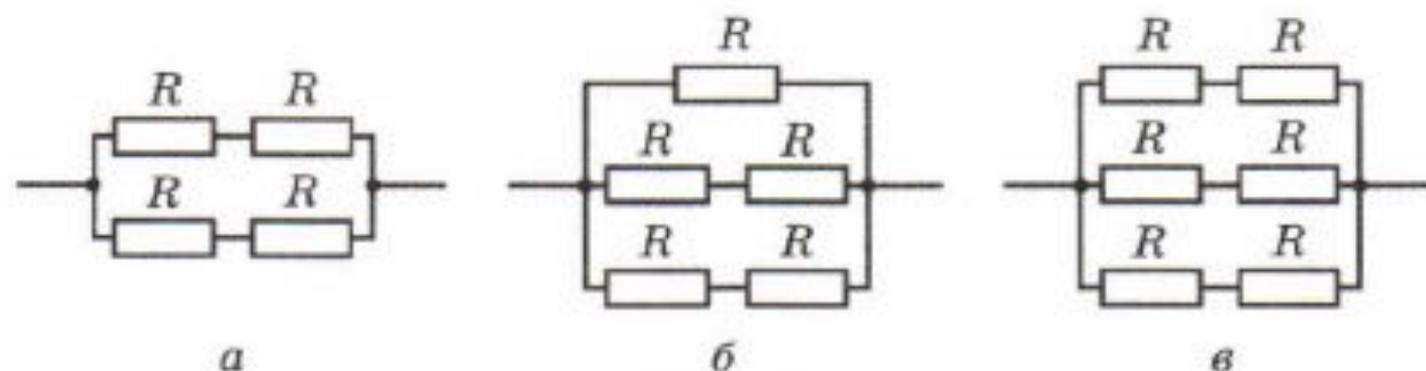


Рис. 54

**16.43.** Вычислите сопротивление цепи, представленной на рис. 65, если  $R = 2$  Ом.

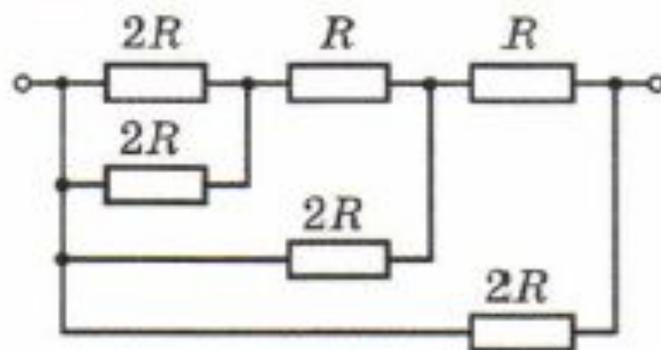


Рис. 65

**15.23.** Определите силу тока в электрической лампе, если через ее нить накала за 5 мин проходит электрический заряд 150 Кл.

**15.24.** Сила тока через электрическую лампочку карманного фонарика 0,22 А. Какой заряд проходит через лампочку за 10 с?

**15.27.** Напряжение на лампе 220 В. Какая совершается работа при прохождении через нить накала лампы заряда 50 Кл?

**15.28.** Напряжение на автомобильной лампочке 6 В. Какой заряд прошел через нить накала лампочки, если при этом была совершена работа 720 Дж?

**15.29.** Каково сопротивление медного провода длиной 10 м и площадью поперечного сечения  $0,5 \text{ мм}^2$ ?

Любите физику!

Это так

интересно!

И очень  
полезно!

