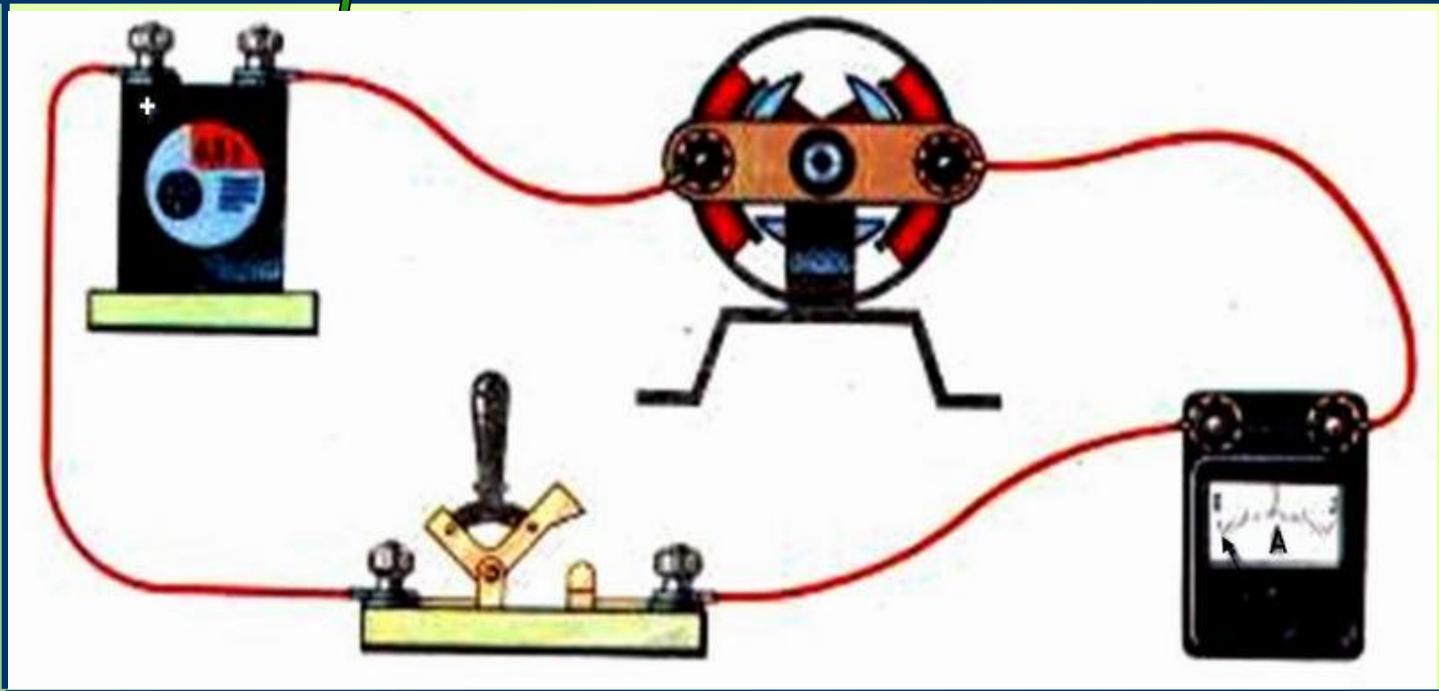


# Электрические явления

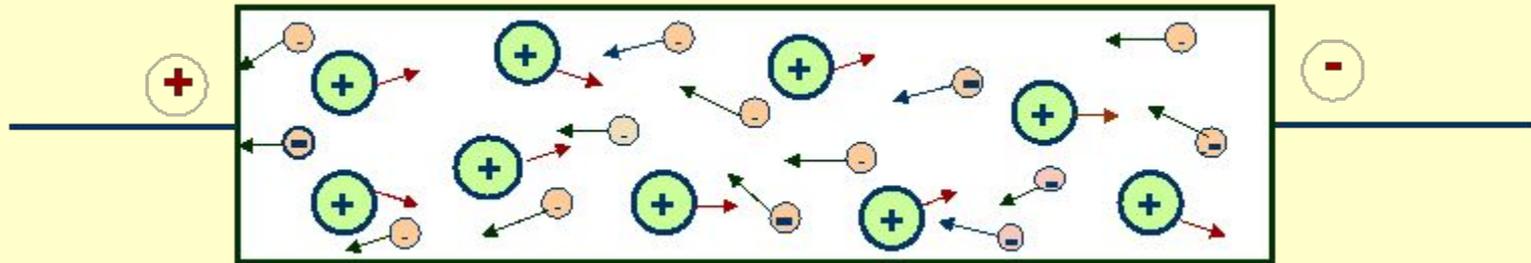


**Автор:** кандидат педагогических наук, доцент Оренбургского педагогического университета **Ильясова Т. В.** 2004 г.



# Электрический ток и источник тока

Электрический ток - это упорядоченное движение заряженных частиц



Направление электрического поля   
Направление электрического тока 

 - движется *по направлению* электрического поля

 - движется в сторону, *противоположную* направлению поля

## Условия возникновения тока:

1. Создание электрического поля в проводнике.
2. Наличие заряженных частиц, способных перемещаться в веществе.
3. Необходим источник тока для поддержания электрического поля в проводнике длительное время.

# Источники тока



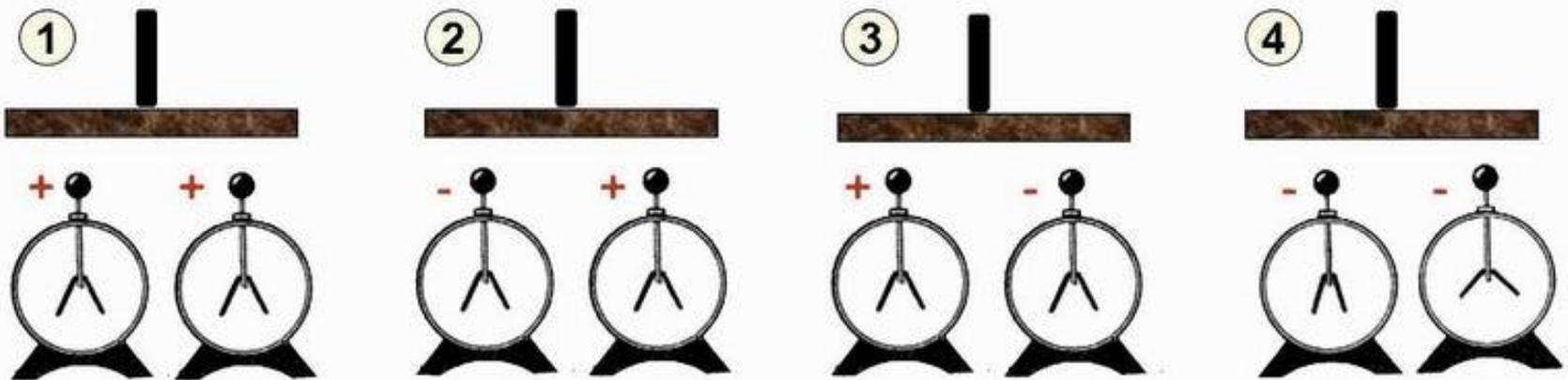
## Принцип работы:

1. Разделение (+) и (-) зарядов внутри за счёт работы сторонних сил.
2. Накопление разноимённых зарядов на полюсах источника тока.
3. При соединении полюсов проводником в нём возникает электрический ток.

# Подумай!

В чём состоит **главное различие** между током, возникшим в металлическом проводнике, когда с его помощью разряжают электроскоп, и в случае соединения этим проводником полюсов гальванического элемента?

В каких случаях по палочке потечёт ток, если её концами прикоснуться к шарикам соседних электроскопов?



# Проверь себя!

Составьте текст из фрагментов А, Б, В,Г:

**А. Отличительным признаком...**

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| 1. электрофорной машины...     | 2. термоэлемента... |
| 3. аккумулятора...             | 4. фотоэлемента...  |
| 5. гальванического элемента... |                     |

**Б. является преобразование в электрическую энергию...**

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. энергии света.      | 2. химической энергии.   |
| 3. внутренней энергии. | 4. механической энергии. |

**В. Если выполняется следующее условие:**

1. прибор облучается светом,..
2. создаётся разность температур на его концах,..
3. приводятся во вращение диски,..
4. происходит химическая реакция по разделению зарядов,..

**Г. то...** 1. возникает электрический ток.

2. после использования запаса его энергии разряжается и этот запас восстановить нельзя.
3. после использования запаса его энергии разряжается, но этот запас можно восстановить.
4. возникает электрический разряд типа молнии.

**ОТВЕТЫ:** А1Б4В3Г4; А2Б3В2Г1; А3Б2В4Г3; А4Б1В1Г1; А5Б2В4Г2

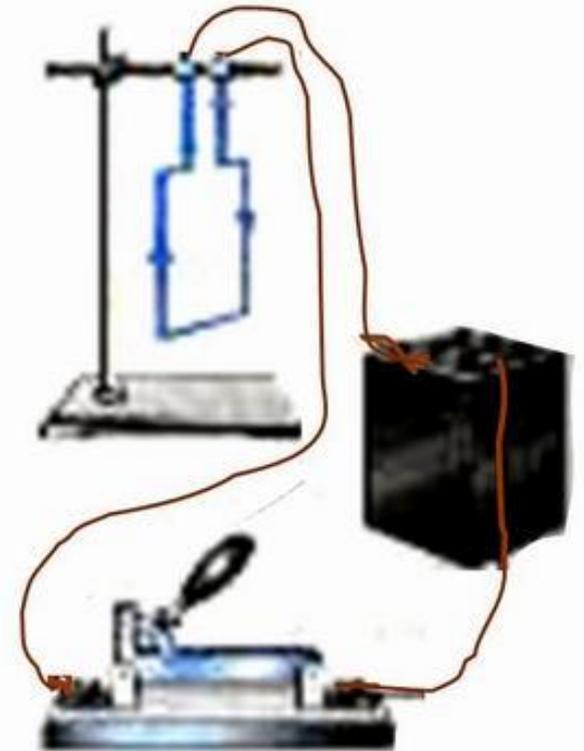
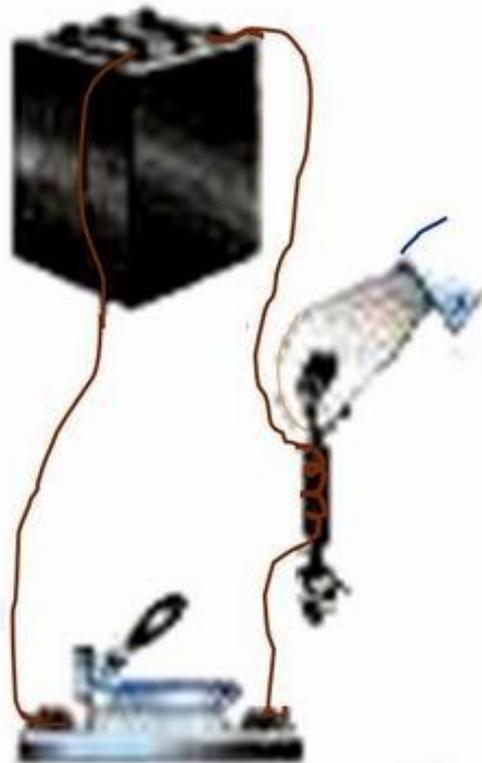
# Действия электрического тока

Мы не можем видеть движущиеся в цепи электрические заряды из-за их малости. О наличии электрического тока в цепи судят по различным его действиям. *Действия тока* можно наблюдать на простых опытах.

1. Химическое.

2. Магнитное

3. Механическое



**В каких устройствах эти действия тока используются?**

# ***проверь себя!***

Какие из названных ниже явлений служат примерами...

**А.** теплового действия тока?

**Б.** химического действия тока?

**В.** магнитного действия тока?

**Г.** механического действия тока?

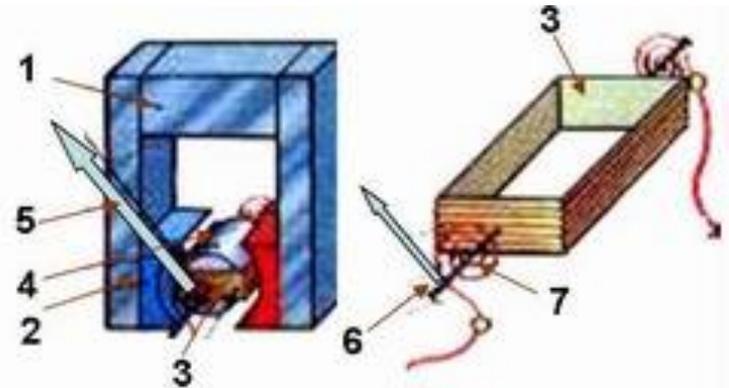
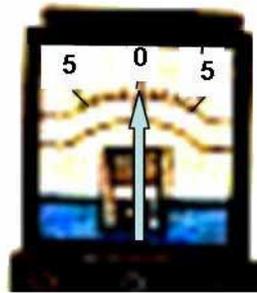
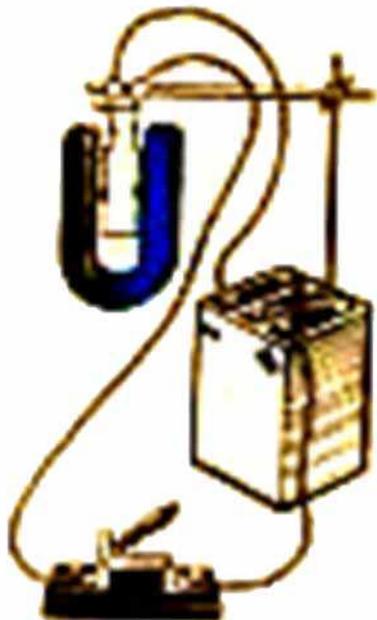
1. Яркое свечение нити электрической лампочки.
2. Если намотать на гвоздь изолированный провод и его концы присоединить к полюсам батарейки, то он станет притягивать мелкие железные предметы.
3. Если рамку с током поместить между полюсами магнита, то рамка поворачивается.
4. Если в раствор медного купороса опустить два угольных стержня, соединённые с полюсами аккумулятора, то через некоторое время на одном из них выделится медь.
5. В электрическом чайнике закипела вода.
6. Никелирование, хромирование, серебрение металлических предметов осуществляется с помощью электрического тока.
7. Кварцевая пластинка под действием электрического поля колеблется.

**ОТВЕТЫ: А1,А5; Б4,Б6; В2,В3; Г 7**

# Гальванометр

Явление взаимодействия катушки с током и магнита используется в устройстве прибора для регистрации очень слабых токов – **ГАЛЬВАНОМЕТРА**.

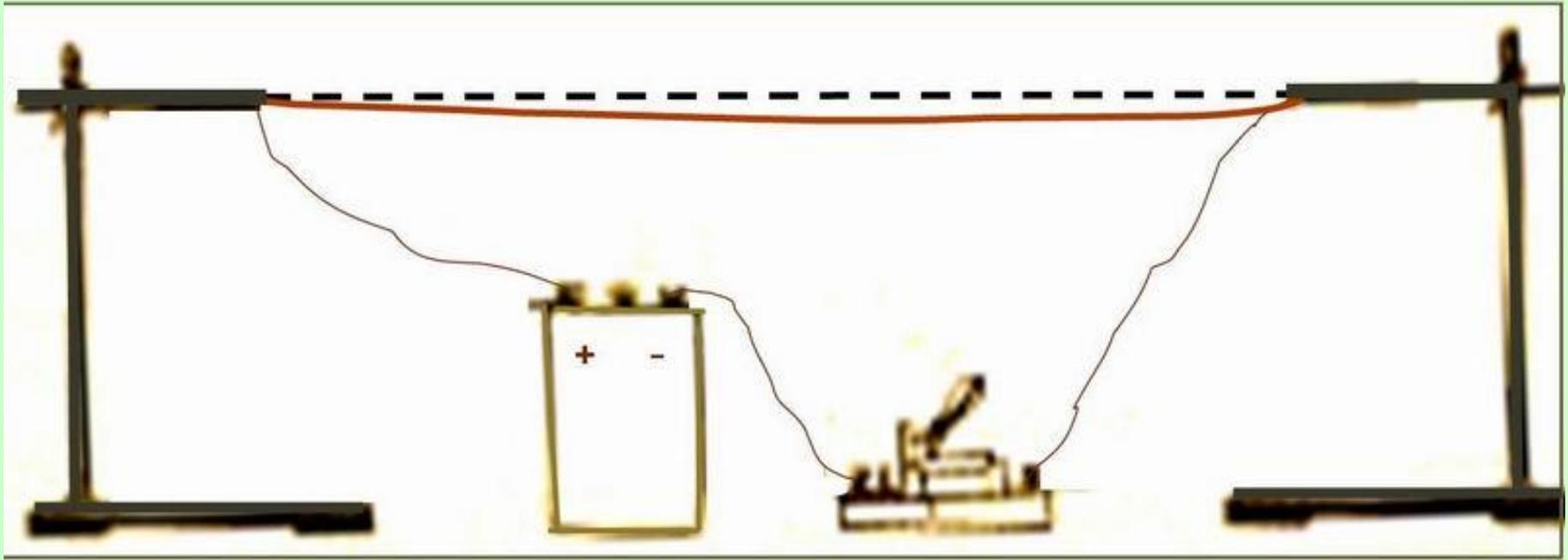
Условное изображение гальванометра на схемах  $\uparrow$  или  $\Gamma$ .  
Стрелка прибора связана с подвижной катушкой, находящейся в поле подковообразного магнита. Когда в катушке есть ток, катушка поворачивается и стрелка отклоняется. При разном направлении тока стрелка отклоняется в разные стороны.



1 - подковообразный магнит; 2 – полюсные наконечники; 3 – рамка с током; 4 - стальной цилиндр для усиления и создания кругового магнитного поля; 5 – стрелка; 6 – ось стрелки; 7 – уравновешивающие пружинки.

# *Тепловое действие тока проявляется всегда*

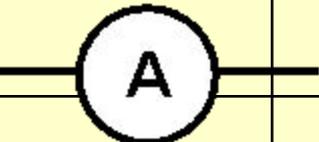
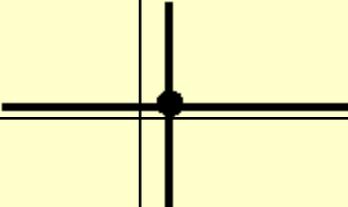
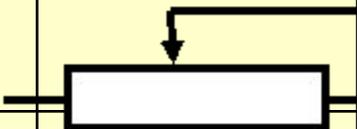
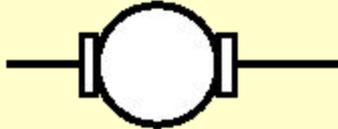
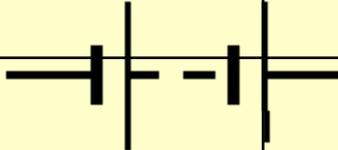
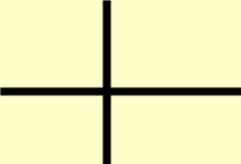
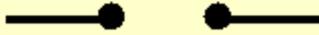
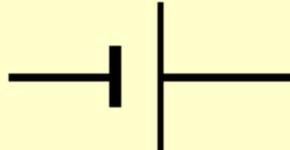
(в большей или меньшей степени)



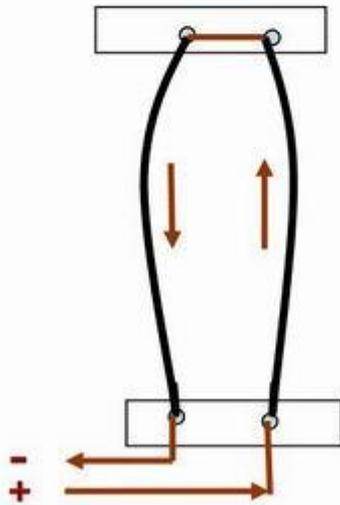
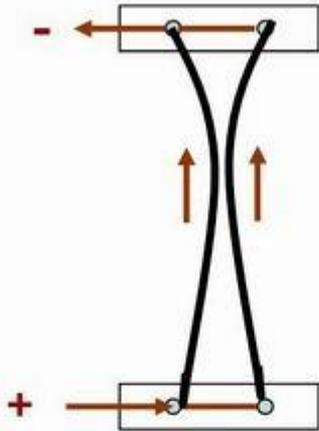
## *Подумайте:*

1. В чём причина теплового действия тока?
2. От чего зависит степень нагревания разных проводников током?
3. Можно ли управлять степенью нагревания током проводника?
4. В каких устройствах используется тепловое действие тока?

# Элементы электрической цепи

	А	Б	В	Г
1				
2				
3				
4				

# Сила тока. Ампер

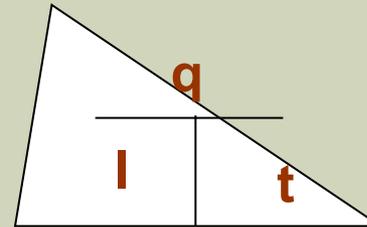


За *единицу силы тока* принимают силу тока, при которой отрезки параллельных проводников длиной 1 м взаимодействуют с силой  $2 \cdot 10^{-7}$  Н (0,000 0002 Н)

1 А (ампер)  
1 А = 1000 мА  
1 А = 1000 000 мкА  
1 А = 0,001 кА



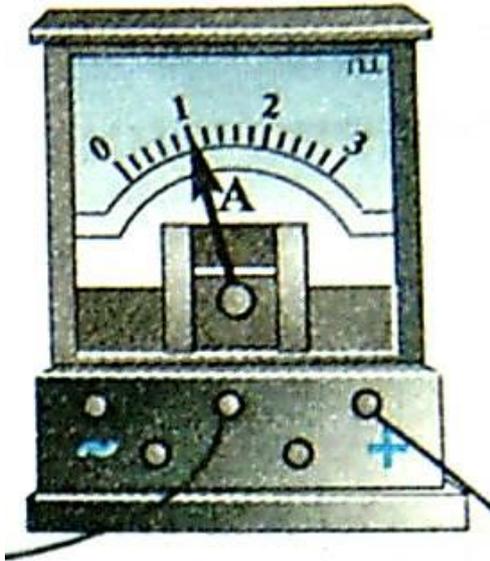
Ампер Андре Мари  
(1775 – 1836)



За *единицу электрического заряда* принят 1 Кл (кулон):  
1 кулон = 1 ампер × 1 секунда или  
1 Кл = 1 А × 1 с = 1 А·с

# Измерение силы тока. Амперметр

Силу тока в цепи измеряют прибором, который называется **АМПЕРМЕТР**. Амперметр – тот же гальванометр, но рассчитанный на большую величину тока и его шкала проградуирована в амперах. Обозначается прибор 



Каковы пределы измерения силы тока этим прибором?

Определите цену деления данного амперметра.

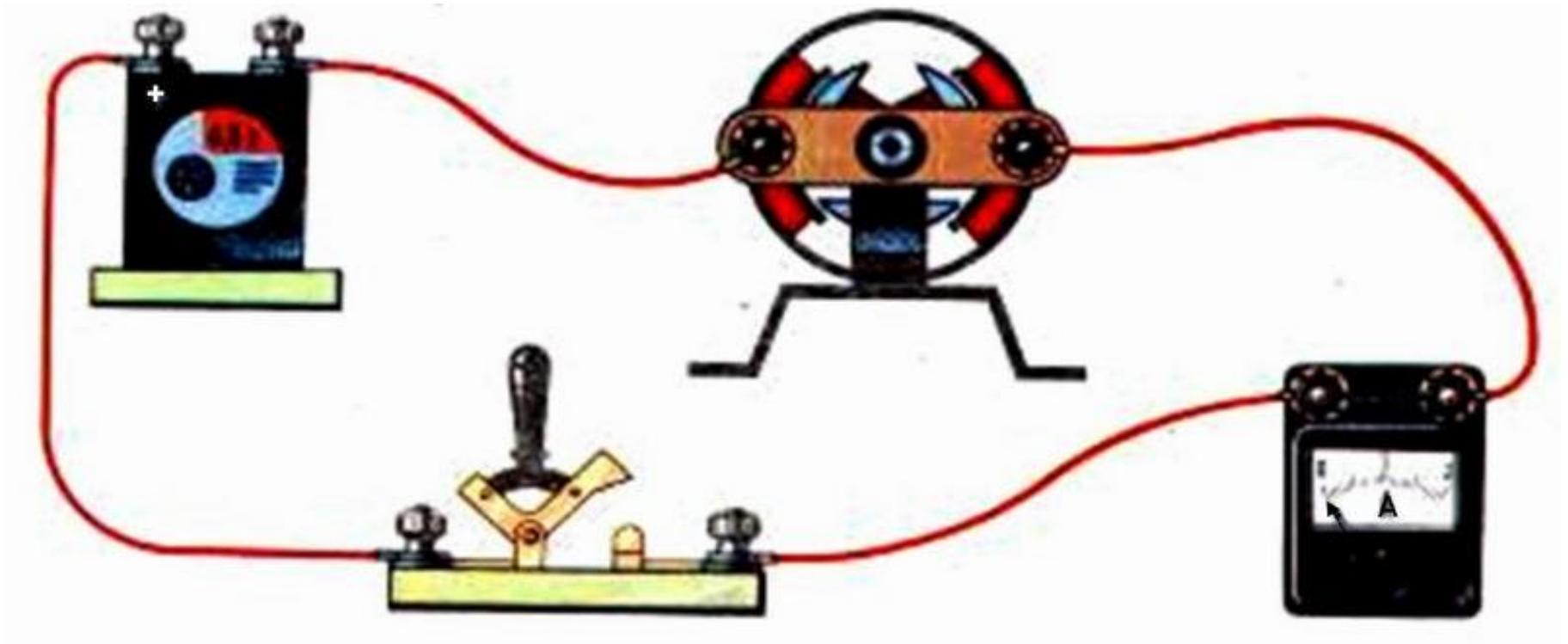
Какую силу тока показывает прибор сейчас?

## **Помните!**

Для организма человека безопасной считается сила тока до 1 мА. Ток  $I > 100$  мА опасен для человека.

**Амперметр включается последовательно** с тем элементом цепи, в котором измеряется сила тока. Клемму прибора со знаком (+) надо обязательно соединять с проводом, идущим от (+) полюса источника тока, а клемму со знаком (-) соответственно – с (-) полюсом источника.

# Учимся составлять электрические схемы



## З а д а н и я:

1. Начертить схему электрической цепи, указать знаками (+) и (-) полярность зажимов амперметра.
2. Отметить точками (А, Б, В и т.д.) возможные места включения амперметра для измерения силы тока в электродвигателе.

# Реши задачи!

① Какое **количество электричества** протекает через катушку гальванометра, включённого в цепь на 2 мин, если сила тока в цепи 12 мА? Нужно ли соблюдать полярность при его включении?

② Определите **силу тока** в электрической лампочке, если через неё проходит 300 Кл электричества за 10 мин.

③ Электроплитка включена в осветительную сеть. Какое **количество электричества** протекает через неё за 10 мин, если сила тока в подводящих проводах равна 5А?

④ Какую **работу** совершает электрическое поле по передвижению заряда в проводнике, если напряжение на этом участке цепи 220В, а сила тока составляет 0,5А?

⑤ **Перевести:**

1. 5 мВ = ? В

2. 1500 В = ? кВ

3. 500 мА = ? А

4. 2 кВ = ? В

5. 4,2 А = ? мА

# Подумай и ответь!

**А. От какого полюса источника тока и к какому движутся в цепи электроны?**

1. От положительного к отрицательному.
2. От отрицательного к положительному.

**Б. За направление тока в проводнике условно принято...**

1. направление движения отрицательных зарядов.
2. направление движения положительных зарядов.

**В. Укажите названия приборов, измеряющих следующие физические величины:**

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. температура тела.      | 1. Динамометр               |
| 2. давление.              | 2. Амперметр, гальванометр. |
| 3. механическая сила.     | 3. Спидометр.               |
| 4. сила тока.             | 4. Барометр, манометр.      |
| 5. скорость движения тела | 5. Термометр.               |

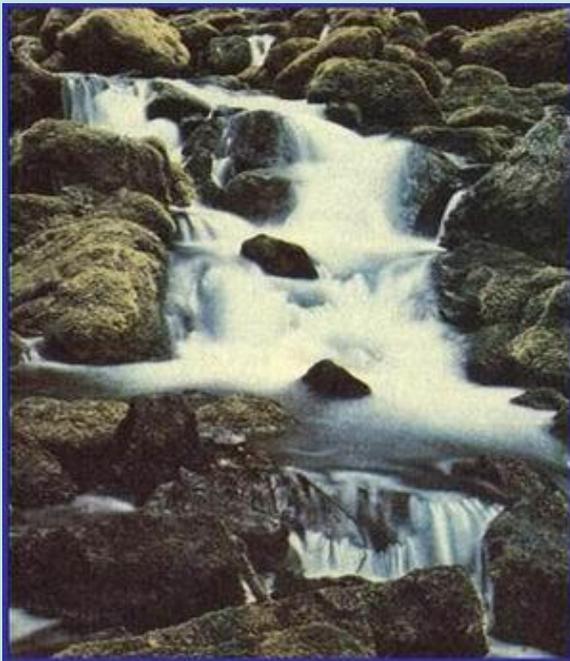
**Г. При силе тока в 1 А отрезки длиной 1 м бесконечно длинных параллельных проводников с током взаимодействуют с силой...**

- |         |                      |                         |             |
|---------|----------------------|-------------------------|-------------|
| 1. 1 Н. | 2. $2 \cdot 10^7$ Н. | 3. $2 \cdot 10^{-7}$ Н. | 4. $10^7$ Н |
|---------|----------------------|-------------------------|-------------|

**ОТВЕТЫ:** А2; Б2; В15; В24; В31; В42; В53; Г3.

# Напряжение

**Напряжение** – физическая величина, характеризующая электрическое поле, создающее ток. **Определяет работу тока** на данном участке при перемещении заряда, равного 1Кл. Единица напряжения – 1 вольт (В).



## Как понять смысл "напряжения"?

Электрический ток подобен течению воды в реках и водопадах,

т.е. подобен течению воды с более высокого уровня на более низкий. Заряд  $q$  соответствует массе воды, а напряжение – разности уровней, напору воды в реке.

Работа, совершаемая падающей водой, зависит от её массы и высоты падения. Чем больше разность уровней воды, тем большую работу совершает вода.

Работа силы тока зависит от электрического заряда и напряжения на этом проводнике. Чем больше напряжение на участке цепи, тем больше работа тока при той же величине заряда.

Если в цепи нет напряжения, то в ней нет и электрического тока (как нет течения в озере или пруде при отсутствии разности уровней в рельефе).

$$U = A / q$$

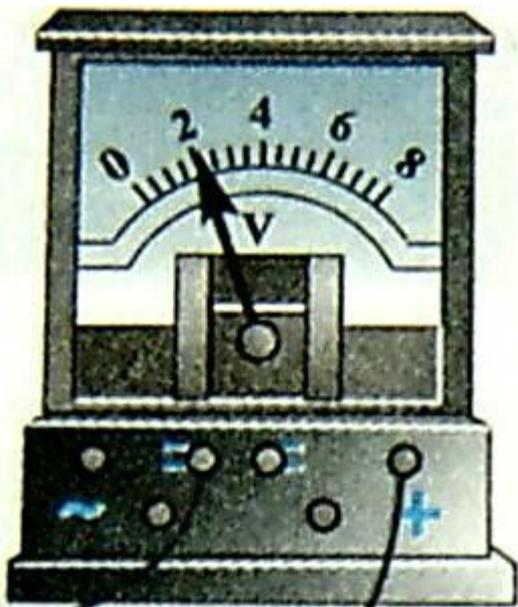
$$1 \text{ В} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кл}$$

$$1 \text{ мВ} = 0,001 \text{ В}$$

$$1 \text{ кВ} = 1000 \text{ В}$$

# Измерение напряжения. Вольтметр

Для измерения напряжения на полюсах источника тока или участке цепи применяют прибор – **ВОЛЬТМЕТР**. На шкале вольтметра ставят букву **V** (или **B**).



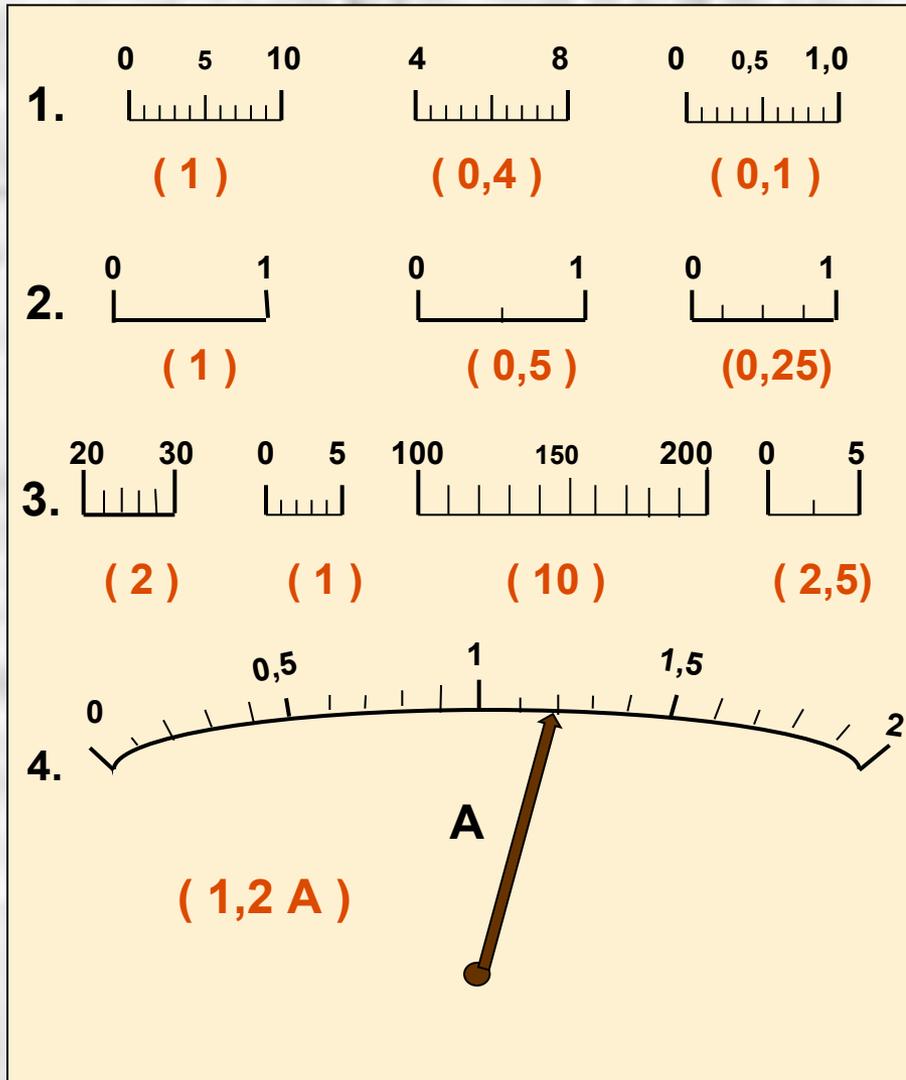
В схемах вольтметр обозначается . Зажим вольтметра (+) соединяют с проводом, идущим от (+) полюса источника тока.

1. Определите цену деления вольтметра.
2. Назовите предельную величину измеряемого напряжения.
3. Сколько вольт сейчас показывает прибор?

Вольтметр **включается** для измерений *иначе, чем амперметр*. Зажимы  присоединяют к тем точкам, между которыми надо измерить напряжение. Такое включение прибора называется **параллельным**.

# Шкалы приборов

Определите цену деления следующих шкал приборов:



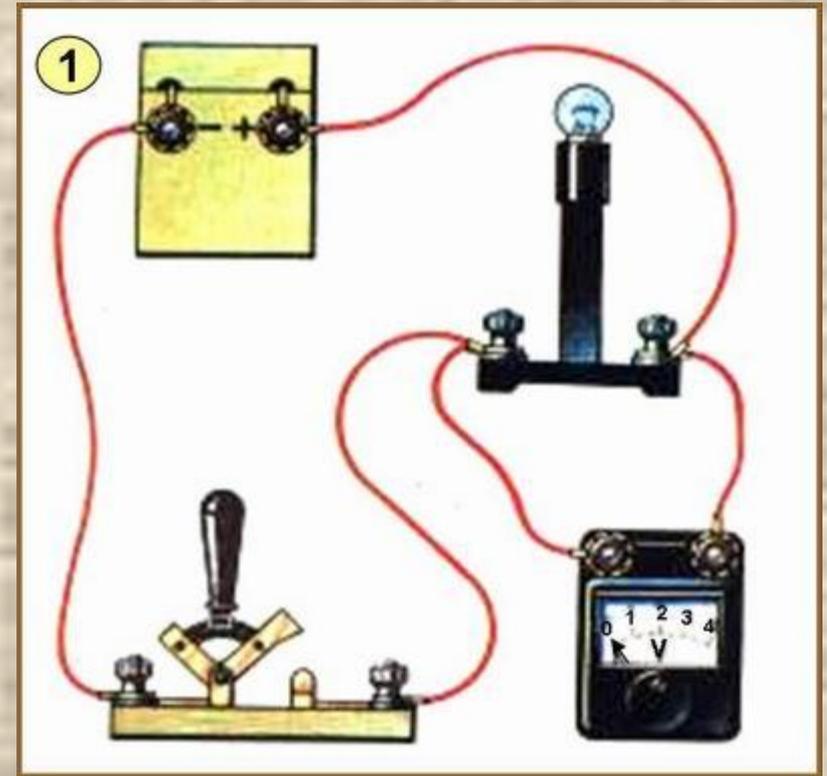
## Общее правило:

1. Найти разность между соседними числами одного уровня на шкале ( $Ч_2 - Ч_1$ ).
2. Сосчитать, сколько делений находится на шкале между ними ( $N$ ).
3. Разделить полученную разность на число делений.

$$\text{Цена деления} = \frac{Ч_2 - Ч_1}{N}$$

### Вопросы к рис.1:

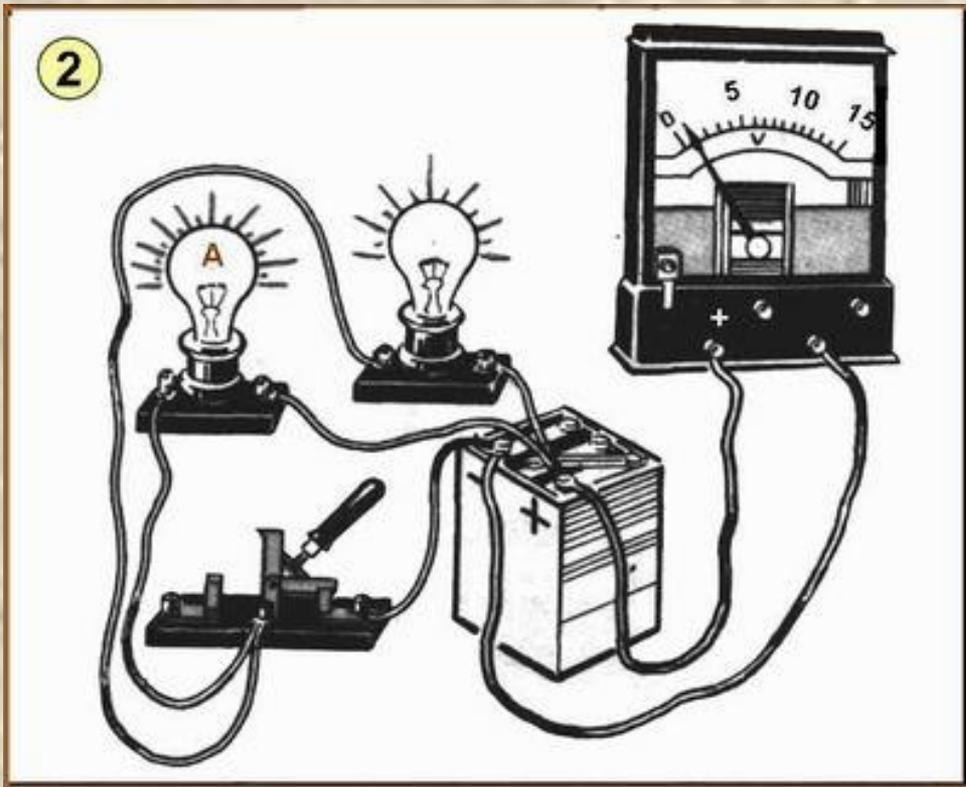
1. На каком участке измеряет напряжение вольтметр?
2. Какова цена деления прибора? (5 делений между 0 – 1).
3. На какое предельное напряжение рассчитан вольтметр?
4. Почему вольтметр показывает 0?



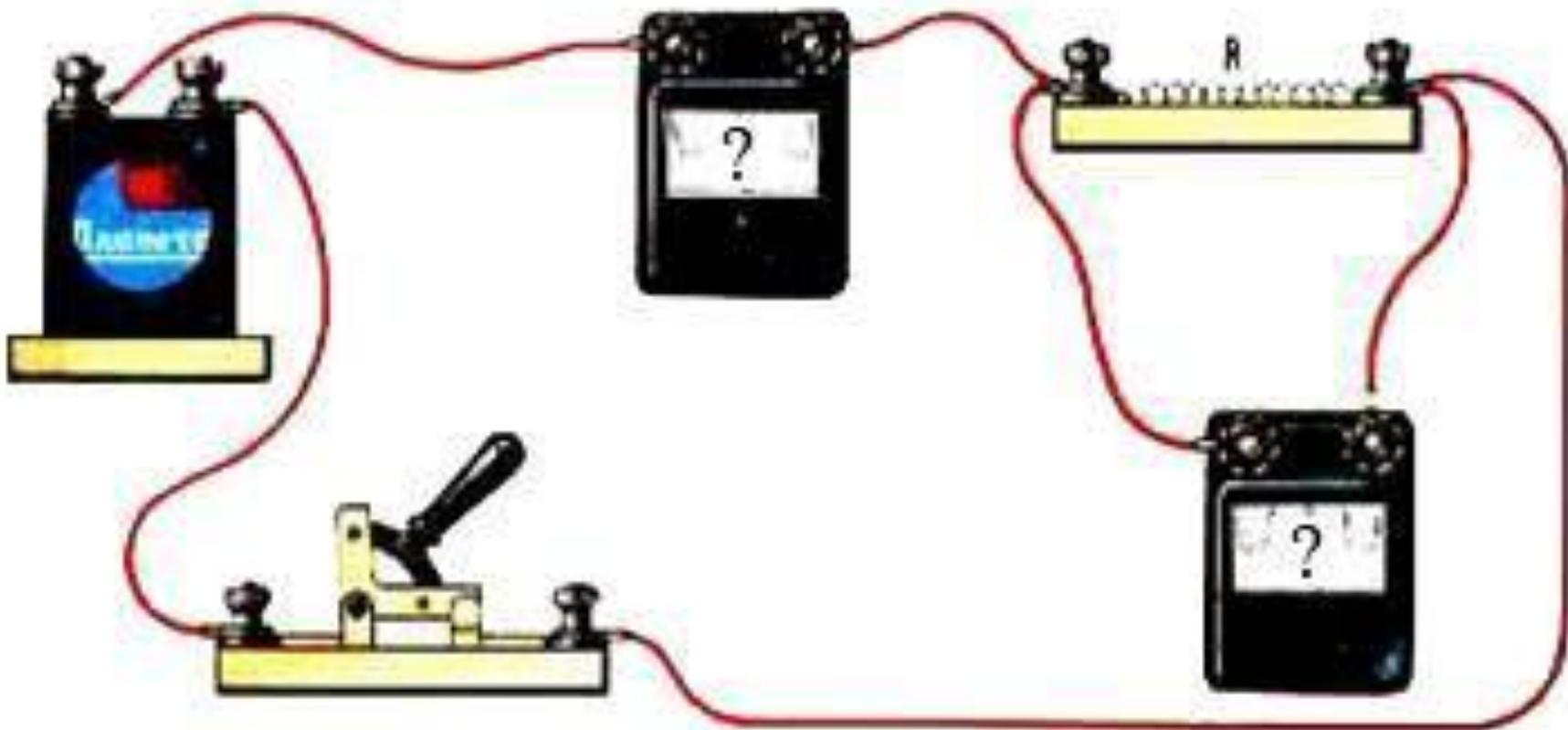
### Вопросы к рис.2:

1. Определите цену деления прибора.
2. На каком участке измеряет вольтметр напряжение?
3. Сколько показывает вольтметр?
4. Как измерить напряжение на лампочке **A**?

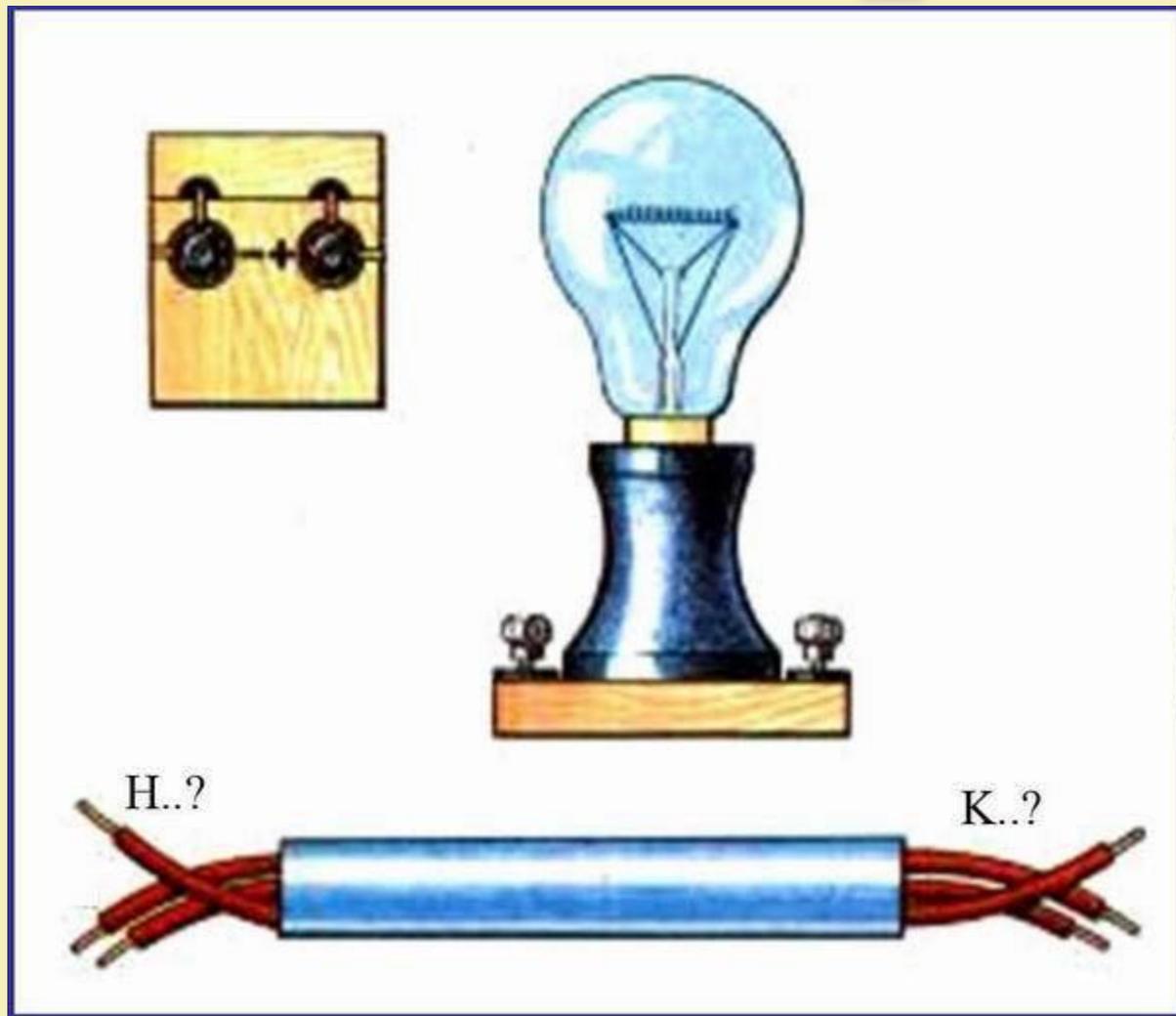
Составьте электрические схемы



1. Начертите принципиальную схему электрической цепи.
2. Укажите на схеме знаками (+) и (-) полярность зажимов измерительных приборов. Какой из них – амперметр? Вольтметр?
3. На каком участке измеряются ток и напряжение?



# Сообрази!

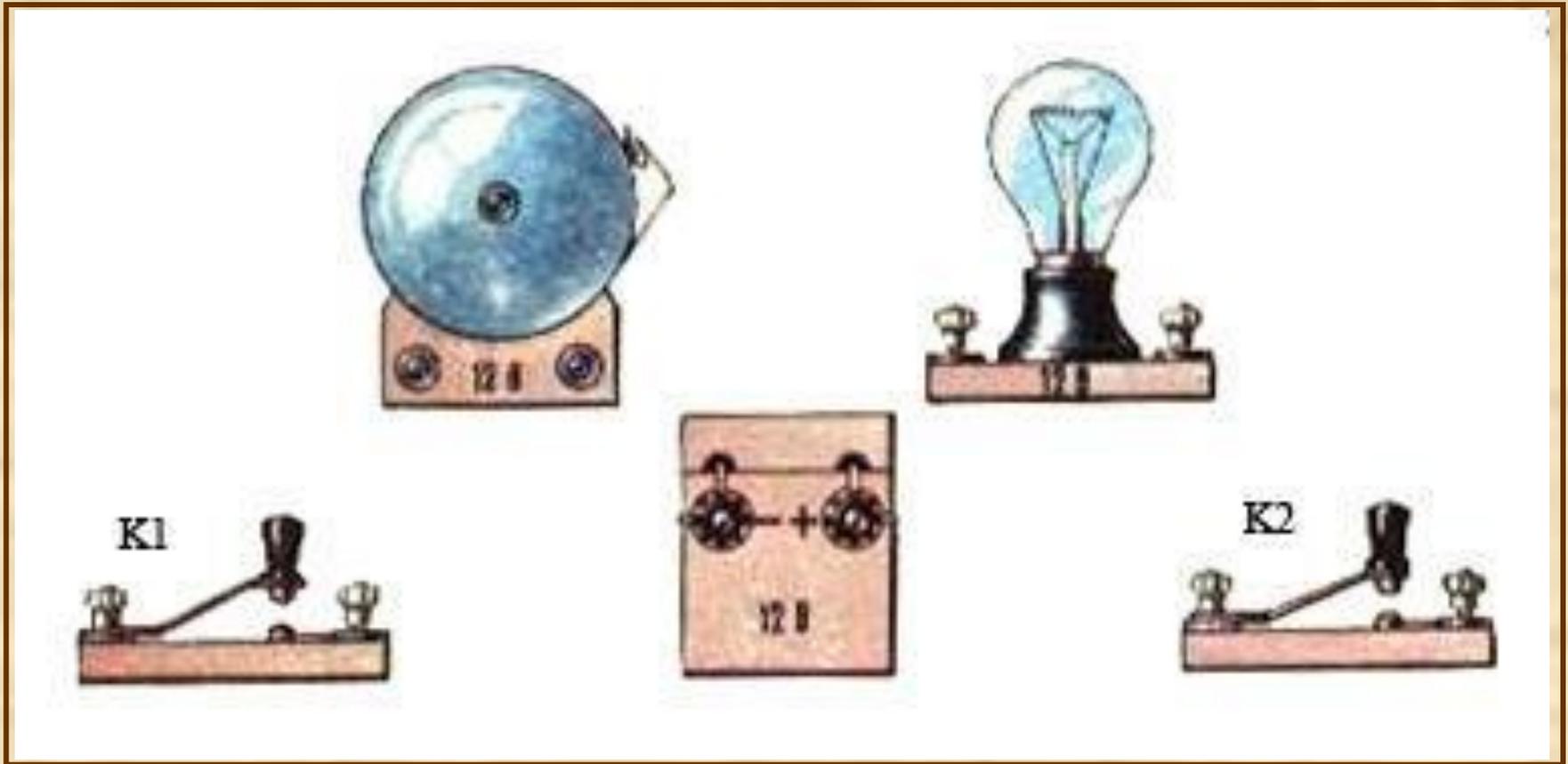


Через трубу  
протянули *три*  
провода, которые  
*перекручены*  
между собой.

Как можно с  
помощью  
изображённых  
приборов  
определить  
*начало и конец*  
каждого  
провода?

Нарисуйте схему.

# Начертите схему:

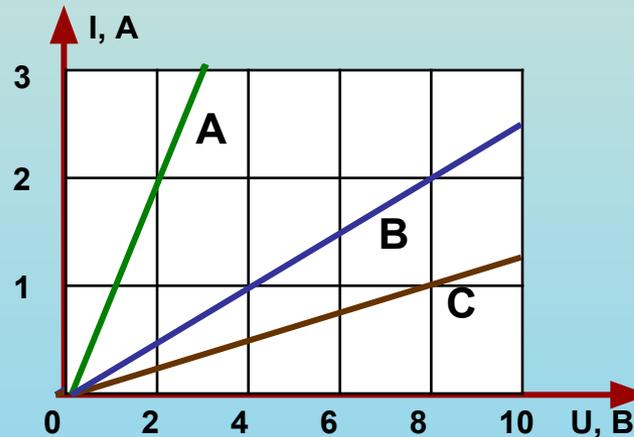


Соедините зажимы элементов электрической цепи таким образом, чтобы звонок и лампа могли быть включены ключом  $K_1$  или  $K_2$  из разных комнат квартиры. Начертите схемы.

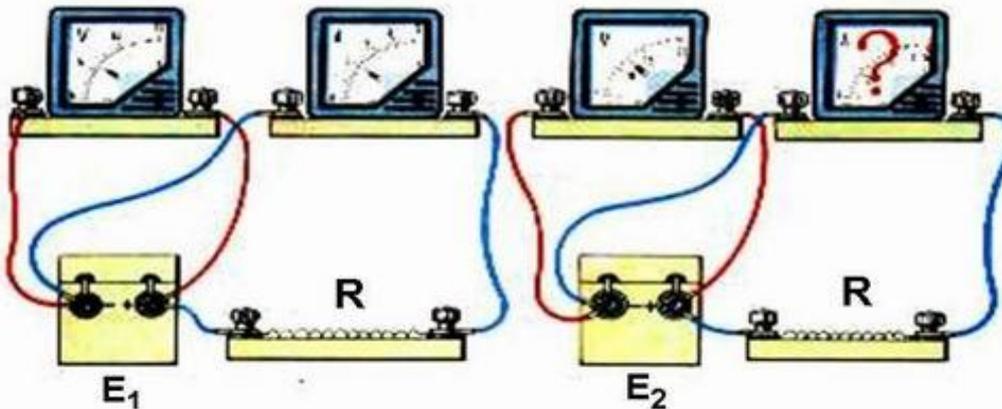
# Зависимость силы тока от напряжения

Экспериментом  
установлено:

*Сила тока в проводнике  
прямо пропорциональна  
напряжению на концах  
проводника*



$$I \sim U$$



## Задача

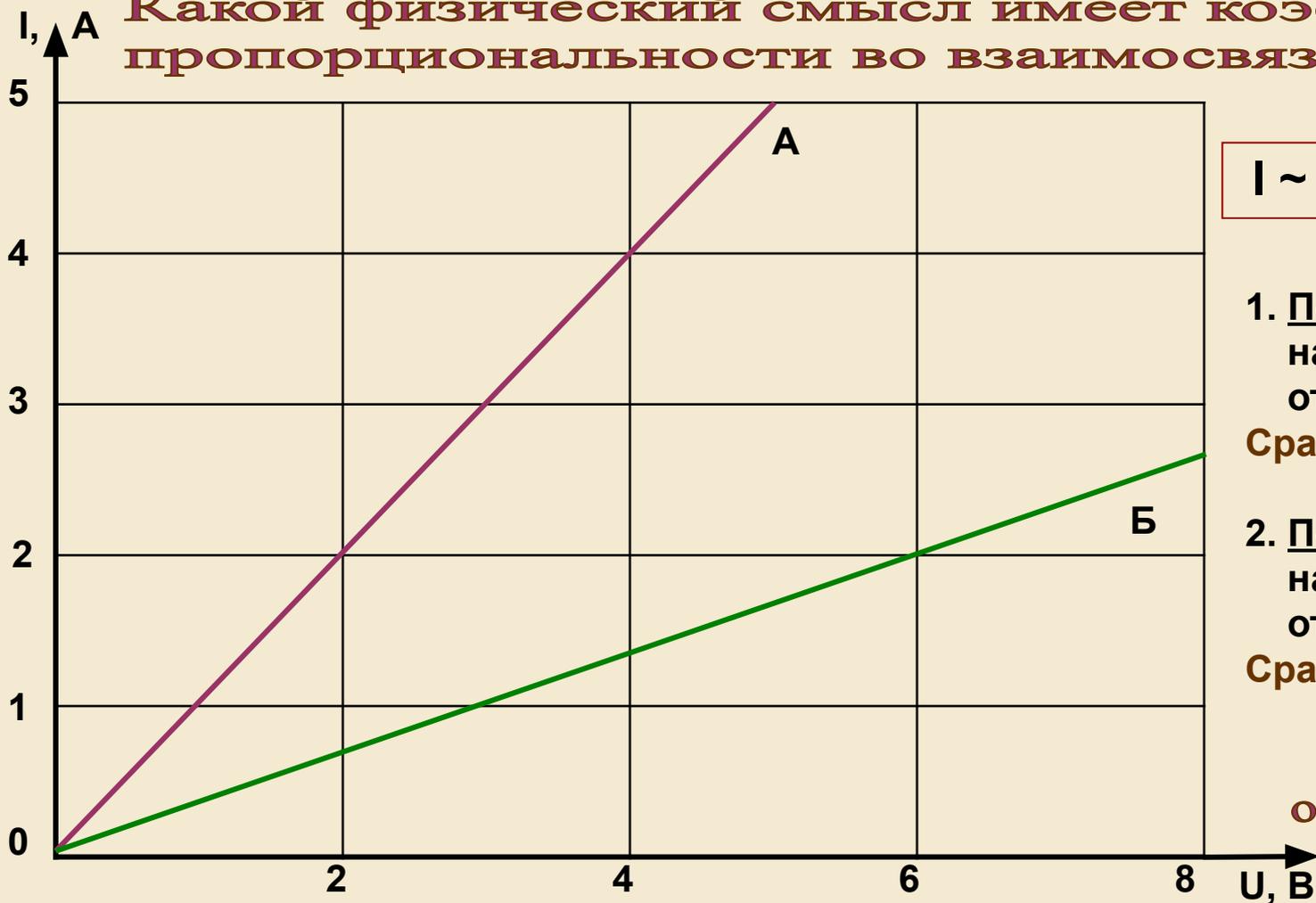
Резистор  $R$  подключили к источнику  $E_1$ , приборы показали 2 А и 6 В. Затем резистор переключили на источник  $E_2$ .

Определите величину *силы тока* во втором случае, если вольтметр показывает 12 В.

# Анализируем график зависимости $I$ от $U$ :

В математике пропорциональная зависимость выражается формулой  $y = kx$ .  
Зависит ли значение « $k$ » от величины « $y$ » и « $x$ »?

Какой физический смысл имеет коэффициент пропорциональности во взаимосвязи  $I$  и  $U$ ?



$$I \sim U \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2}{I_1}$$

1. По графику А найдите несколько отношений  $U$  к  $I$ . Сравните их значения.
2. По графику Б найдите несколько отношений  $U$  к  $I$ . Сравните их значения.

Сделайте общий вывод!

# Электрическое сопротивление проводника

это свойство самого проводника  
влиять на силу тока, проходящего через него.

Обозначается -  $R$

Единица измерения - 1 Ом

Единица сопротивления 1 Ом – это такое сопротивление проводника, в котором при напряжении на его концах 1 В сила тока равна 1 А

Причиной сопротивления является взаимодействие движущихся электронов с ионами кристаллической решётки.

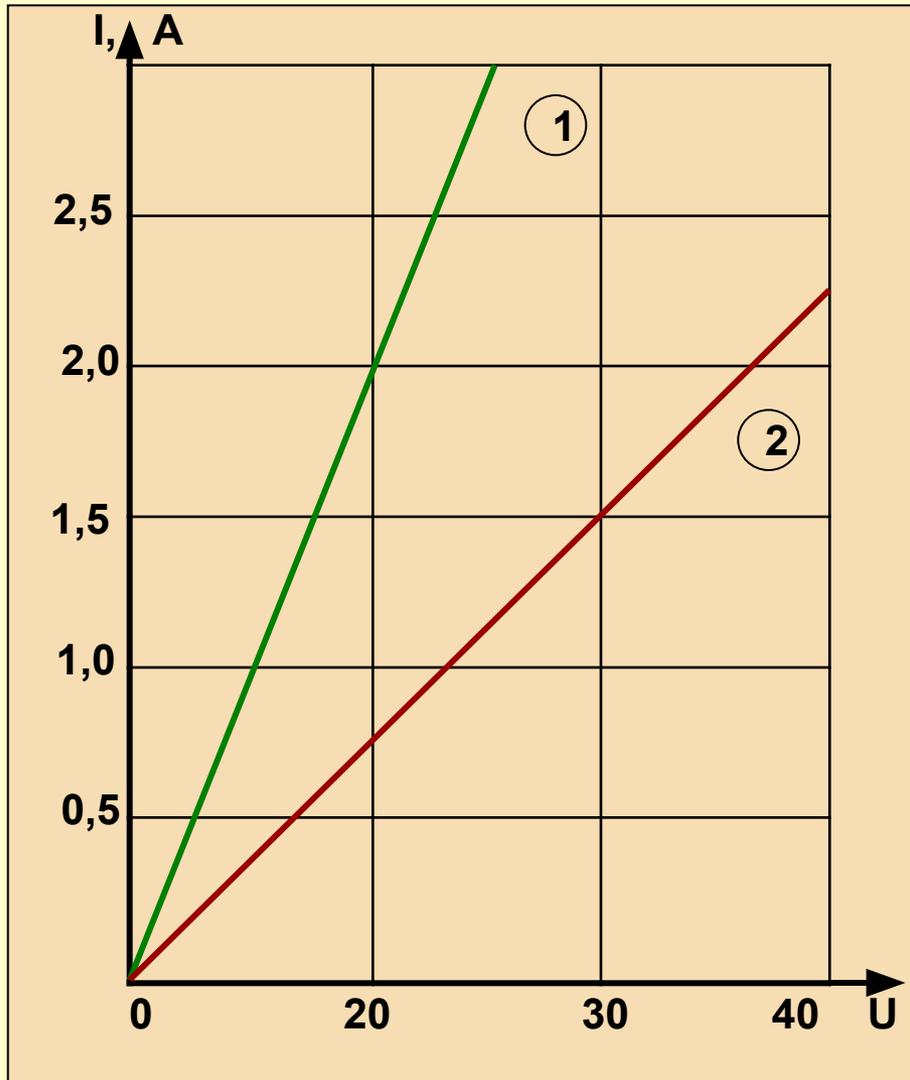
$$1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ вольт}}{1 \text{ ампер}} = 1 \frac{\text{В}}{\text{А}}$$

1 МОм = 0,001 Ом, 1 КОм = 1 000 Ом  
1 МОм = 1 000 000 Ом

Разные проводники  
изготовлены из разных материалов, имеют разные  
размеры, потому

различаются по электрическому сопротивлению

# Графические задачи



По графикам рассчитайте электрическое сопротивление проводников

# Проверь себя!

- А.** Как изменяется сила тока с уменьшением напряжения в одной и той же цепи?
- Б.** Чем вызвано сопротивление металлических проводников?
- В.** Как изменяется сила тока с ростом напряжения в цепи при постоянном сопротивлении?
- Г.** На какой параметр цепи влияет величина её сопротивления?
- Д.** Какой вид имеет график зависимости силы тока от напряжения?
- Е.** Какой вид имеет траектория движения свободных электронов в проводнике, когда в нём есть ток?
- Ж.** Какой физический смысл имеет коэффициент пропорциональности между током и напряжением?

*Найдите ответы на данные вопросы из приведённых ниже:*

1. Движущиеся под действием электрического поля электроны взаимодействуют с ионами кристаллической решётки.
2. Прямая линия.
3. Ломаная линия.
4. На силу тока.
5. Сила тока возрастает.
6. Сила тока уменьшается.
7. Сопротивление цепи
8. На напряжение.

**ОТВЕТЫ: А6; Б1; В5; Г4; Д2; Е3; Ж7.**

**Любую электрическую  
цепь**

**характеризуют  
три физические  
величины:**

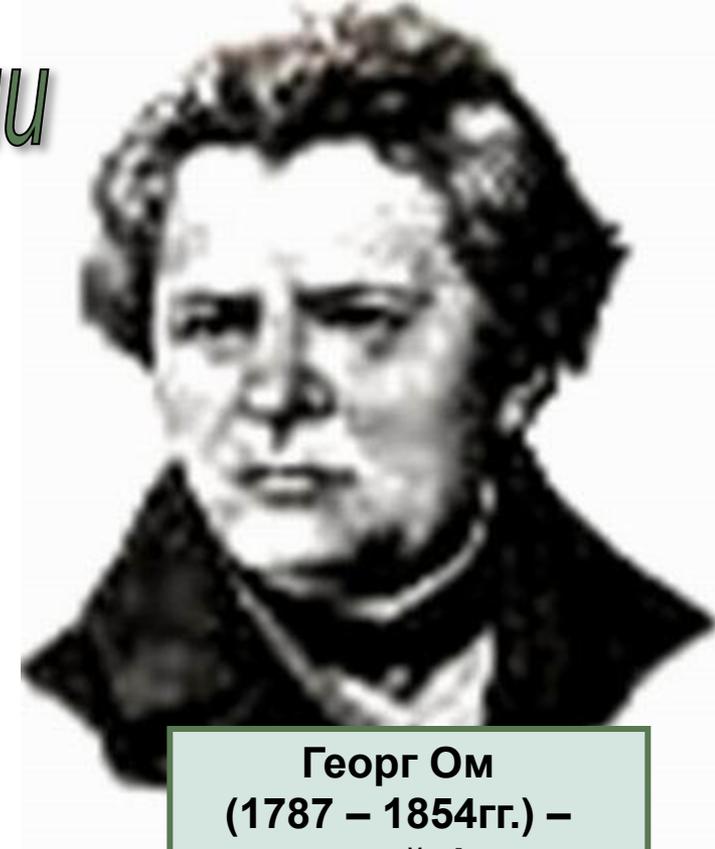
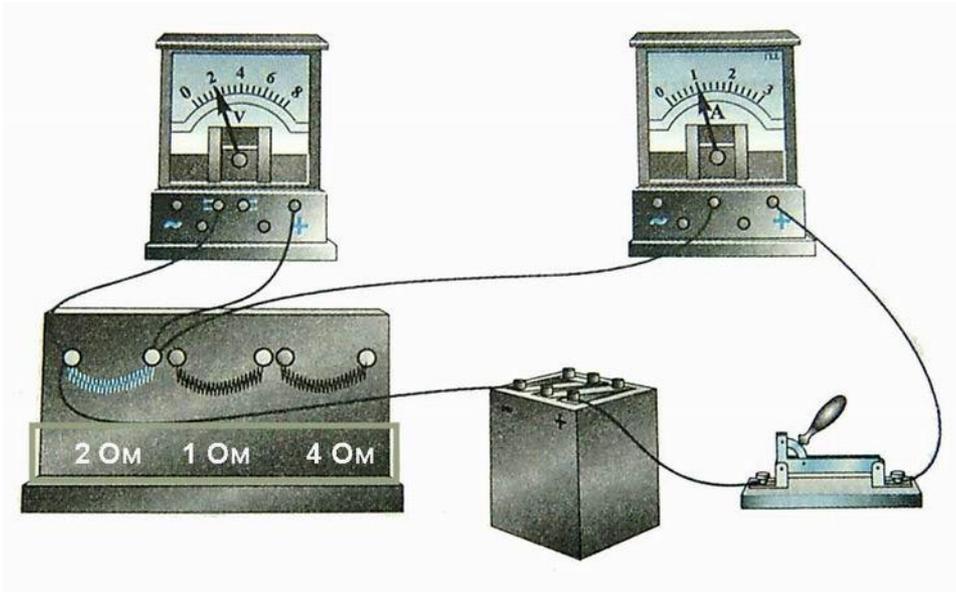
**сила тока –  $I$ ,**

**напряжение –  $U$ ,**

**сопротивление –  $R$ .**

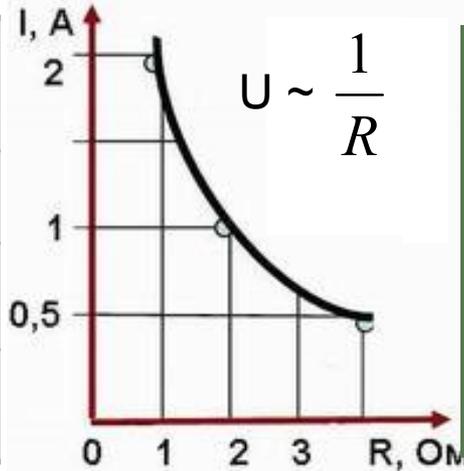
*Связь между этими величинами устанавливает закон Ома*

# Закон Ома для участка цепи



**Георг Ом**  
(1787 – 1854гг.) –  
немецкий физик

Напряжение на концах проводника, В	Сопротивление проводника, Ом	Сила тока в цепи, А
2	1	2
2	2	1
2	4	0,5



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

# Анализируем закон Ома...

Всякое изменение напряжения в цепи ведёт к такому же изменению силы тока и, наоборот, любое изменение тока влечёт за собой такое же изменение напряжения на этом участке цепи.



Математически такую связь отражает  
прямая пропорциональность



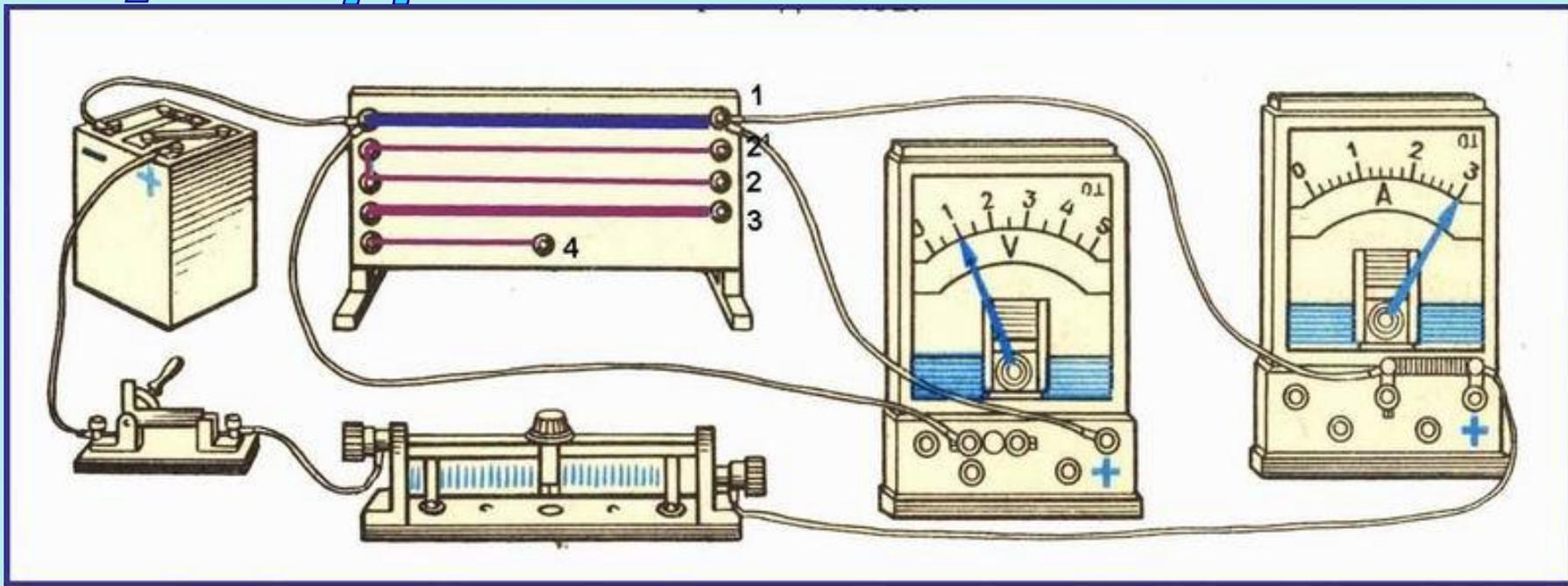
$Y = kX$ , при этом « $k$ » - постоянная величина,  
не зависящая от значений  $Y$  и  $X$ .



Следовательно, в формуле закона Ома  $I = \frac{U}{R}$  коэффициент пропорциональности  $k = \frac{1}{R}$ . Эта величина, обратная сопротивлению, называется *проводимостью* цепи. Что с физической точки зрения означает:

проводимость (а значит и сопротивление) проводников не зависит от величины тока и напряжения в цепи, а только от их внутренних свойств (материала, сечения, длины).

# От чего зависит сопротивление проводника?



## Анализируем опыт:

4 проводника различаются по материалу, длине и сечению.

Как это влияет на величину сопротивления проводников?

1. Проводники 2-2' и 4 различаются только длиной ( $l_{22} > l_4$  в 4 раза).
2. Проводники 2 и 3 различаются сечением ( $S_3 > S_2$  в 2 раза).
3. Проводники 1 и 3 различаются только материалом.

$$R \sim L$$

$$R \sim 1/S$$

$$R \sim \rho$$

Сопротивление проводника прямо пропорционально длине проводника, обратно пропорционально (1)

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

площади его поперечного сечения и зависит от вещества проводника

Проводник  $L = 1 \text{ м}$ ,  $S = 1 \text{ мм}^2$

$\rho$  — Удельное сопротивление вещества проводника

## Единица удельного сопротивления

Определите её, исходя из формулы (1):  $\rho = RS/L \Rightarrow \frac{1 \text{ Ом} * 1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}} = 1 \text{ Ом} * \text{м}$

На практике удельное сопротивление удобнее выразить как  $1 \frac{\text{Ом} * \text{мм}^2}{\text{м}}$

Удельное  
электрическое  
сопротивление

Меди - 0,017

Вольфрама - 0,055

Нихрома - 1,1

Эбонита -  $10^{20}$

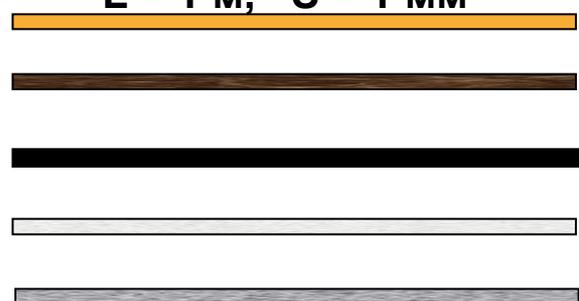
$\frac{\text{Ом} * \text{мм}^2}{\text{м}}$  ?

# Решите задачи

1 Сопротивление проволоки длиной 1 км равно 5,6 Ом. Определите на каждом участке проволоки длиной 100 м **напряжение**, если сила тока в нём 7 мА.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНО:** рассчитайте сечение провода, если он изготовлен из алюминия.

$L = 1 \text{ м}, S = 1 \text{ мм}^2$



Медь  
Железо  
Графит  
Алюминий  
Нихром

2 **Без расчётов** назовите величину  $R$  для всех изображенных проводников.

3  $L = 10 \text{ м}, S = 1 \text{ мм}^2$  Железо

$L = 100 \text{ м}, S = 1 \text{ мм}^2$  Медь

Определите **устно**, каким сопротивлением обладает железный проводник длиной 10 м и медный проводник длиной 100 м, если их сечение одинаково и составляет  $1 \text{ мм}^2$ .

4 Определите **сопротивление** телеграфного провода между Москвой и Санкт-Петербургом, если расстояние между городами около 650 км, провода сделаны из железной проволоки сечением  $12 \text{ мм}^2$ .

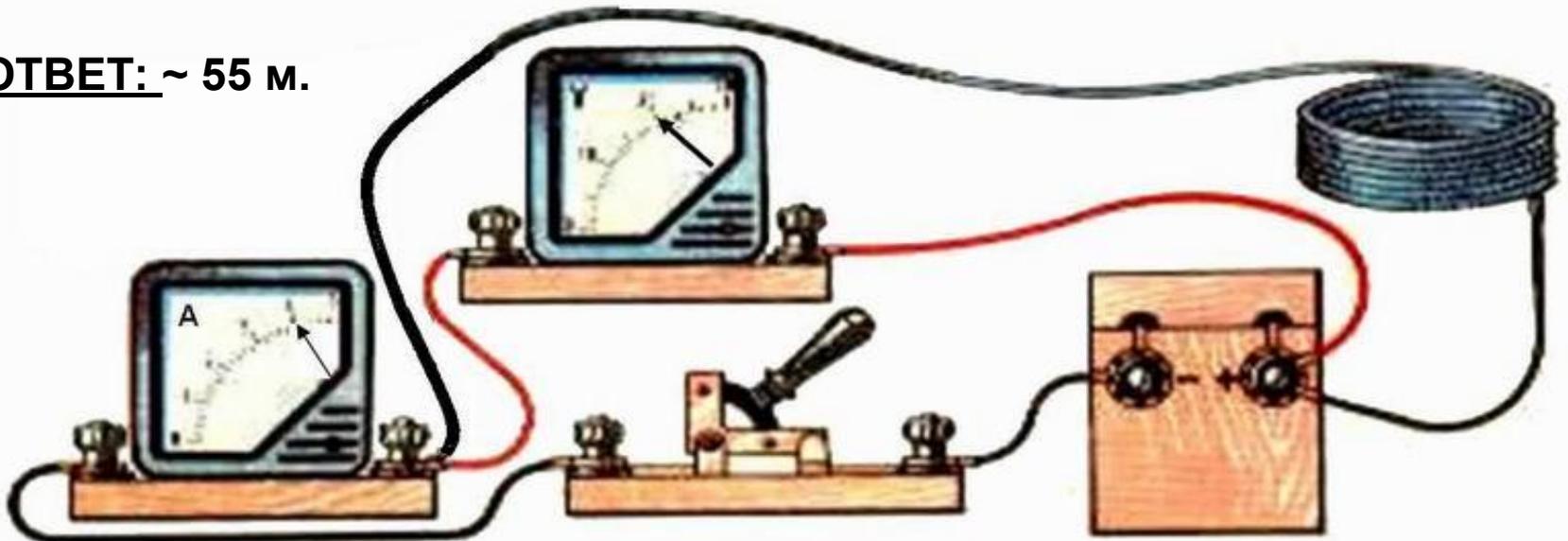
# Расчёт сопротивления проводника

Определить сопротивление мотка медного провода общей длиной 10 м и сечением  $0,5 \text{ мм}^2$ . Как изменится сопротивление, если сечение увеличить в 2 раза?



Рассчитать длину *алюминиевого* провода в бухте, если она включена в цепь, как дано на рисунке. Вольтметр показывает 20 В, амперметр – 4,0 А, а сечение провода –  $2,0 \text{ мм}^2$ .

ОТВЕТ: ~ 55 м.



# Решите задачи!

① Проводник сопротивлением 16 Ом и площадью поперечного сечения  $0,5\text{мм}^2$  надо заменить проводником из того же металла и той же длины, но сопротивлением 80 Ом. Какой площади поперечного сечения проводник необходимо взять?

② Рассчитайте сопротивление контактного медного провода, подвешенного для питания трамвайного двигателя, если длина провода равна 5 км, а площадь поперечного сечения составляет  $0,65\text{см}^2$ .

③ Имеются два однородных проводника: один из них в 8 раз длиннее другого, а второй имеет вдвое большую площадь поперечного сечения. Какой из них имеет большее сопротивление и во сколько раз?

④ Определить силу тока, проходящего через реостат, изготовленный из никелиновой проволоки длиной 50 м и площадью поперечного сечения  $1\text{мм}^2$ . Напряжение на зажимах реостата равно 45 В.

⑤ Какова масса железной проволоки площадью поперечного сечения  $2\text{мм}^2$ , взятой для изготовления реостата сопротивлением 6 Ом?

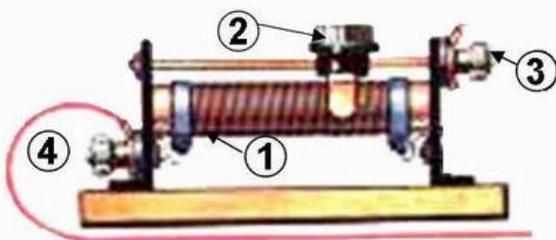
# Проверь себя!

Составьте тексты из фрагментов А,Б,В,Г,Д,Е:

- А.** 1. Сила тока в проводнике...      2. Сопротивление проводника...  
3. количество электричества, прошедшее через поперечное сечение проводника...
- Б.** 1. прямо пропорционально (а)...      2. Обратно пропорционально (а)...  
3. не зависит от величины тока и напряжения в цепи, а от...
- В.** 1. длины проводника ...      2. зависит от силы тока...  
3. напряжению на концах этого проводника и...
- Г.** 1. и времени его прохождения.      2. обратно пропорционально (а)..  
3. прямо пропорционально (а)...
- Д.** 1. площади поперечного сечения проводника...  
2. сопротивлению данного проводника.
- Е.** и зависит также от...  
1. формы.      2. материала.      3. времени действия тока.

ОТВЕТЫ: А1 Б1 В3 Г2 Д2; А2 Б3 В1 Г2 Д1 Е2; А3 В2 Г1.

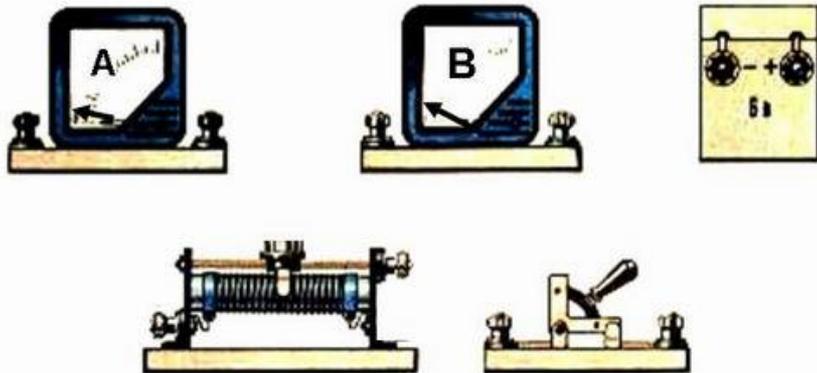
# Реостаты



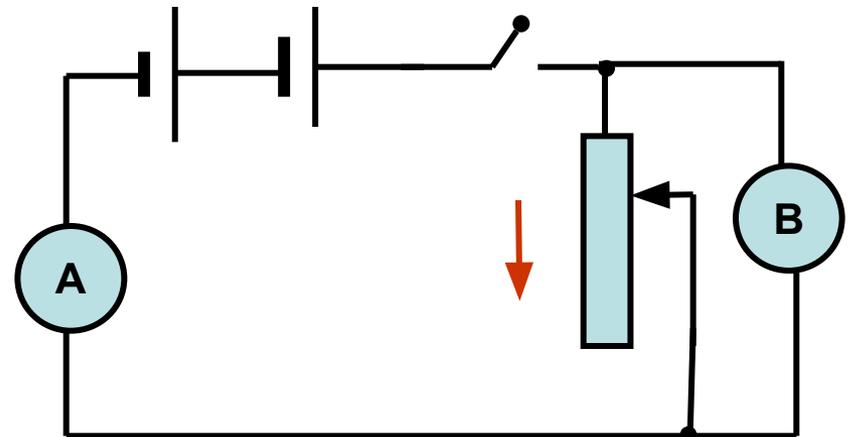
Приборы для регулирования силы тока в цепи.

1- никелиновая проволока, намотанная на керамический цилиндр; 2 – ползунок для контакта с витками провода; 3 – верхний зажим и 4 – нижний зажим, соединённые с проволокой.

*Объясните принцип работы реостата*



Начертить схему электрической цепи для измерения напряжения на рабочей части реостата.

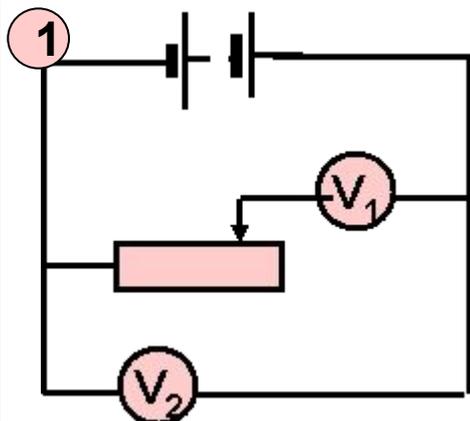


Рычажок реостата сдвинули вниз.

**Как изменится ток в цепи при движении ползунка**

**реостата?**

# Реши задачи!



Показания  $V_1$  и  $V_2$  равны соответственно 2В и 4В. Сила тока в цепи 0,5А. Как изменятся

показания приборов, если ползунок реостата сдвинуть влево? Вправо?

2

## Начертить схему и рассчитать:

Батарея от карманного фонаря, амперметр и ключ соединены последовательно между собой. В эту цепь поочерёдно включали лампочки, на цоколях которых было написано 3,5 В. Показания амперметра при этом были для одной лампочки 0,28 А, а для другой – 0,18 А. В чём причина?

3

## Рассчитат

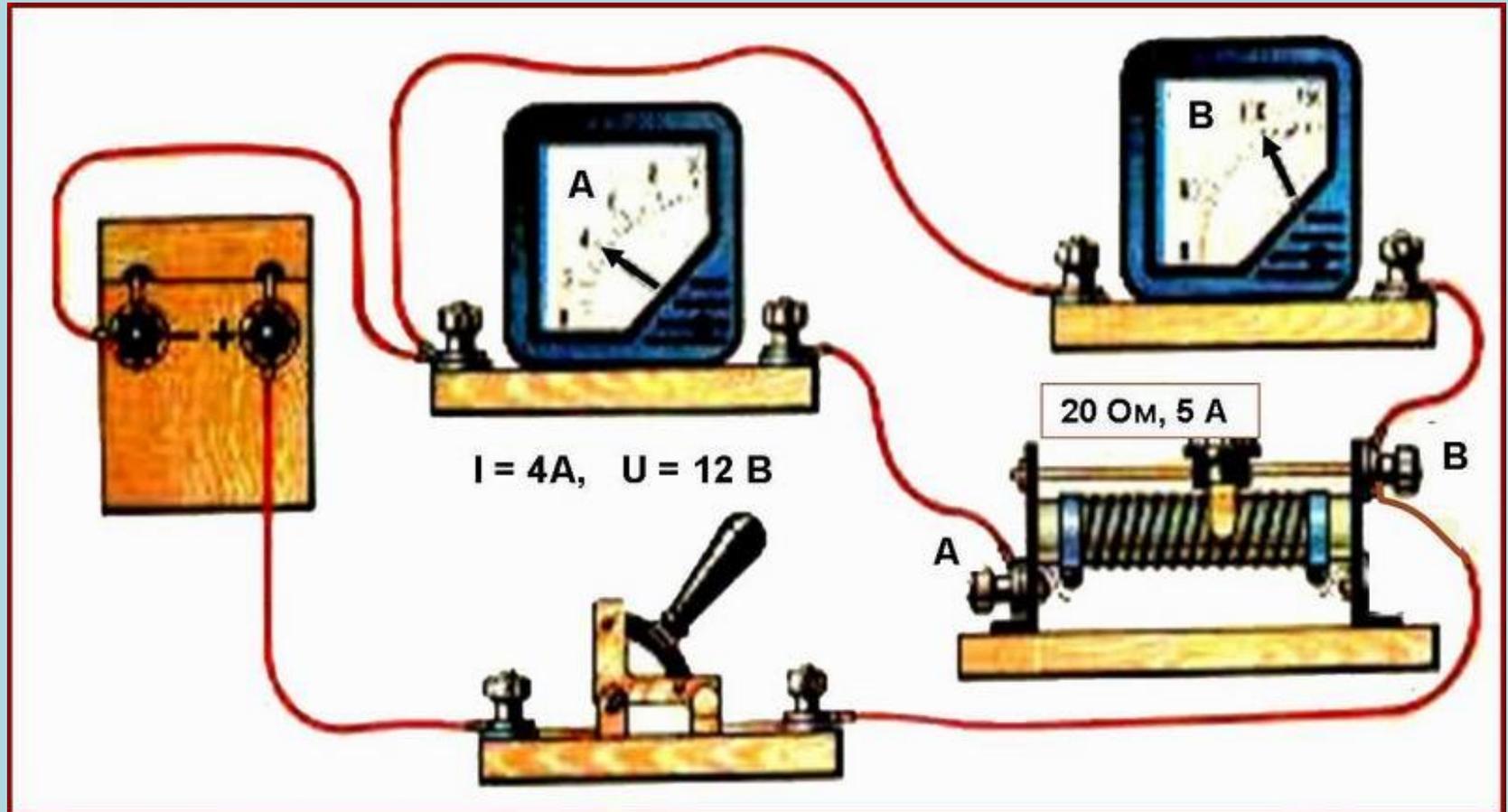
какой длины **медная проволока** намотана на катушку электрического звонка, если сопротивление её равно 0,7 Ом, а площадь поперечного сечения составляет 0,4 мм<sup>2</sup>?

4

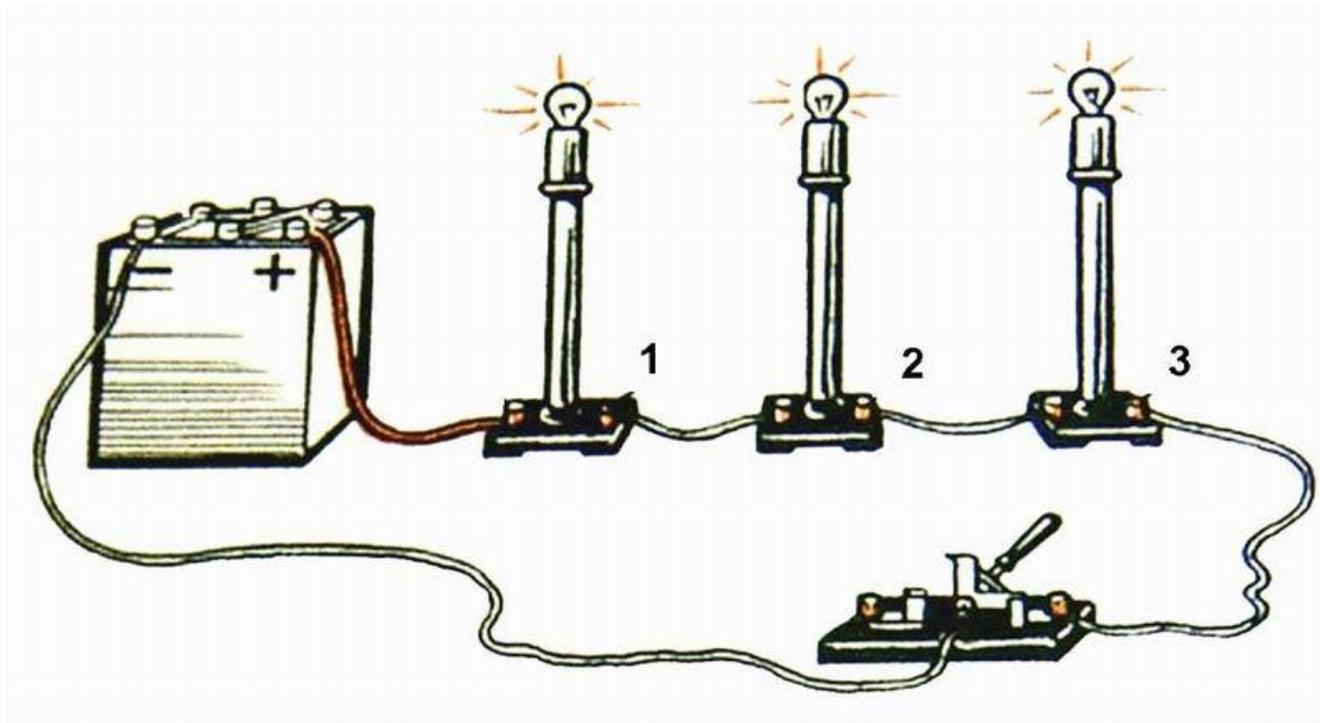
## Постройте график.

На одной координатной сетке постройте графики зависимости тока ( $I$ ) от напряжения ( $U$ ) для двух проводников. В одном из них сила тока равна 1 А при напряжении 2 В, а в другом – при том же напряжении сила тока равна 2 А.

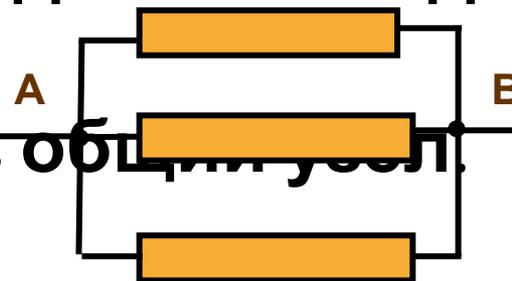
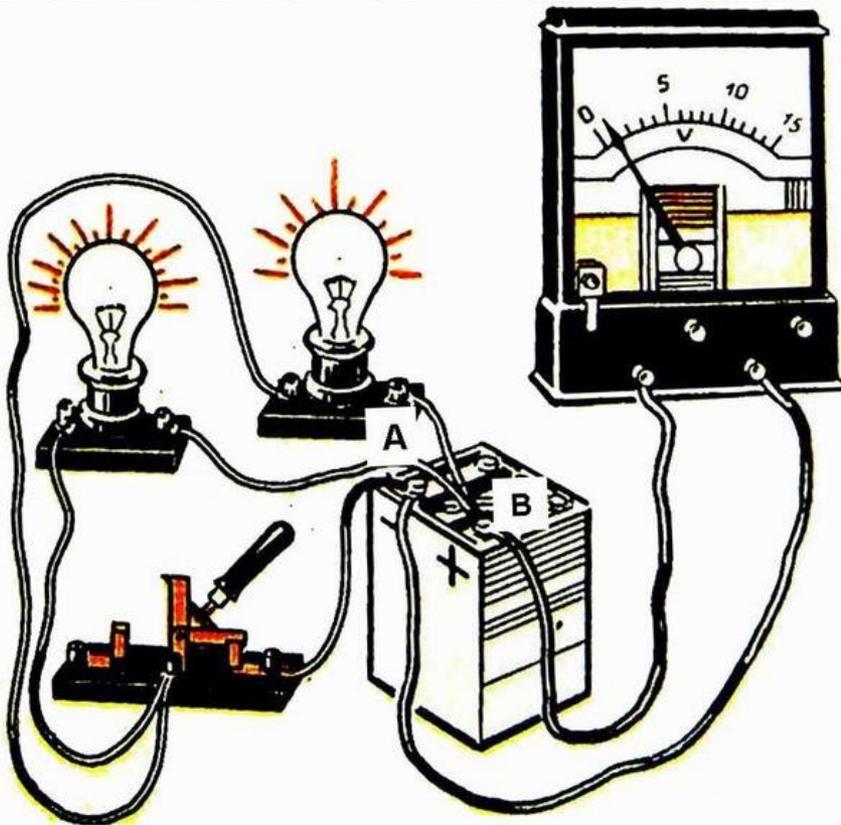
Как изменятся показания приборов, если рычажок реостата передвинуть вправо? Влево?  
Нарисуйте электрическую схему и укажите полярность на клеммах измерительных приборов.



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



**Параллельным** называется такое **соединение**, когда все **начала потребителей тока объединены в одну точку (узел)**, а все концы также **соединены в общий узел**.

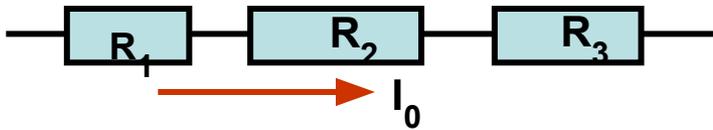


*т. А и т. В - узлы*

**Вольтметр для измерения напряжения на этом участке присоединяется к узлам А и В тоже параллельно**

# Сравним соединения

## Последовательно



1.  $I_1 = I_2 = I_3 = I_0 = \text{пост.}$

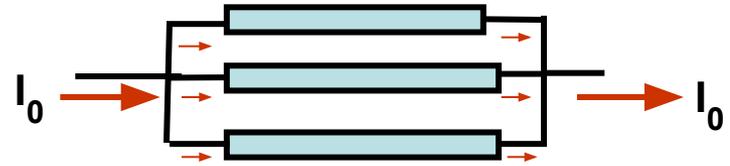
2.  $R_1 + R_2 + R_3 = R_0$

3.  $U_1 + U_2 + U_3 = U_0$

4.  $I_1 = I_2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

$U \sim R$

## Параллельное



1.  $U_1 = U_2 = U_3 = U_0 = \text{пост.}$

2.  $I_1 + I_2 + I_3 = I_0$

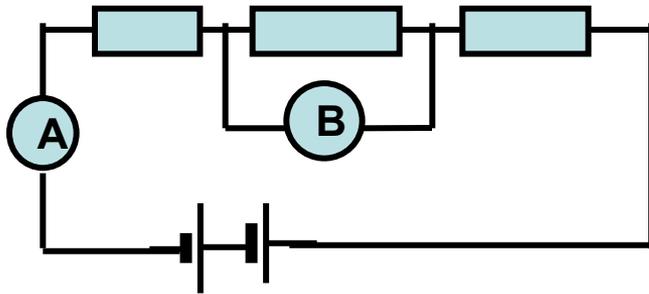
3.  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_0}$

4.  $U_1 = U_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

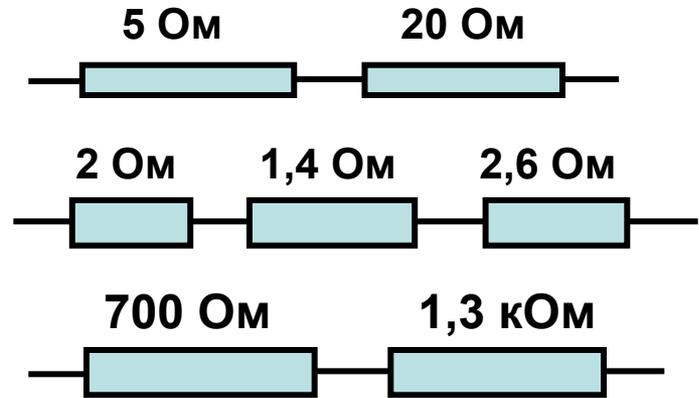
$I \sim 1/R$

$R_0 = R_1/n$

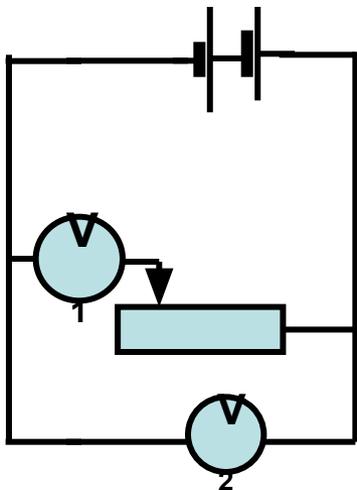
# Последовательное соединение проводников



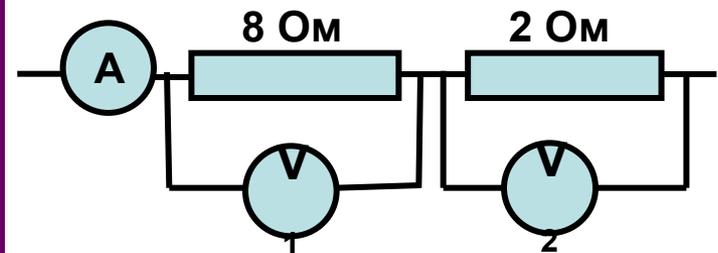
В цепь последовательно включены три сопротивления  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10 \text{ Ом}$ . Какую **силу тока** показывает амперметр, если на вольтметре -  $1,5 \text{ В}$ ?



Вычислить **общее сопротивление**

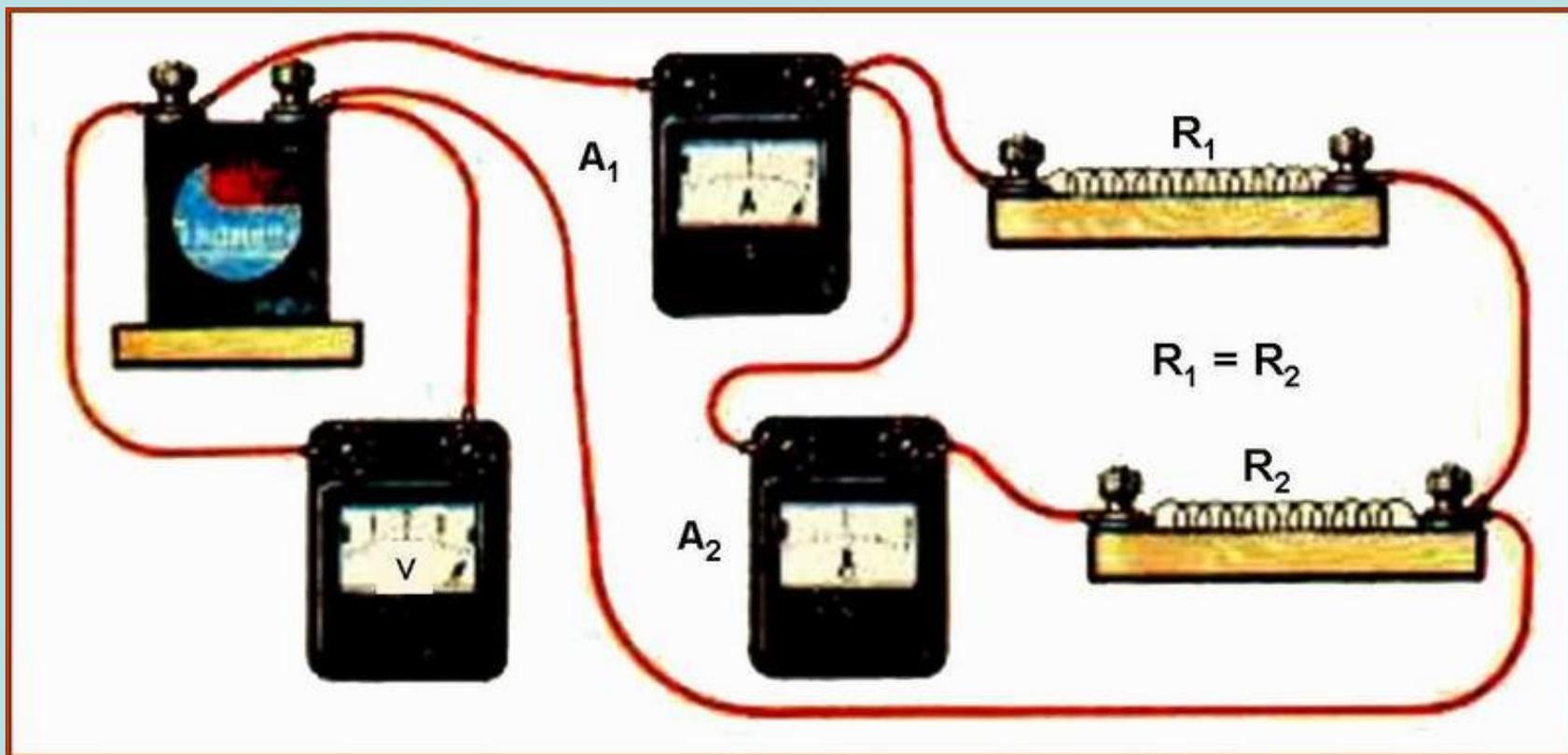


Показания первого и второго вольтметров соответственно равны  $1,5 \text{ В}$  и  $3 \text{ В}$ . Сила тока в цепи  $0,5 \text{ А}$ . Как будут изменяться **показания приборов**, если ползунок реостата передвинуть влево? Вправо?



Вольтметр  $V_1$  показывает  $12 \text{ В}$ . Каковы **показания** амперметра и второго вольтметра?

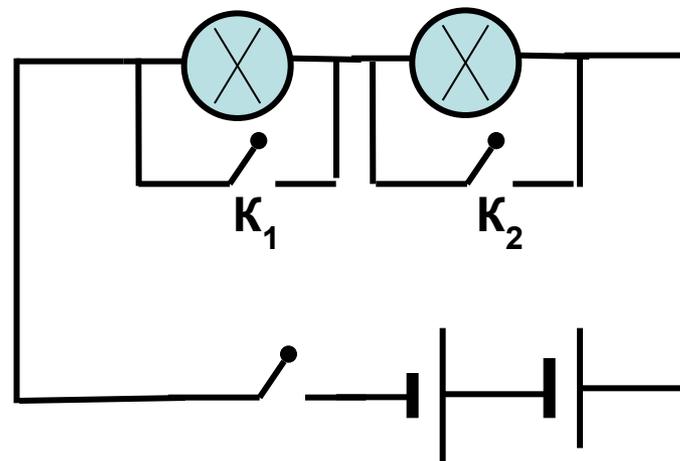
1. Какой вид соединения изображен на рисунке?
2. Начертите эквивалентную электрическую схему и рассчитайте **общее сопротивление цепи** (без учёта сопротивления проводов и измерительных приборов), если вольтметр показывает 4 В, амперметр  $A_1$  – 2 А. **Сколько показывает второй амперметр  $A_2$  ?**



# Решим задачи

1

Имеется лампа на 3,5 В и 0,28 А, источник тока на 6 В. Определить, **какое сопротивление** надо включить последовательно с лампой, чтобы она горела нормальным накалом.

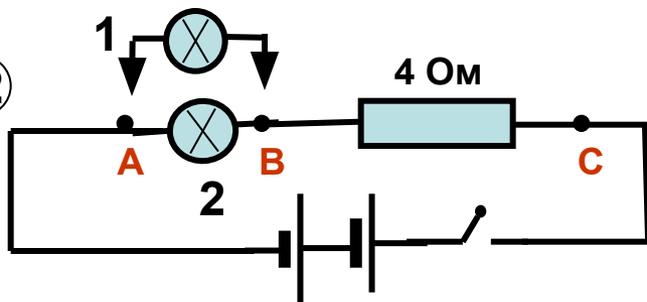


3

Собрана цепь из двух одинаковых ламп (6 В; 0,3 А). Как они будут гореть при замыкании цепи, если источник напряжения даёт 6 В?

- **Что изменится, если замкнуть один из ключей  $K_1$  ( $K_2$ )?**
- **Будут ли гореть лампы одинаковым накалом, если одну лампу заменить на новую (6 В; 0,5 А)?**

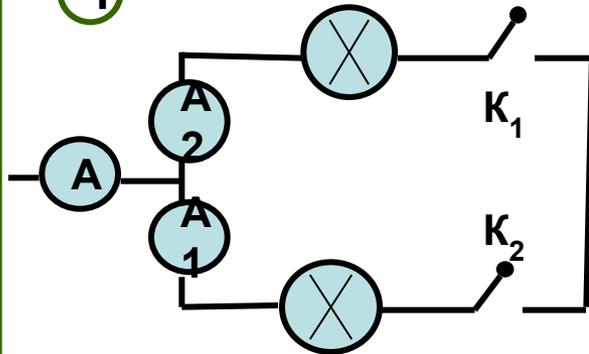
2



Как изменится накал лампы 2, если лампу 1 подключить к точкам АВ? ВС? АС?

# Параллельное соединение про

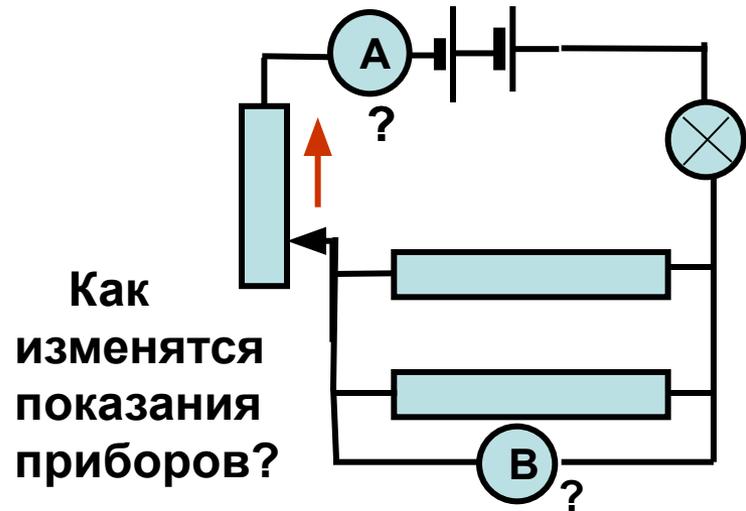
1



В цепь  
включены  
две одина-  
ковые  
лампы.

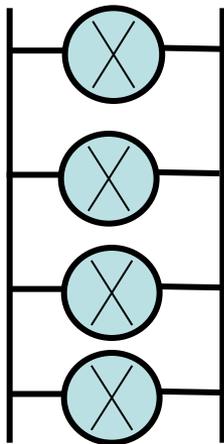
При замкнутых ключах 1 и 2 амперметр А показывает 3 А. **Что покажут  $A_1$  и  $A_2$** , если ключ 1 разомкнут?

2



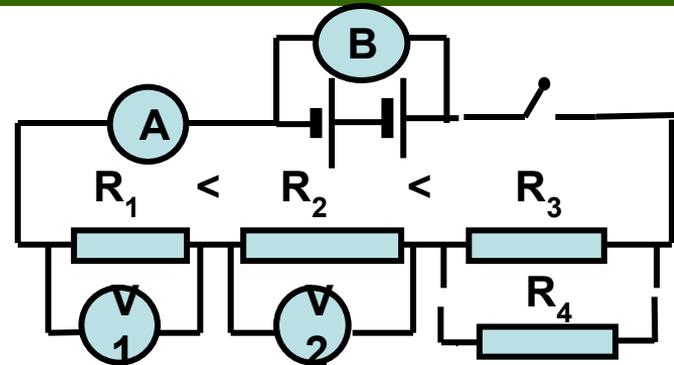
Как  
изменятся  
показания  
приборов?

3



Общее сопротивление четырёх одинаковых ламп составляет 75 Ом. Чему равно **сопротивление** одной лампы? Какой будет **сила тока** в каждой лампе при напряжении 220 В?

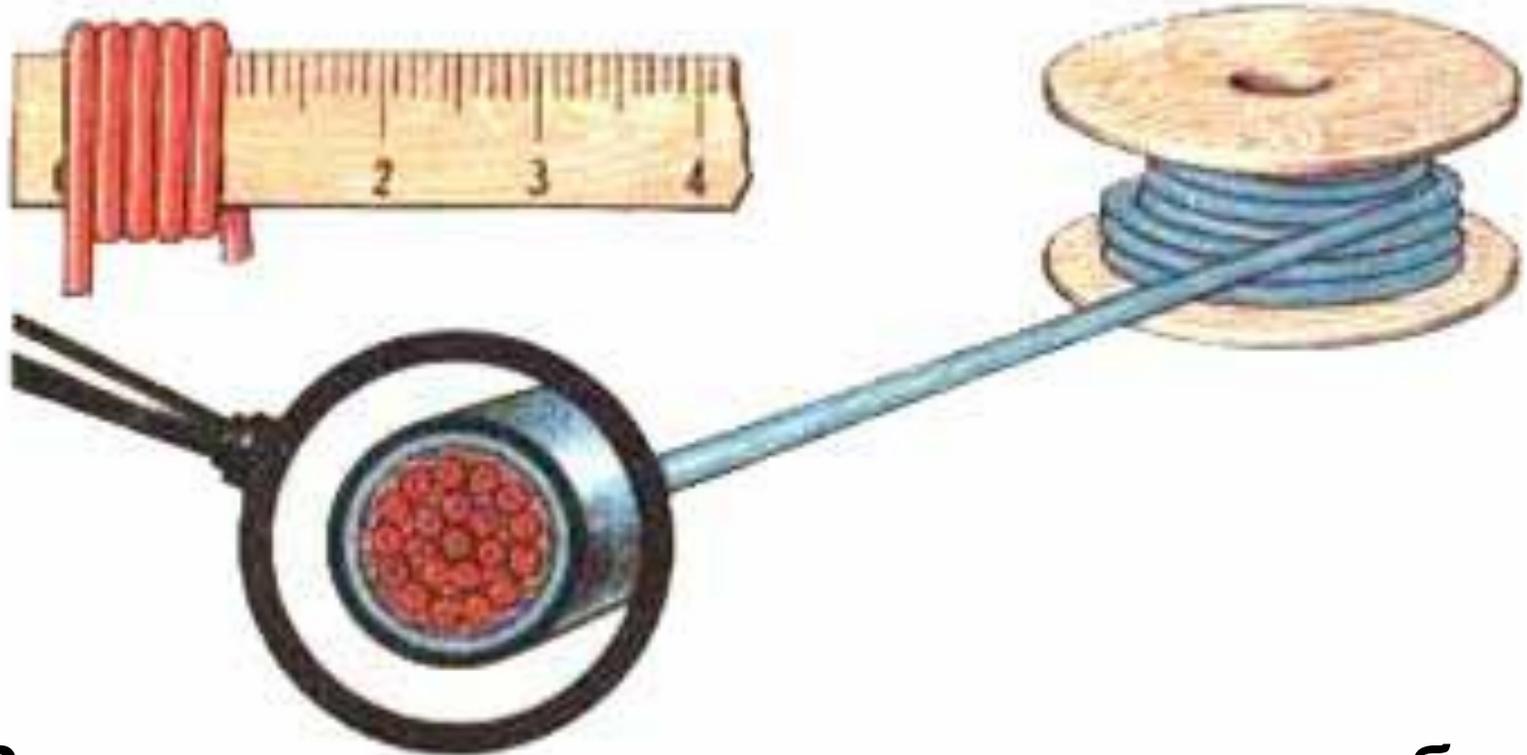
4



Как изменятся **показания приборов**, если параллельно  $R_3$  добавить сопротивление  $R_4$  меньше, чем  $R_3$ ?

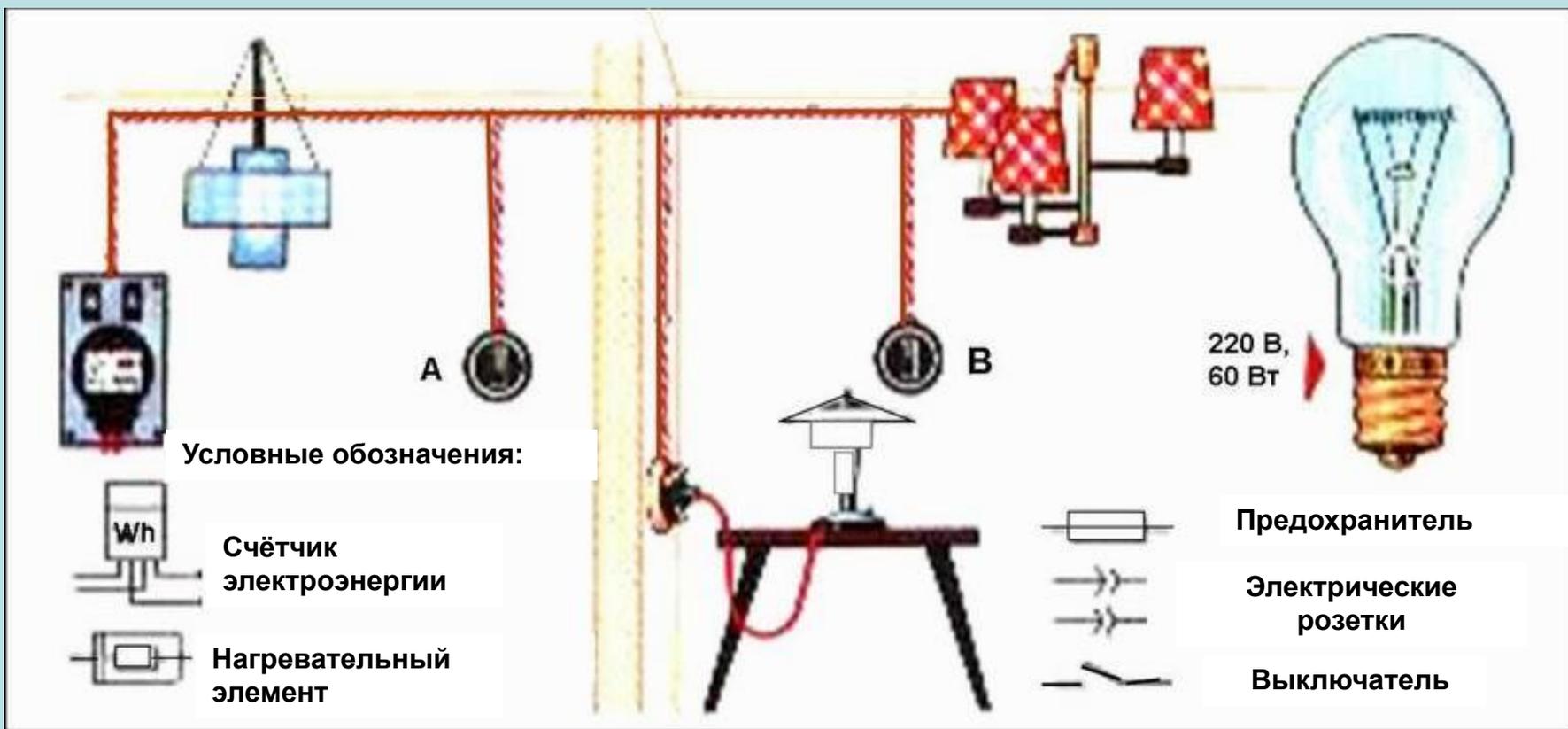


# Зачем провода делают многожильными?



**Вычислить сопротивление **медного** кабеля  
длиной  
100 м, одна из проволок которого намотана  
на линейку.**

1. Начертить принципиальную схему электрической цепи в квартире.
2. Как включены электрические лампочки между собой?
3. Подсчитать номинальную мощность электрической цепи освещения квартиры, если все лампы в квартире одинаковы.

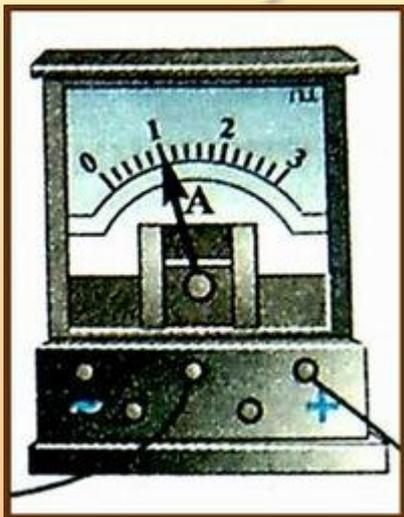


# Проверь себя!

- А.** Как изменится общее сопротивление параллельно соединённой цепи, если увеличить число проводников?
- Б.** Когда сопротивление участка последовательной цепи уменьшается, то напряжение на нём...
- В.** Если сопротивление участка параллельной цепи уменьшится, то величина тока в нём...
1. увеличивается. 2. уменьшается. 3. не изменяется.
- Г.** Будет ли выполняться закон Ома в условиях невесомости?
1. Да, т.к... 2. Нет, т.к... (ответы обосновать).
- Д.** Укажите, для чего используются...
- |                  |                                      |
|------------------|--------------------------------------|
| 1. электроскоп.  | 7. Для измерения напряжения.         |
| 2. реостат.      | 8. Для измерения сопротивления.      |
| 3. амперметр.    | 9. Для обнаружения электризации тел. |
| 4. вольтметр     | 10. Для регулирования тока в цепи.   |
| 5. омметр.       | 11. Для обнаружения слабых токов.    |
| 6. гальванометр. | 12. Для измерения силы тока.         |

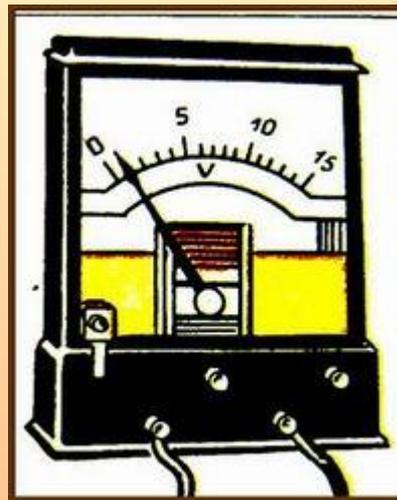
**ОТВЕТЫ:** А2; Б2; В1; Г1; Д1,9; Д2,10; Д3,12; Д4,7; Д5,8; Д6,11.

# Как расширить пределы измерений амперметра и вольтметра?



Имея данный амперметр, измерить силу тока до 6 А.

$$R_A \sim 0,2 \text{ Ом}$$



Имея данный вольтметр, измерить напряжение до 45 В.

$$R_V \sim 300 \text{ Ом}$$

1. Каким **способом** необходимо подключить вспомогательное сопротивление к прибору, чтобы через него протекал ток допустимой величины?
2. Какой **величины** сопротивление необходимо подключить?

1. Каким способом необходимо подключить **дополнительное сопротивление** к прибору, чтобы стрелку не «зашкаливало»?
2. Какой **величины** должно быть это сопротивление? Больше или меньше самого прибора?

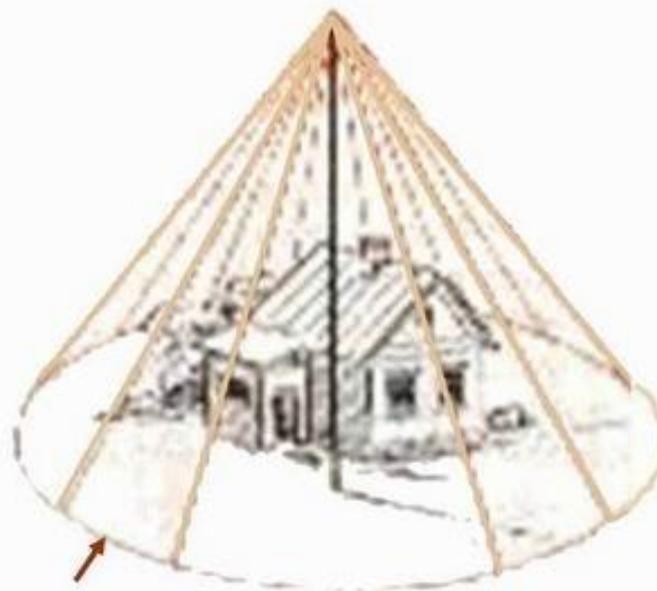
Выведите формулу для расширения пределов измерения в  $n$  раз

# Молниевотвод

Для защиты одиноко стоящих сооружений (зданий, линий электропередач и др.) вблизи них устанавливают высокую мачту с заостренным металлическим стержнем, который хорошо соединен толстым проводом с закопанным глубоко в землю металлическим предметом. Защищаемое пространство определяется высотой молниевотвода.

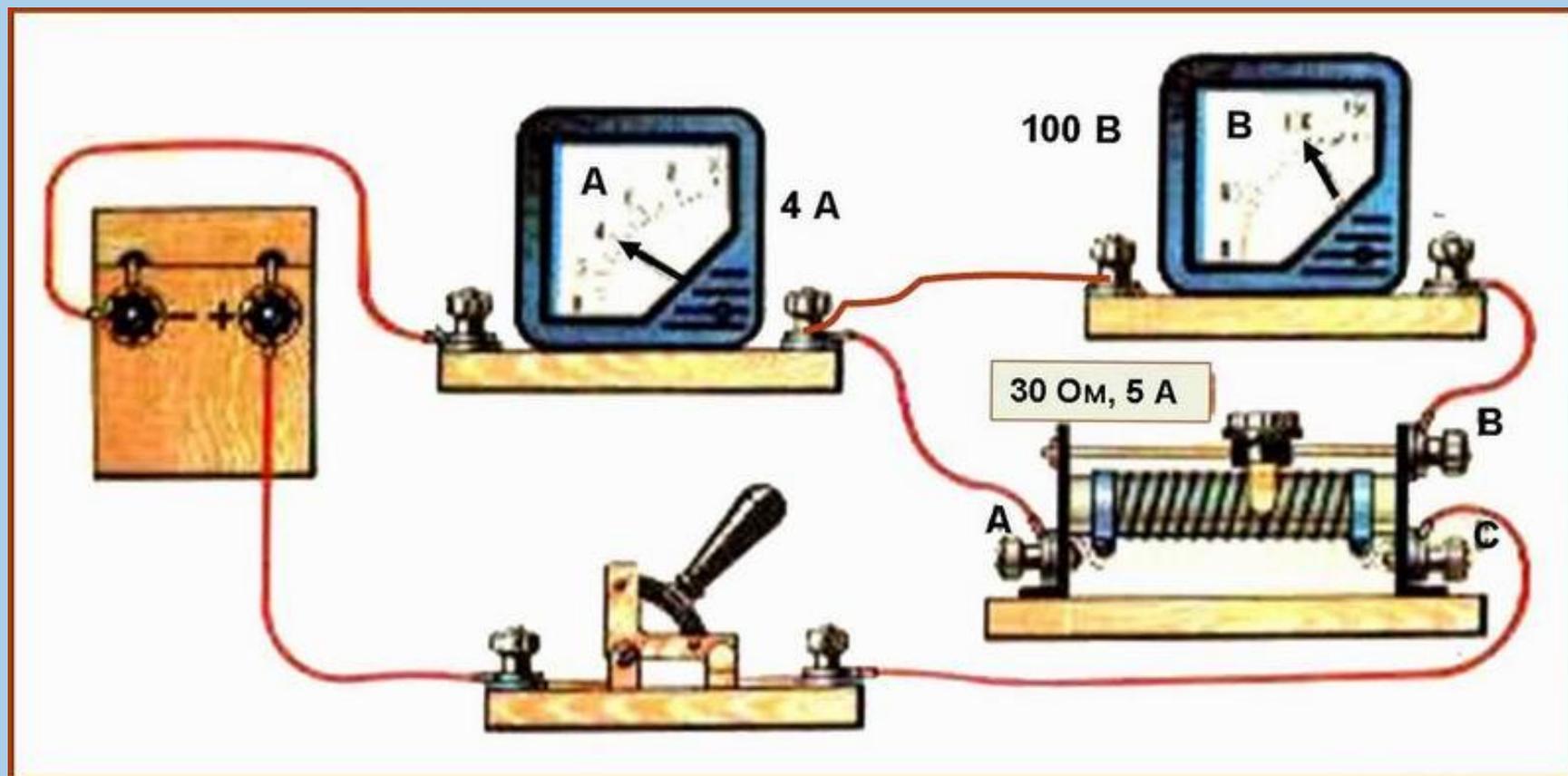


*Объясните действие молниевотвода.*

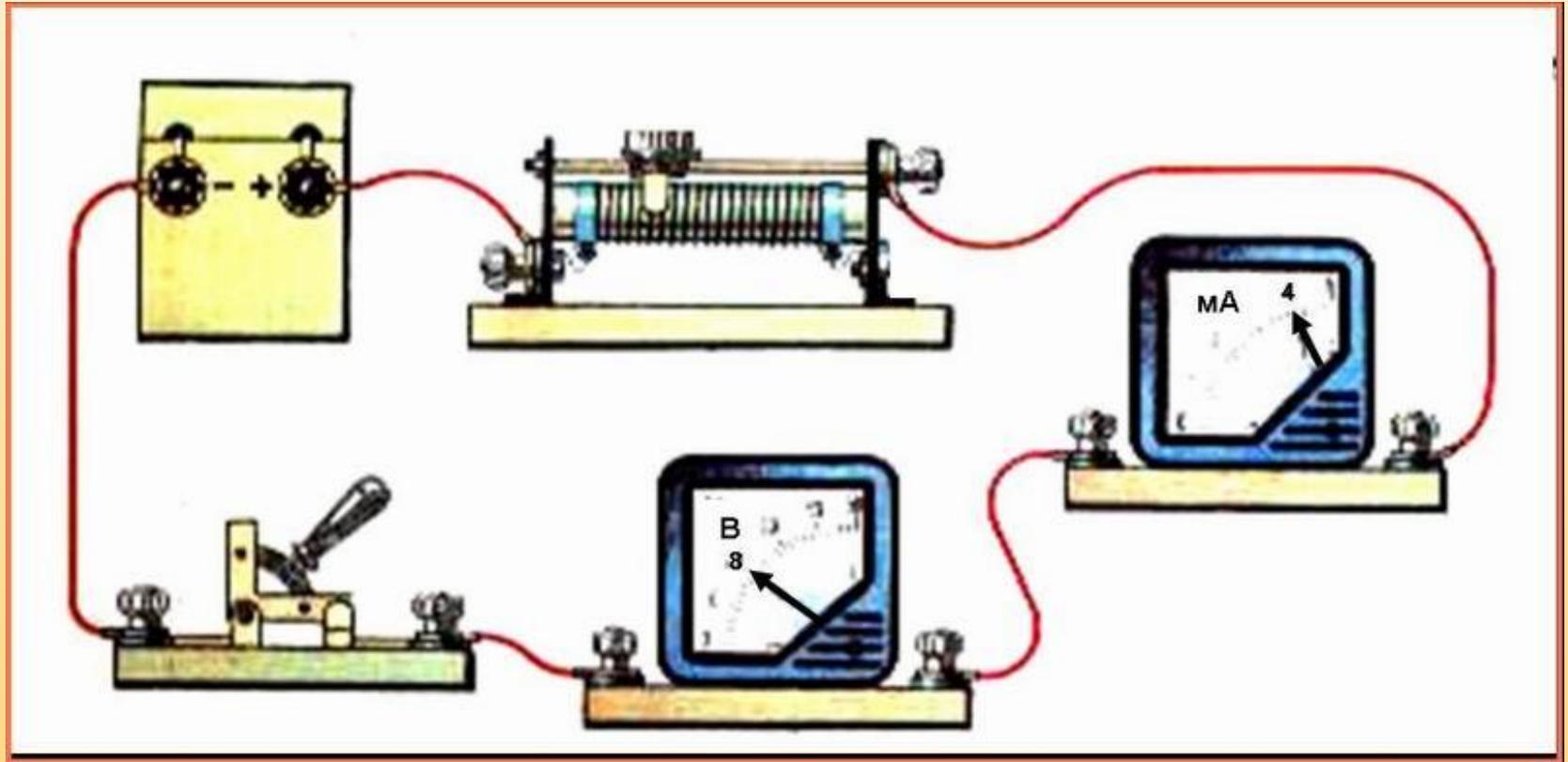


Зона защиты от поражения молнией

1. Начертить принципиальную схему изображённой электрической цепи. Указать полярность зажимов приборов.
2. Рассчитать **сопротивление** рабочей части **реостата** и фактическую **мощность** на нём. Почему она не совпадает с номинальной?



# Как рассчитать сопротивление вольтметра?



Вольтметр включён особым образом для измерения его внутреннего сопротивления. Вольтметр показывает 8 В, а миллиамперметр – 4 мА. Прежде обоснуйте, каким должно быть  $R_v$ : большим или малым, чтобы не влиять на параметры цепи.

# Работа и мощность тока

A

$$I * U * t$$

$$1 \text{ джоуль} = 1 \text{ вольт} * 1 \text{ ампер} * 1 \text{ секунда} = 1 \text{ В} * \text{А} * \text{с}$$

$$1 \text{ ватт} = 1 \text{ вольт} * 1 \text{ ампер} = 1 \text{ В} * \text{А}$$

$$1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}, \text{ откуда } 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} * \text{с}$$

P

$$I * U$$

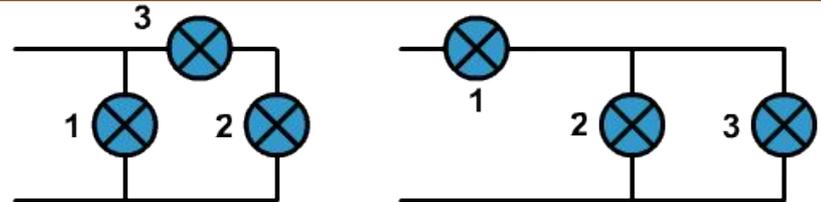
$$1 \text{ гВт} = 100 \text{ Вт}, \quad 1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$$
$$1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ Вт} * \text{с} = 1 \text{ Дж}, \quad 1 \text{ Вт} * \text{ч} = 3\,600 \text{ Дж}$$
$$1 \text{ кВт} * \text{ч} = 3\,600\,000 \text{ Дж}$$

## Задание:

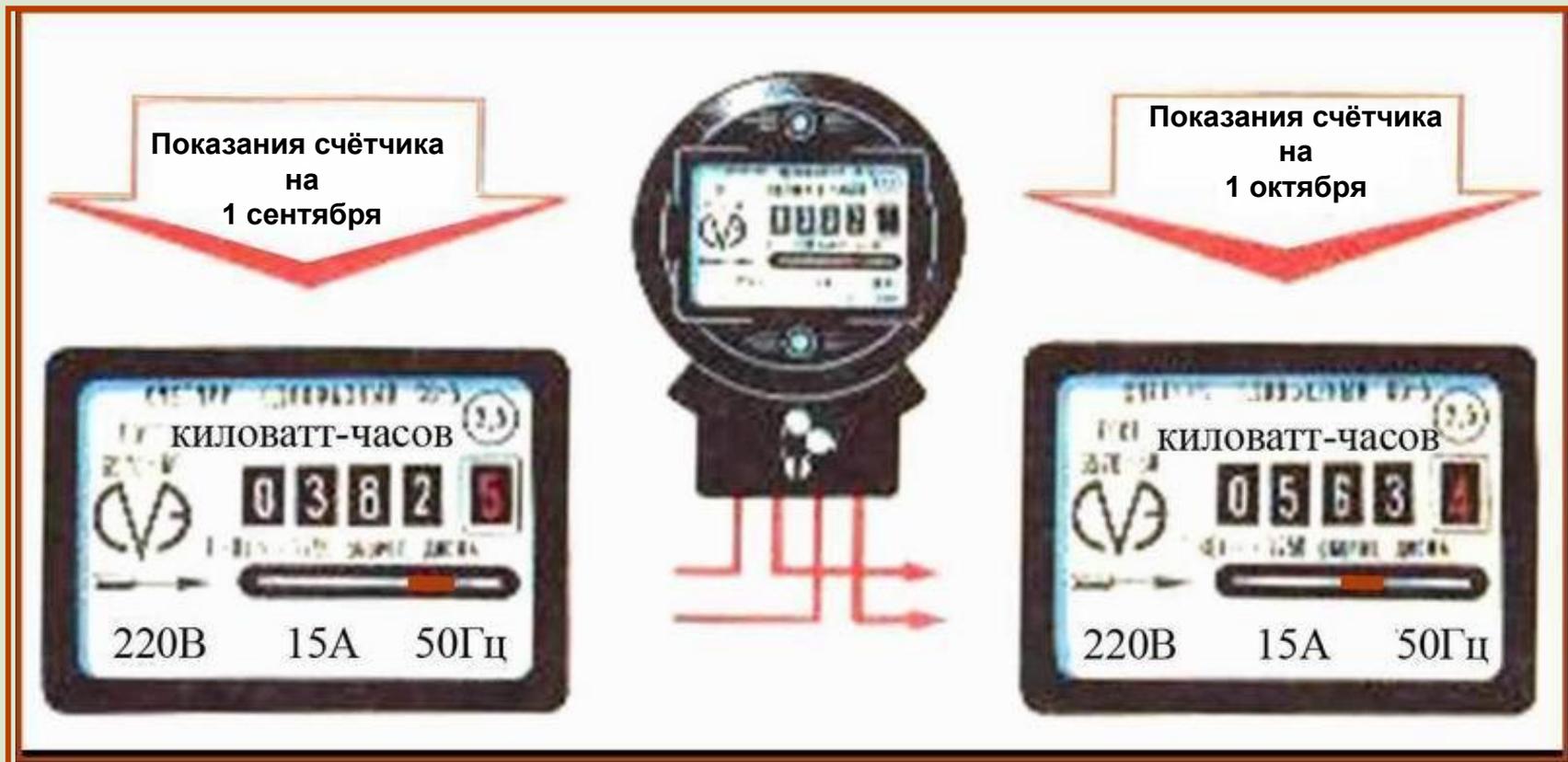
Узнайте мощности имеющихся в вашей квартире приборов и примерное время их работы за неделю. Вычислите **стоимость** израсходованной ими **энергии** и сравните с суммой, вычисленной по электросчётчику.

В горном ауле установлен ветряной двигатель, приводящий в действие электрогенератор мощностью 8 кВт. **Сколько лампочек** мощностью 40 Вт можно питать, если 5% мощности теряется в подводящих проводах.



Будет ли одинаковым **накал ламп** одной мощности, если цепи замкнуть?

# Задание

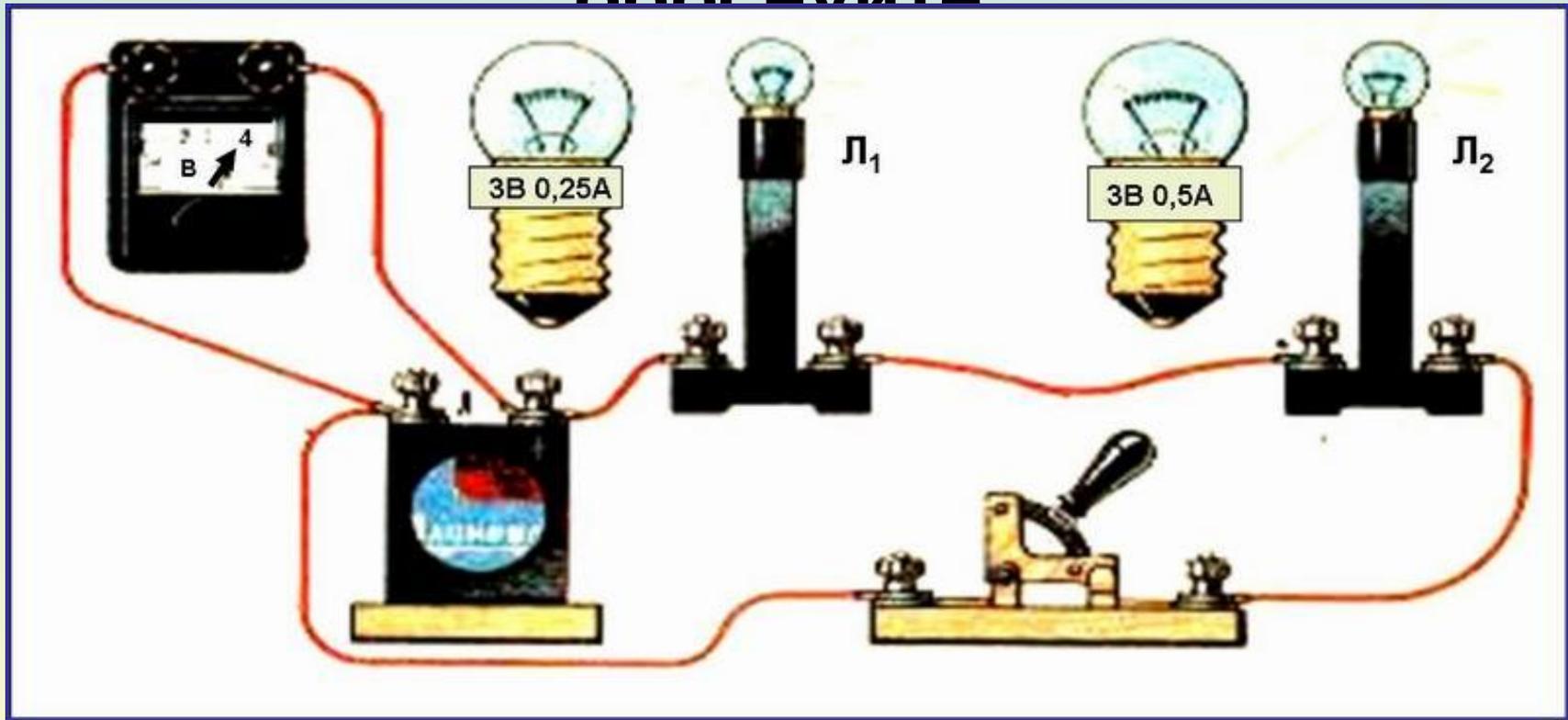


1. По показаниям счётчика определить количество энергии, израсходованной за 30 дней.
2. Рассчитать стоимость израсходованной за 30 дней энергии при тарифе 60 коп. за 1 кВт-ч. (тариф изменяется).
3. Определить количество энергии, соответствующее 10 оборотам диска счётчика (1 кВт-ч = 1250 оборотов диска).

# Мощность электрического тока

$$P = I \cdot U$$

Какая лампа будет гореть ярче? Ответ обоснуйте



# Закон Джоуля - Ленца

Электрический ток нагревает проводник

В результате работы электрического тока внутренняя энергия проводника увеличивается

В неподвижных металлических проводниках вся работа тока идёт на увеличение их внутренней энергии

$$Q = A$$

Нагретый проводник отдаёт полученную энергию окружающим телам путем теплопередачи всеми способами

Сила тока в сварочном аппарате равна 7500 А при напряжении 3 В. Свариваемые стальные листы при этом имеют сопротивление 0,4 мОм. Какое количество теплоты выделится при сварке за 2 мин?

(1)

$$Q = I^2 R t$$

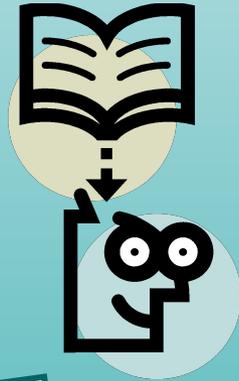
(2)

$$Q = U^2 / R$$

При каком соединении потребителей удобнее использовать

# Объясни!

1. Почему в плавких предохранителях не применяют проволоку из тугоплавких материалов?



2. Почему провода, подводящие ток к электроплитке, не разогреваются так сильно, как спираль в самой плитке?

3. Почему нельзя включать много потребителей тока в квартире одновременно?

5. Сколько стоит посмотреть по вашему ТВ кинофильм (2 часа)?

4. В какую энергию в конечном итоге превращается вся потребляемая вашей квартирой электрическая энергия?

# Задача

Кусок олова (рис.1), находящийся в комнате при температуре  $22^{\circ}\text{C}$ , положили в чашку, стоящую на электроплитке (рис.2) и расплавили. Показания счётчика перед включением плитки и после её выключения даны на рис.3

1. Рассчитать израсходованную энергию и её стоимость при тарифе 60 коп за 1 кВт-ч.
2. Найти КПД нагревателя.

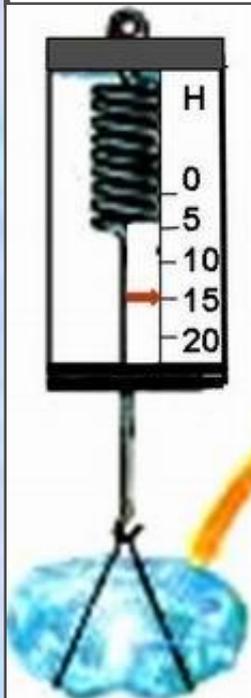


Рис.1

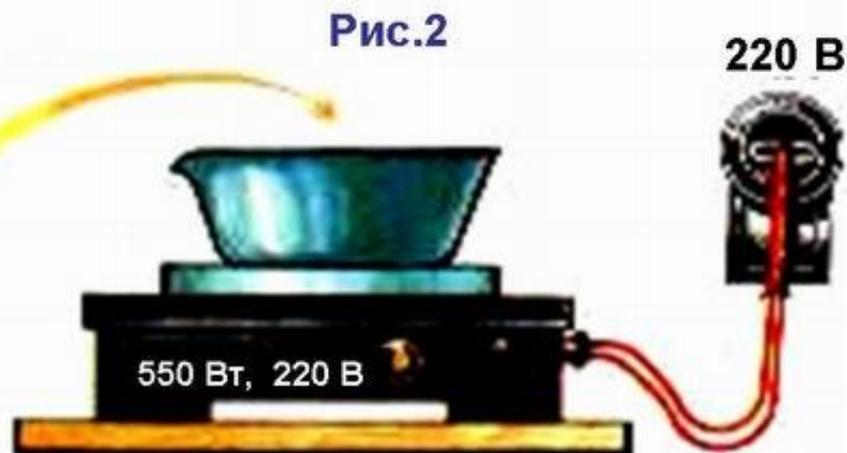


Рис.2



Рис.3

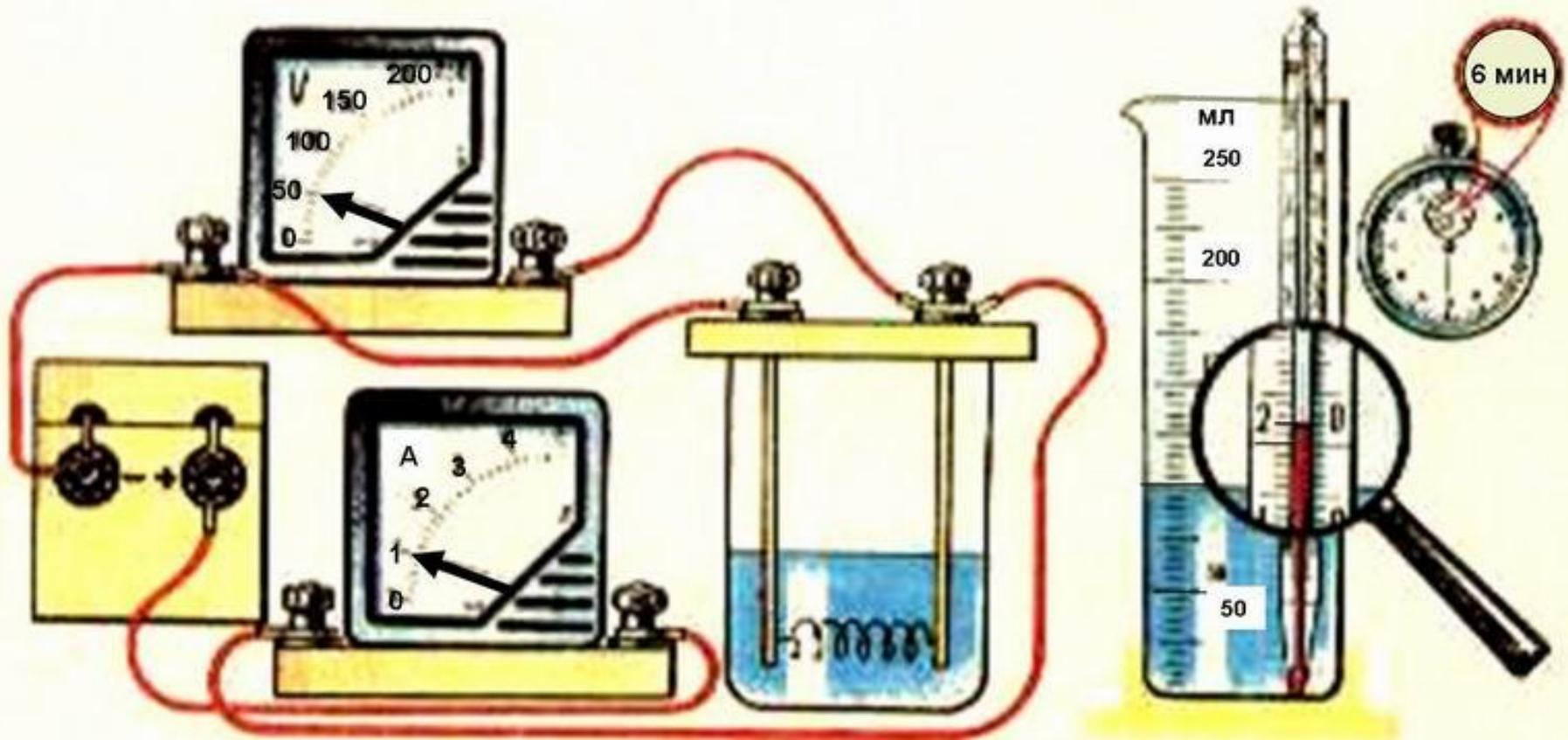


# ***Проверь себя!***

- А. В квартире горят две лампы, на одной надпись 60 Вт, на другой – 100 Вт. В какой лампе идёт больший ток?
- Б. В какой из названных ламп за одно время электрическим током совершается большая работа?
- В. В какой из них выделится большее количество теплоты?
1. В лампе мощностью 60 Вт.
  2. В лампе мощностью 100 Вт.
- В ёлочную гирлянду добавляет ещё одну лампочку. Как при этом изменится...
- Г. потребляемая лампами мощность?
- Д. работа электрического тока за 1 час?
1. Увеличится.
  2. Уменьшится.
  3. Не изменится.
- Е. Работа электрического тока характеризуется...
- Ж. Мощность электрического тока характеризуется...
1. силой тока,
  2. временем протекания тока,
  3. родом электрических зарядов – носителей тока,
  4. напряжением на потребителе.

**ОТВЕТЫ: А2; Б2; В2; Г2; Д2; Ж124; Ж14.**

# Задача



Воду из мензурки перелили в сосуд и нагрели. Одновременно включили источник тока и секундомер. После нагревания их одновременно выключили. **Определить температуру нагретой воды.** Нагреванием стакана и объёмом термометра следует пренебречь.

# Короткое замыкание

это резкое  
**КЗ** возрастание  
тока в цепи

## Причина?

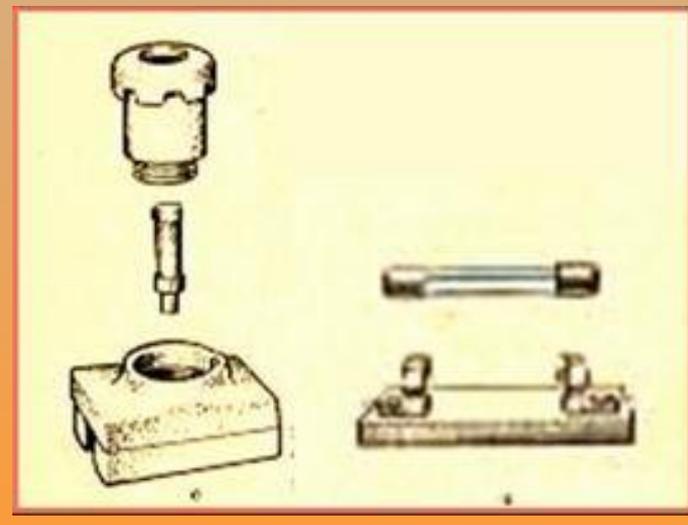
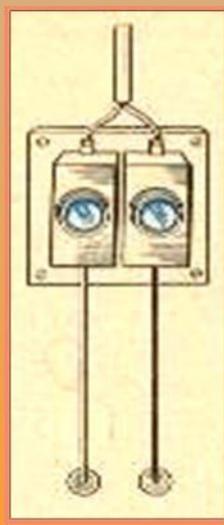
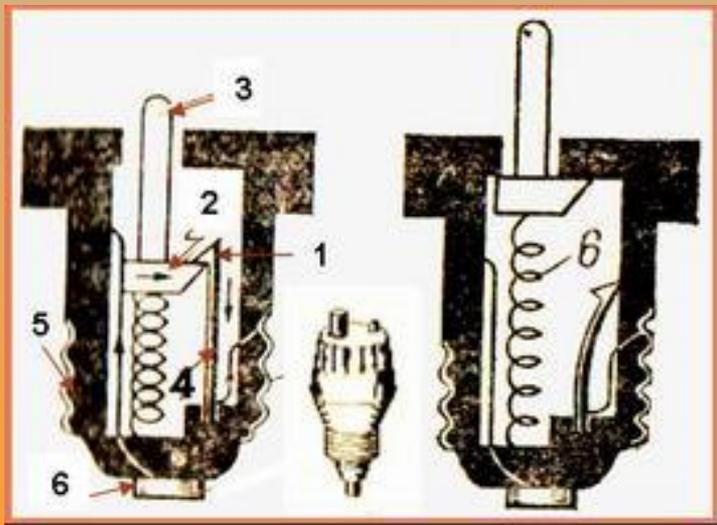
Резкое уменьшение сопротивления цепи

## Подумайте

Каким способом должен быть включён в цепь ещё один проводник, и каким он должен обладать сопротивлением, чтобы в цепи *резко уменьшилось* общее сопротивление?

## Объясните!

Действие биметаллического и плавкого предохранителей



## Возможные причины электротравм



# Опасность поражения током

1. Пользуйтесь только исправными электроприборами.
2. Во время грозы опасно находиться на возвышенных местах.
3. Трубы водопроводные и центрального отопления выполняют роль заземления.
4. При ремонте электропроводки и электроприборов прежде убедитесь, что они обесточены.

# Проверь себя!

- А. В цепь источника тока включены последовательно три проволоки одного сечения и длины: медная, железная и никелиновая.
- В. В цепь источника тока данные проволоки включены параллельно. Какая из них нагреется... а. больше других? б. меньше других?
1. Железная.                      2. Медная.                      3. Никелиновая.
- Г. С какой целью провода в местах соединения лучше не скручивать, а спаивать?
1. С целью увеличения надёжности контакта.  
2. С целью уменьшения сопротивления в месте соединения.
- Д. Что может служить при постоянном напряжении в сети причиной значительного увеличения силы тока в цепи?
1. Уменьшение числа потребителей, соединённых параллельно.  
2. Резкое уменьшение сопротивления в сети (КЗ).
- Е. Когда удобнее применять закон Джоуля - Ленца в форме:  
а.  $Q = I^2 R t$     или    б.  $Q = U^2 / R \cdot t$ ?
1. Когда надо сравнивать количества теплоты, выделившиеся в параллельно соединённых проводниках за одно и то же время.  
2. При сравнении количеств теплоты, выделившихся в последовательно соединённых потребителях.

**ОТВЕТЫ:** Аа3; Аб2; Г2; Д2; Еа2; Еб1.

**А.** Как изменится тепловое действие электрической плитки, если  
а... удвоить длину спирали? б...укоротить спираль?

1. Увеличится. 2. Уменьшится. 3. Не изменится.

**Вам известно:**

**Б.** При последовательном соединении проводников количество теплоты, выделяемое током, пропорционально сопротивлению отдельных проводников.

**В.** При параллельном соединении большее количество теплоты выделяется в ветвях с меньшим сопротивлением.

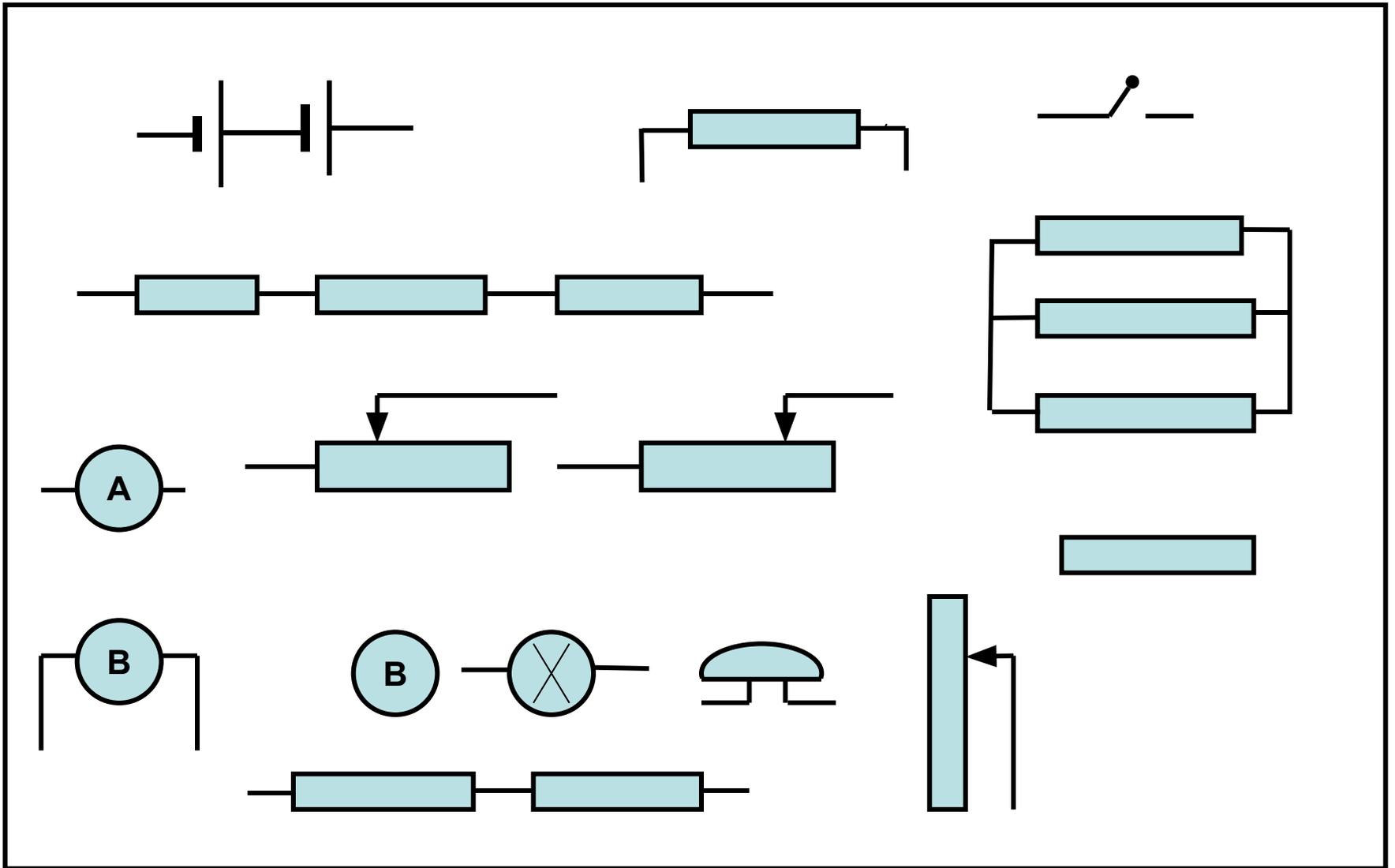
**Г.** Для каждого проводника существует максимально допустимая сила тока (во избежание перегрева).

**Д.** Параллельное включение большого числа потребителей ведёт к уменьшению сопротивления цепи и росту тока (перегрузке).

**Выберите примеры, поясняющие эти закономерности:**

1. Рабочий хотел использовать осветительный шнур для подключения сварочного аппарата, потребляющего ток 40 А.
2. Через соединительные провода и нить лампочки проходит одинаковый ток. Однако провода почти не нагреваются, а нить лампы раскалена.
3. Если в квартире включается слишком много потребителей тока, то предохранитель перегорает.
4. При укорачивании спирали плитки (в случае её перегорания) она накаляется больше, но перегорает ещё быстрее.

**ОТВЕТЫ:** Аа2; Аб1; Б2; В4; Г1; Д3.



**Конструктор для составления  
электрических цепей**

