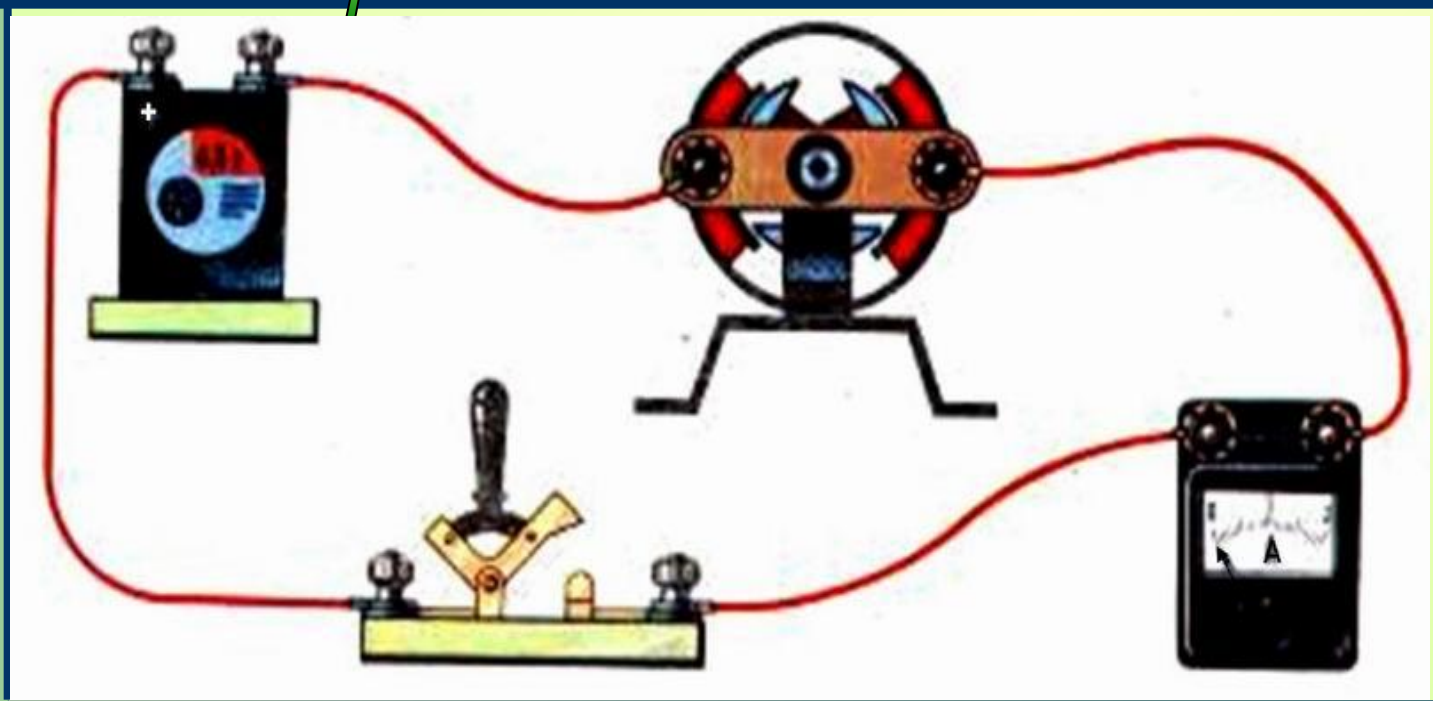
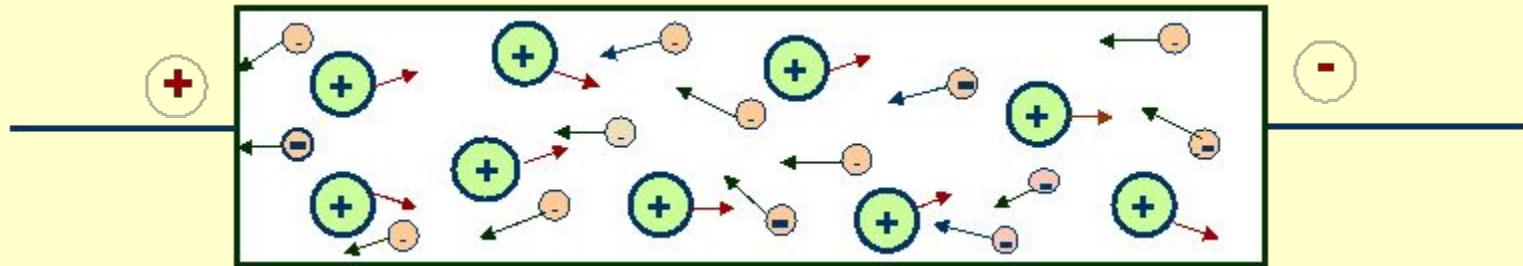


# Электрические явления




# 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

За *направление тока* принимается направление движения *положительных зарядов*

*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.

# Проверь себя 1

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.

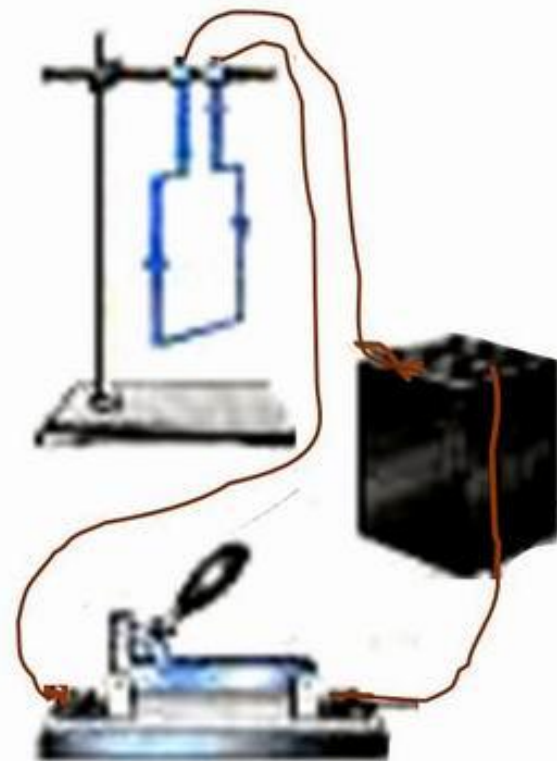
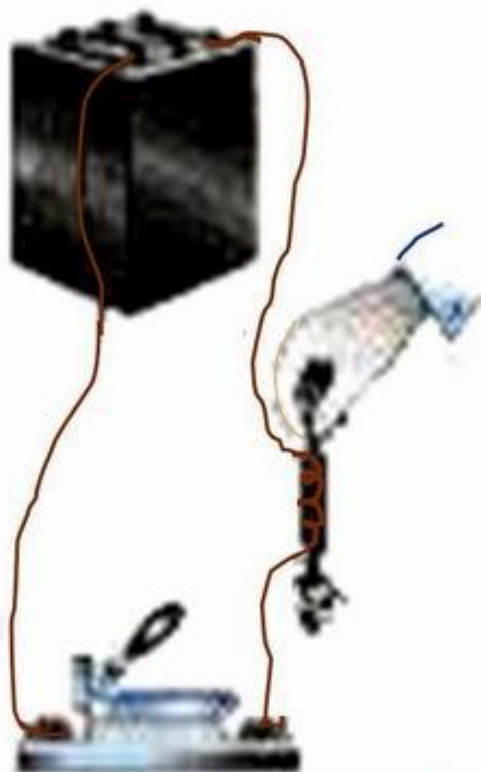
# Действия электрического тока

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 2!***

**Какие из названных ниже явлений служат примерами...**

**А. теплового действия тока?**

**Б. химического действия тока?**

**В. магнитного действия тока?**

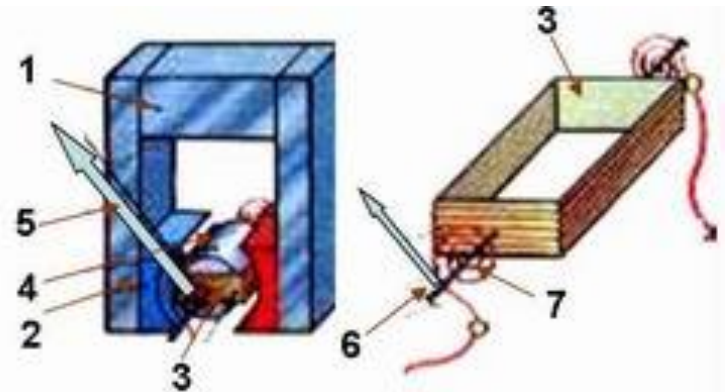
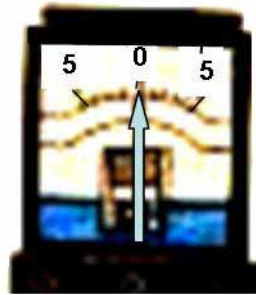
**Г. механического действия тока?**

- 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.**

# Гальванометр

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

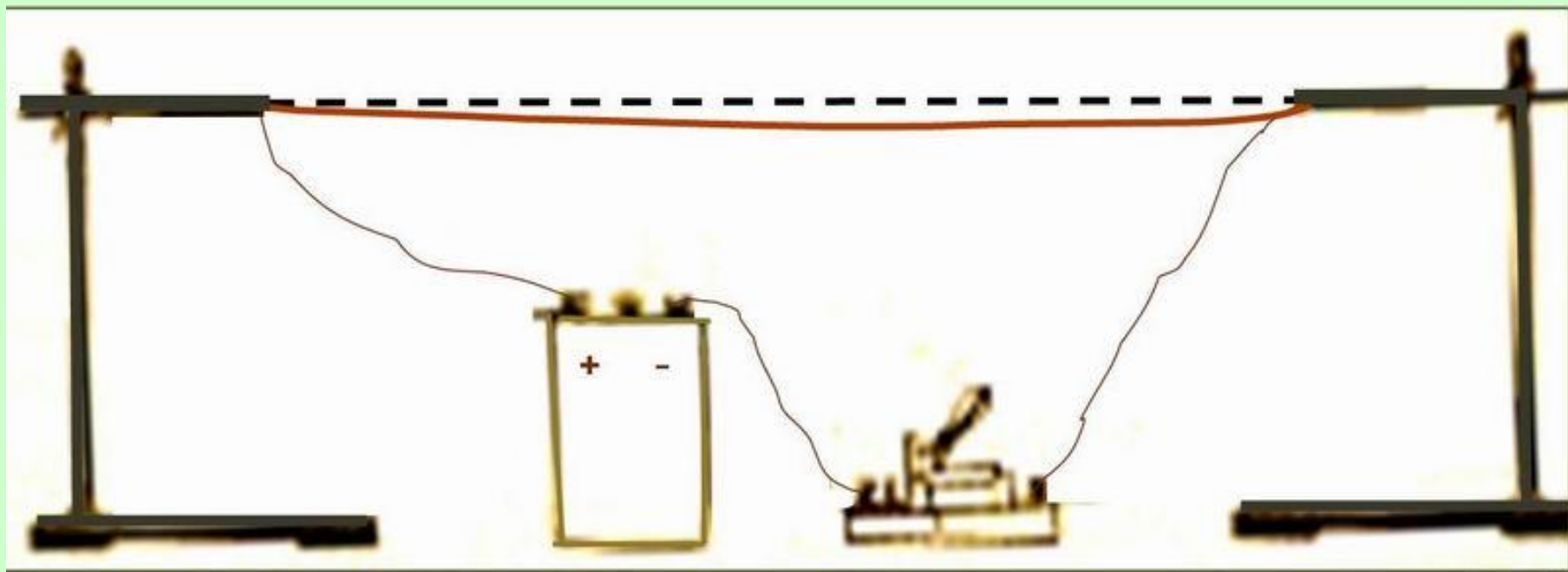
Условное изображение гальванометра на схемах  $\uparrow$  или  $\Gamma$ .  
Стрелка прибора связана с подвижной катушкой, находящейся в поле подковообразного магнита. Когда в катушке есть ток, катушка поворачивается и стрелка отклоняется. При разном направлении тока стрелка отклоняется в разные стороны.



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)

(в большей или меньшей степени)





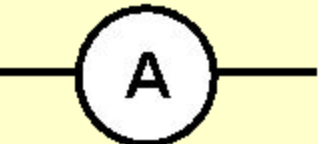
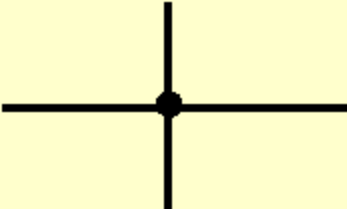
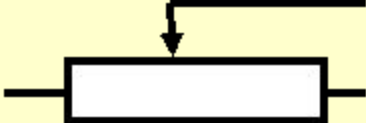

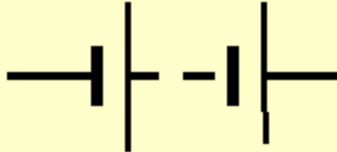


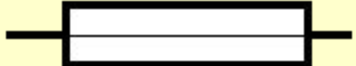
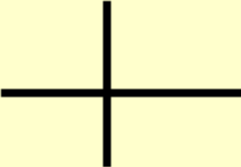
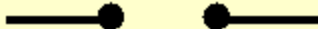
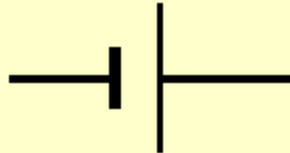
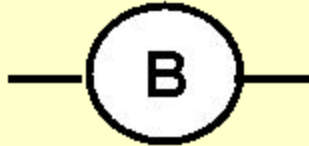


Задание

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

**Сила тока  $I$**  – скалярная физическая величина, равная отношению заряда  $\Delta q$ , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени  $\Delta t$ , к этому интервалу времени:  
В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в **амперах (А)**.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

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

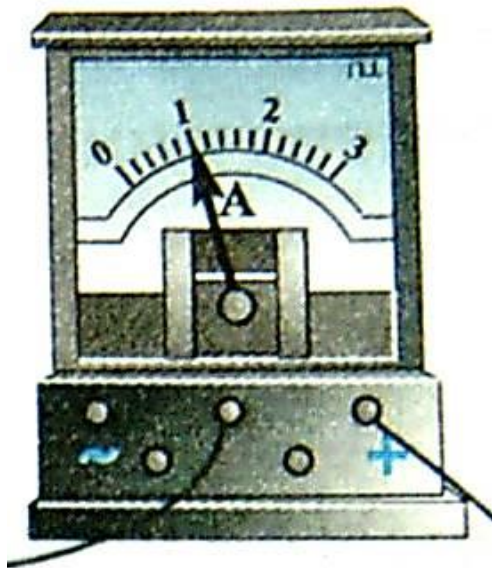


Ампер Андре Мари  
(1775 – 1836)

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.

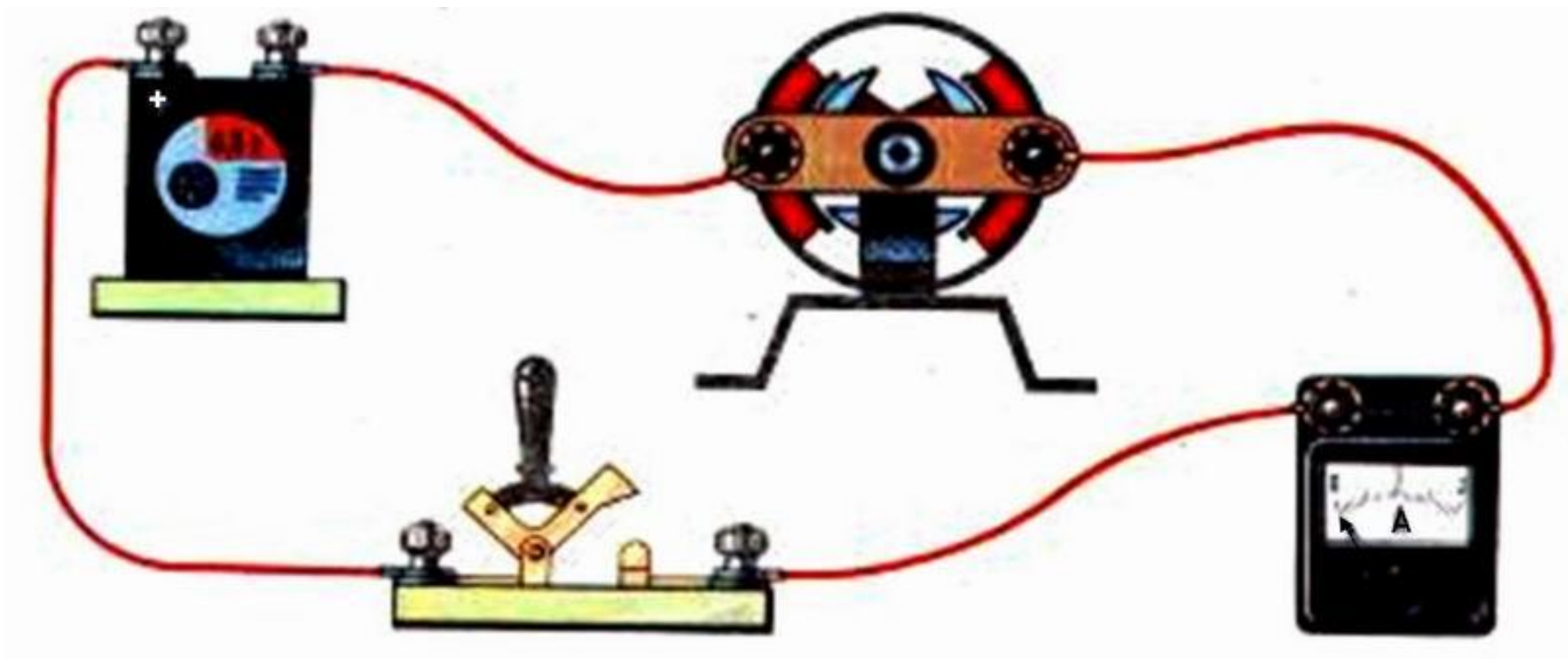
Какую силу тока показывает прибор сейчас?

**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 3!**

**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:**

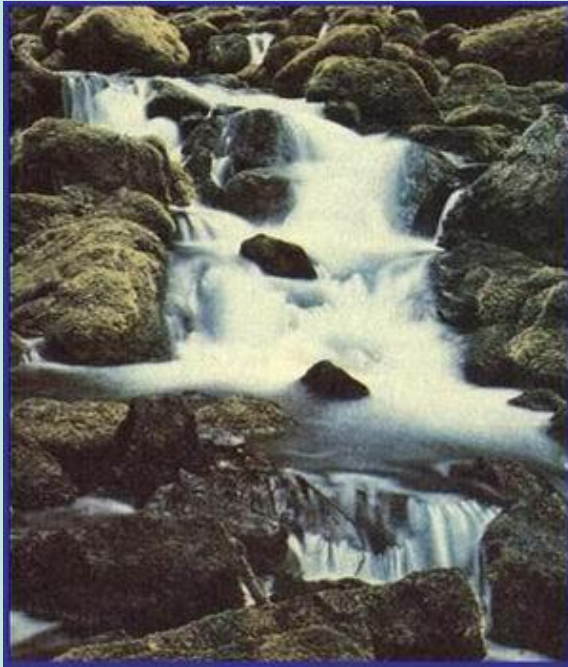
- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. температура тела.      | 1. Динамометр               |
| 2. давление.              | 2. Амперметр, гальванометр. |
| 3. механическая сила.     | 3. Спидометр.               |
| 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 |
|---------|----------------------|-------------------------|-------------|

# Напряжение

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

**Напряжение** — это отношение работы тока на определенном участке электрической цепи к заряду, протекающему по этому же участку цепи.

$$U = A / q$$

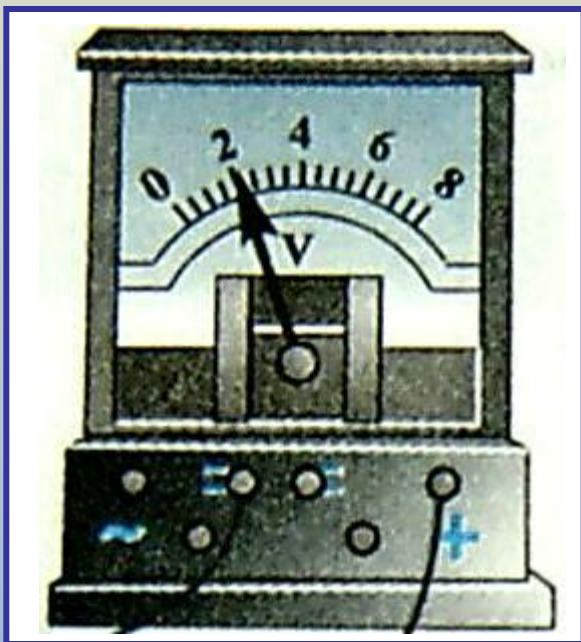
$$1 \text{ В} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кл}$$


$$1 \text{ мВ} = 0,001 \text{ В}$$

$$1 \text{ кВ} = 1000 \text{ В}$$


# Измерение напряжения. Вольтметр

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



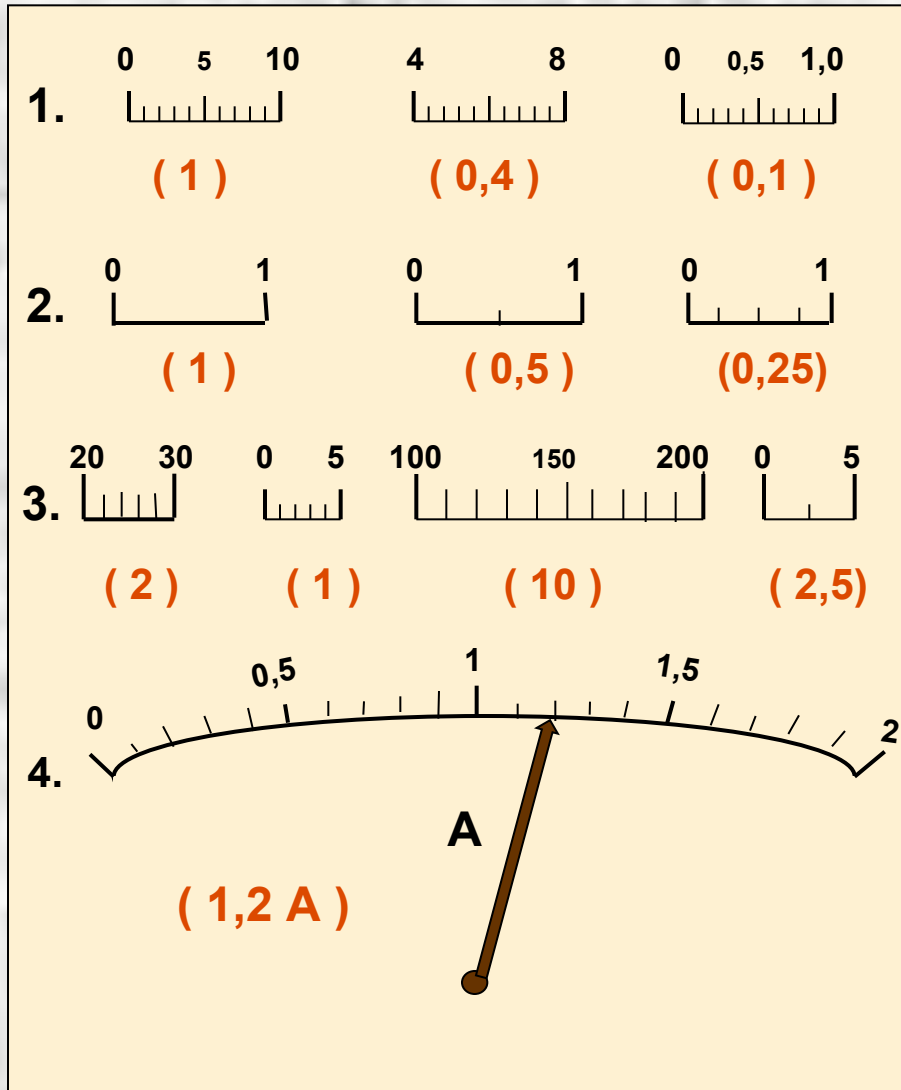
В схемах вольтметр обозначается . Зажим вольтметра (+) соединяют с проводом, идущим от (+) полюса источника тока.

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:

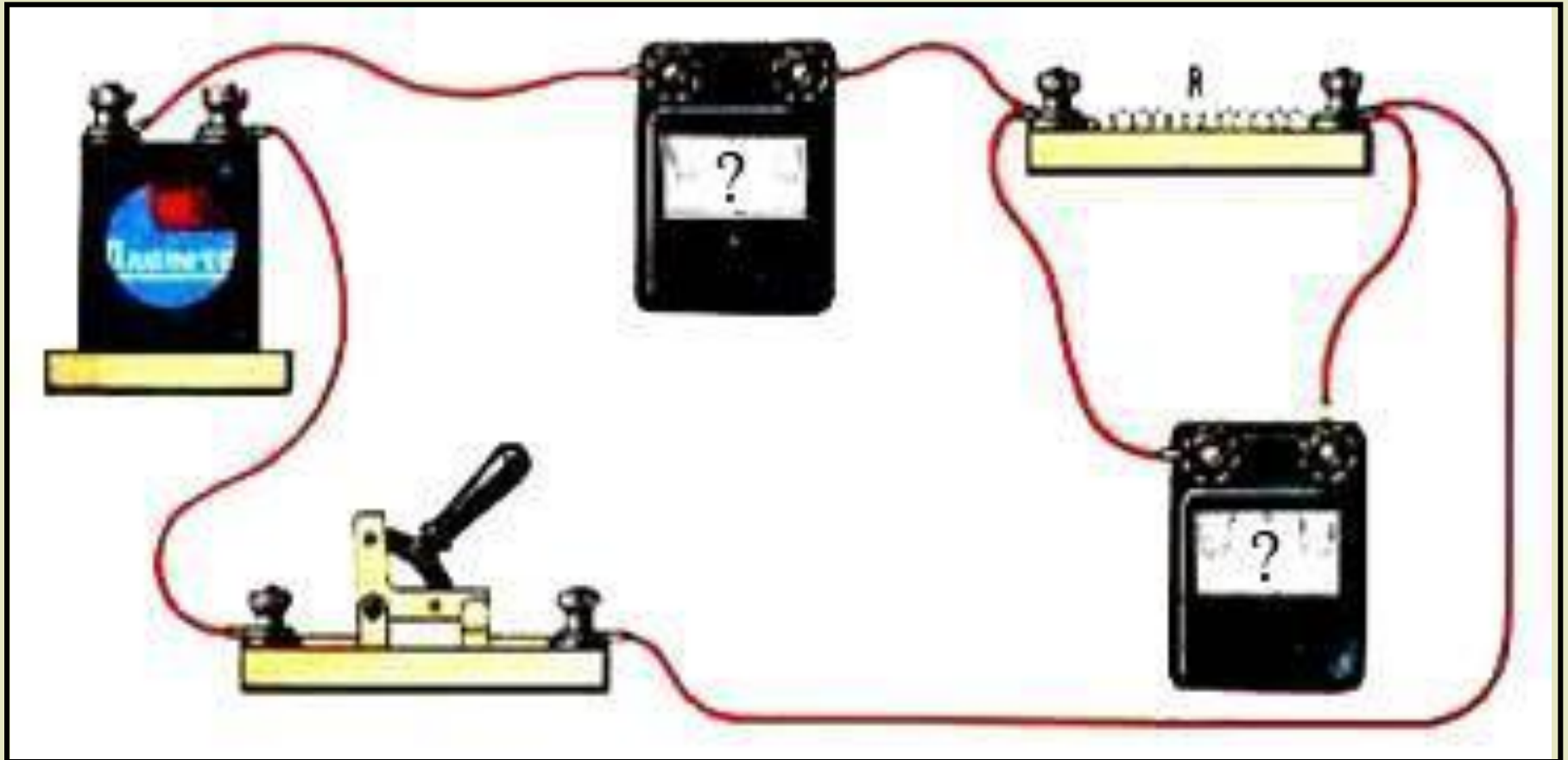


*Общее правило:*

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.

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

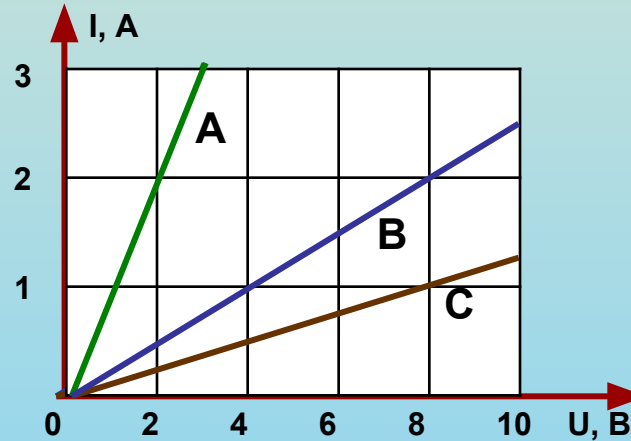
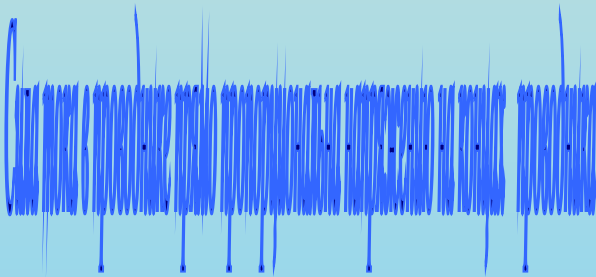
1. Начертите принципиальную схему электрической цепи.
2. Укажите на схеме знаками (+) и (-) полярность зажимов измерительных приборов. Какой из них – амперметр? Вольтметр?
3. На каком участке измеряются ток и напряжение?





# Зависимость силы тока от напряжения

Экспериментом  
установлено:



$$I \sim U$$

# Электрическое сопротивление -

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.

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

$1 \text{ МОм} = 0,001 \text{ Ом}$ ,  $1 \text{ КОм} = 1\,000 \text{ Ом}$   
 $1 \text{ МОм} = 1\,000\,000 \text{ Ом}$

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

различаются по электрическому сопротивлению

# Проверь себя 4!

- 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.

**Любую электрическую  
цепь**

**характеризуют  
три физические  
величины:**

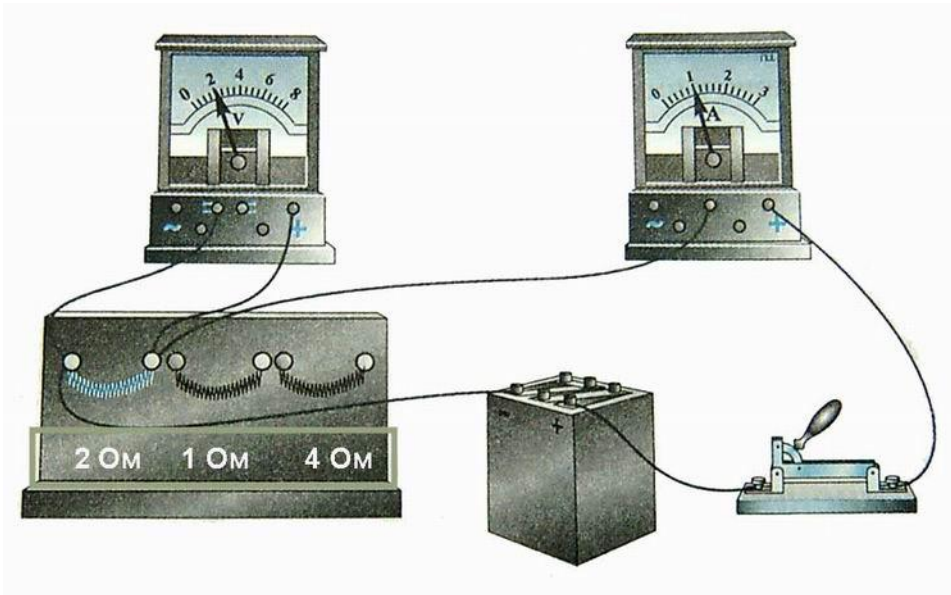
**сила тока –  $I$ ,**

**напряжение –  $U$ ,**

**сопротивление –  $R$ .**

*Связь между этими величинами устанавливает закон Ома*

# Закон Ома для участка цепи



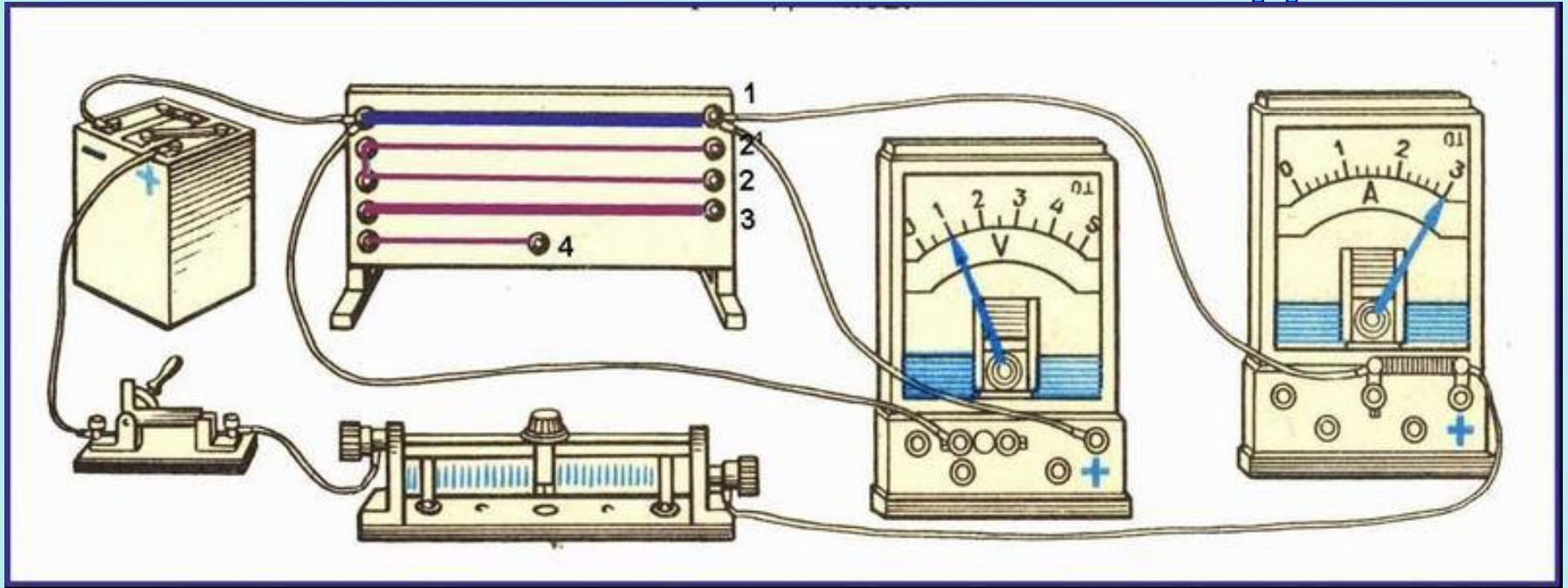
Георг Ом  
(1787 – 1854гг.) –  
немецкий физик

**Закон Ома для однородного участка цепи:** сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.  
Назван в честь его первооткрывателя **Георга Ома.**

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



# 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.

$$\begin{aligned} R &\sim L \\ R &\sim 1/S \\ R &\sim \rho \end{aligned}$$

Сопротивление проводника прямо пропорционально длине проводника, обратно пропорционально площади его поперечного сечения и зависит от вещества проводника

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

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  $1 \frac{\text{Ом} * \text{мм}^2}{\text{м}}$

Что знач...

Удельное  
электрическое  
сопротивление

Меди - 0,017

Вольфрама - 0,055

Нихрома - 1,1

Эбонита -  $10^{20}$

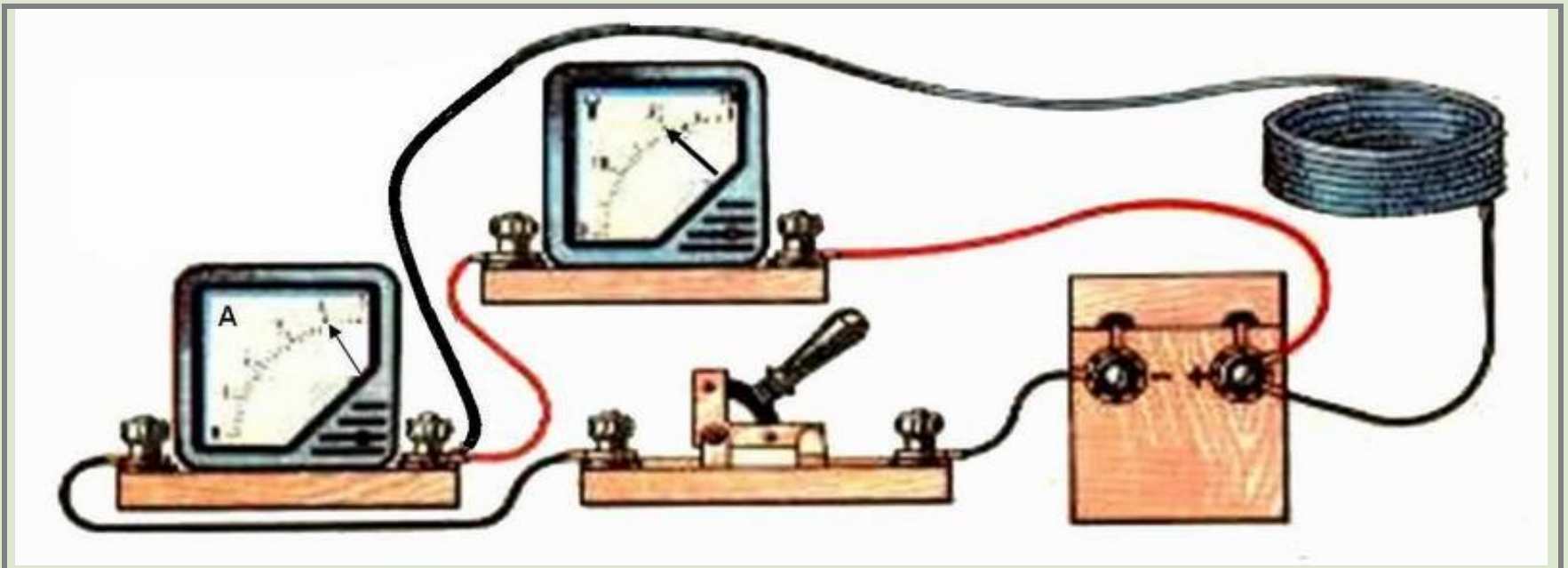
$\frac{\text{Ом} * \text{мм}^2}{\text{м}}$  ?

# Решим задачи!

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 –  $2,0 \text{ мм}^2$ .



# Решу 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?

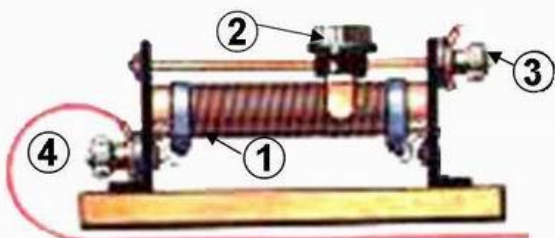
# Проверь себя 5!

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.



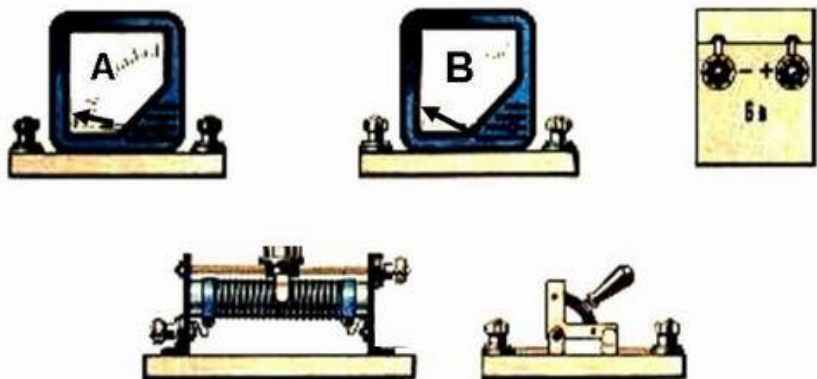
# Реостаты



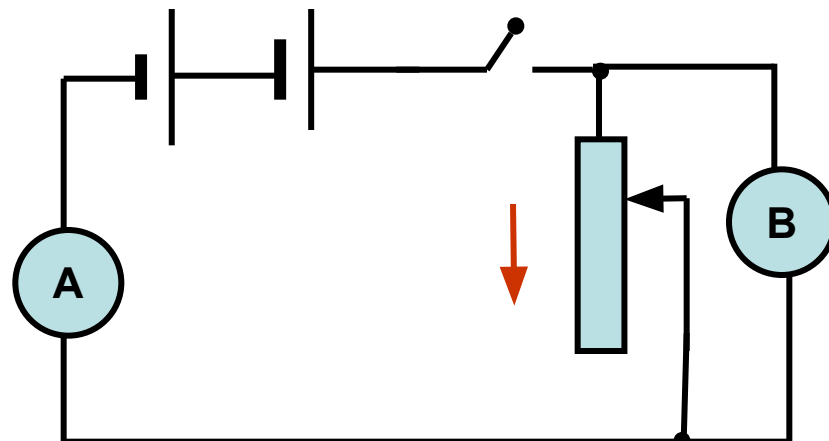
Приборы для регулирования силы тока в цепи.

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.

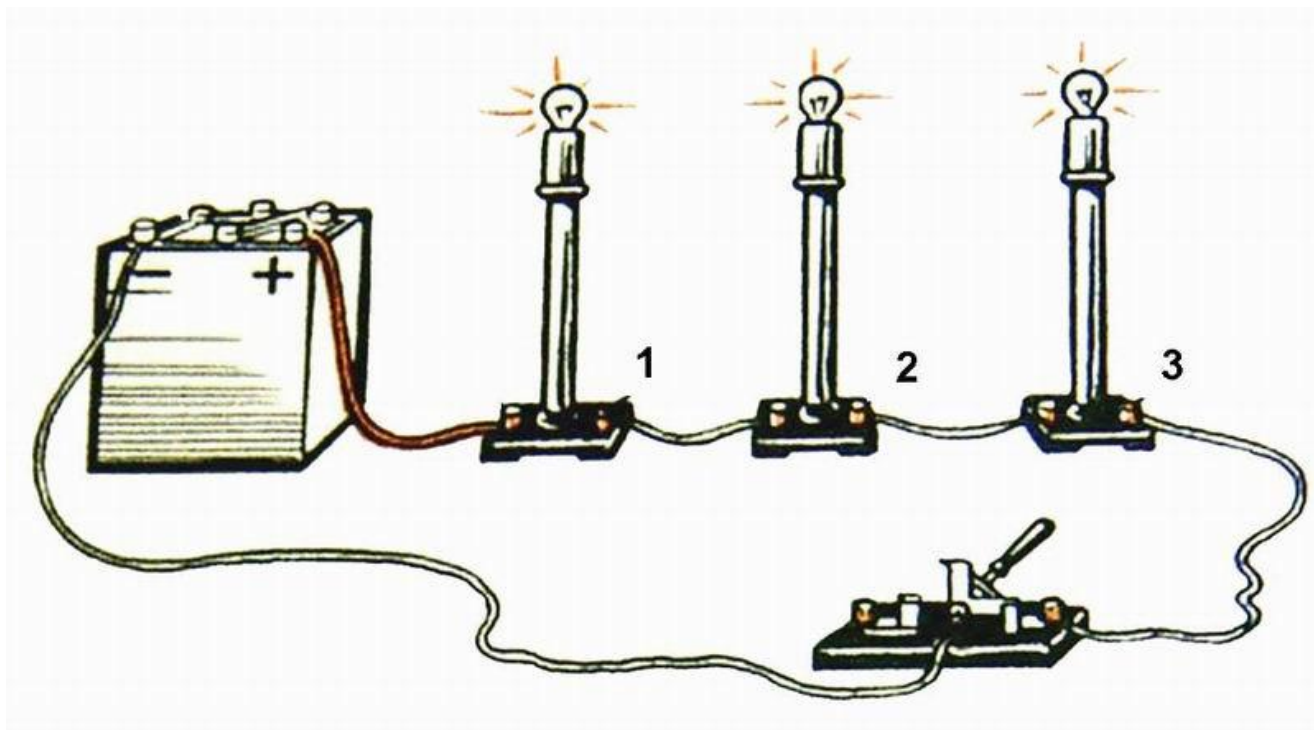


Рычажок реостата сдвинули вниз.

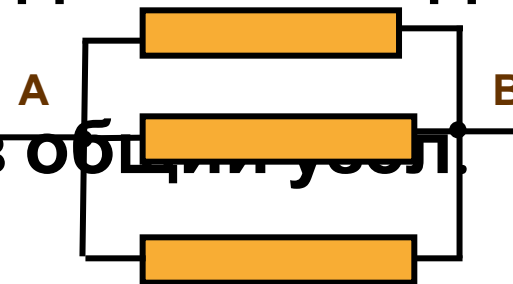
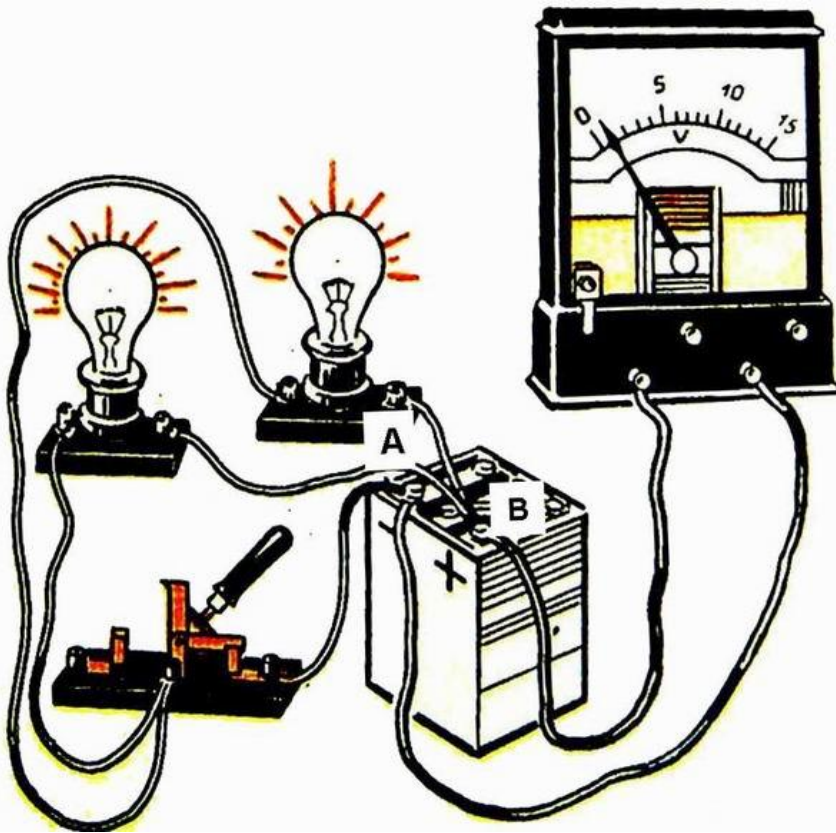
**Как изменится ток в цепи при движении ползунка**

**реостата?**

**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**.

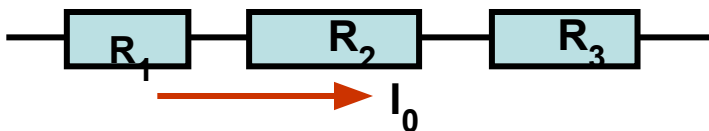


*т. А и т. В - узлы*

**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.  $I_1 + I_2 + I_3 = I_0$

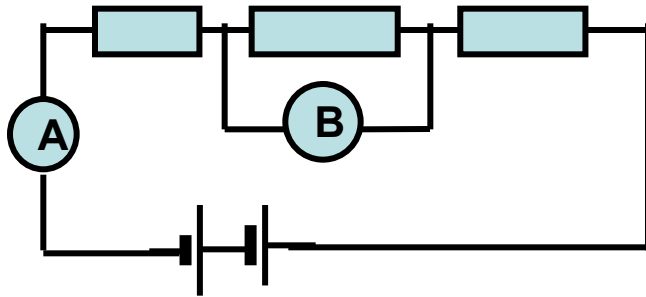
3.  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_0}$

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

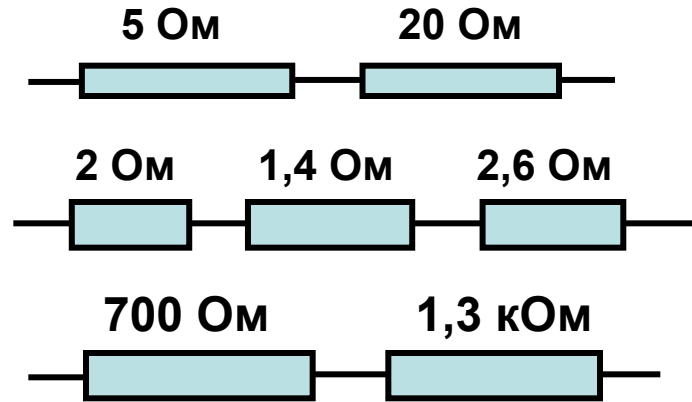
$I \sim 1/R$

$R_0 = R_1/n$

# Решу задачи!

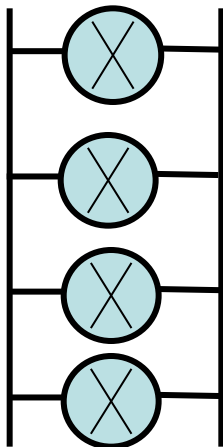


В цепь последовательно включены три сопротивления  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10 \text{ Ом}$ . Какую **силу тока** показывает амперметр, если на вольтметре -  $1,5 \text{ В}$ ?

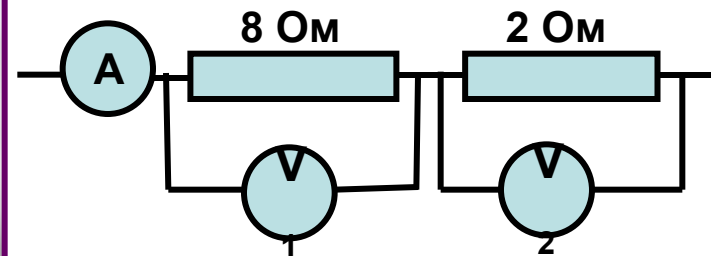


Вычислить **общее сопротивление**

3



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



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

**Приведите в соответствие вопросы и ответы:**

- А.** Каково напряжение на отдельных участках...
- а. последовательной цепи?
  - б. параллельной цепи?
- Б.** Что характерно для силы тока...
- а. в параллельной цепи?
  - б. последовательной цепи?
- В.** Как вычисляется общее сопротивление цепи при...
- а. параллельном соединении?
  - б. последовательном соединении?
- Г.** При каком соединении общее сопротивление цепи меньше наименьшего сопротивления его отдельного участка.
1. Общее сопротивление равно сумме сопротивлений участков.
  2. Сила тока во всех участках цепи одинакова.
  3. Напряжение на концах всех проводников одинаково.
  4. Величина общего тока равна сумме токов на отдельных участках цепи.
  5. Напряжение на каждом участке цепи пропорционально сопротивлению этого участка.
  6. При последовательном соединении.
  7. При параллельном.
  8. Величина, обратная общему сопротивлению, равна сумме величин, обратных сопротивлениям отдельных участков.



# Проверь себя 7!

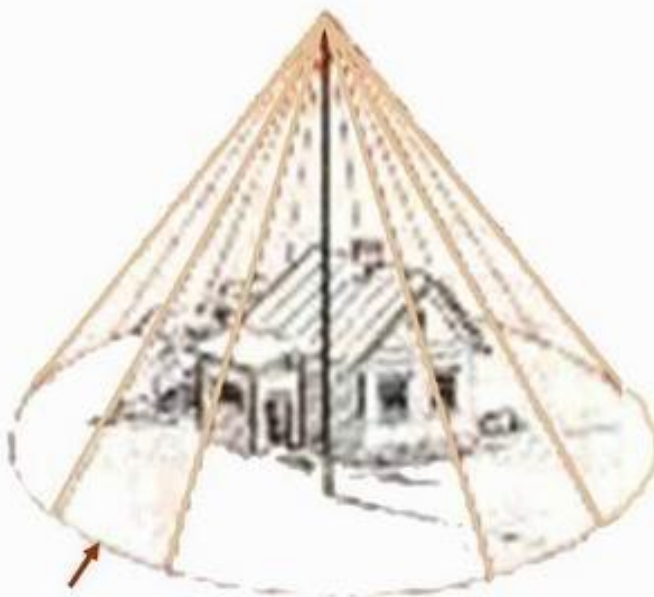
- А.** Как изменится общее сопротивление параллельно соединённой цепи, если увеличить число проводников?
- Б.** Когда сопротивление участка последовательной цепи уменьшается, то напряжение на нём...
- В.** Если сопротивление участка параллельной цепи уменьшится, то величина тока в нём...
1. увеличивается. 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.         |

# ***Молниеотвод***

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



*Объясните действие молниеотвода.*



Зона защиты от поражения молнией

# Работа и мощность тока

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

Работа электрического тока:

$$A = UIt$$

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

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

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

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

## МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

$$P = \frac{A}{t}$$

$$P = UI$$

Единица мощности

ватт (Вт)

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А}$$

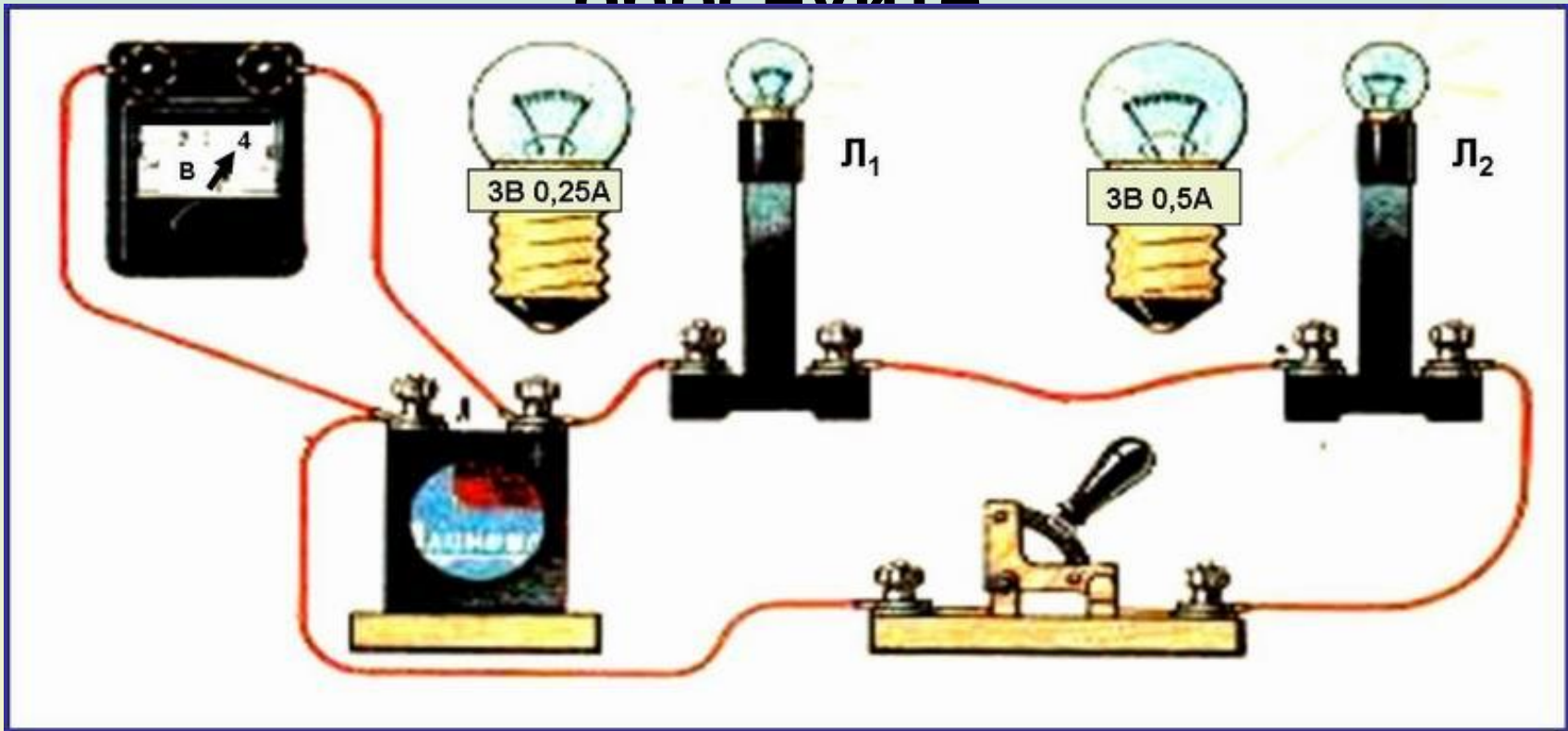
ватт-час (Вт·ч)

$$1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Дж}$$

# 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

(1)

$$Q = I^2 R t$$

(2)

$$Q = U^2 / R$$

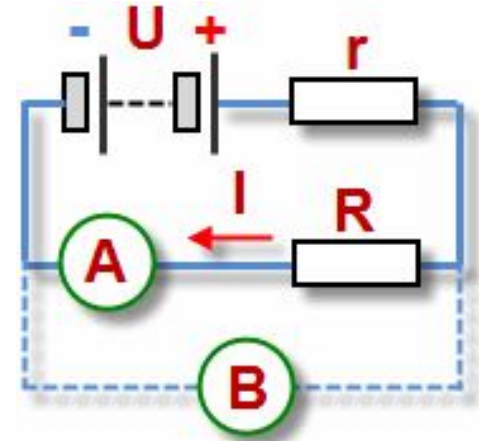
При каком соединении потребителей удобнее использовать

# ***Проверь себя 8!***

- 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.**



# Закон Ома для полной цепи

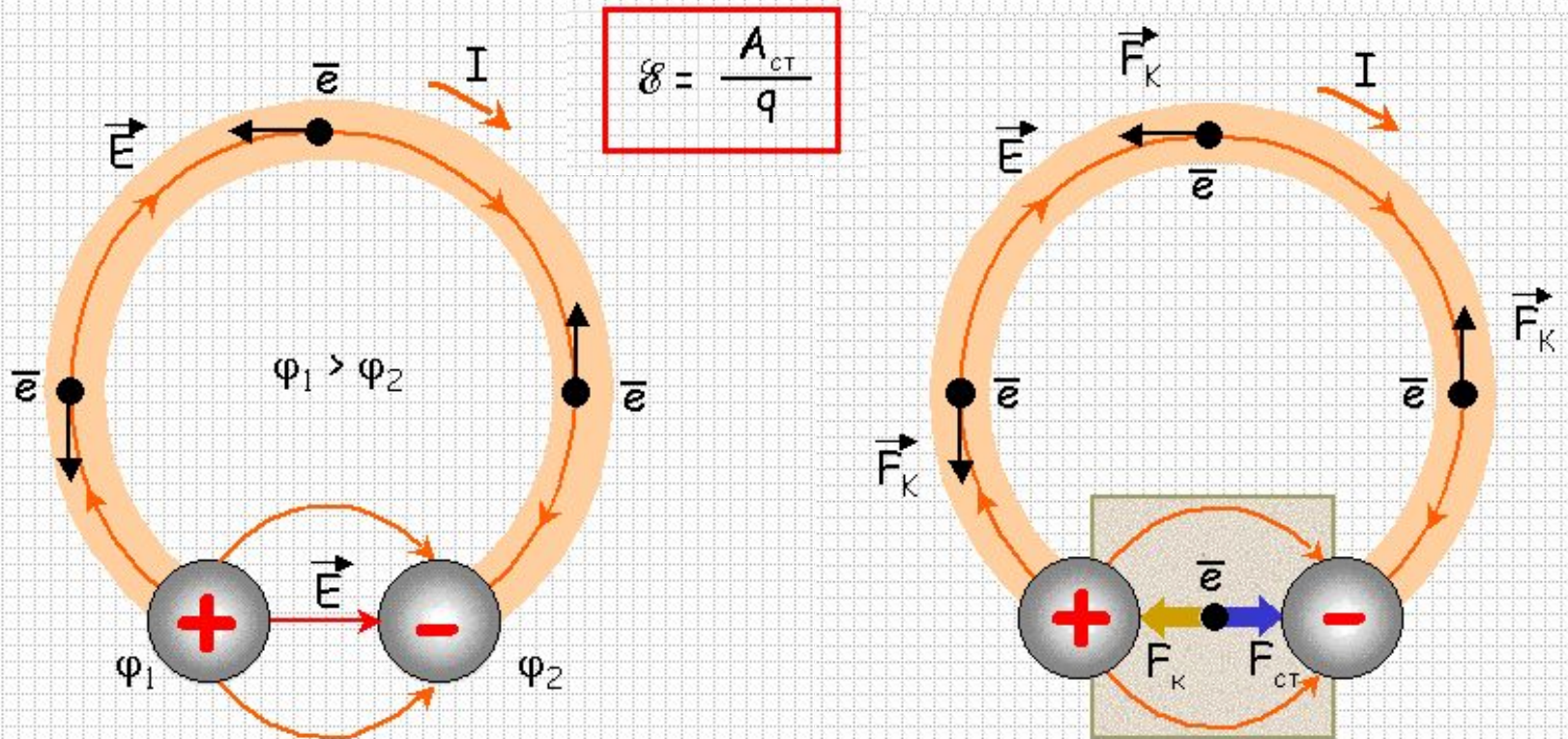


Я брал куски цилиндрической проволоки произвольной длины из различных материалов и помещал их поочередно в цепь...

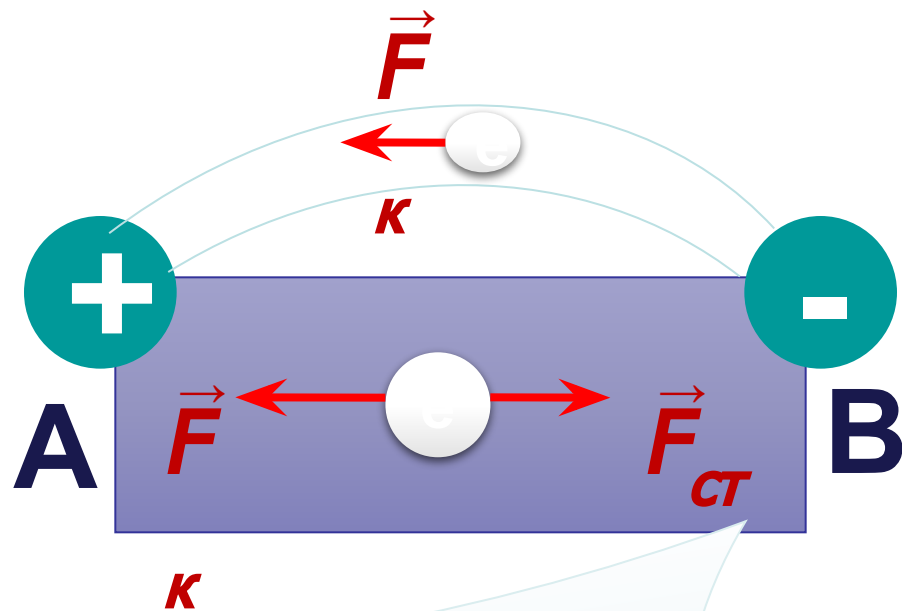
**Георг Ом**

...открытие Ома было скептически воспринято в научных кругах. Это отразилось и на развитии науки – скажем, законы распределения токов в разветвленных цепях были выведены Г. Кирхгофом лишь двадцать лет спустя, - и на научной карьере Ома

## Электродвижущая сила.



Любые неэлектростатические силы, действующие на заряженные частицы, принято называть **сторонними силами**. Т.о. на заряды внутри источника, помимо кулоновских, действуют сторонние силы и осуществляют перенос заряженных частиц против кулоновских.

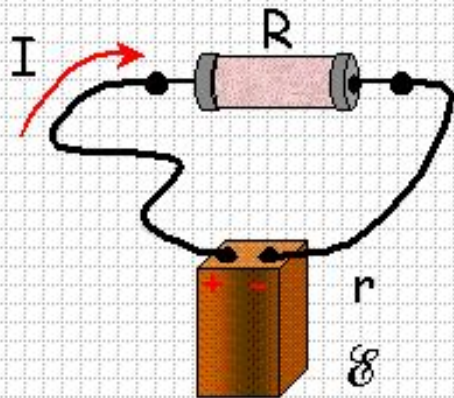


Необходим источник тока, в котором действуют силы неэлектростатического происхождения

Силы электростатического происхождения не могут создать и поддерживать на концах проводника постоянную разность потенциалов (электростатические силы – консервативные силы)

**Сторонние силы – силы неэлектростатического происхождения, способные поддерживать разность потенциалов на концах проводника**

## Закон Ома для полной цепи.



$$\Delta t \quad \Delta q$$

$$A = \mathcal{E} \Delta q$$

$$\Delta q = I \Delta t$$

$$A = \mathcal{E} I \Delta t$$

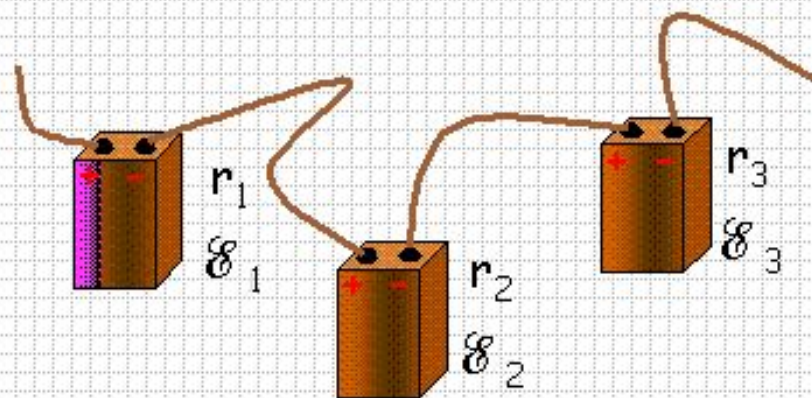
$$Q = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t$$

$$A = Q$$



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

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



$$\mathcal{E} = \sum \mathcal{E}_i$$

$$r = \sum r_i$$

# Закон Ома для полной цепи

Сила тока (А)

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

Сопротивление  
нагрузки (Ом)

ЭДС-  
электродвижущая  
сила источника  
тока (В)

Внутреннее  
сопротивление  
источника тока  
(Ом)

*Сила тока в цепи прямо пропорциональна электродвижущей силе источника тока и обратно пропорциональна сумме электрических сопротивлений внешнего и внутреннего участков цепи.*

Если на участке цепи не действует ЭДС (нет источника тока)

$$U = \varphi_1 -$$

Если концы участка,  <sup>$\varphi_2$</sup> содержащего источник тока, соединить, то их потенциал станет одинаков

$$U =$$

$$\varepsilon$$

В замкнутой цепи напряжение на внешнем и внутреннем ее участках равно ЭДС источника тока

$$\varepsilon = U_{\text{внеш}} + U_{\text{внутр}}$$



# Короткое замыкание

При коротком замыкании  $R \rightarrow 0$ ,  
сила тока

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

$$I_{\text{кз}} = \frac{\varepsilon}{r}$$

# Короткое замыкание

это резкое  
**КЗ** возрастание  
тока в цепи

## Причина?

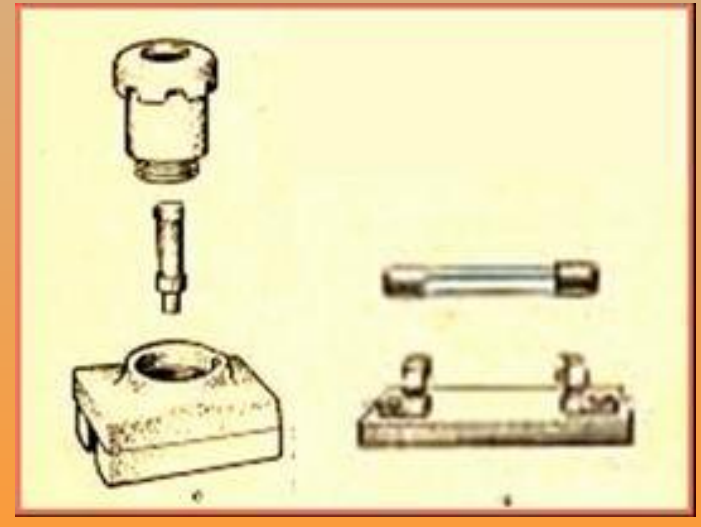
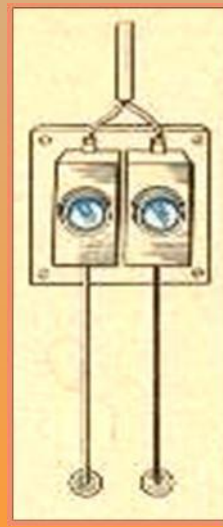
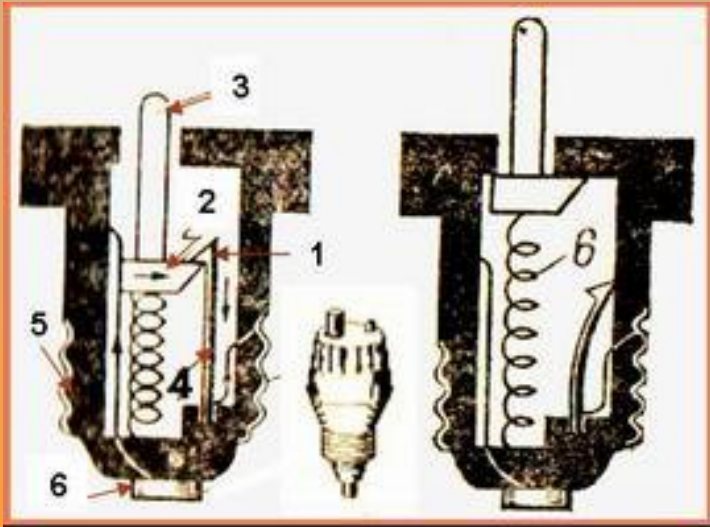
Резкое уменьшение сопротивления цепи

## 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 9!

- 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.

**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.