

*§ 43. Электрическое сопротивление проводников. Единицы сопротивления.*



*§ 44. Закон Ома для участка цепи.*

*§ 45. Расчет сопротивления проводника.  
Удельное сопротивление.*

# Домашнее задание.

## § 43, 44, 45

### вопросы устно,



**1281.** Электрический утюг включен в сеть с напряжением 220 В. Какова сила тока в нагревательном элементе утюга, если сопротивление его равно 48,4 Ом?

**1282.** Сопротивление вольтметра равно 12 000 Ом. Какова сила тока, протекающего через вольтметр, если он показывает напряжение, равное 12 В?

**1283.** Определите силу тока в электрочайнике, включенном в сеть с напряжением 220 В, если сопротивление нити накала при работе чайника равно примерно 39 Ом.

**1284.** При напряжении 110 В, подведенном к резистору, сила тока в нем равна 5 А. Какова будет сила тока в резисторе, если напряжение на нем увеличить на 10 В?

**1285.** На рисунке 314 дана зависимость силы тока от напряжения для двух проводников. Какой из проводников имеет большее сопротивление?

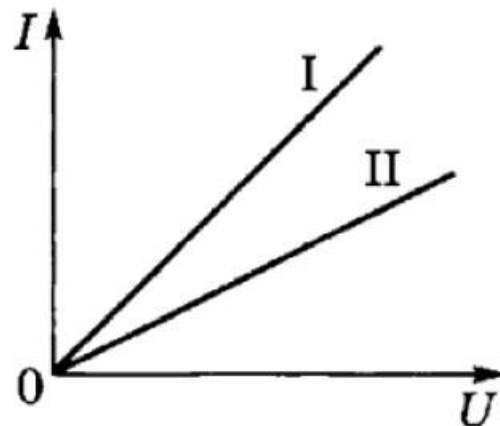


Рис. 314

**1304.** Для чего на электрифицированных железных дорогах на стыках рельсов устанавливают соединители в виде жгутов из толстой медной проволоки, приваренных к концам обоих рельсов?

**1306.** Имеются две проволоки из одного и того же материала с одинаковой площадью поперечного сечения. Длина первой равна 20 см, второй 1 м. Сопротивление какой проволоки больше; во сколько раз?

**1313.** Рассчитайте сопротивление медного контактного провода, подвешенного для питания трамвайного двигателя, если длина провода равна 5 км, а площадь поперечного сечения —  $0,65 \text{ см}^2$ .

**1314.** Вычислите, каким сопротивлением обладает нихромовый проводник длиной 5 м и площадью поперечного сечения  $0,75 \text{ мм}^2$ .

**1333.** Какова масса медной проволоки длиной 2 км и сопротивлением  $8,5 \text{ Ом}$ ?

**1334.** Какой массы надо взять никелиновый проводник площадью поперечного сечения  $1 \text{ мм}^2$ , чтобы из него изготовить реостат сопротивлением  $10 \text{ Ом}$ ? (Плотность никелина  $8,8 \text{ г/см}^3$ .)

## *Повторение.*

- 1. Что называют силой тока? Что она характеризует?*
- 2. Что называют напряжением? Что оно характеризует?*
- 3. В каких единицах измеряют силу тока? Напряжение?*
- 4. Каким прибором измеряют напряжение? силу тока?*
- 5. Назовите правила подключения амперметра? вольтметра?*

## *Повторение.*

➤ 6. *Что значит 1 А?*

*А какой единицей измерения обозначают напряжение?*

➤ 7. *Как вы думаете, что произойдет, если по спирали лампы пропустить:*

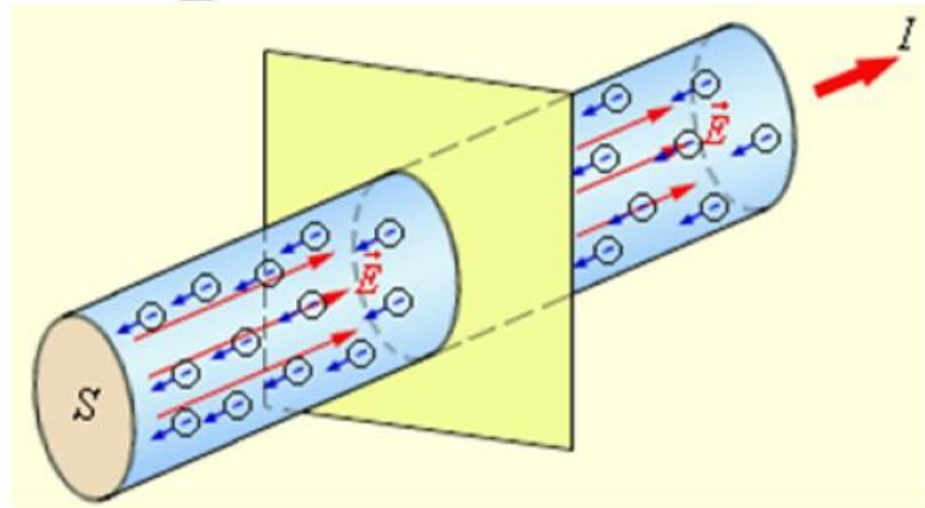
*а) меньшую силу тока? Меньшее напряжение?*

*б) большую силу тока? Больше напряжение?*

➤ 8. *Как в проводнике соотносятся сила тока и напряжение?*


## Повторение.

- Что представляет собой электрический ток в металлическом проводнике?
- Как вы думаете электроны в металлическом проводнике движутся свободно или встречают препятствие (сопротивление)?


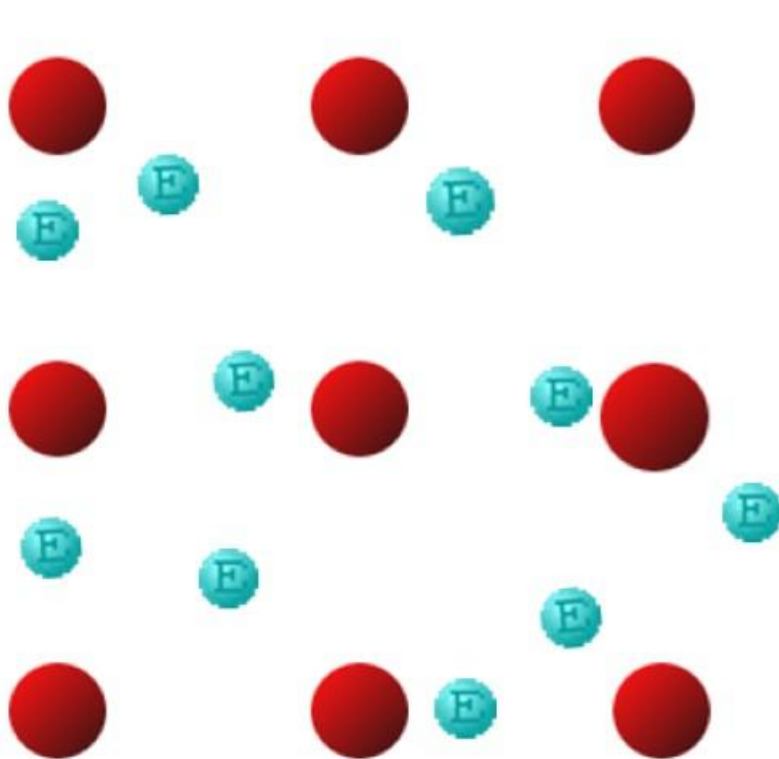


# Модель строения металлического проводника

Электрическая проводимость металлов обусловлена наличием свободных электронов.

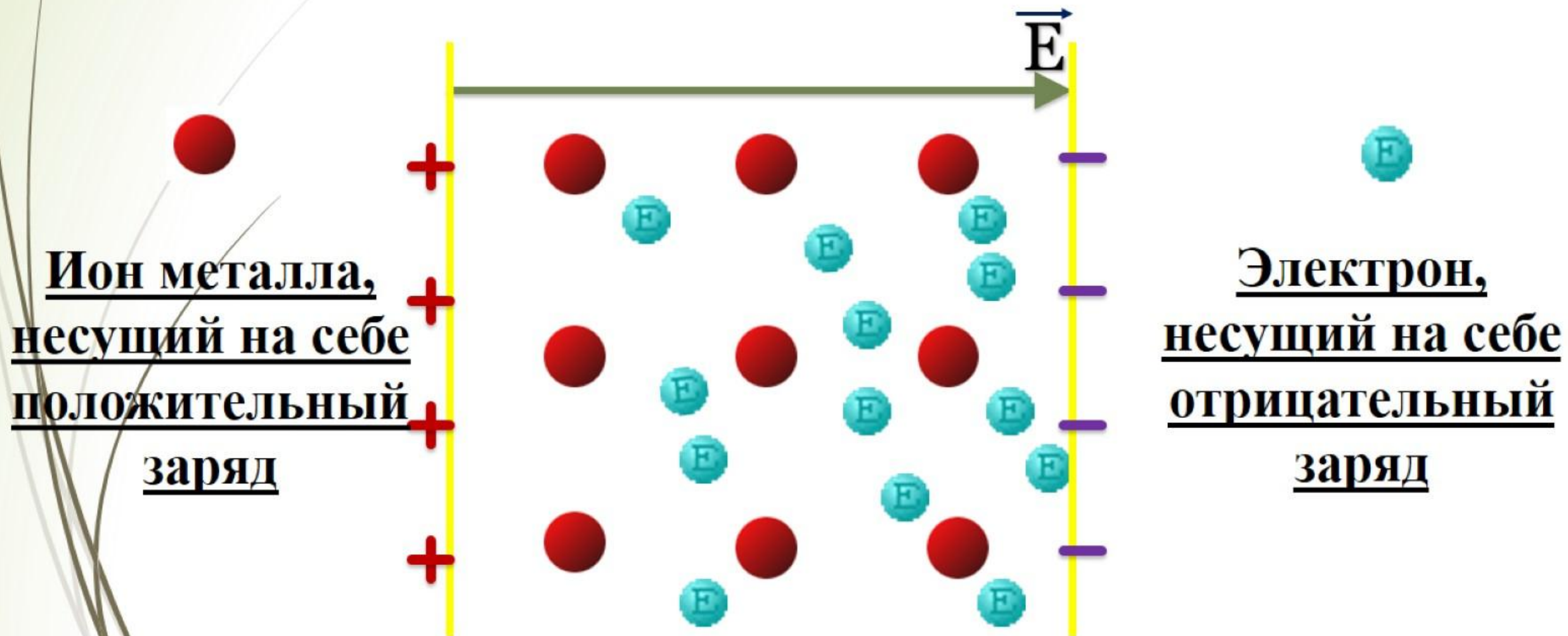


Ион металла,  
несущий на себе  
положительный  
заряд



Электрон,  
несущий на себе  
отрицательный  
заряд

# Модель электрического тока в металлах

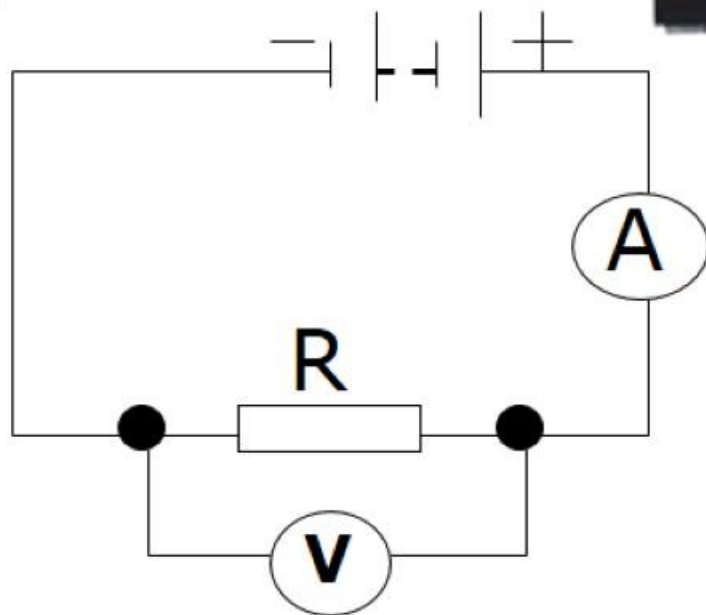
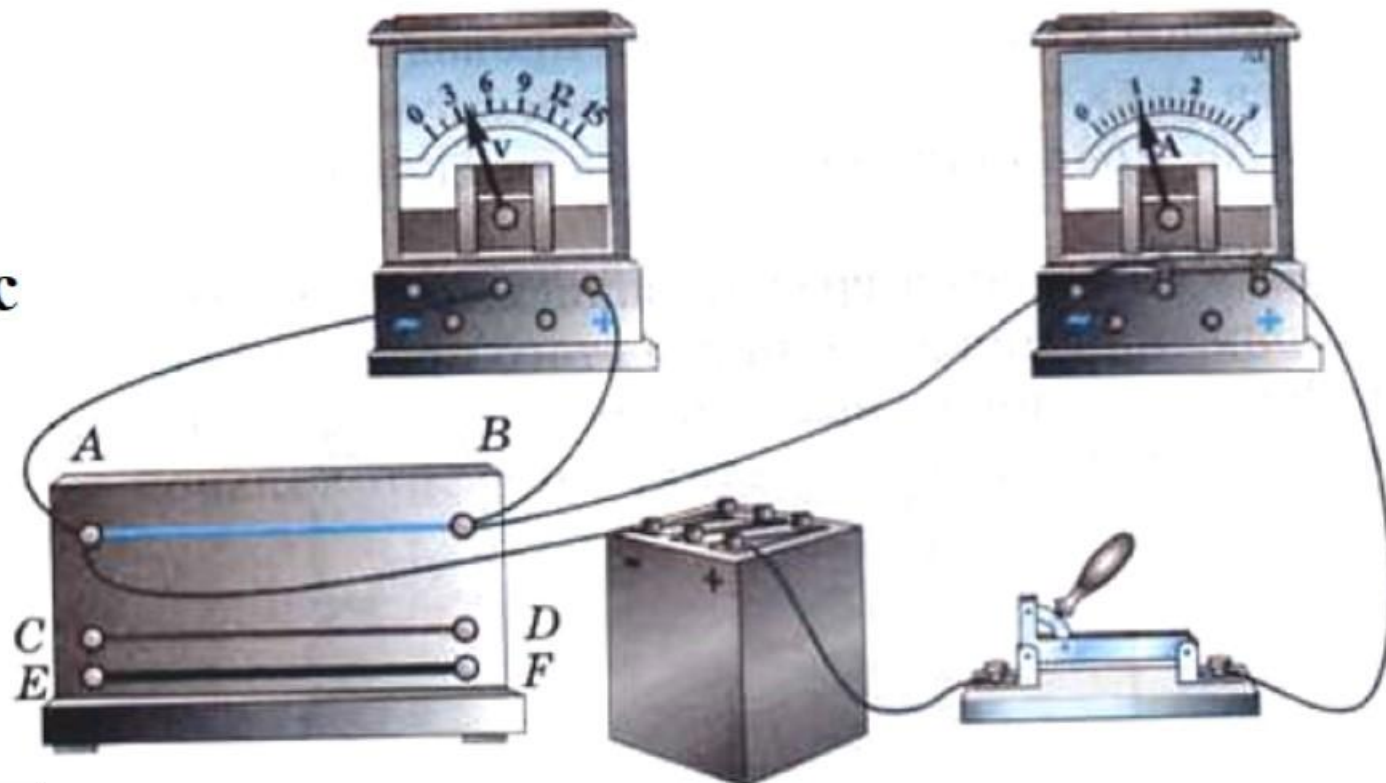




# Эксперимент

Измерения проводим с  
тремя резисторами:

1. Медный
2. Железный
3. Никелиновый



Будем менять силу тока в  
цепи и измерять  
напряжение на участке, где  
включен резистор.

# Результаты измерений с тремя резисторами

$$1. \begin{array}{c|c|c|c|c} U, \text{ В} & 0 & 0,4 & 0,8 & 1,2 \\ \hline I, \text{ А} & 0 & 0,4 & 0,8 & 1,2 \end{array}$$

$$2. \begin{array}{c|c|c|c|c} U, \text{ В} & 0 & 0,4 & 0,8 & 1,2 \\ \hline I, \text{ А} & 0 & 0,2 & 0,4 & 0,6 \end{array}$$

$$3. \begin{array}{c|c|c|c|c} U, \text{ В} & 0 & 0,4 & 0,8 & 1,2 \\ \hline I, \text{ А} & 0 & 0,1 & 0,2 & 0,3 \end{array}$$

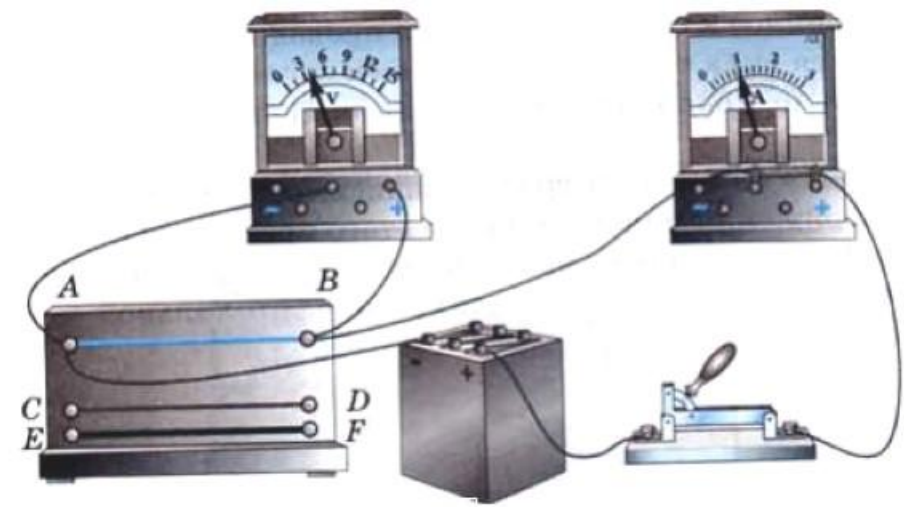
$$1. \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_3}{I_3} = 1$$

$$2. \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_3}{I_3} = 2$$

$$3. \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_3}{I_3} = 4$$

1. Медный  
2. Железный  
3. Никелиновый

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



**Выводы:** 1. Напряжение прямо пропорционально силе тока  $U \sim I$ .  
2. Сопротивление определяется формулой :  
3. Чем больше  $R$ , тем меньше  $I$ .

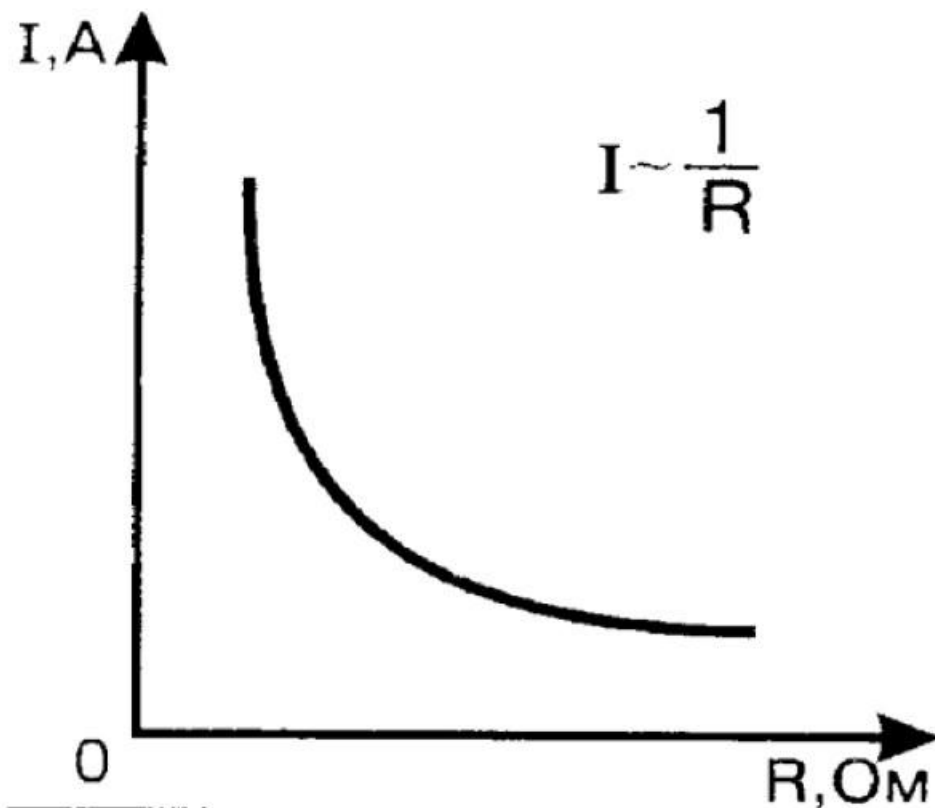
## О чем же говорит этот опыт?

- **Как видно, включение последовательно проводников с различными веществами приводит к уменьшению силы тока в цепи.**

**Вывод: Следовательно, проводники влияют на силу тока: принято говорить – оказывают сопротивление току.**

# Вывод.

- ➔ Очевидно, что тот проводник обладает большим сопротивлением, в котором проходит меньший ток.



# Определение

Свойство проводников ограничивать  
силу тока в цепи, т. е.

противодействовать электрическому  
току, называют электрическим

**сопротивлением.**





**Ом Георг Симон (1787 – 1854) – немецкий физик, член – корреспондент Берлинской А.Н. Занимался исследованиями в области электричества, акустики, оптики.**

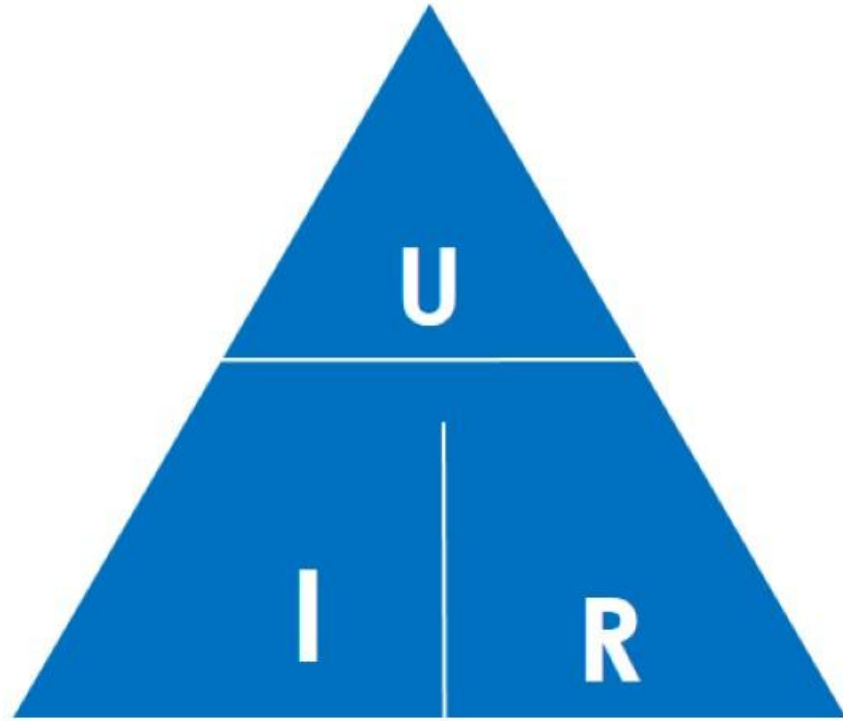
**Экспериментально открыл в 1826 г. основной закон электрической цепи, связывающий между собой силу тока, напряжение и сопротивление (закон Ома).**



Это выражение называется  
законом Ома для участка цепи



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



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

$$U = I * R$$

Закон Ома гласит:

Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению

## Единица измерения сопротивления

► За единицу сопротивления в международной системе единиц (СИ) принимают 1 Ом - сопротивление такого проводника, в котором при напряжении на концах 1 вольт сила тока равна 1 амперу.

► Кратко это записывают так:

► [R]      1 Ом = 1 В / 1 А





# В СИ применяют и другие единицы сопротивления:

- миллиом (мОм),
- килоом (кОм),
- мегаом (МОм).
- $1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом};$
- $1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом};$
- $1 \text{ МОм} = 1000 \text{ 000 Ом}.$
- В той же системе единиц удельное сопротивление выражается в Ом-метрах ( $\text{Ом} \cdot \text{м}$ ).



$U=110\text{ В}$   
 $R=5\text{ Ом}$   
 $I=22\text{ А}$

ПУСК

$U=24\text{ В}$   
 $I=2\text{ А}$   
 $R=12\text{ Ом}$

ПУСК

$U=360\text{ В}$   
 $I=5\text{ А}$   
 $R=72\text{ Ом}$

ПУСК

$I=4\text{ А}$   
 $R=3\text{ Ом}$   
 $U=12\text{ В}$

ПУСК

$U=24\text{ В}$   
 $R=3\text{ Ом}$   
 $I=8\text{ А}$

ПУСК



$I=12\text{ В}$   
 $R=300\text{ Ом}$   
 $U=3600\text{ В}$

ПУСК

# Закон Ома

# РАЗМИНКА

разгадайте анаграммы и найдите лишнее понятие в каждом столбце.

\* 1. МЕРАПЕРМТ, АТАБОР, ПИНЖАРЕНЕ, ТОЛЬТЕВРМ.

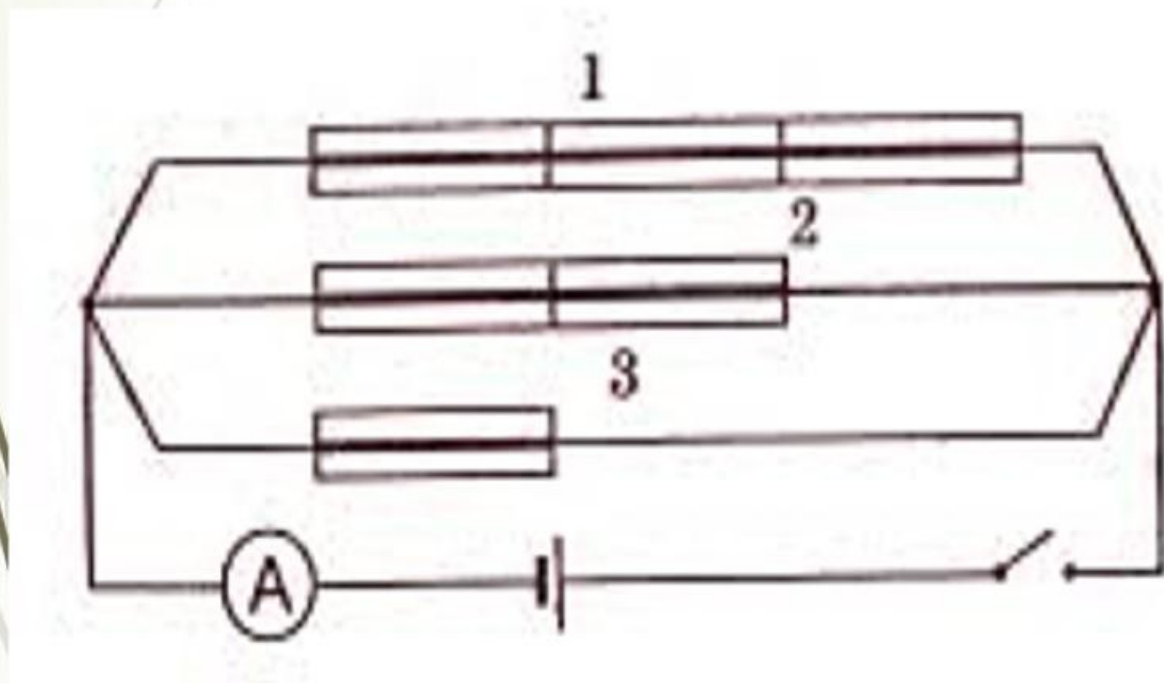
\* 2. ИЛСА ОТКА, ЯЗДАР, РЯМЕВ, НЕЕИРОСПТИЛОВ.

\* 3. ЛЬВОТ, ЛУНКО, ТЮНЬОН, ПАМЕР.



# Геометрические параметры проводников.

- Длина
- Площадь поперечного сечения



# Эксперимент с разными длинами проводника

## Вывод:

- **Сила тока (а значит, и сопротивление) зависит от длины проводника.**
- **Чем больше длина проводника, тем сила тока меньше, следовательно сопротивление больше.**
- **т.е. сопротивление проводника прямо пропорционально его длине.**

# Электрическое сопротивление зависит от:



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

$\rho$  – удельное сопротивление  
проводника

$$[\rho] = \frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мм}^2}{1 \text{ м}}$$

R – электрическое сопротивление

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

## **Вывод:**



- ➔ Объединив результаты проведенного экспериментального исследования, можно сказать, что сопротивление проводника прямо пропорционально длине проводника, обратно пропорционально площади его поперечного сечения и зависит от материала, из которого он изготовлен.**

# Формула для определения сопротивления:



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

- $R$  – сопротивление проводника (Ом)
- $l$  - длина проводника ( м ),
- $S$  - площадь поперечного сечения (кв.м ),
- $\rho$  (  $\rho_0$  ) - удельное сопротивление (Ом м ).

$$l = \frac{RS}{\rho}$$

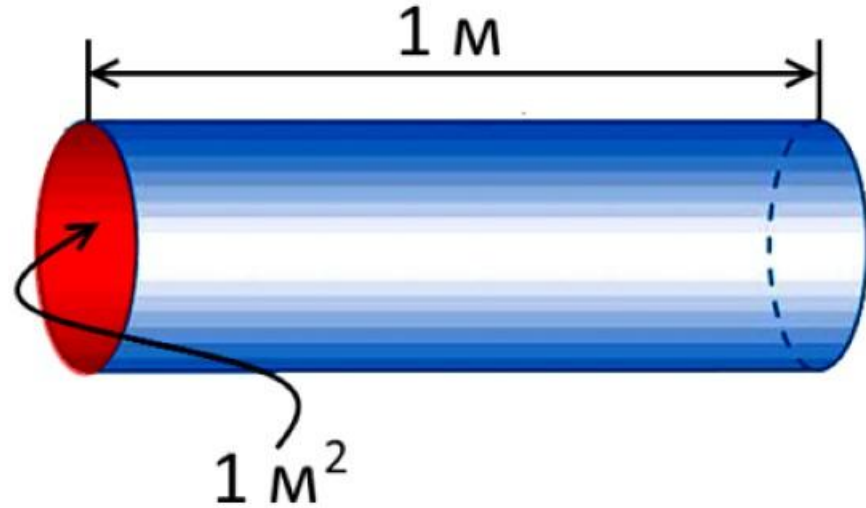
$$S = \frac{\rho l}{R}$$

$$\rho = \frac{RS}{l}$$



# Удельное сопротивление

Буквой  $\rho$  мы обозначили величину, характеризующую материал проводника. Эта величина называется **удельным сопротивлением**. Оно равно сопротивлению проводника, изготовленного из данного материала, длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 квадратный метр.



## 12. Удельное сопротивление



Вещество	$\rho$ , (Ом $\times$ $\text{мм}^2$ )/м	Вещество	$\rho$ , (Ом $\times$ $\text{мм}^2$ )/м
Алюминий . . . . .	0,028	Сталь . . . . .	0,15
Вольфрам . . . . .	0,055	Цинк . . . . .	0,06
Железо . . . . .	0,10	Константан . . . . .	0,5
Медь . . . . .	0,017	Никелин . . . . .	0,4
Платина . . . . .	0,1	Никель . . . . .	0,45
Ртуть . . . . .	0,96	Нихром . . . . .	1,1
Свинец . . . . .	0,21	Раствор серной кислоты (10%) . . . . .	25 000
Серебро . . . . .	0,016		

## Ответим на вопросы!

- **Что называют электрическим сопротивлением?**
- **Какой буквой обозначают электрическое сопротивление?**
- **От чего зависит электрическое сопротивление?**
- **В каких единицах измеряют электрическое сопротивление?**
- **Какие металлы обладают наименьшим удельным сопротивлением?**

**Решите задачи:**

**Задача 1.** В электрической цепи амперметр показывает 3 А, а вольтметр 6 В. Чему равно сопротивление резистора?

**Задача 2.** Сила тока электрической лампы 0,5 А, сопротивление спирали 10 Ом. Найти напряжение на концах спирали.

**Сколько метров никелиновой проволоки сечением  $0,1 \text{ мм}^2$  потребуется для изготовления проводника с сопротивлением  $180 \text{ Ом}$ ?**

**Дано:**

$$S = 0,1 \text{ мм}^2$$

$$R = 180 \text{ Ом}$$

$$\rho = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

**$l$  - ?**

**Решение.**

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

$$l = \frac{180 \cdot 0,1}{0,4} = 45 \text{ м}$$

$$[l] = \left[ \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2 \cdot \text{м}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \right] = [\text{м}]$$

**Ответ:  $l = 45 \text{ м}$ .**



**Сила тока в спирали электрического кипятильника 4А.  
Определите сопротивление спирали, если напряжение  
на клеммах кипятильника 220В**

**Дано:**

$$I = 4A$$

$$U = 220B$$

**R - ?**

**Решение.**

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

$$R = \frac{220 B}{4 A} = 55 Ом$$

**Ответ: R = 55 Ом.**



**Определите силу тока, проходящего через проводник, изготовленный из константановой проволоки длиной 50 м и площадью сечения 1 мм<sup>2</sup>, если напряжение на зажимах реостата равно 45В.**

**Дано:**

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

$$l = 50 \text{ м}$$

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$U = 45 \text{ В}$$

$$I = ?$$

**Решение.**

$$R = \frac{U}{I}, \text{ с другой стороны } R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\text{тогда } \frac{U}{I} = \frac{\rho l}{S} \quad I = \frac{US}{\rho l}$$

$$[I] = \left[ \frac{\text{В} \cdot \text{мм}^2 \cdot \text{м}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2 \cdot \text{м}} = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \frac{\text{В} \cdot \text{А}}{\text{В}} \right] = [\text{А}]$$

$$I = \frac{45 \cdot 1}{0,5 \cdot 50} = 1,8 \text{ А}$$

**Ответ:  $I = 1,8 \text{ А}$**



# Назови приборы

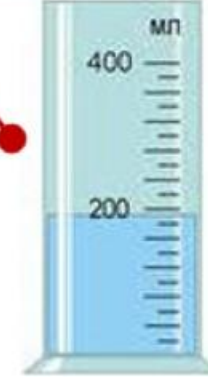
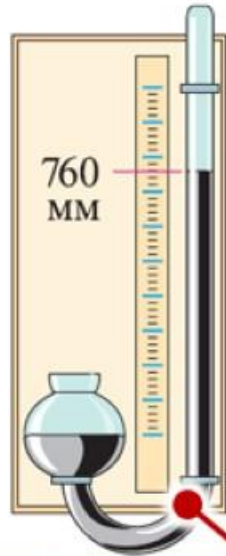
# Физическую величину измерения

секундомер

амперметр

термометр

мензурка



динамометр

авометр

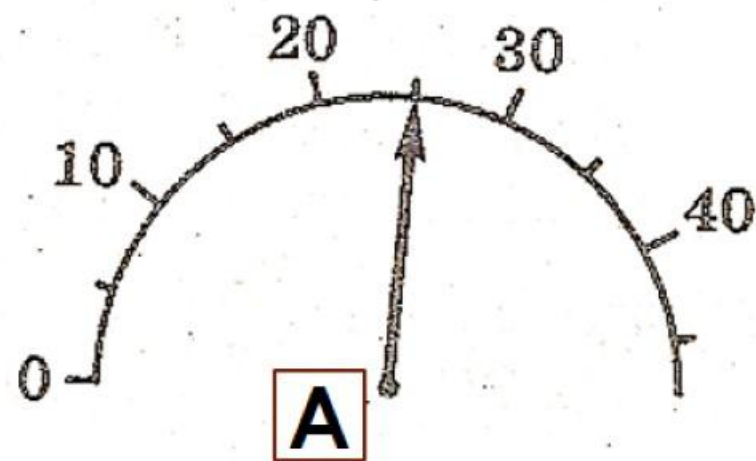
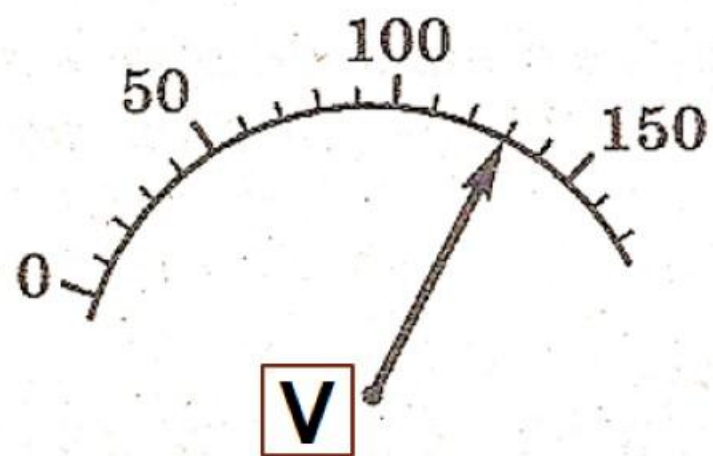
барометр

вольтметр

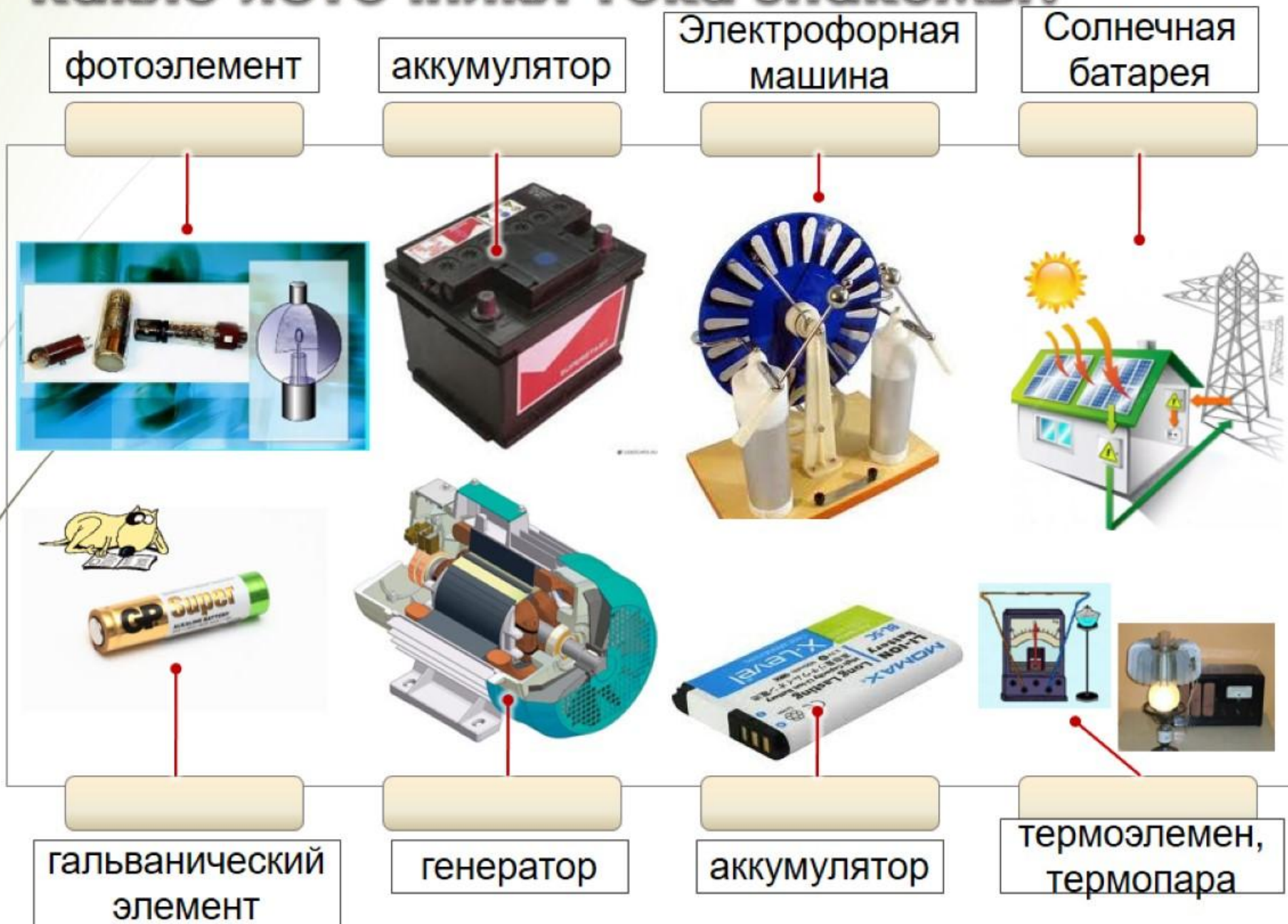
Единица измерения в СИ



# Определите цену деления и показания прибора



# Какие источники тока знакомы?



# Элементы электрической цепи

