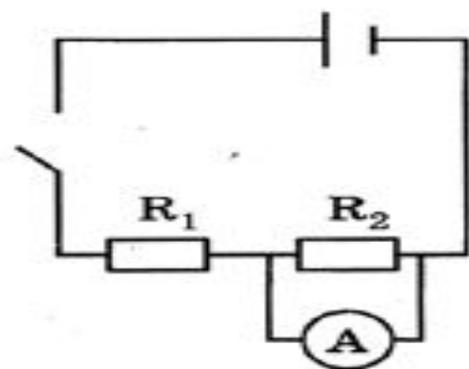
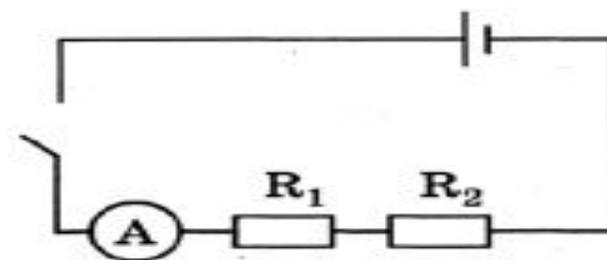


# Найди ошибку

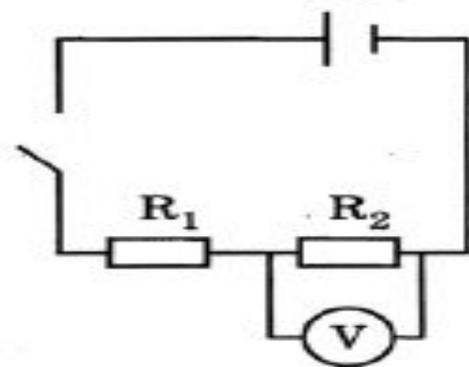
1)



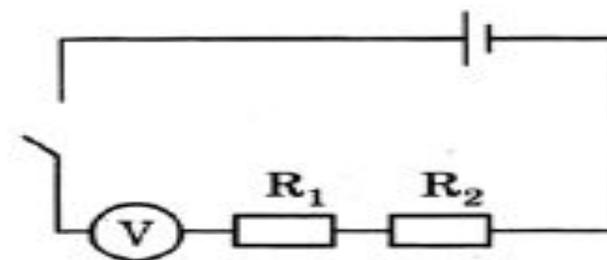
3)



2)



4)



# Электрический ток в металлах.

## Цели обучения:

10.4.3.1 - описывать электрический ток в металлах и анализировать зависимость сопротивления от температуры;

## Цели урока:

- определение носителей электрического тока в металлах;
- исследовать зависимость сопротивления проводника от разных физических величин;
- объяснить температурную зависимость удельного сопротивления.

# Критерии успеха

- **Учащиеся могут:**

- ❖ Определить текущие носители по металлам
- ❖ Определить удельное сопротивление и применить закон Ома
- ❖ Понимать взаимосвязь между сопротивлением и удельным сопротивлением и уметь использовать сопротивление в решении проблем схемы
- ❖ Уметь использовать температурный коэффициент удельного сопротивления для решения проблем, связанных с изменением температуры.

## Электрический ток в металлах.

Металлы являются проводниками, потому что они имеют «свободные» электроны, которые не связаны с атомами металла.

В кубическом метре типичного проводника примерно  $10^{28}$  свободных электронов, движущихся с типичными скоростями  $1\ 000\ 000$  м / с ...

... но электроны движутся в случайных направлениях, и нет чистого потока заряда, пока вы не приложите электрическое поле.

# Сопротивление

## ТОК В ПРОВОДНИКЕ:

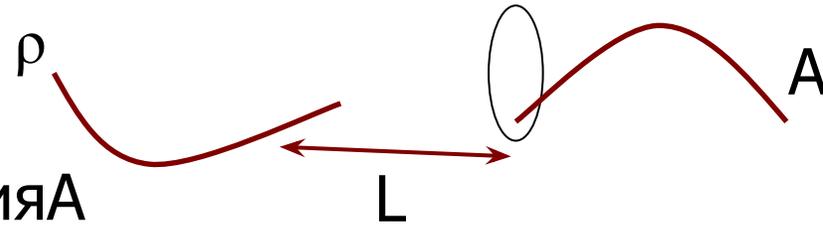
- длина  $L$ ,
- площадь поперечного сечения  $A$
- Удельное сопротивление  $\rho$

начать с  $E = \rho J$

$$V = EL = \rho JL = \rho \frac{I}{A} L = IR$$

## Закон Ома

$$V = IR$$



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

## Сопротивление проводника ,

$$\frac{V}{A} = \Omega \text{ (Ohm)}$$

# Сопротивление

- сопротивление провода измеряет, как легко заряд протекает через него

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

- чем длиннее провод, тем труднее протолкнуть через него электроны
- чем больше площадь поперечного сечения, тем легче протолкнуть через него электроны
- чем больше удельное сопротивление, тем «тяжелее» электронам двигаться в материале

**Различать:**

**Удельное сопротивление = свойство материала**

**Сопротивление = свойство устройства**

Пример: Предположим, вы хотите подключить стерео к удаленным динамикам.

(а) Если каждый провод должен быть длиной 20 м, какой диаметр медного провода следует использовать, чтобы сделать сопротивление 0,10  $\Omega$  на провод.

$$R = \rho L / A$$

$$A = \rho L / R$$

$$A = \pi (d/2)^2$$

геометрия!

$$\pi (d/2)^2 = \rho L / R$$

$$(d/2)^2 = \rho L / \pi R$$

$$d/2 = (\rho L / \pi R)^{1/2}$$

не пропустите шаги!

$$d = 2 (\rho L / \pi R)^{1/2}$$

$$d = 2 \left[ (1.68 \times 10^{-8}) (20) / \pi (0.1) \right]^{1/2} \text{ m}$$

$$d = 0.0021 \text{ m} = 2.1 \text{ mm}$$

(b) Если ток для каждого динамика составляет 4,0 А, каково падение напряжения на каждом проводе?

$$V = I R$$

$$V = (4.0) (0.10) \text{ V}$$

$$V = 0.4 \text{ V}$$

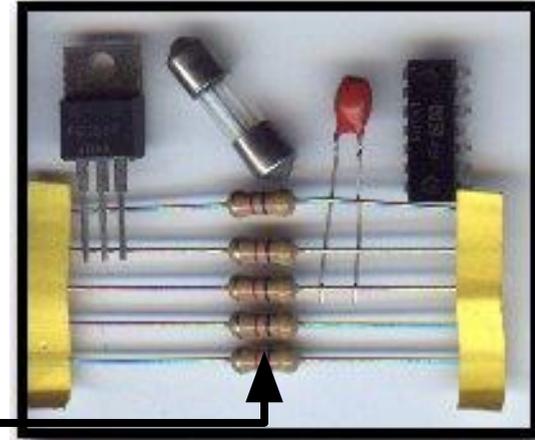
# Резисторы в цепях

- символ, который мы используем для «резистора»:



- в принципе, каждый **компонент схемы** имеет некоторое сопротивление
- все провода имеют сопротивление
- для **эффективности** мы хотим, чтобы провода имели низкое сопротивление в **идеализированных** задачах, считают сопротивление провода **нулевым**
- лампы, батареи и другие устройства в цепях также имеют сопротивление

Резисторы часто намеренно используются в цепях. На рисунке показана полоса из пяти резисторов (вы отрываете бумагу и впаиваете резисторы в цепи).

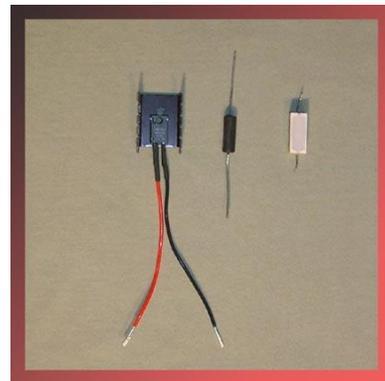


Маленькие цветные полосы на резисторах имеют значение.

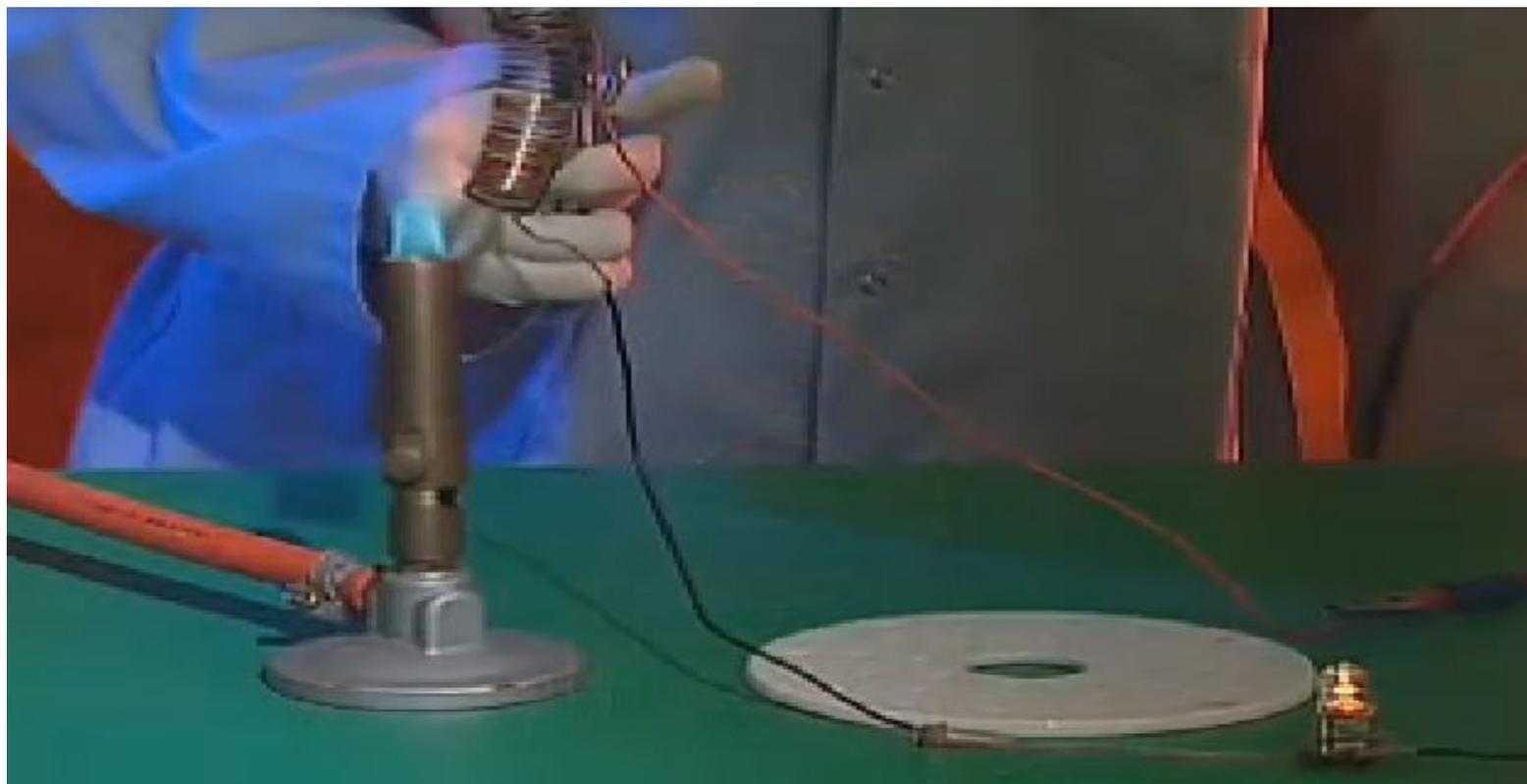
1. <http://www.dannyg.com/examples/res2/resistor.htm>

2.

<http://www.digikey.com/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-resistor-color-code-4-band>



**Если металл нагреется, что изменится с лампой**



# Температурная зависимость удельного сопротивления

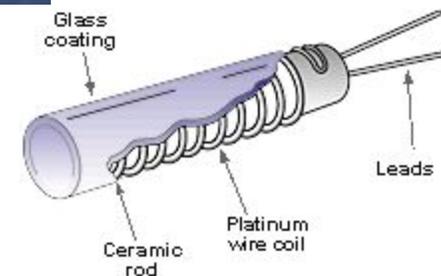
Многие материалы имеют удельные сопротивления, которые зависят от температуры. Мы можем смоделировать \* эту температурную зависимость уравнением вида

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)],$$

где  $\rho_0$  - удельное сопротивление при температуре  $T_0$ , а  $\alpha$  - температурный коэффициент удельного сопротивления.

\*  $T_0$  - контрольная температура, часто принимаемая за  $0^\circ \text{C}$  или  $20^\circ \text{C}$ . Это приближение можно использовать, если диапазон температур «не слишком велик», то есть  $100^\circ \text{C}$  или около того.

Термометры сопротивления из углерода (недорого) и платины (дорого) широко используются для измерения очень низких температур.



Пример: к образцу прикреплен термометр сопротивления углерода в форме цилиндра длиной 1 см и диаметром 4 мм. Термометр имеет сопротивление 0,030 Ω. Какова температура образца?

Это исходное уравнение:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

Мы можем посмотреть удельное сопротивление углерода при 20 ° C.

Мы используем размеры термометра для расчета удельного сопротивления, когда сопротивление составляет 0,03 Ω, и напрямую используем приведенное выше уравнение.

Или мы можем переписать уравнение в терминах или R. Давайте сначала сделаем расчет, используя удельное сопротивление.

Пример: к образцу прикреплен термометр сопротивления углерода в форме цилиндра длиной 1 см и диаметром 4 мм. Термометр имеет сопротивление 0,030 Ω. Какова температура образца?

Удельное сопротивление углерода при 20 °С составляет

$$\rho_0 = 3.519 \times 10^{-5} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

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

$$\rho(R) = \frac{RA}{L}$$

$$\rho(R = 0.03) = \frac{(0.03)(\pi \cdot 0.002^2)}{(0.01)} = 3.7699 \times 10^{-5} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

Пример: к образцу прикреплен термометр сопротивления углерода в форме цилиндра длиной 1 см и диаметром 4 мм. Термометр имеет сопротивление 0,030Ω. Какова температура образца?

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad \alpha = -0.0005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha(T - T_0) = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$$

$$T = T_0 + \frac{1}{\alpha} \left( \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \right)$$

$$T = 20 + \frac{1}{-0.0005} \left( \frac{3.7699 \times 10^{-5}}{3.519 \times 10^{-5}} - 1 \right) = -122.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Пример: к образцу прикреплен термометр сопротивления углерода в форме цилиндра длиной 1 см и диаметром 4 мм. Термометр имеет сопротивление 0,030Ω. Какова температура образца?

В качестве альтернативы, мы можем использовать удельное сопротивление углерода при 20 °С , чтобы рассчитать сопротивление при 20 °С .

$$T_0 = 20^\circ\text{C} \quad \rho_0 = 3.519 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m} \quad L = 0.01 \text{ m} \quad r = 0.002 \text{ m}$$

$$R_0 = \frac{\rho_0 L}{\pi r^2} = 0.02800 \Omega$$

Это сопротивление при 20 ° С.

Пример: к образцу прикреплен термометр сопротивления углерода в форме цилиндра длиной 1 см и диаметром 4 мм. Термометр имеет сопротивление 0,030Ω. Какова температура образца?

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$\frac{RA}{L} = \frac{R_0 A_0}{L_0} [1 + \alpha(T - T_0)]$$

Если мы предположим,  $A/L = A_0/L_0$ , затем

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

Пример: к образцу прикреплен термометр сопротивления углерода в форме цилиндра длиной 1 см и диаметром 4 мм. Термометр имеет сопротивление 0,030 Ω. Какова температура образца?

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

$$\alpha (T - T_0) = \frac{R}{R_0} - 1$$

$$T = T_0 + \frac{1}{\alpha} \left( \frac{R}{R_0} - 1 \right)$$

$$T = 20 + \frac{1}{-0.0005} \left( \frac{.030}{.028} - 1 \right) = -122.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Результат очень близок к значительным показателям удельного сопротивления и  $\alpha$