

Тема урока:  
«Электрическое  
сопротивление  
проводника.  
Удельное  
сопротивление.»»



## Цель урока:

- Выявить зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и рода материала.



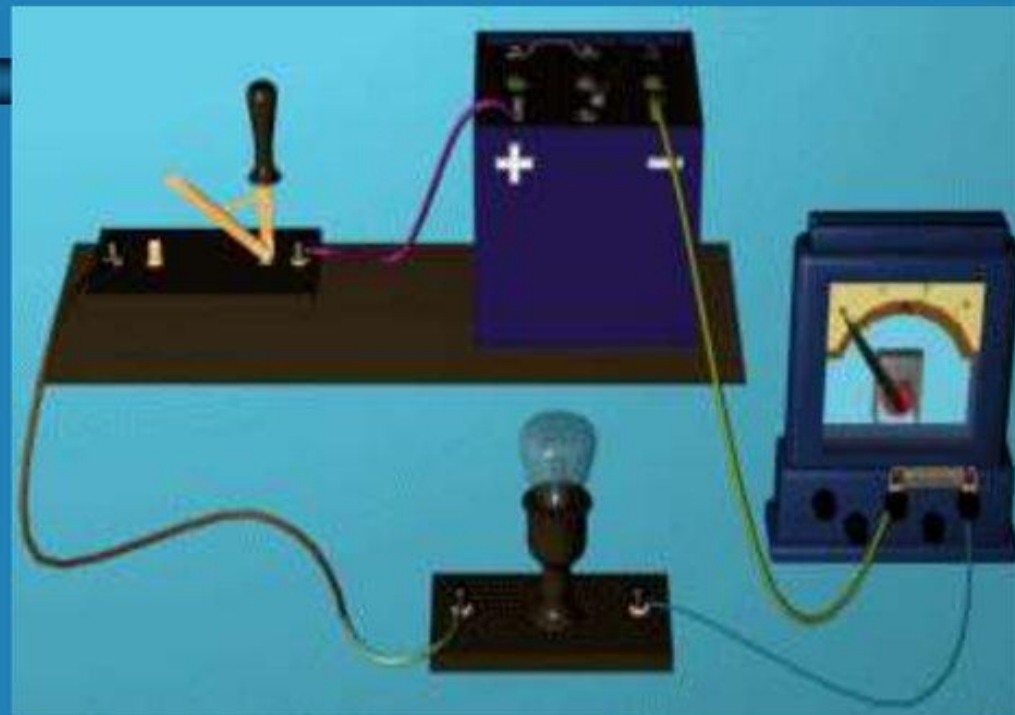
## **Проведем опыт**

- **Соберем электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных источника тока, амперметра, лампы и ключа.**
- **При замыкании цепи лампочка начинает ярко светить, а амперметр показывает некоторое значение силы тока.**



# Далее

- **1. Подключим последовательно с лампочкой никелиновую проволоку.**
- **2. Вместо никелиновой проволоки включим в цепь такую же по размерам проволоку из нихрома.**
- **3. Включим катушку с большим числом витков тонкой медной проволоки.**



## Что видим?

- В первом случае лампочка светит более тускло, а сила тока в цепи уменьшается.
- Во втором случае лампочка светит совсем тускло, а амперметр показывает еще меньшую силу тока.
- В третьем случае лампочка светит тускло, а сила тока становится меньше.



## **О чем же говорит этот опыт?**

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



## Электрическое сопротивление

- мера противодействия проводника установлению в нём электрического тока.

Обозначение: **R**.

Единица измерения:

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

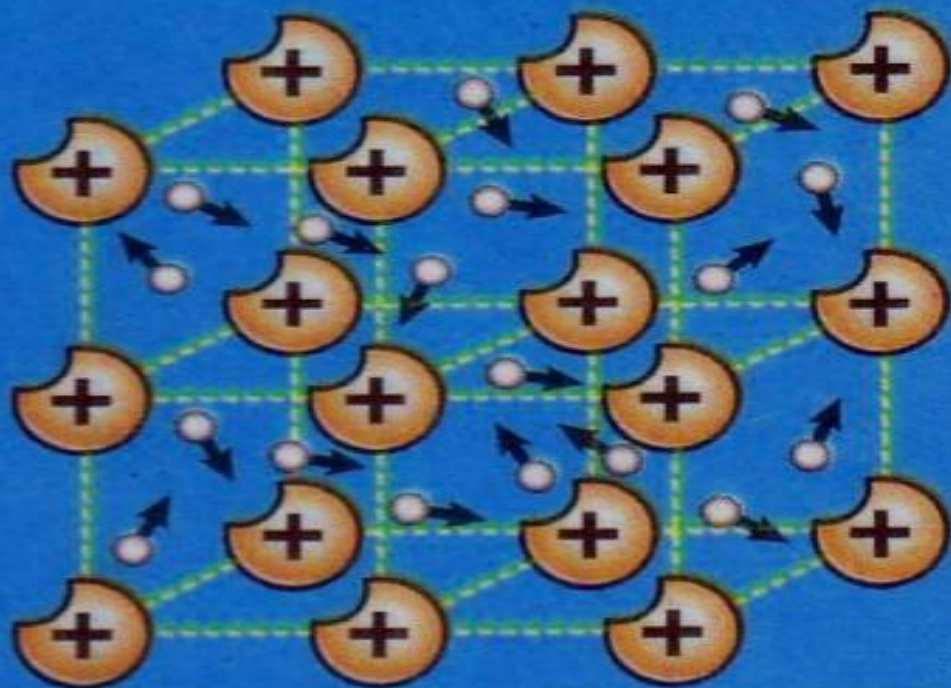
Формула:

$$R = U / I$$



Ом Георг Симон  
(1787-1854 гг.)  
немецкий физик

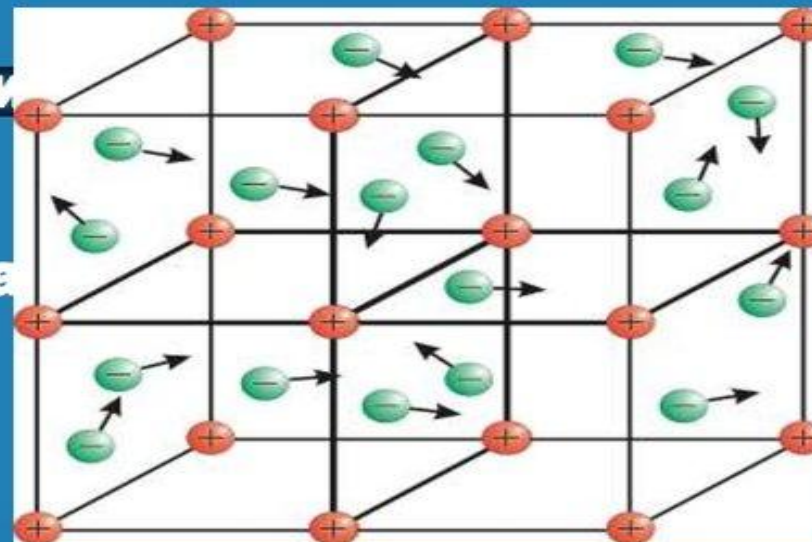
# Из-за чего возникает сопротивление?





## В чем причина сопротивления?

- **Электроны взаимодействуют с ионами кристаллической решетки металла. При этом замедляется упорядоченное движение электронов и сквозь поперечное сечение проводника проходит за 1 с меньшее их число. Соответственно уменьшается и переносимый электронами за 1 с заряд, т. е. уменьшается сила тока.**





## Единица измерения сопротивления

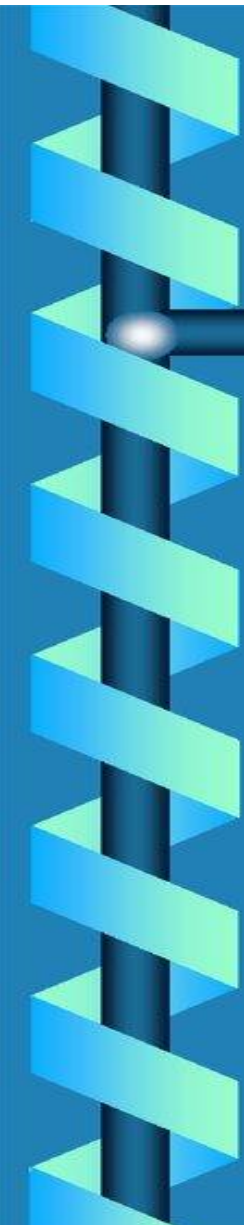
- За единицу сопротивления в международной системе единиц (СИ) принимают **1 Ом** - сопротивление такого проводника, в котором при напряжении на концах **1 вольт** сила тока равна **1 амперу**.
- Кратко это записывают так:
- **$1 \text{ Ом} = 1 \text{ В} / 1 \text{ А}$**



## Применяют и другие единицы сопротивления:

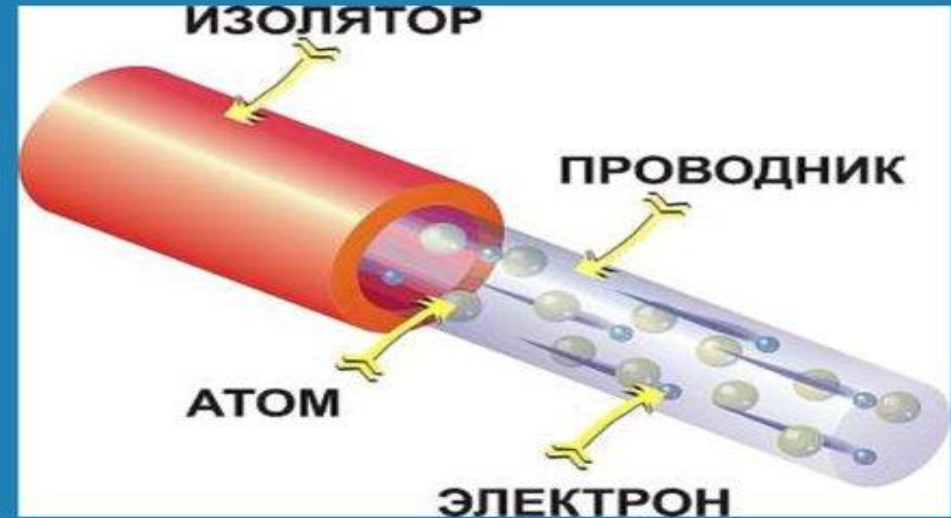
- миллиом (мОм),
- килоом (кОм),
- мегаом (МОм).
- $1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом}$ ;  $1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом}$ ;  
 $1 \text{ МОм} = 1000 \text{ 000 Ом}$ .



- 
- **Опыты говорят не только о том, что проводники обладают сопротивлением, но и о том, что сопротивление разных проводников разное.**

# Вывод....

- Таким образом, каждый проводник как бы противодействует электрическому току, оказывает ему сопротивление.





## **Экспериментальное исследование**

- **Выясним, как зависит сила тока от:**
- **длины проводника;**
- **площади поперечного сечения (толщины) проводника;**
- **материала, из которого изготовлен проводник.**



# 1. Зависимость сопротивления проводника от его длины.

$$S_1 = S_2 = S$$

*нихром*

*l*

---

*R*

*2l*

---

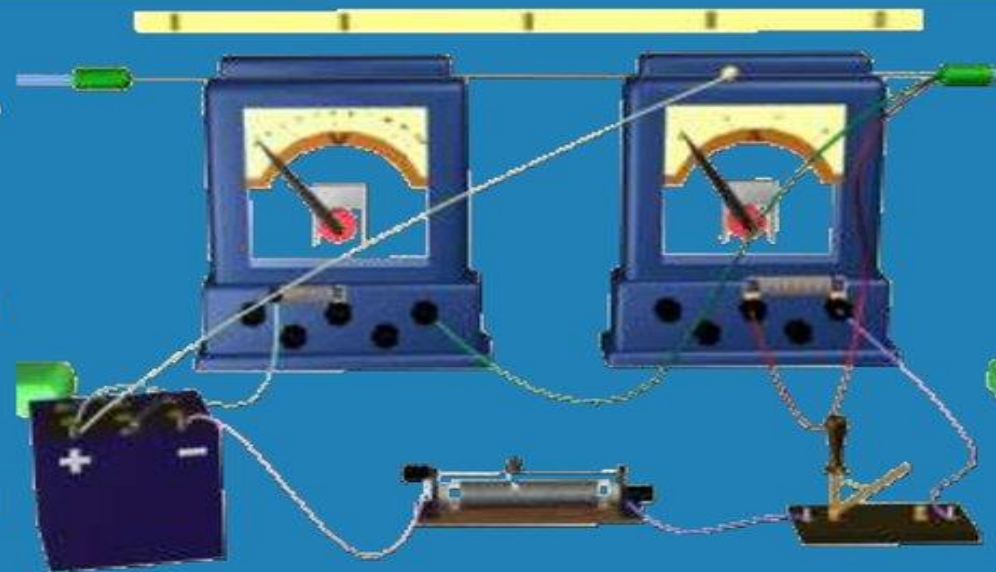
*2R*

Таким образом, сопротивление проводника зависит прямо пропорционально от длины.

$$R \sim l$$

## Будем изменять длину проводника

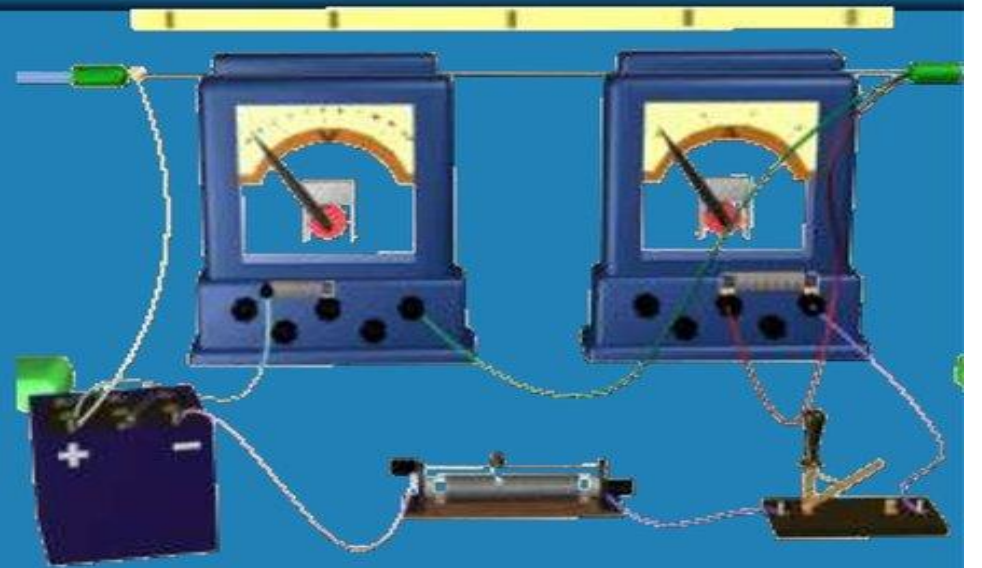
- Измеряем силу тока и напряжение в первом случае, затем при увеличении длины проводника в два раза, а затем при увеличении длины в три раза и в четыре раза





## 2. Будем менять толщину (площадь поперечного сечения) проводника

- 1. Берем никелиновый проводник длиной 1 м и включим его в цепь.
- 2. Затем подключим проводник такой же длины из того же материала, но с площадью поперечного сечения в 2 раза больше. Видим: сила тока стала в 2 раза больше.
- 3. Подключив точно такой же третий проводник, но с площадью поперечного сечения больше уже в 3 раза, убеждаемся, что и сила тока стала в 3 раза больше.





## 2. Зависимость сопротивления проводника от площади его поперечного сечения.

$S$	$l_1=l_2=l$
—————	нихром
	$R$
$2S$	
—————	$R/2$

Таким образом, сопротивление проводника  
обратно пропорционально площади  
его поперечного сечения.

$$R \sim 1/S$$

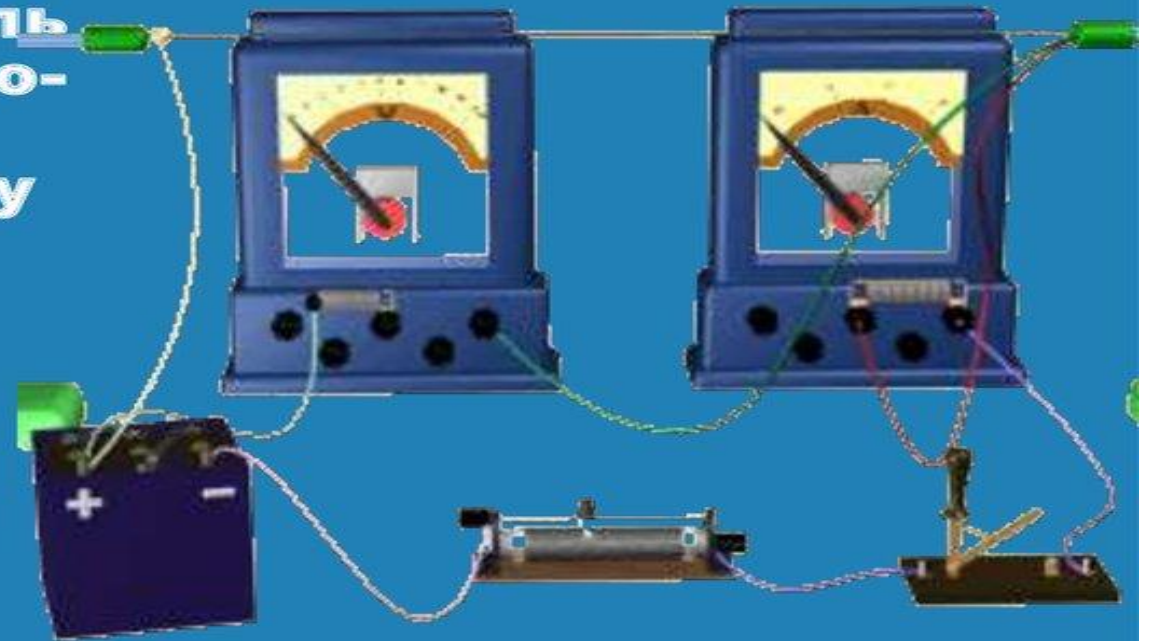
## **Вывод:**

- **чем больше площадь поперечного сечения проводника (при одинаковой длине и одинаковом материале), тем слабее он ограничивает силу тока, т. е. его сопротивление становится меньше. Итак, из опыта следует, что сопротивление проводника обратно пропорционально площади его поперечного сечения.  $R \sim 1/S$**



## Будем брать проводники из железа, алюминия и нихрома

Включаем их в цепь и видим, что они по-разному ограничивают силу тока, т. е. у них сопротивления разные. Следовательно, сопротивление зависит и от материала, из которого сделан проводник.





### 3. Зависимость сопротивления проводника от рода материала.

*$l, S, \text{нихром}$*



$R_1$

$\neq$

*$l, S, \text{сталь}$*



$R_2$

*Очевидно, что сопротивление проводника зависит от рода вещества, из которого изготовлен проводник.*

## Удельное сопротивление проводника -

*это физическая величина, показывающая, каково сопротивление проводника из данного вещества длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1мм<sup>2</sup>*

Обозначение:  $\rho$

Единица удельного сопротивления:

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

## Формула для определения удельного сопротивления

- где  $l$  - длина проводника ( м ),
- $S$  - площадь поперечного сечения ( кв.м ),
- $R$  - сопротивление ( Ом ).

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



**УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ  
СОПРОТИВЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ,  
ОМ·ММ<sup>2</sup>/М**

Серебро	0,016	Никелин	0,40	Нихром (сплав)	1,1
Медь	0,017	Манганин	0,43	Железо	0,10
Золото	0,024	Константан	0,50	Графит	13
Цинк	0,059	Ртуть	0,98	Фарфор	10 <sup>19</sup>
Вольфрам	0,055	Свинец	0,21	Эбонит	10 <sup>20</sup>



# ВЫВОДЫ:

Сопротивление проводника зависит от:

Длины  
проводника

$$R \sim \ell$$

Площади  
поперечного  
сечения

$$R \sim 1/S$$

Рода  
вещества



Обобщив полученные  
данные:

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

$$RS = \rho l$$

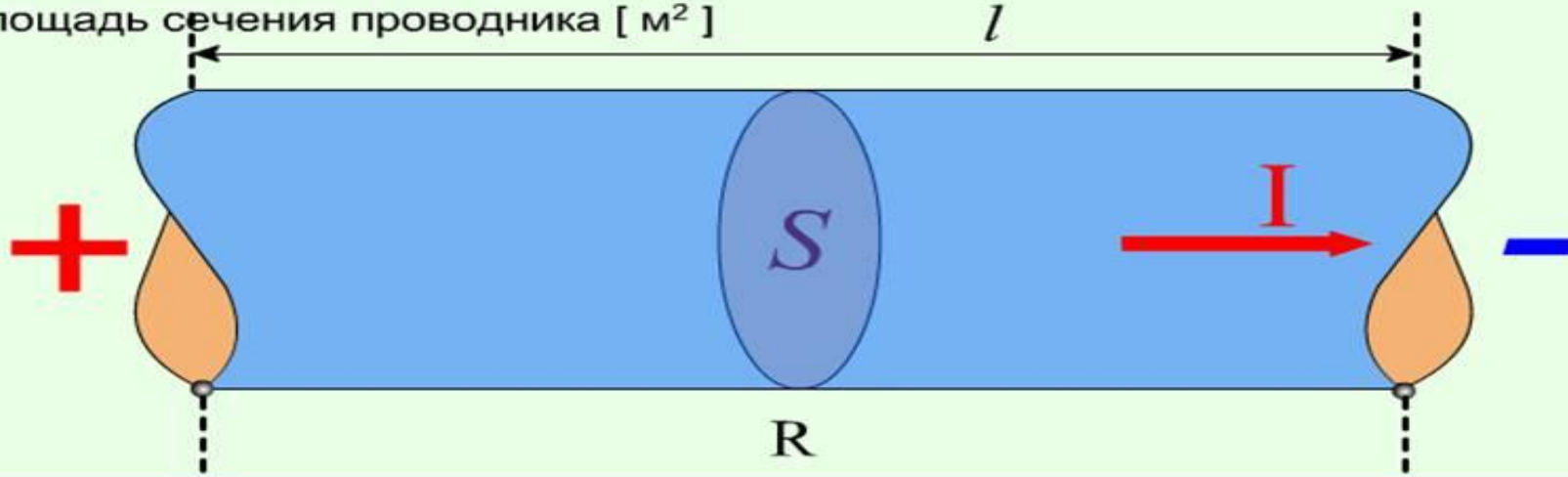
$$\rho = \frac{RS}{l}$$



# Формула для вычисления сопротивления проводника

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

$R$  - электрическое сопротивление проводника [ Ом ]  
 $\rho$  - удельное сопротивление проводника [ Ом·м ]  
 $L$  - длина проводника [ м ]  
 $S$  - площадь сечения проводника [ м<sup>2</sup> ]





## Площадь безопасности Электрическое сопротивление тела человека

Цепь	Электрическое сопротивление, КОм, при напряжении в сети, В		
	127	220	Бол.220
От ладони к тыльной части кисти руки	2,5	0,8	0,65
От ладони к ногам	3,4	1,6	1
От ладони одной руки к ладони другой руки	3,4	1,6	1
От плеча к ноге	2,8	1,2	0,8

## **Вещества с наименьшим удельным сопротивлением**

- **Из всех металлов наименьшим удельным сопротивлением обладают серебро и медь. Следовательно, серебро и медь - лучшие проводники электричества. При проводке электрических цепей используют алюминиевые, медные и железные провода.**





## **Вещества с большим удельным сопротивлением**

- **Во многих случаях бывают нужны приборы, имеющие большое сопротивление. В них используют специально созданные сплавы - вещества с большим удельным сопротивлением. Например, сплав **нихром** имеет удельное сопротивление почти в 40 раз большее, чем алюминий.**



## **Вещества с самым большим удельным сопротивлением**

- **Фарфор и эбонит** имеют такое большое удельное сопротивление, что почти совсем не проводят электрический ток, их используют в качестве изоляторов.

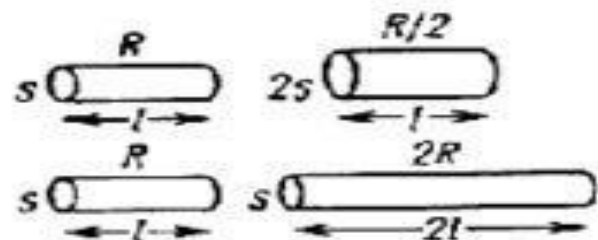


Вещество	Вещество	
<b>Проводники</b>		
Серебро	Углерод	
Медь	Германий	
Золото	Кровь	
Алюминий	Кремний	
Вольфрам	<b>Диэлектрики</b>	
Платина	Полиэтилен	
Сталь	Дерево	
Нихром	Резина	
Ртуть	Стекло	



## Электрическое сопротивление

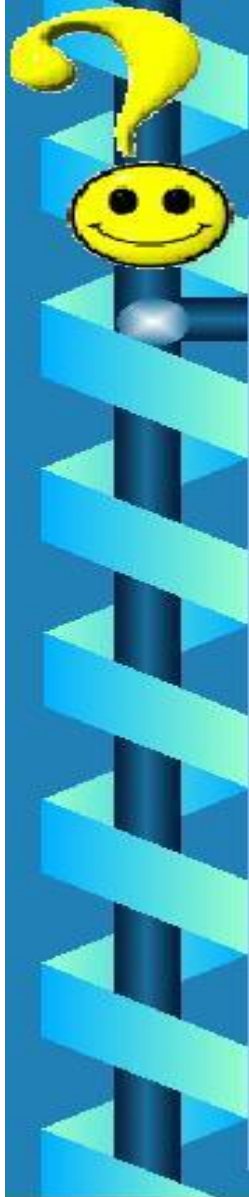
Электрическое сопротивление выражается в омах. 1 Ом — сопротивление проводника при напряжении в 1 В, на концах которого возникает сила тока 1 А:



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

Если  $\rho_{\text{мед}} = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ ,

то значит: медный проводник длиной 1 м, площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup> имеет сопротивление 0,017 Ом.



## Физические задачи:

1. Размеры медного и железного проводов одинаковы.

Сопротивление какого провода больше?

2. Площади поперечных сечений двух стальных проволок с

одинаковыми длинами равны  $0,5$  и

$1 \text{ мм}^2$  Какая из них обладает

меньшим сопротивлением и во

сколько раз?

**№ 3**

**Сила тока в спирали электрического кипятильника 4А.**

**Определите сопротивление спирали, если напряжение на клеммах кипятильника 220В.**

**№ 1**

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



**№ 2**

**Определите силу тока, проходящего через проводник, изготовленный из константановой проволоки длиной 50 м и площадью сечения  $1 \text{ мм}^2$ , если напряжение на зажимах реостата равно 45В.**



## Задача № 3

**Дано:**

$$I = 4A$$

$$U = 220V$$

**R - ?**

**Решение.**

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

$$R = \frac{220V}{4A} = 55Om$$

**Ответ: R = 55 Ом.**

## Задача № 1

**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:**  $l = 45 \text{ м}$ .

## Задача № 2

**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.**

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

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

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

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

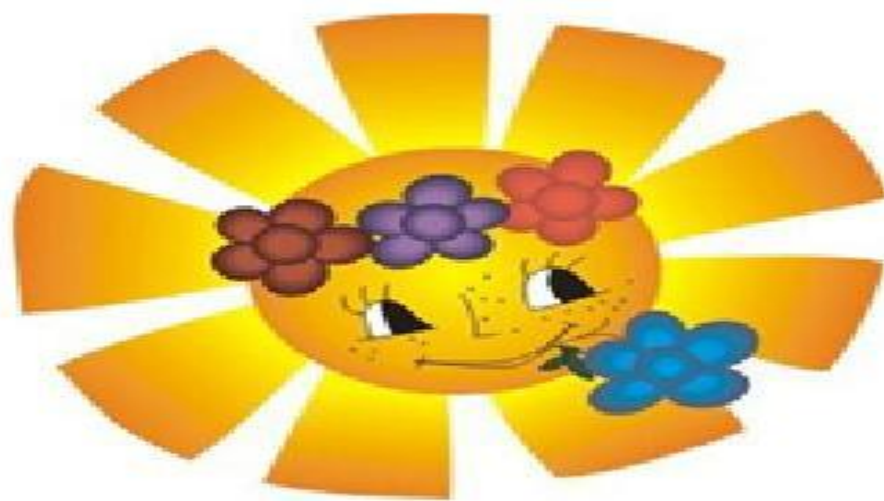
**Ответ:  $I = 1,8 \text{ А}$**



# Сегодня на уроке...

Понял

Узнал



Удивился

Научился