



# Электрическое сопротивление проводников



## Цель урока:

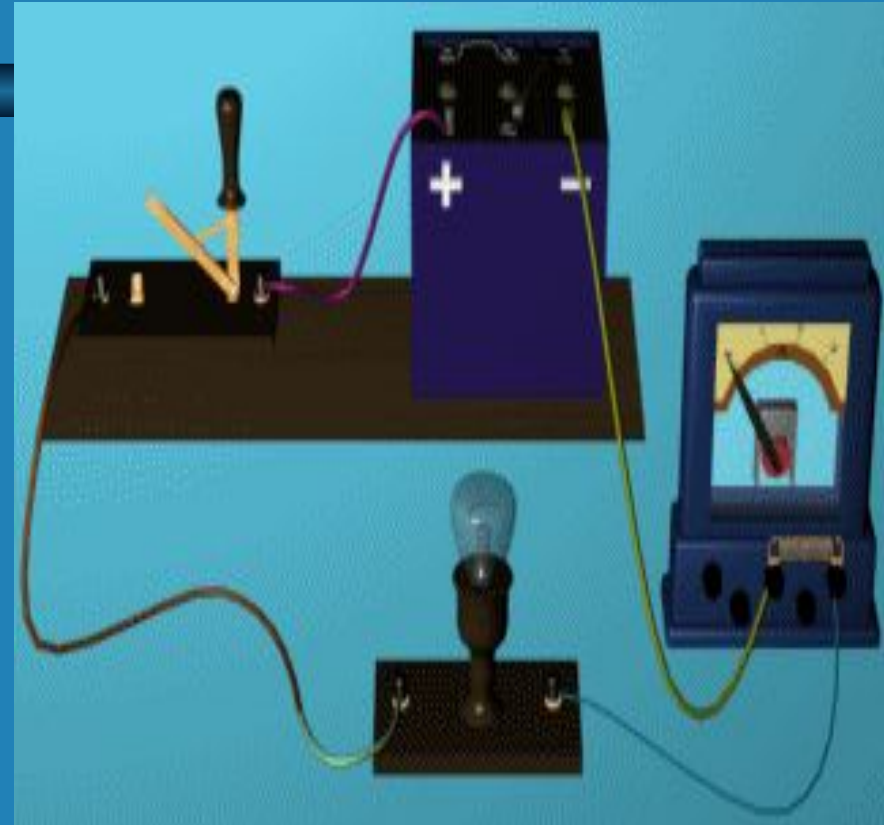
- Изучить новую физическую величину – электрическое сопротивление.
- Выявить зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и рода материала.

# 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

это свойство проводников ограничивать силу тока в цепи, т. е. противодействовать электрическому току, называют электрическим сопротивлением.

Обозначение: **R.**

Единица измерения:

**1 Ом**

**Ом** Георг Симон  
(1787-1854 гг.)

немецкий физик



## 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:
- **$1 \text{ Ом} = 1 \text{ В} / 1 \text{ А}$**

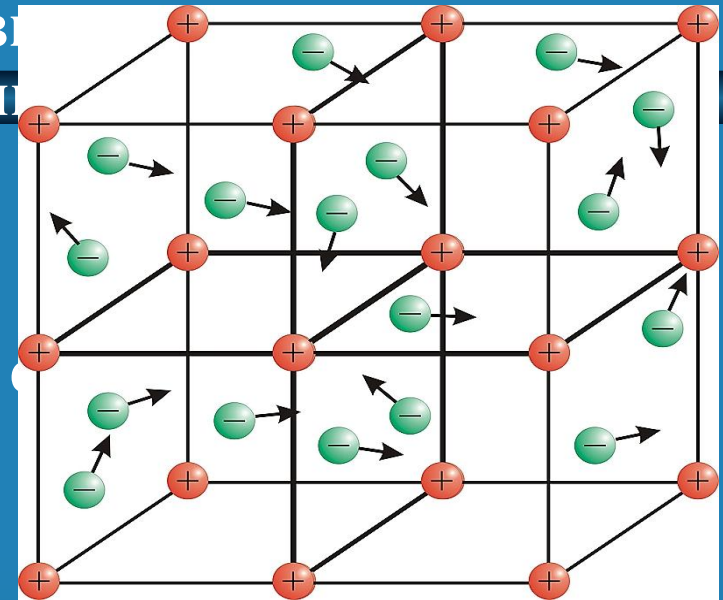


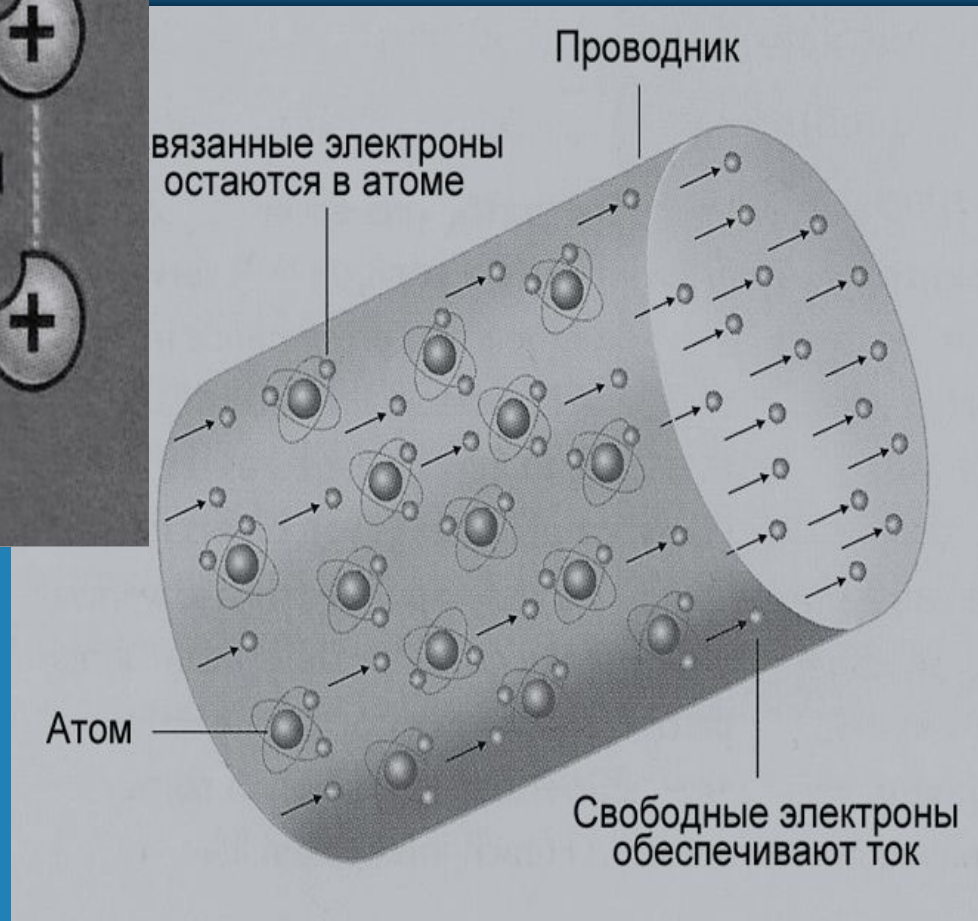
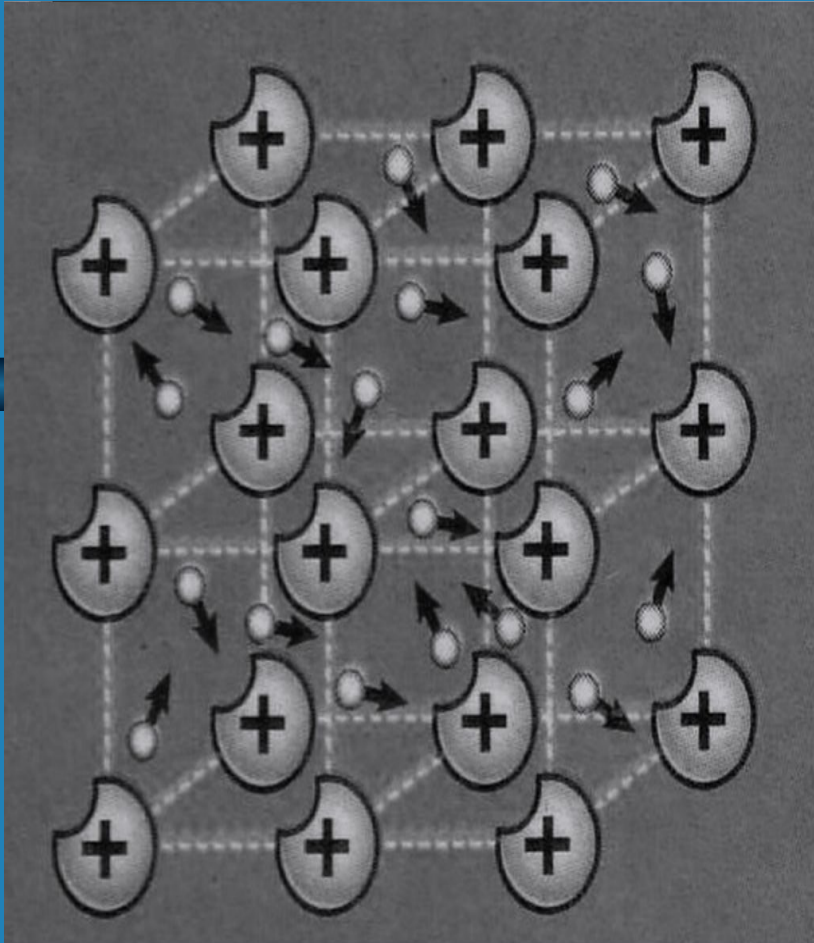
# Применяют и другие единицы сопротивления:


- миллиом (мОм),
- килоом (кОм),
- мегаом (МОм).
- **1 мОм = 0,001 Ом; 1 кОм = 1000 Ом; 1 МОм = 1000 000 Ом.**

# 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 меньше их число. Соответственно уменьшается и переносимый электронами за **1** с заряд, т. е. уменьшается сила тока.

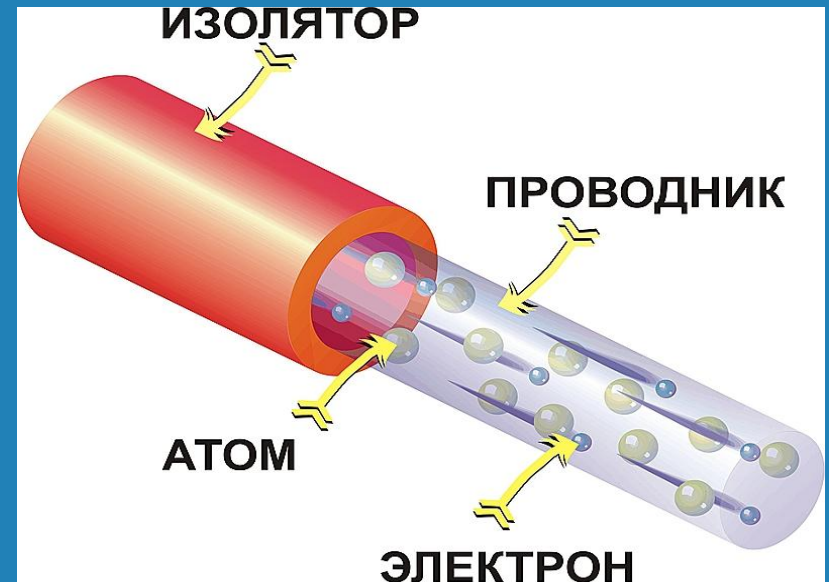




- 
- **Опыты говорят не только о том, что проводники обладают сопротивлением, но и о том, что сопротивление разных проводников разное.**

# Вывод....

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

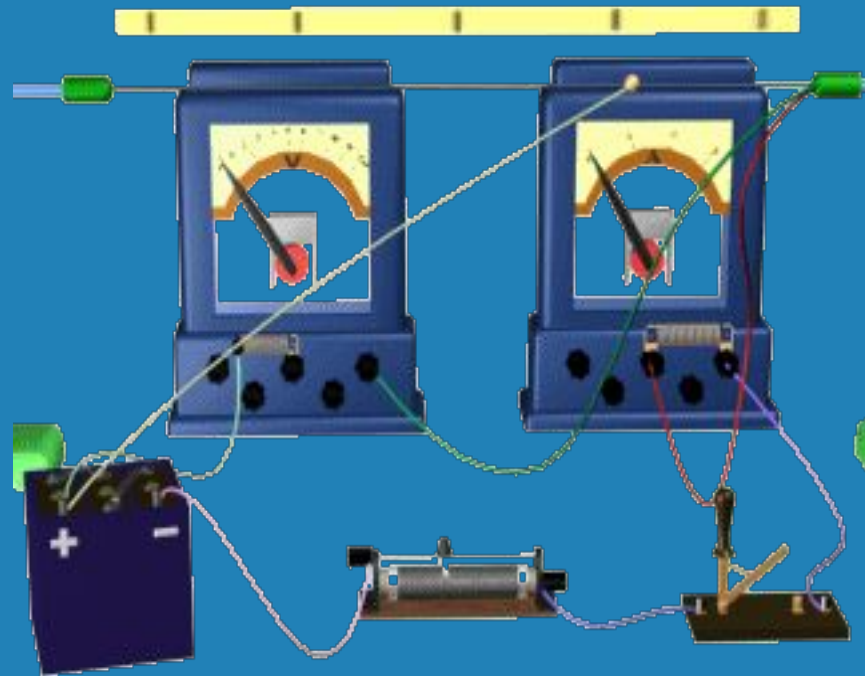


# Экспериментальное исследование

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

# 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



## Зависимость сопротивления проводника от его длины.

$$S_1 = S_2 = S$$

*нихром*

*l*

---

*R*

*2l*

---

*2R*

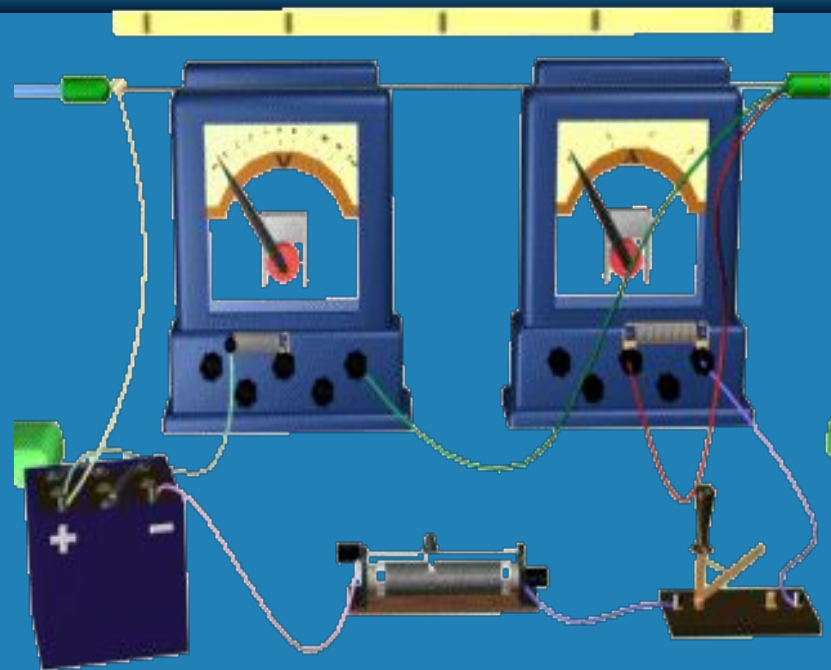
- увеличение длины, проводника в несколько раз при одинаковом напряжении приводит к уменьшению силы тока во столько же раз. Отсюда следует, что **сопротивление проводника прямо пропорционально его длине.**

$$R \sim l$$



## 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.



Зависимость сопротивления проводника от площади его поперечного сечения (толщины).

	$l_1 = l_2 = l$ <i>нихром</i>
$S$ —	$R$
$2S$ —	$R/2$

$$R \sim 1/S$$

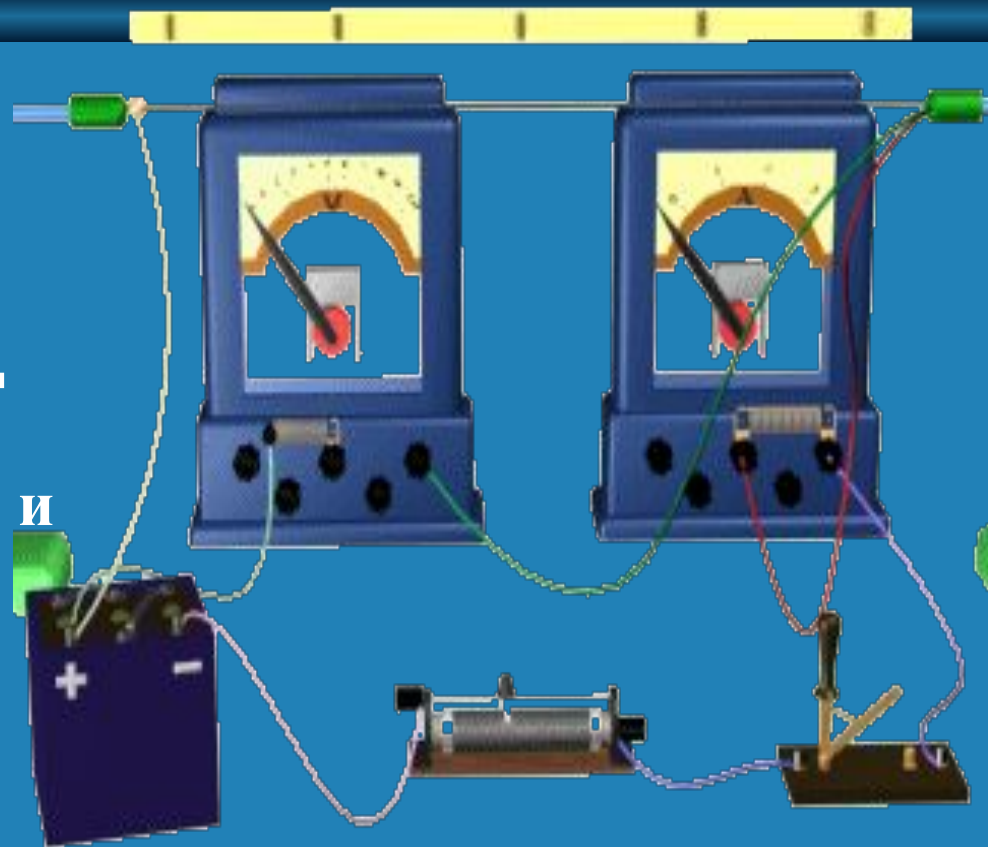
## Вывод:

- 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 ).

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



Обобщив полученные данные:

$$R = \rho \frac{1}{S}$$

$$RS = \rho l$$

$$\rho = \frac{RS}{1}$$





# 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	<b>2,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,65</b>
От ладони к ногам	<b>3,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1</b>
От ладони одной руки к ладони другой руки	<b>3,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1</b>
От плеча к ноге	<b>2,8</b>	<b>1,2</b>	<b>0,8</b>

## 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.

## Задача № 1

**Дано:**

$$S = 0,1 \text{ мм}^2$$

$$R = 180 \text{ Ом}$$

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

1 - ?

**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:**  $l = 45 \text{ м}$ .