

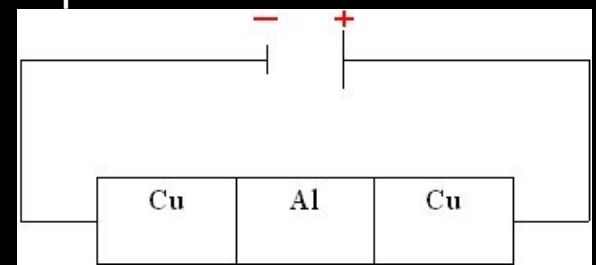
# Электрический ток в металлах



- Электрический ток в металлах – это упорядоченное движение электронов под действием электрического поля. Опыты показывают, что при протекании тока по металлическому проводнику не происходит переноса вещества, следовательно, ионы металла не принимают участия в переносе электрического заряда.

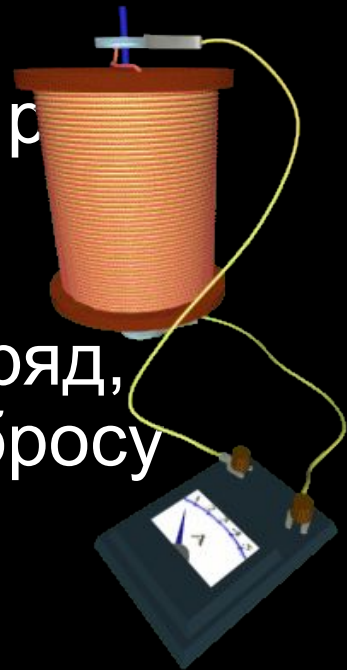
# Опыт К.Рикке

- В этих опытах электрический ток пропускали в течении года через три прижатых друг к другу, хорошо отшлифованных цилиндра - медный, алюминиевый и снова медный. Общий заряд, прошедший за это время через цилиндры, был очень велик (около  $3,5 \cdot 10^6$  Кл). После окончания было установлено, что имеются лишь незначительные следы взаимного проникновения металлов, которые не превышают результатов обычной диффузии атомов в твёрдых телах. Измерения, проведённые с высокой степенью точности, показали, что масса каждого из цилиндров осталась неизменной. Поскольку массы атомов меди и алюминия существенно отличаются друг от друга, то масса цилиндров должна была бы заметно измениться, если бы носителями заряда были ионы.
- Следовательно, свободными носителями заряда в металлах являются не ионы. Огромный заряд, который прошёл через цилиндры, был перенесён, очевидно, такими частицами, которые одинаковы и в меди, и в алюминии. Как известно, такие частицы входят в состав атомов всех веществ - это электроны. Естественно предположить, что ток в металлах осуществляют именно свободные электроны.



# Опыт Т.Стюарта и Р.Толмена

- Катушка с большим числом витков тонкой проволоки приводилась в быстрое вращение вокруг своей оси. Концы катушки с помощью гибких проводов были присоединены к чувствительному баллистическому гальванометру Г. Раскрученная катушка резко тормозилась, и в цепи возникал кратковременный ток, обусловленный инерцией носителей заряда. Полный заряд, протекающий по цепи, измерялся по отбросу стрелки гальванометра.



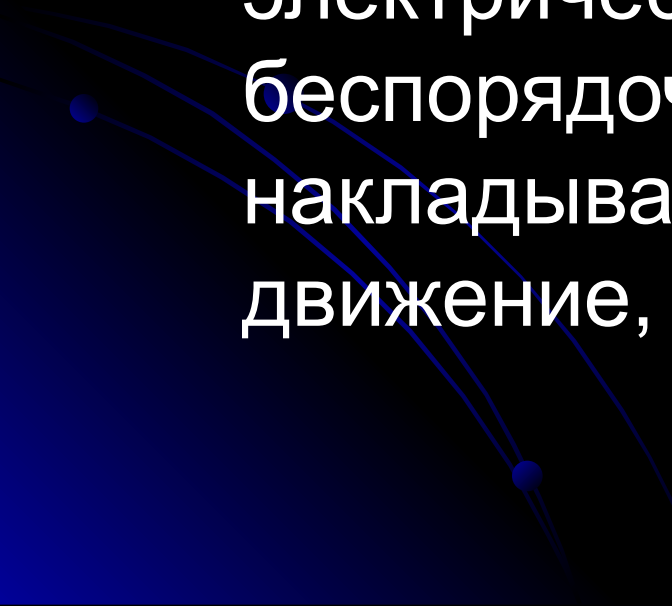
- Т.Стюарт и Р.Толмен определили экспериментально удельный заряд частиц. Он оказался равным

$$\frac{e}{m} = 1,75882 \cdot 10^{11} \text{ Кл / кг}$$

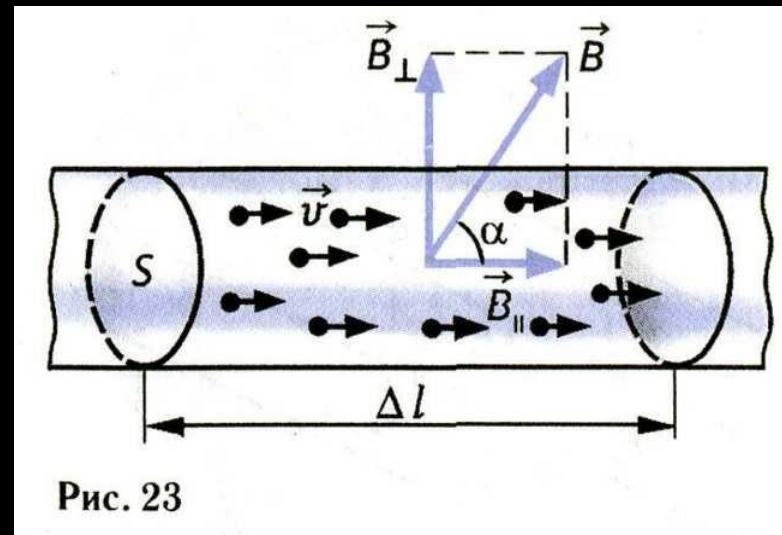
- В начале 20 века немецкий физик П. Друде и голландский физик Х.Лоренц создали классическую теорию электропроводности металлов.



# Основные положения теории:

1. Хорошая проводимость металлов объясняется наличием в них большого числа электронов.
  2. Под действием внешнего электрического поля на беспорядочное движение электронов накладывается упорядоченное движение, т.е. возникает ток.
- 

3. Сила электрического, тока идущего по  
металлическому проводнику равна:





- 4. Так как внутреннее строение у разных веществ различное, то и сопротивление тоже будет различным.
- 5. При увеличении хаотического движения частиц вещества происходит нагревание тела, т.е. выделение тепла.

Закон Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t$$

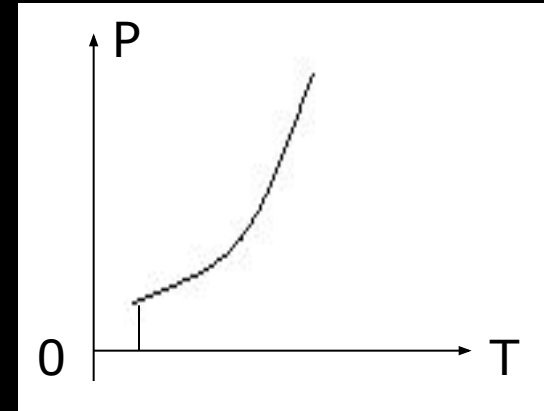
- 6. У всех металлов с увеличением температуры растет и сопротивление.

$$R=R_0(1+at)$$

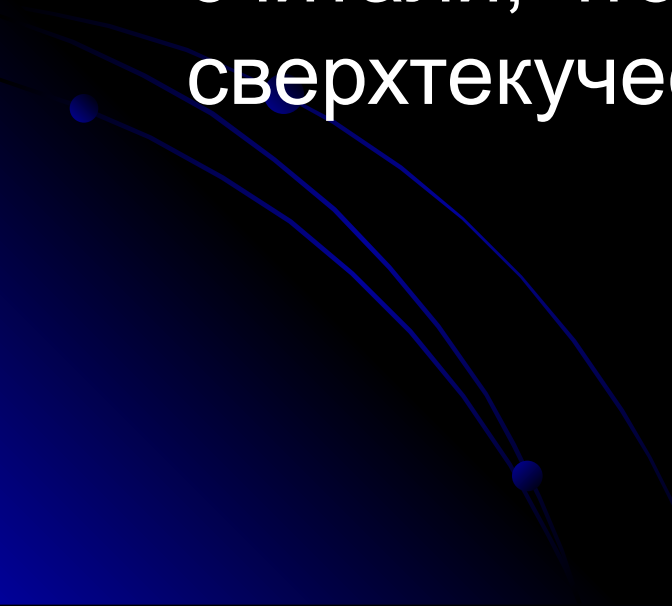
- где  $a$  - температурный коэффициент;  $R_0$  - удельное сопротивление и сопротивление металлического проводника; и  $R$  – удельное сопротивление проводника и сопротивление проводника при температуре  $t$ .

# Сверхпроводимость металлов и сплавов

- У многих металлов и сплавов при температурах, близких с  $T=0$  К, наблюдается резкое уменьшение удельного сопротивления – это явление называется сверхпроводимостью металлов.



Оно было обнаружено голландским физиком Х.Камерлингем – Онессом в 1911 году у ртути ( $T_{кр} = 4,2^{\circ}\text{К}$ ).

- Теория сверхпроводимости была создана лишь в 1957 году американцами Л.Купером, Дж. Бардином и Дж. Шриффером. Они считали, что сверх проводимость – это сверхтекучесть электронной жидкости.
- 

# Область применения:

- получение сильных магнитных полей;
  - мощные электромагниты со сверхпроводящей обмоткой в ускорителях и генераторах.
  - В настоящий момент в энергетике существует большая проблема
  - - большие потери электроэнергии при передаче ее по проводам.
- 
- **Возможное решение проблемы:**
  - при сверхпроводимости сопротивление проводников приблизительно равно 0
  - и потери энергии резко уменьшаются.

# Общие сведения

- Свойством сверхпроводимости обладают около половины металлов и несколько сотен сплавов.
- Сверхпроводящие свойства зависят от типа кристаллической структуры. Изменение её может перевести вещество из обычного в сверхпроводящее состояние.
- Критические температуры изотопов элементов, переходящих в сверхпроводящее состояние, связаны с массами изотопов соотношением:

$$T_c(M_c)^{1/2} = \text{const} \quad (\text{изотопический эффект})$$

Сильное магнитное поле разрушает эффект сверхпроводимости. Следовательно, при помещении в магнитное поле свойство сверхпроводимости может исчезнуть.