

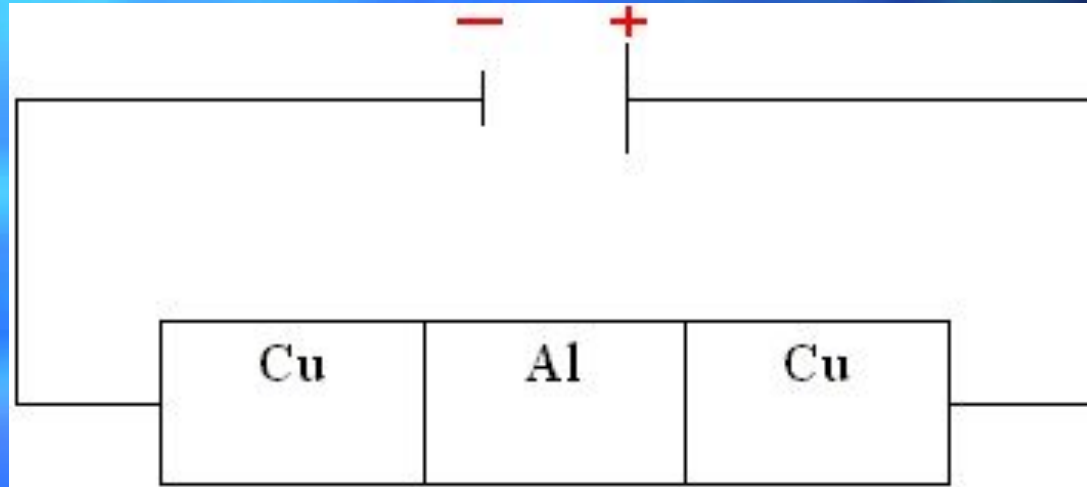
Электрический ток в металлах

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 Э.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.



Опыт Э. Рикке

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. Раскрученная катушка резко тормозилась, и в цепи возникал кратковременный ток, обусловленный инерцией носителей заряда. Полный заряд, протекающий по цепи, измерялся по отбросу стрелки гальванометра.

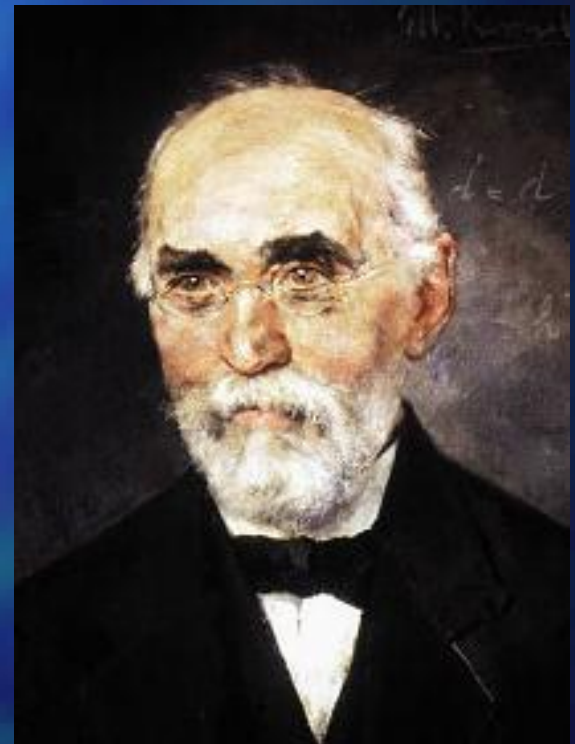


Р. Толмен

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:

$$I = enSv_{\text{Д}}$$

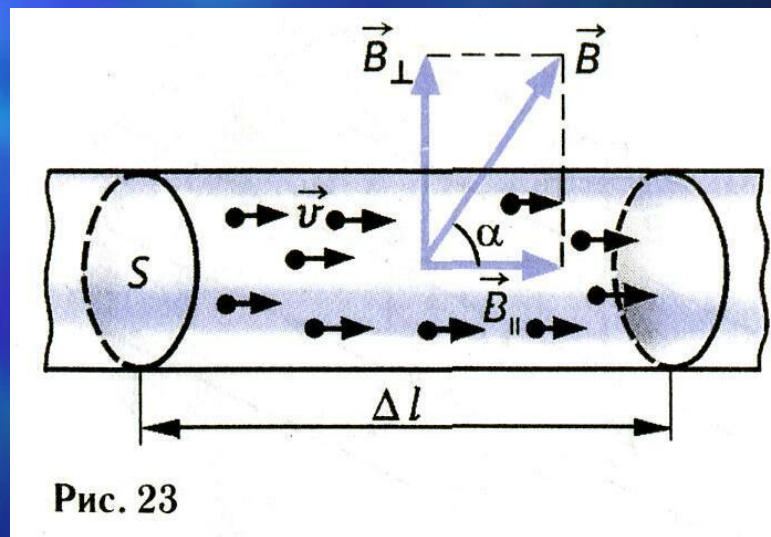


Рис. 23

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.

$$\underline{R=R_0(1+at)}$$

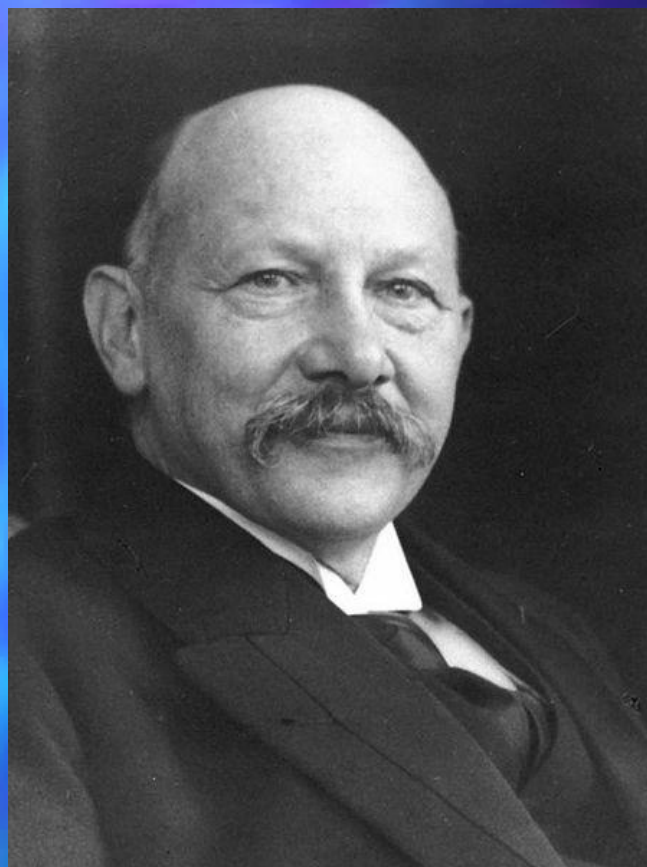
- где a - температурный коэффициент; R_0 – удельное сопротивление и сопротивление металлического проводника; и R – удельное сопротивление проводника и сопротивление проводника при температуре t .

Сверхпроводимость

Свойство некоторых материалов обладать строго нулевым электрическим сопротивлением ниже определённой температуры.

Существует множество чистых элементов, сплавов и керамик, переходящих в сверхпроводящее состояние.

В 1911 году голландский физик Камерлинг-Оннес обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре 4,2 К резко падает до нуля. Однако нулевое сопротивление — не единственная отличительная черта сверхпроводимости. Ещё из теории Друде известно, что проводимость металлов увеличивается с понижением температуры, то есть электрическое сопротивление стремится к нулю.



Х. Камерлинг-Оннес

Одним из главных отличий сверхпроводников от идеальных проводников является эффект Мейснера, открытый в 1933 году.

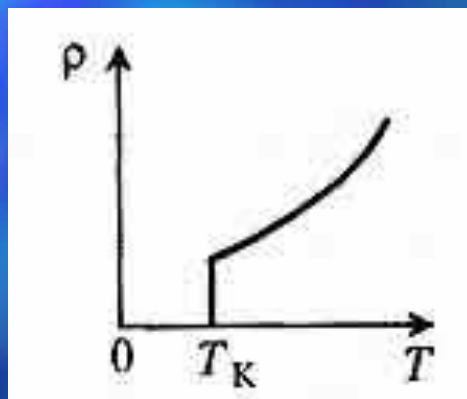
Таким образом, открытие сверхпроводимости растянулось на двадцать с лишним лет.



В. Мейснер

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.

Трудность достижения
сверхпроводимости:
необходимость сильного охлаждения
вещества



Область применения

1. получение сильных магнитных полей;
2. 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.