

Электрический ток в металлах

ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ 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.

ПРИРОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В МЕТАЛЛАХ

Электрический ток в металлических проводниках никаких изменений в этих проводниках, кроме их нагревания, не вызывает.

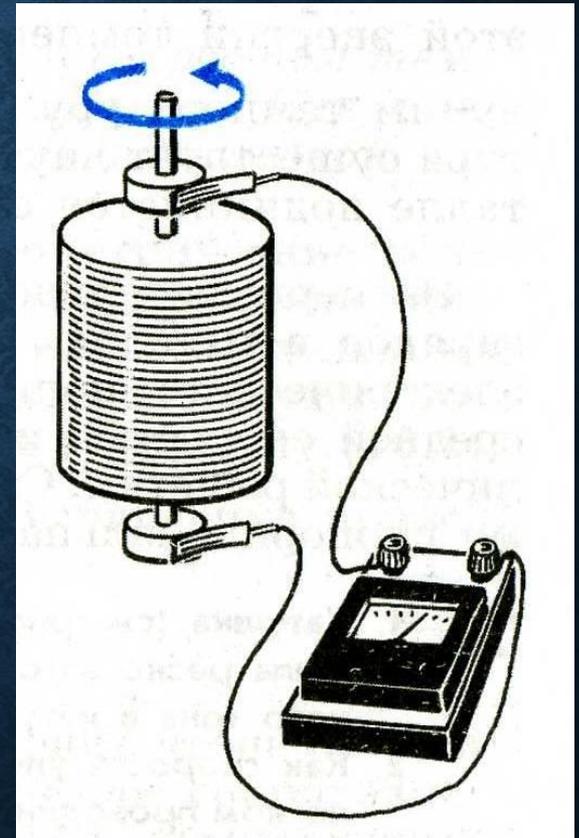
Концентрация электронов проводимости в металле очень велика: по порядку величины она равна числу атомов в единице объёма металла. Электроны в металлах находятся в непрерывном движении. Их беспорядочное движение напоминает движение молекул идеального газа. Это дало основание считать, что электроны в металлах образуют своеобразный электронный газ. Но скорость беспорядочного движения электронов в металле значительно больше скорости молекул в газе.

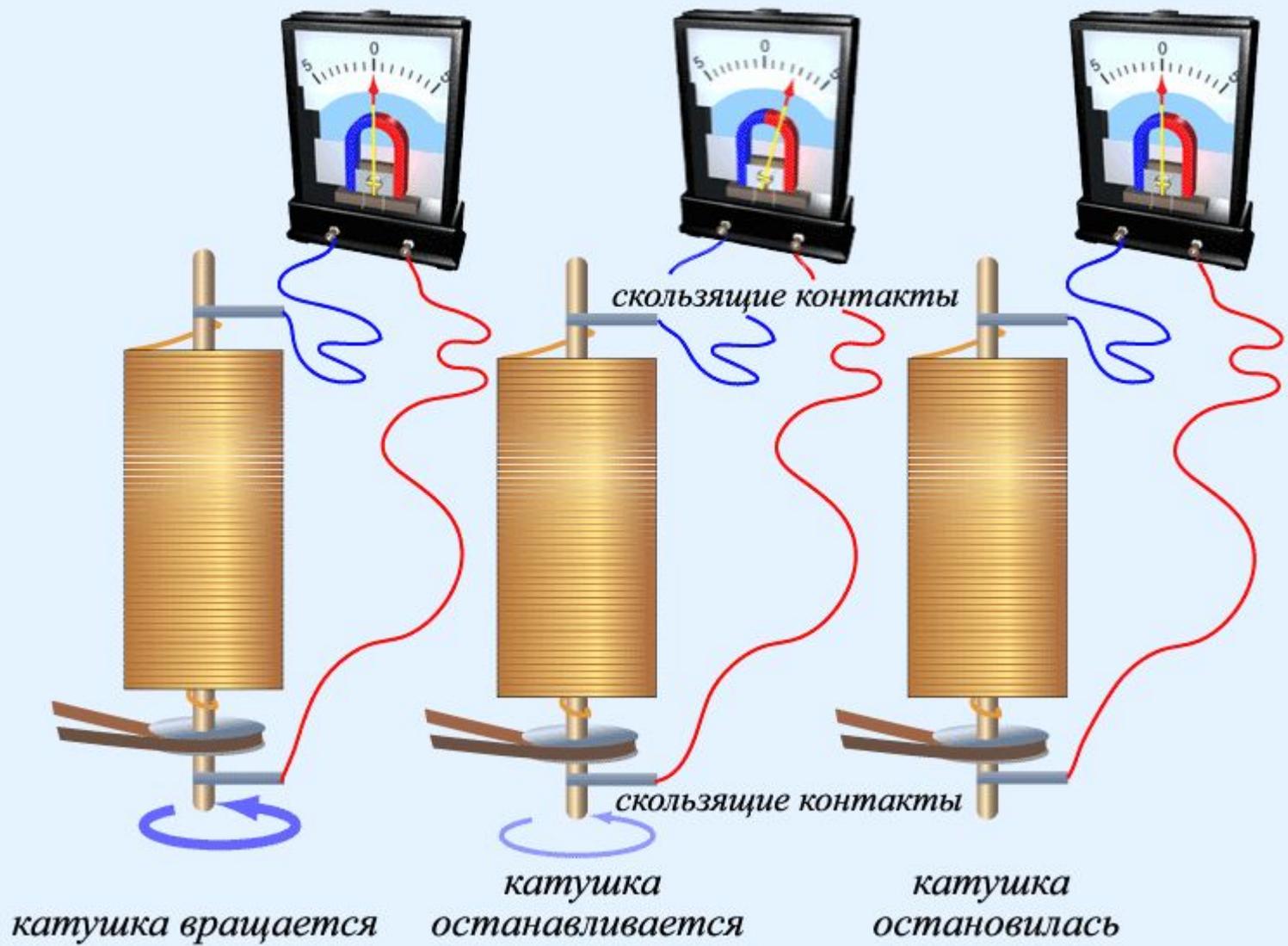


Карл Виктор Эдуард Рикке
(1845—1915)

ОПЫТ Л.И. МАНДЕЛЬШТАМА И Н.Д. ПАПАЛЕКСИ

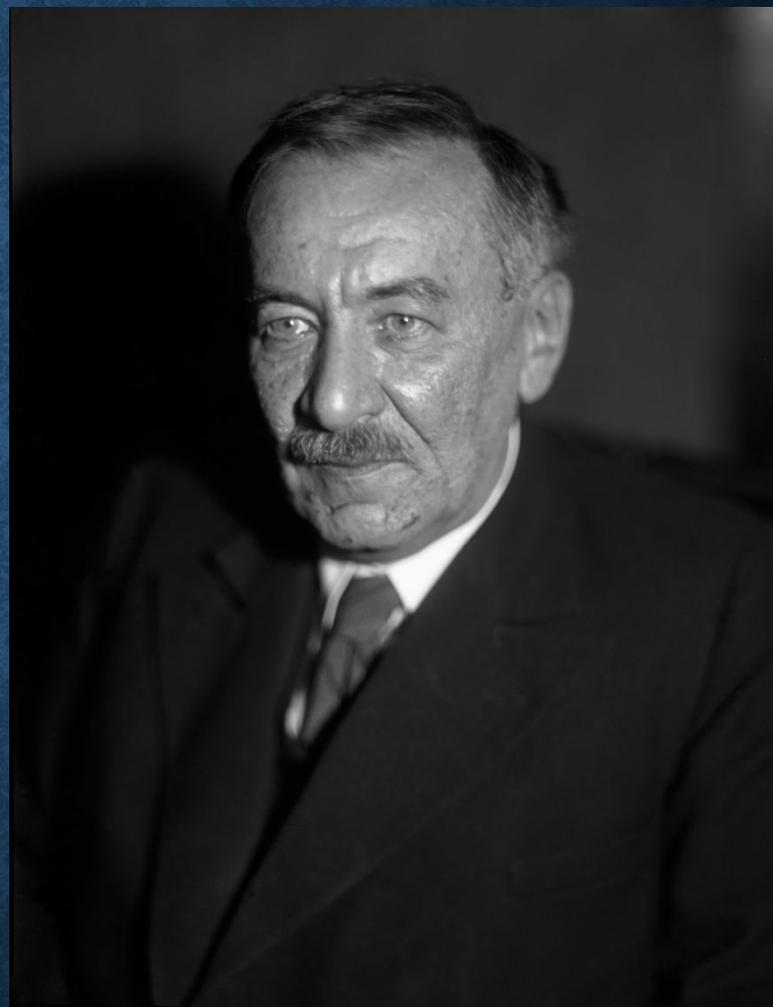
Русские ученые Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси в 1913 году поставили оригинальный опыт. Катушку с проводом стали крутить в разные стороны. Раскрутят, по часовой стрелке, потом резко остановят и — назад. Рассуждали они примерно так: если электроны и вправду обладают массой, то, когда катушка внезапно останавливается, электроны еще некоторое время должны двигаться по инерции. Так и получилось. Подсоединили к концам провода телефон и услышали звук, а это означало что через него протекает ток.







**Николай Дмитриевич Папалекси
(1880—1947)**

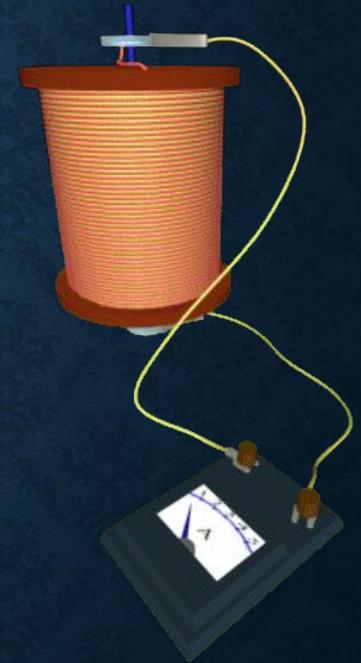


**Мандельштам Леонид Исаакович
(1879—1944)**

ОПЫТ Т. СТЮАРТА И Р. ТОЛМЕНА

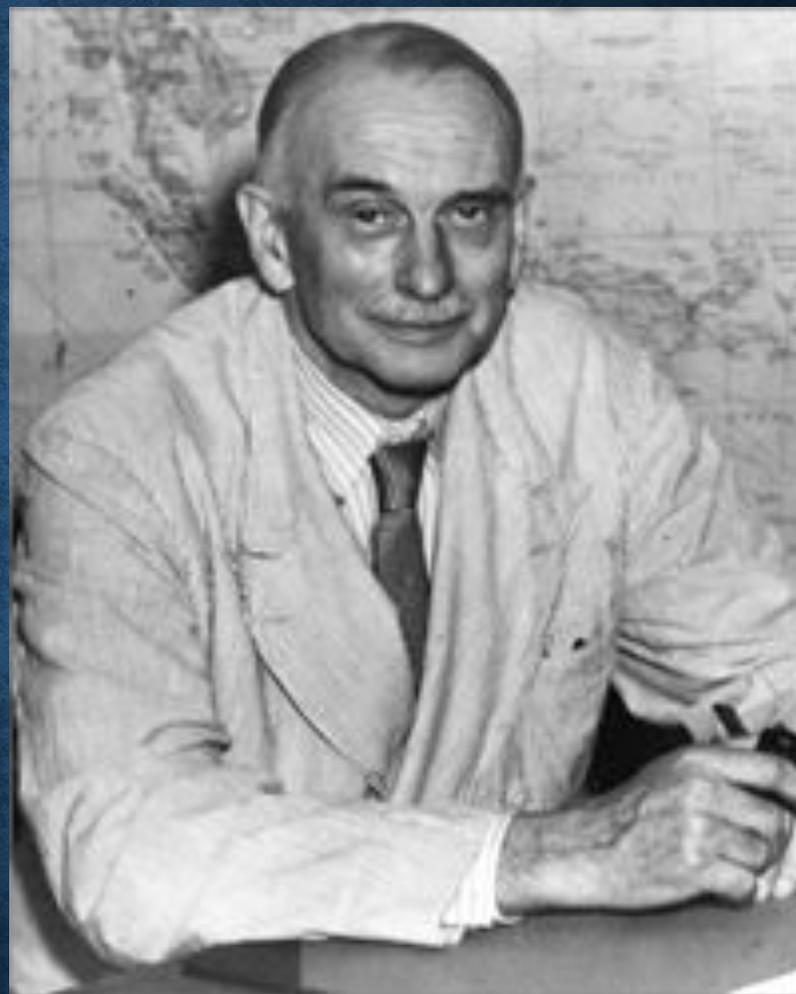
Опыт Мандельштама и Папалекси в 1916 году повторили американские ученые Толмен и Стюарт.

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





Батлер Стюарт Томас
(1926-1982)



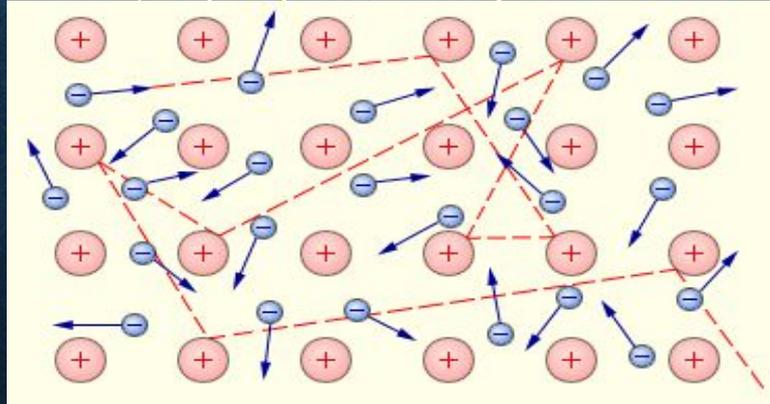
Ричард Чейз Толмен
(1881 — 1948)

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

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

КЛАССИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕОРИЯ

Предположение о том, что за электрический ток в металлах ответственны электроны, существовало и до проведения опыта Стюарта и Толмена. В 1900 году немецкий ученый П. Друде на основании гипотезы о существовании свободных электронов в металлах создал свою электронную теорию проводимости металлов, названную после **классической электронной теорией**. Согласно этой теории, электроны в металлах ведут себя как электронный газ, во многом схожий с идеальным газом. Он заполняет пространство между ионами, образующими кристаллическую решетку металла



На рисунке показана траектория одного из свободных электронов в кристаллической решетке металла

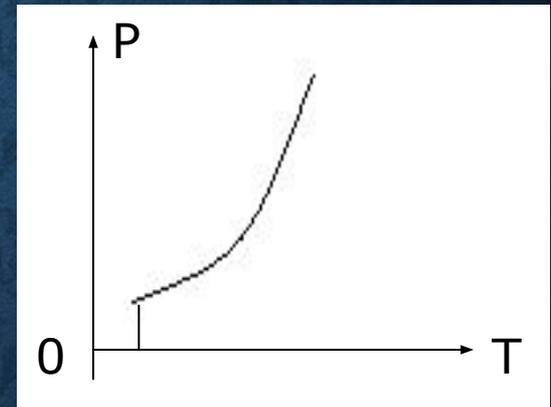
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ:

1. Наличие большого числа электронов в металлах способствует их хорошей проводимости.
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:
$$I = e \cdot n \cdot S \cdot \bar{U}_d$$
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. Здесь соблюдается закон Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t$$

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

- Некоторые металлы и сплавы обладают сверхпроводимостью, свойством обладать строго нулевым электрическим сопротивлением при достижении ими температуры ниже определённого значения (критическая температура).



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

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА:

- получение сильных магнитных полей
- передача электроэнергии от источника к потребителю
- мощные электромагниты со сверхпроводящей обмоткой в генераторах, электродвигателях и ускорителях, в нагревательных приборах

В настоящее время в энергетике существует большая проблема, связанная с большими потерями при передаче электроэнергии по проводам.

Возможное решение проблемы:

- строительство дополнительных ЛЭП
- замена проводов на большие поперечные сечения
- повышение напряжения
- расщепление фазы