

**Электронная проводимость
металлов.**

**Электрический ток и его
характеристики.**

**Условия, необходимые для
возникновения электрического
тока**

Электронная проводимость металлов

По способности веществ проводить электрический ток

деление

несколько групп

1 группа:

вещества, в которых много свободных электронов

проводники

легко проводят электрический ток



все металлы



Максимальная электропроводность



серебро



медь



алюминий

Электронная проводимость металлов

Металлические проводники

использование



Передача
энергии



ИСТОЧНИК



потребитель



генераторы



трансформатор
ы



электродвигатели

Электронная проводимость металлов

Хорошие проводники



Водные
растворы



Расплавы
электролита
в



Водные
растворы
кислот,
щелочей



Ионизированный
газ (плазма)

При определенных условиях



вакуум

вакуумные
электроприборы

Электронная проводимость металлов

МЕТАЛЛЫ

Носители заряда = свободные
электроны

Электрическое поле
отсутствует ($E=0$)

Электрическое поле
присутствует ($E \neq 0$)

Электроны движутся беспорядочно
(из-за теплового движения)

Ионы кристаллической решетки не
участвуют в создании
электрического тока,

Электроны начинают упорядоченно
перемещаться между
положительными ионами (узлами
кристаллической решетки) и
образуют электрический ток

Электронная проводимость металлов

Перенос вещества



не происходит



подтверждение



Опыты: многомесячное пропускание электрического тока через металлы



качественно: Э. Рикке, Л. И. Мандельштам, Н. Д. Папалекси

Электронная проводимость металлов

Опыты

качественно

качественно: Э. Рикке,
Л. И. Мандельштам, Н.
Д. Папалекси

количественно

Т. Стюарт, Р. Толмен

Электронная проводимость металлов

РИККЕ Карл Виктор Эдуард (01.12.1845-11.06.1915)



- немецкий физик. Родился в Штутгарте. Учился в Тюбингенском университете, в 1871 получил степень доктора философии в Гёттингенском университете, где работал (с 1873 — профессор и с 1881 — директор Физического института). Работы были посвящены кристаллографии, ферромагнетизму, гидродинамике, термодинамике, физической химии, проводимости металлов. В 1898 году построил теорию проводимости металлов (теория Рикке). В 1901 проводил опыт, который был назван в честь его имени.

Электронная проводимость металлов

Опыт Рикке



Цель: природа носителей электрического тока в металлах/перенос вещества?

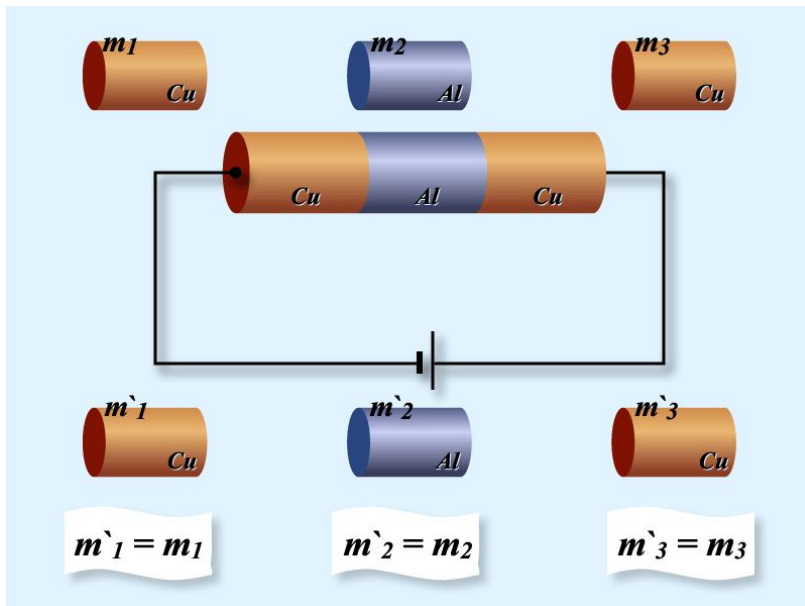


Схема установки

алюминиевый и два медных цилиндра, электрическая цепь

В течение года через всю систему пропускался электрический ток

Всего через цилиндры прошел заряд:

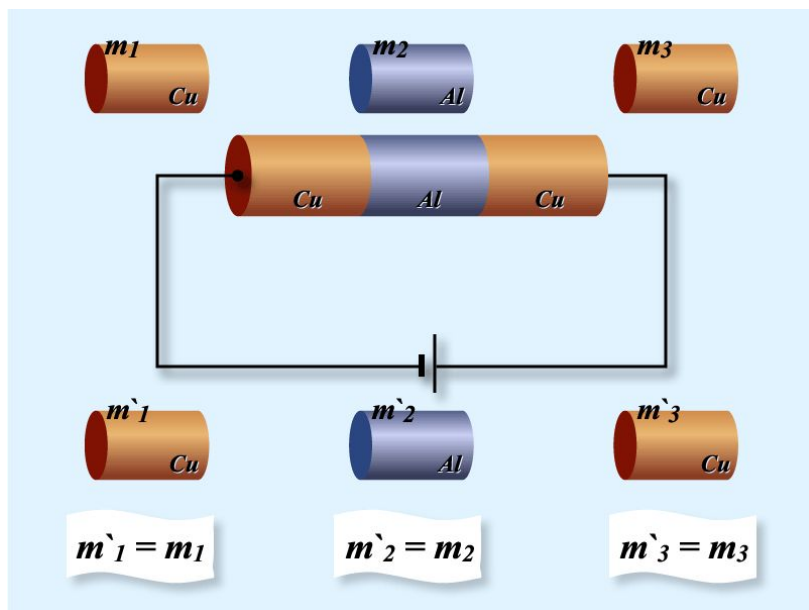
$$q = 3,5 \cdot 10^6 \text{ Кл}$$

Электронная проводимость металлов

Опыт Рикке



ВЫВОД



После разъединения
цилиндров



взаимное проникновение
металлов не превышало
результатов обычной диффузии

Электронная проводимость металлов

Опыты Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси (1912 г.) (рис. 3.2)
Т. Стюарта и Р. Толмена (рис. 3.3)



экспериментальное доказательство того, что проводимость металлов обусловлена движением свободных электронов

Идея

Если резко затормозить движущийся кусок металла, то находящиеся в нем свободные заряды, двигаясь по инерции, будут скапливаться у его переднего конца, и между концами проводника возникнет



Рис. 3.2

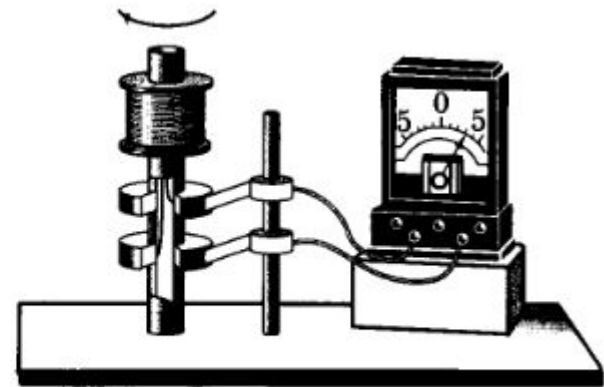


Рис. 3.3

Электронная проводимость металлов

Опыты Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси (1912 г.)

Качественный опыт



Катушка, соединенная с наушником, приводилась в колебательное движение вокруг своей оси. Благодаря инерции свободных зарядов на концах катушки возникала переменная разность потенциалов, и в наушнике появлялся звук.



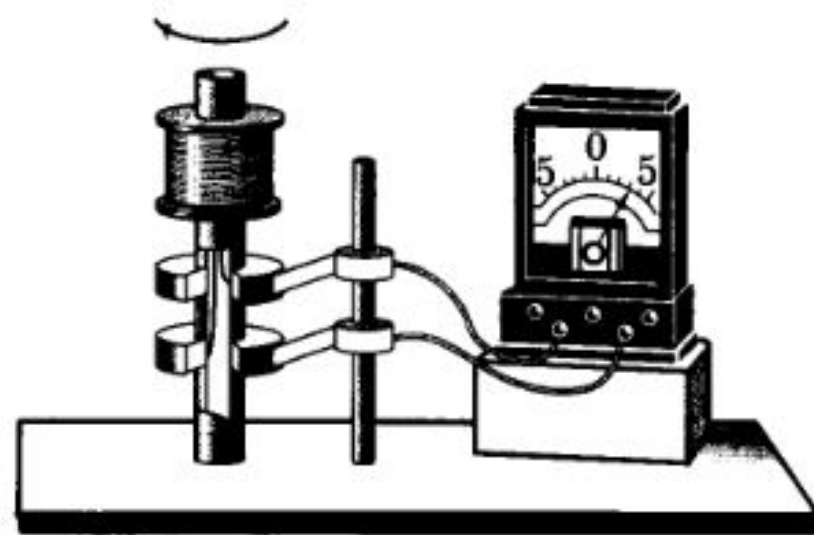
Электронная проводимость металлов

Опыты Т. Стюарта и Р. Толмена (1916 г.)

Количественный опыт



1. Катушка большого диаметра с намотанным на нее металлическим проводом приводилась в быстрое вращение и затем тормозилась.
2. При торможении катушки свободные заряды в проводнике продолжали некоторое время двигаться по инерции.
3. Из-за движения зарядов относительно проводника в катушке возникал кратковременный электрический ток, который регистрировался гальванометром, присоединенным к концам проводника с помощью скользящих контактов



Измеряя заряд, проходящий через гальванометр за все время существования тока в цепи, удалось определить отношение

$$q_0/m$$

Электронная проводимость металлов

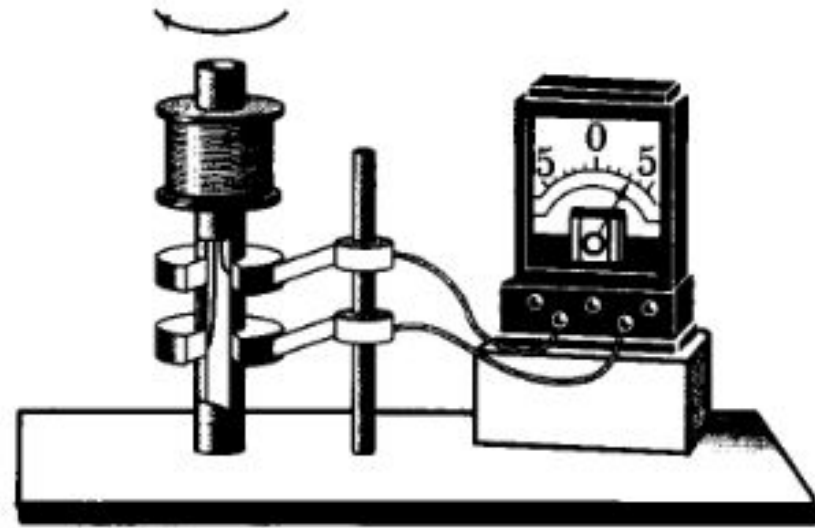
Опыты Т. Стюарта и Р. Толмена (1916 г.)

ВЫВОД

$$\frac{q_0}{m} = 1,8 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг} = \frac{e}{m}$$

e – заряд электрона; m – масса электрона

**Носителями электрического тока в
металлах являются электроны!!!**



Отношение $\frac{e}{m}$ было определено ранее

Электрический ток

Электрический ток – это упорядоченное движение заряженных

частиц



Упорядоченное движение = на беспорядочные смещения частиц, обусловленные тепловым движением накладывается перемещение в каком-либо определенном направлении



Самый простой случай = постоянный электрический ток!


I – сила тока

В системе СИ: [I] = 1

ампер

Электрический ток

Условия существования электрического тока:

- 
1. Наличие свободных зарядов (заряженных частиц)
 2. Наличие внешнего электрического поля

Электрический ток

О существовании электрического тока можно судить по действиям, которые он оказывает



тепловое



нагрев
проводника



химическое



раствор
медного
купороса



магнитное



является
основным, так
как
неразрывно
связано с
электрическим

ТОКОМ

Электрический ток

количественные характеристики электрического
тока



I – сила тока



скалярная



j – плотность тока



векторная

Электрический ток

количественные характеристики электрического тока

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ – среднее за время Δt значение силы тока

$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t}$ – сила тока в данный момент времени

$I = \frac{q}{t}$ – сила постоянного тока

$\vec{j} = q_0 n \vec{v} = \rho \vec{v}$ – плотность тока

q_0 – заряд отдельной частицы;

\vec{v} – скорость упорядоченного движения частиц

n – концентрация заряженных частиц в среде