

## Физика

### Группа №6 «Мастер по лесному х/ву»

преподаватель Давыдова Л.Г.

адрес dawidowa.liubov @yandex.ru)

**ТЕМА: Электрический ток в металлах.**(2 часа

Прочитать текст:

Все тела по проводимости электрического тока делятся на проводники, полупроводники и диэлектрики. Для того чтобы электрическую энергию доставить от источника тока потребителю составляют электрические цепи. В большинстве случаев в электрической цепи используются металлические провода. По физической природе зарядов – носителей электрического тока, электропроводность подразделяют на:

- А) электронную,
- Б) ионную,
- В) смешанную.

Какие заряженные частицы движутся в металлах при наличии тока?

После открытия в 1897 году английским ученым Дж. Дж. Томсоном электрона стали разрабатываться теории, объясняющие электропроводность металлов. Автором первой теории был Пауль Друде – немецкий физик. Эта теория нуждалась в опытном обосновании. В 1901 г. немецкий физик Э. Рикке поставил опыт по исследованию прохождения тока в металлах.

Результаты опыта свидетельствовали о том, что в переносе заряда в металлах ионы не участвуют. Впоследствии вопросом проводимости металлов заинтересовались и другие учёные. В 1913 году российские учёные Л. И. Мандельштам и Н. Д.

Папалекси провели опыты по исследованию проводимости металлов. Суть опытов сводилась к тому, что катушка, на которую наматывали металлическую проволоку приводили во вращательное движение и резко тормозили. При торможении электроны продолжали двигаться по инерции и гальванометр, соединенный с катушкой фиксировал появление тока. По направлению отклонения стрелки гальванометра было установлено, что ток создается движением отрицательно заряженных частиц. На основании измерения отношения заряда частиц к их массе выяснилось, что ток создается движением свободных электронов. Аналогичный опыт был поставлен в 1916 году американскими учеными Т. Стюартом и Р. Толменом. Результаты опытов говорили, что ток в металлах создается движением электронов.



После анализа имеющихся данных о прохождении тока в металлах разными учеными была разработана современная классическая теория проводимости тока металлами. Основные положения электронной теории проводимости металлов.

1. Металл можно описать следующей моделью: кристаллическая решетка ионов погружена в идеальный электронный газ, состоящий из свободных электронов. У большинства металлов каждый атом ионизирован, поэтому концентрация свободных электронов приблизительно равна концентрации атомов и почти не зависит от температуры.

2. Свободные электроны в металлах находятся в непрерывном хаотическом движении.

3. Электрический ток в металле образуется только за счет упорядоченного движения свободных электронов.

Опираясь на данную теорию удалось объяснить основные законы электрического тока в металлах. Исходя из электронной теории можно найти связь между силой тока в металлах и скоростью движения электронов.

Сила тока равна произведению заряда электрона, их концентрации, площади сечения проводника и средней скорости движения электронов:

$$I = envS$$

Отсюда  $v = \frac{I}{enS}$ . По этой формуле можно найти среднюю скорость движения электронов.

Если в эту формулу подставлять числовые данные силы тока, концентрации и площади сечения для разных металлов, то мы увидим, что средняя скорость движения электронов составляет всего лишь какие-то доли миллиметра в секунду. Когда говорят о скорости распространения тока имеют в виду скорость распространения электрического поля в проводнике, которое равно скорости света.

На силу тока в проводнике влияет и сопротивление проводника. Опыт показывает, что сопротивление металлов зависит от температуры. Увеличение сопротивления можно объяснить тем, при повышении температуры увеличивается скорость и амплитуда хаотического движения ионов кристаллической решетки металла и свободных электронов. Это приводит к более частым их соударениям, что затрудняет направленное движение электронов, то есть увеличивает электрическое сопротивление.

зависимость сопротивления металлов от температуры выражается формулой:

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha \Delta t$$

$$\Delta t = t - t_0$$

При нагревании размеры проводника практически не меняются, в основном меняется удельное сопротивление. Учет зависимости сопротивления от температуры используется в термометрах сопротивления.

Формула зависимости удельного сопротивления металлического проводника от температуры имеет вид:

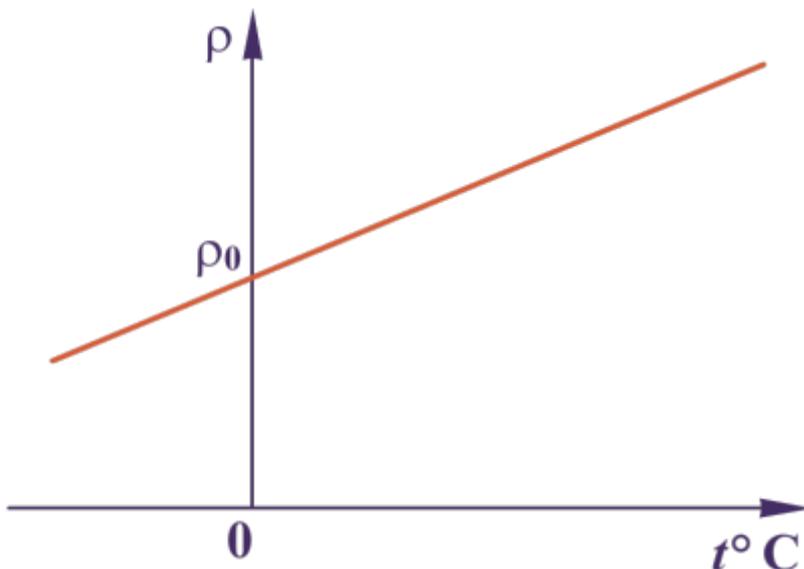
$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta t)$$

где  $\rho_0$  - удельное сопротивление при 0 градусов,

$t$  - температура,

$\alpha$  - температурный коэффициент сопротивления.

Графиком зависимости  $\rho(t)$  является прямая.



Хотя коэффициент  $\alpha$  довольно мал, учет зависимости сопротивления от температуры при расчете нагревательных приборов совершенно необходим.

При понижении температуры сопротивление металлов должно уменьшаться. В 1911 году датский физик Х. Каммерлинг - Оннес открыл явление, названное сверхпроводимостью. Исследуя зависимость сопротивления ртути от температуры, он обнаружил, что при температуре 4,2 К сопротивление ртути исчезает. В сверхпроводящее состояние могут перейти многие химические соединения и сплавы. Некоторые вещества, переходящие при низких температурах в сверхпроводящее состояние, не являются проводниками при обычных температурах.

Вещества, находящиеся в сверхпроводящем состоянии, приобретают новые свойства. Наиболее важным из них является способность длительное время (многие годы) поддерживать без затухания электрический ток в проводниках.

В 1986 году была обнаружена высокотемпературная сверхпроводимость (при 100 К).

В настоящее время ведутся интенсивные работы по поиску новых веществ переходящими в сверхпроводящее состояние при более высокой температуре. Ученые надеются получить вещество в сверхпроводящем состоянии при комнатной температуре. Если удастся создать сверхпроводник при нормальной температуре, то будет решена проблема передачи электроэнергии по проводам без потерь.

Открытие вещества, переходящего в сверхпроводящее состояние при комнатной температуре, позволило бы упростить решение многих технических вопросов. Во-первых, отсутствие сопротивления означает отсутствие каких-либо потерь на нагревание. Отсутствие нагревания и потерь энергии на него чрезвычайно важно для электродвигателей и электронной вычислительной техники, а также для передачи электроэнергии.

В сверхпроводниках из-за отсутствия сопротивления протекают чрезвычайно высокие токи, создающие сильные магнитные поля, что может применяться при термоядерном синтезе для удержания высокотемпературной плазмы в реакторе.

На сегодняшний момент в некоторых странах существует железнодорожная сеть с поездами на магнитной подушке. После открытия сверхпроводимости Каммерлинг-Оннес, пытаясь создать сверхпроводящий электромагнит, обнаружил, что изменение

тока, или же магнитные поля, разрушают эффект сверхпроводимости. Только к середине двадцатого века удалось создать сверхпроводящие электромагниты. На данный момент продолжаются исследования по изучению высокотемпературной сверхпроводимости.

Ответить на вопросы:

1. Как делятся вещества по проводимости?
2. Какой опыт был проведён по исследованию проводимости в металлах?
3. Какие основные утверждения были приняты после анализа опыта?
4. Почему с увеличением температуры растёт сопротивление?
5. Что такое сверхпроводимость?
6. Для чего нужно явление сверхпроводимости ?