

Дата **22.02.2023 г.** Группа ПКД 1/1. Курс 1. Семестр 2

Дисциплина: Физика

Тема занятия: Электрический ток в различных средах

Цель занятия:

-методическая - совершенствование методики проведения лекционного занятия;

- учебная – изучить свойства электрического тока в различных средах;

- воспитательная – формирование стремления к овладению знаний, активности, самостоятельности суждения.

Вид занятия: Лекция

Интеграционные связи: тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

Список литературы по теме:

1.Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 9 изд.,стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

2.Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М.Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 10 изд.,стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

3.Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

Тема: Электрический ток в различных средах

1. Общие понятия
2. Электронная проводимость металлов
3. Движение электронов в металле

1. Общие понятия

Электрический ток проводят твёрдые, жидкие и газообразные тела. Чем эти проводники отличаются друг от друга?

Мы познакомились с электрическим током в металлических проводниках и с установленной экспериментально вольт-амперной характеристикой этих проводников — законом Ома.

Наряду с металлами хорошими проводниками, т. е. веществами с большим количеством свободных заряженных частиц, являются водные растворы или расплавы электролитов и ионизованный газ — плазма. Эти проводники широко используются в технике.

В вакуумных электронных приборах электрический ток образуют потоки электронов.

ИНТЕРЕСНО

Металлические проводники находят самое широкое применение в передаче электроэнергии от источников тока к потребителям. Кроме того, эти проводники используются в электродвигателях и генераторах, электронагревательных приборах и т. д.

Кроме *проводников* и *диэлектриков* (веществ со сравнительно небольшим количеством свободных заряженных частиц), имеется группа веществ, проводимость которых занимает промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. Эти вещества не настолько хорошо проводят электричество, чтобы их назвать проводниками, но и не настолько плохо, чтобы их отнести к диэлектрикам. Поэтому они получили название *полупроводников*.

Долгое время полупроводники не играли заметной практической роли. В электротехнике и радиотехнике применяли исключительно различные проводники и диэлектрики. Положение существенно изменилось, когда сначала была предсказана теоретически, а затем обнаружена и изучена легко осуществимая возможность управления электрической проводимостью полупроводников.

Ещё раз подчеркнём, что нет универсального носителя тока. В таблице приведены носители тока в различных средах.

Среда	Носители тока
Металл	Свободные электроны
Электролит	Положительные и отрицательные ионы
Газ	Ионы и электроны
Вакуум	Электроны
Полупроводник	Свободные электроны и дырки

2. Электронная проводимость металлов

Начнём с металлических проводников. Вольт-амперная характеристика этих проводников нам известна, но пока ничего не говорилось о её объяснении с точки зрения молекулярнокинетической теории.

Важно

Носителями свободных зарядов в металлах являются электроны. Их концентрация велика — порядка 10^{28} 1/м^3 .



Л. И. Мандельштам
(1879—1944)



Рис. 16.1

Эти электроны участвуют в беспорядочном тепловом движении. Под действием электрического поля они начинают перемещаться упорядоченно со средней скоростью порядка 10^{-4} м/с .

Экспериментальное доказательство существования свободных электронов в металлах. Экспериментальное доказательство того, что проводимость металлов обусловлена движением свободных электронов, было дано в опытах Мандельштама и Папалекси (1913), Стюарта и Толмена (1916). Схема этих опытов такова.

На катушку наматывают проволоку, концы которой припаивают к двум металлическим дискам, изолированным друг от друга (рис. 16.1). К концам дисков при помощи скользящих контактов подключают гальванометр.

Катушку приводят в быстрое вращение, а затем резко останавливают. После резкой остановки катушки свободные заряженные частицы некоторое время движутся относительно

проводника по инерции, и, следовательно, в катушке возникает электрический ток. Ток существует незначительное время, так как из-за сопротивления проводника заряженные частицы тормозятся и упорядоченное движение частиц, образующее ток, прекращается.

Направление тока в этом опыте говорит о том, что он создаётся движением отрицательно заряженных частиц. Переносимый при этом заряд пропорционален отношению заряда частиц, создающих ток, к их массе, т. е. $|q|/m$. Поэтому, измеряя заряд, проходящий через гальванометр за время существования тока в цепи, удалось определить это отношение. Оно оказалось равным $1,8 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Эта величина совпадала с отношением заряда электрона к его массе e/m , найденным ранее из других опытов.

3. Движение электронов в металле

Свободные электроны в металле движутся хаотично. При подключении проводника к источнику тока в нём создаётся электрическое поле, и на электроны начинает действовать кулоновская сила $\vec{F} = q_e \vec{E}$. Под действием этой силы электроны начинают двигаться направленно, т. е. на

хаотичное движение электронов накладывается $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_e}$. Скорость направленного движения увеличивается в течение некоторого времени t_0 до тех пор, пока не произойдёт столкновение электронов с ионами кристаллической решётки. При этом электроны теряют направление движения, а затем опять начинают двигаться направленно. Таким образом, скорость направленного движения электрона изменяется от нуля до некоторого максимального

значения, равного $\frac{q_e E t_0}{m_e}$. В результате средняя скорость упорядоченного

движения электронов оказывается равной $\frac{q_e E t_0}{m_e} \cdot \frac{1}{2}$, т. е. пропорциональной напряжённости электрического поля в проводнике: $v \sim E$ и, следовательно,

разности потенциалов на концах проводника, так как $E = \frac{U}{l}$, где l — длина проводника.



Выведите выражение для удельного сопротивления металла, используя формулу (15.2) (с. 333) и выражение для средней скорости электронов.

Важно

Сила тока в проводнике пропорциональна скорости упорядоченного движения частиц. Поэтому можем сказать, что сила тока пропорциональна разности потенциалов на концах проводника: $I \sim U$.

В этом состоит *качественное объяснение закона Ома* на основе электронной теории проводимости металлов.

Интересно

Построить удовлетворительную количественную теорию движения электронов в металле на основе законов классической механики невозможно. Дело в том, что условия движения электронов в металле таковы, что классическая механика Ньютона неприменима для описания этого движения. Этот факт подтверждает, например, зависимость сопротивления от температуры. Согласно классической теории металлов, в которой движение электронов рассматривается на основе второго закона Ньютона, сопротивление проводника пропорционально \sqrt{T} , эксперимент же показывает линейную зависимость сопротивления от температуры.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются проводники от полупроводников?
2. Катушка (см. рис. 16.1) вращалась по часовой стрелке, а затем была резко заторможена. Каково направление электрического тока в катушке в момент торможения?
3. Что определяет скорость упорядоченного движения электронов в металле?

Задание для самостоятельной работы:

1. Краткий конспект лекции
3. Письменно ответить на контрольные вопросы.
4. Фотографию прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 22.02.2023, группа ПКД 1/1 «Физика»