

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-  
информационных технологий

**ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ  
В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ**

**Автореферат**  
выпускной квалификационной работы  
студента 6 курса 633 группы  
специальности 050203 – «Физика»  
физического факультета

**Абрашкина Алексея Юрьевича**

Научный руководитель

канд. ф.-м. н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

Заведующий кафедрой

д. ф.-м. н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

29.06.2016

В.Б. Гаманюк

инициалы, фамилия

подпись, дата

30.06.16.

Б.Е. Железовский

инициалы, фамилия

## ВВЕДЕНИЕ

Физические свойства металлов в школьном курсе физики изучаются в разделе «Электродинамика». Наиболее интересным и значимым в электронной теории электропроводности металлов является рассмотрение электрического тока в металлах. Как и большая часть теоретического материала школьного курса физики ток в металлах изучается дважды: является составной частью главы 3 «Электрические явления» (А.В. Перышкин, 8 класс, первая ступень, базовый уровень) и главы 16 «Электрический ток в различных средах» (Б.Б. Буховцев, 10 класс, вторая ступень, профильный уровень).

В дипломной работе сделан акцент на разработку методических материалов для изучения электрического тока в металлах, предложены различные формы, методы и технологии проведения урочной и внеурочной деятельности учащихся.

**Целью** дипломной работы является анализ теоретических сведений и разработка методических материалов.

В качестве **объекта** исследования выбран процесс обучения физики в той части, где формируются знания такого явления, как электрический ток в металлах, а **предметом** исследования является содержание учебного материала, обеспечивающее необходимый уровень усвоения понятий и соответствующее этому содержанию методические материалы.

Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи дипломного исследования:

- 1) провести теоретико-методологический обзор учебной и методической литературы, проанализировать методические рекомендации по изучению электрического тока в металлах на уроках физики;
- 2) показать примеры практической деятельности учителя-физики по изучению электрического тока в металлах (планы-конспекты уроков, тестовых заданий, проектов и др.) с учетом требований ФГОС.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первом разделе работы «Классическая электронная теория электропроводности металлов и методические замечания по её изучению» рассмотрены вопросы, связанными идеями электронной теории электропроводности и ее месте в школьном курсе физики.

Как известно, в классической теории Фарадея-Максвелла электрическому заряду отведена второстепенная роль. В ней первичным является понятие электромагнитного поля, и все возможные явления обусловлены исключительно процессами, происходящими в этом поле. Роль заряду в объяснении свойств вещества была возвращена электронной теорией, разработанной П. Друде в 1900 г., которую в дальнейшем усовершенствовал Х.А. Лоренц.

В этой теории было показано, что ряд свойств кристаллов обусловлены наличием в них электронов, которые в состоянии перемещаться по объему кристалла. Классическая электронная теория основывалась на следующих положениях: 1) движение электронов подчиняется законам классической механики, 2) электроны друг с другом не взаимодействуют, 3) электроны взаимодействуют только с ионами кристаллической решетки, причем оно сводился только к соударениям, 4) в промежутках между соударениями электроны движутся совершенно свободно, 5) электроны образуют некий электронный газ, подобный идеальному, который, как и идеальный газ, подчиняется закону равномерного распределения энергии по степеням свободы.

Было показано, что классическая электронная теория хорошо (*КЭТ*) объясняет природу сопротивления металлов электрическому току, позволяет выразить удельную проводимость через атомарные постоянные металла и на этой основе вывести формулы законов Ома и Джоуля-Ленца. Кроме того, *КЭТ* объясняет, почему металлы обладают высокой теплопроводностью, значительно большей чем у диэлектриков, а также ряд других электрических и оптиче-

ских свойства вещества. Однако в некоторых случаях *КЭТ* приводит к выводам, противоречащим опыту.

В работе обращено внимание на несовершенство классической электронной теории, которое объясняется тем, что в ней не учитываются следующие факторы: а) электроны проводимости подчиняются законам статистики Максвелла-Больцмана; б) электроны взаимодействуют друг с другом; в) электроны движутся в периодическом поле кристаллической решетки; г) движение электронов описывается законами не классической, а квантовой механики.

Только квантовая теория твердого тела, пришедшая на смену классическим представлениям, смогла правильно объяснить свойства металлов. Тем не менее, в школьном образовании *КТЭ* используется до сих пор, так как она проста и наглядна. К тому же при малых концентрациях носителей заряда и больших температурах квантовая и классическая теории дают близкие результаты.

Основные положения и экспериментальные основы классической электронной теории по программе общеобразовательной средней школы изучают при рассмотрении электрического тока в различных средах. Вопрос о том, изучать эти вопросы или нет, был спорным длительное время спорным. Теперь он решен, но дискуссия об уровне рассмотрения данного материала продолжается.

Вполне допустимо в школьном курсе ограничиться лишь качественным объяснением изучаемых вопросов, не прибегая к использованию формул, однако мы считаем, что в старших классах этим ограничиться нельзя. Качественное объяснение почти всех изучаемых вопросов уже давалось в базовом курсе. В старших классах целесообразно выполнять простые расчеты, приводить важные для понимания материала формулы, показывать порядок входящих в них величин и тому подобное. Но не подлежит сомнению тот факт, что данный материал должен достаточно хорошо знать сам учитель. Без этого учащимся невозможно получить даже качественное объяснение изучаемых физических явлений.

В программу общеобразовательной средней школы включены вопросы о скорости упорядоченного движения электронов, зависимости сопротивления от температуры и даже возникновение сверхпроводимости. При знакомстве школьников с классической электронной теорией следует осветить следующие моменты: 1) когда и зачем она создана, её основные положения и модельные представления, 2) опытное обоснование теории, 3) какие явления и факты объясняются *КЭТ*, 4) трудности *КЭТ*, и причины их возникновения, 5) научное значение классической электронной теории.

Электронная проводимость металлов была доказана рядом экспериментов, среди которых следует выделить особо: опыт Рикке (1901г.), опыт Манделштама и Папалекси (1913 г.), опыт Толмена и Стюарта (1916 г.). Упомянув об опыте Рикке, школьникам полезно предложить провести расчеты числа прошедших по цепи электронов в опыте и того, какое бы произошло изменение массы цилиндров, если бы ток представлял собой движение ионов.

Очень важно обратить внимание учащихся на заслуги русской и советской физической школы, говоря об ученых Л.И. Манделштаме (основатель школы радиофизиков) и Н.Д. Папалекси (крупнейший советский физик, академик, председатель Всесоюзного научного совета по радиофизике и радиотехнике при АН СССР), которые в своих исследованиях исходили из того, что если электрон обладает массой, то его масса, или способность двигаться по инерции, должна проявляться повсюду, а не только в электрическом поле.

В 1913 году они поставили оригинальный опыт. Взяли катушку с проводом и стали крутить ее в разные стороны. Раскрутят, к примеру, по часовой стрелке, потом резко остановят и – в обратную сторону. В 1916 году опыт Манделштама и Папалекси повторили американские ученые Толмен и Томас Дейл Стюарт (1890–1958). Они тоже крутили катушку, но вместо телефона к ее концам подсоединили прибор для измерения заряда. Им удалось не только доказать существование у электрона массы, но и измерить ее.

На наш взгляд в школе достаточно подробно рассмотреть один приведенных выше экспериментов (лучше опыт Толмена и Стюарта), а о другом

лишь кратко рассказать. Для объяснения идеи опытов целесообразно продемонстрировать механическую модель инерционного движения электронов.

В школьном курсе физики классическую электронную теорию применяют для объяснения природы сопротивления и вывода закона Ома для участка цепи. Также целесообразно ознакомить школьников с алгоритмом оценки средней скорости движения заряда вдоль проводника. Подобное задание для конкретного металла полезно дать для самостоятельного решения. Учащиеся должны четко представлять себе различие между скоростью теплового хаотического движения электронов, скоростью дрейфа и быстротой возникновения тока в цепи.

В процессе ознакомления учащихся с классической теорией электропроводности необходимо отметить, что она не способна объяснить ряд явлений. В частности это проявляется в отличии температурной зависимости удельного сопротивления, полученной из  $KЭТ$ , от результата эксперимента: в первом случае  $\rho \sim \sqrt{T}$ , во втором –  $\rho \sim T$ . Отсюда можно сделать вывод об ограниченности применения классической теории. Особенно убедительно это проявляется в невозможности объяснить явление сверхпроводимости.

Предлагаемые во втором разделе работы «**Примеры изучения электропроводности металлов в школьном курсе физики**» включают некоторые дидактические материалы, позволяющие более подробно изучить одну из важных тем – «электрический ток в металлах».

Комбинированный урок на тему «Электрический ток в металлах» своей **целью** ставит: формирование у обучающихся знаний об электрическом токе в металлах. Основные **задачи**, которые предлагается решить на в ходе урока - это: *образовательная* – формирование единых взглядов на природу электрического тока в металлах, формирование умения работать с электрическими схемами; *развивающая* – формирование умения находить ошибки и не допускать их, применяя знания на практике, а также логично объяснять новые явления, использовать свои знания в нестандартных ситуациях; *воспитательная* – воспитание внимательности, познавательного интереса к предмету

(формирование умения строить логическую цепочку рассуждений, воспитывать дисциплинированность, ответственное отношение к учебному труду, выработка личностных качеств: аккуратности, внимательности при заполнении тетрадей, точности ответов; умения показать тесную связь физики с жизнью). В качестве **средства обучения** используются: компьютер, мультимедийный проектор, экран, электронные учебные издания.

Структура и ход урока представлены в виде технологической карты.

№	Этап урока	Деятельность учителя	Деятельность ученика	Время (в мин.)
1	Организационный момент.	Организация внимания и порядка в классе, взаимное приветствие, проверка присутствующих, проверка готовности класса к уроку	Воспринимают информацию, сообщаемую учителем, позитивный настрой на урок.	1
2	Актуализация пройденного материала.	Повторение условных обозначений, применяемых в схемах; предлагаются различные задания	Повторяют условные обозначения, применяемые в схемах; делают в тетрадях и на доске чертежи схем	6
3	Постановка темы и цели урока.	Сообщение темы урока, гипотезы, цели и задач урока <i>Обеспечение мотивации и принятия учащимися цели учебно-познавательной деятельности</i>	Принимают участие в формулировке цели урока, отвечают на вопросы учителя.	2
4	Изучение нового материала.	Демонстрация учебного материала (презентация) Работа с учебником (Перышкин А.В., Физика – 8 класс, стр.79 - 80). Объяснение нового материала	Смотрят и слушают, работают с учебником Воспринимают информацию, сообщаемую учителем. Составляют конспект.	2 12
5	Формулирование вопросов учащимися учителю по изученному материалу.	Отвечает на вопросы.	Задают вопросы.	2
6	Минутка отдыха	Предлагает физическую зарядку	Выполняют упражнения	2

7	Формулирование контрольного задания.	Предлагает тест по изученному материалу и анализирует результат выполнения задания учащимися.	Знакомятся с заданием и выполняют его, самопроверка	6
8	Обобщение, систематизация, закрепление знаний по изученному материалу.	Предлагает дополнительный материал, применяемый в жизни	Выслушивают доклад ученика	4
9	Рефлексия. Подведение итогов урока.	Формулирует выводы	Фиксируют выводы	5
10	Домашнее задание	Формулирует и комментирует домашнее задание	Слушают и фиксируют в дневниках	3

Предложенный далее интегрированный урок «Металлы. Электрический ток в металлах» показывает связь химии и физики. **Цели** урока: – сформировать у учащихся знания о физических свойствах металлов на основе их строения, а так же научное представление о единой картине мира (обучающая); развить мотивацию к изучению химии и физики; умение пользоваться методами анализа и синтеза; устанавливать связь между строением, свойствами и применением металлов; прогнозировать и предполагать, делать выводы и обобщение (развивающая); воспитывать эстетический вкус и чувство патриотизма; стремление к здоровому образу жизни и безопасности жизнедеятельности (воспитательная).

Урок также построен в соответствии с требованиями ФГОС и, в конечном итоге дает представление каким строением определяются физические свойства металлов и почему они так широко используются человеком.

В ходе урока наглядно демонстрируют сравнение теплопроводности металлов в опыте с пластилином и булавочками (или воском и спичками). В массивную латунную шайбу вкручено пять стержней: стальной, латунный, алюминиевый, медный и железный. На каждом из стержней закреплены воском три спички. Греем шайбу на пламени спиртовки или свечи – через несколько секунд падает первая спичка: ближняя к шайбе на медном стержне.

Тепло быстро распространилось по медному стержню и расплавilo восковую подошву ближней к шайбе спички. Следующей будет спичка на алюминиевом стержне, потом – на латунном, железном... К этому моменту с медного и алюминиевого стержней упадет уже по несколько спичек. Последней падает крайняя спичка на стальном стержне.

Опыт наглядно демонстрирует процесс распространения тепла по металлу. Свойство металлов проводить тепло называется теплопроводностью. Мы убедились в том, что разные металлы обладают разной теплопроводностью. Самая высокая теплопроводностью среди рассмотренных металлов – у меди, самая низкая – у железа и стали.

Урок сопровождается сообщениями об интересных фактов о венецианских зеркалах. Закрепление изученного материала проходит в форме тестирования, которое может быть осуществлено с помощью инновационной системы мониторинга PROClass или можно оформить ответы на вопросы теста в форме таблицы, которую желательно заготовить заранее.

В заключении в квалификационной работе представляется внеклассное мероприятие – игра «Физические данетки»<sup>1</sup>. Основная идея игры: необходимо взять в руки карту, прочитать краткое содержание истории всем игрокам, а полную версию истории прочитать только про себя! После этого, задачей остальных игроков будет отгадать, полную версию истории.

**Тема игры:** «История открытия электропроводности в веществах».  
**Цели:** осветить основные моменты открытия электропроводности, углубить знания по данной теме, способствовать развитию мышления, логики, фантазии учащихся, способности выстраивать причинно-следственные связи, формированию навыков продуктивного сотрудничества. **Задачи:** сформировать команды, разгадать карточки-данетки. **Оборудование:** карточки с вопросами, правила игры, компьютер, проектор.

---

<sup>1</sup> Игра разработана совместно с аспиранткой кафедры физики и методико-информационных технологий Ю.К. Костенко

## **Заключение**

При изучении электродинамики в школьном курсе физики учителя должны решать весьма сложные задачи образования, воспитания и развития учащихся. Рассмотренные в работе классическая электронная теория электропроводности металлов и методические замечания по её изучению крайне важны для понимания учителем цели и задачи изучения физических свойства металлов в школьном курсе физики.

В работе мы остановились на одном, на наш взгляд, крайне важном для изучения и понимания вопросе – электрический ток в металлах. Сделан акцент на примерах методических материалов для изучения электропроводности металлов. Вниманию представлены: комбинированный урок на тему «Электрический ток в металлах», интегрированный урок физика-химия по теме «Металлы. Электрический ток в металлах» (8 класс) и игровое внеклассное мероприятие «Физические данетки» на тему «История открытия электропроводности в веществах».

Предложенные методические материалы удовлетворяют требованиям ФГОС и позволяют достичь личные, предметные и метапредметные результаты. Например, готовность и способность обучающихся к саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности.

Освоение межпредметных понятий и универсальных учебных действий (регулятивные, познавательные, коммуникативные) приводит к способности их использования в учебной, познавательной и социальной практике, самостоятельность планирования и осуществлений учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками.

### **Библиографический список:**

1. Гутник Е.М., Рыбакова Е.В., Шаронина Е.В. Тематическое и поурочное планирование к учебнику А.В. Перышкина "Физика. 8 класс", М.: Дрофа, 2001.

2. Костенко Ю.К. Организация продуктивного сотрудничества старшеклассников во внеурочной деятельности с помощью групповых дискуссий // Непрерывная предметная подготовка в контексте педагогических инноваций: Сб. научных трудов Двенадцатой Международной заочной научно-методической конференции: В 2 ч. Ч. 1. – Саратов: Изд-во СРОО «Центр «Просвещение», 2016 – С. 235-240.
3. Лукашик В.И., Иванова Е.В. Сборник задач по физике для 7-9 классов общеобразовательных учреждений, М.: Просвещение, 2001.
4. Методика преподавания физики в 7 – 8 классах средней школы: Пособие для учителя / А.В. Усова, В.П. Орехов, С.Е. Каменецкий и др.; Под ред. Усовой А.В. – М.: Просвещение, 1990.
5. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – М.: «Просвещение», 2008. – 366 с.
6. Открытый урок физики по теме «Электрический ток в металлах. Действия электрического тока» 8-й класс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/645773/>
7. Перышкин А.В. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2006.
8. Теория и методика обучения физике в школе: Общие и частные вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учебн. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000.
9. Урок-провокация на тему: «Электрический ток в металлах». 8-й класс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/312909/>
10. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 9 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / Л.С. Хижнякова, А.А. Синявина. – М.: Вентана-Граф, 2011. – 224 с.