

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 ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ВАКУУМЕ
В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ**

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

Мандросова Александра Вадимовича

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 г.

Б.Е. Железовский

инициалы, фамилия

ВВЕДЕНИЕ

Явление термоэлектронной эмиссии и использование его для создания целого семейства электровакуумных приборов являются предтечей современной электроники. Поэтому данная тема вошла в учебную программу школьного образования.

Электрический ток в вакууме изучается в 10 классе в главе 16 «Электрический ток в различных средах» (Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, §§ 117-118). В соответствии с новыми требованиями ФГОС электрический ток в вакууме рекомендуют изучать в 8 классе (Л.С. Хижнякова, А.А. Синявина, глава 10 «Электрический ток в газах, вакууме и полупроводниках», § 49).

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

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

Объектом исследования взят процесс обучения физики в той части, где формируются знания такого явления, как электрический ток в вакууме, а **предметом** является содержание учебного материала, обеспечивающее необходимый уровень усвоения понятий и соответствующие 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 вакууме на уроках физики;
- 2) показать примеры практической деятельности учителя-физики по изучению электрического тока в вакууме (планы-конспекты уроков, тестовых заданий, проектов и др.) с учетом требований ФГОС.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первом разделе работы «Электрический ток в вакууме. Теоретические сведения» рассмотрены следующие вопросы: что такое вакуум, понятие «термоэлектронная эмиссия», применение тока в вакууме.

В переводе с латинского термин «вакуум» означает «пустота». Это такое состояние пространства, когда в нем находится чрезвычайно мало материальных частиц, к которым можно отнести молекулы газа, ионы, электроны, фотоны и так далее. Количественной характеристикой вакуума служит абсолютное давление. Если оно ниже атмосферного (10^5 Па), то уже можно говорить о вакууме. Самый глубокий вакуум царит в космическом пространстве.

На Земле вакуум научились создавать искусственно с помощью специального оборудования. Это так называемые вакуумные насосы различных конструкций. Низкий вакуум характеризуется давлением газа, при котором средняя длина свободного пути молекул газа значительно меньше характерного линейного размера сосуда, существенного для рассматриваемого процесса. Низкому вакууму обычно соответствует область давлений от 10^5 до 100 Па. При среднем вакууме средняя длина свободного пути молекул соизмерима с характерным линейным размером. Такому состоянию обычно соответствует область давлений от 100 до 0,1 Па. Высокому вакууму соответствует давление, при котором средняя длина свободного пути молекул значительно превышает характерный линейный размер. Высокому вакууму обычно соответствует область давлений от 0,1 до 10^{-5} Па. Если давление газа менее 10^{-5} Па, то вакуум называют сверхвысоким.

Абсолютный вакуум недостижим. Даже металлические стенки сосуда имеют в себе некоторое количество газов, которые выделяются из них. Кроме того, любое вещество хоть немного, но пропускает сквозь себя молекулы газа извне. Поэтому из данного объема их невозможно полностью удалить.

С вакуумом мы знакомы на бытовом уровне. Всем известно, что с целью поддержания неизменной температуры тел их помещают в термосы. Ос-

новой деталью этих устройств является стеклянная колба с двойными стенками, между которыми создается пониженное давление воздуха. Тем самым устраняется теплообмен за счет явления теплопроводности. Чтобы к тому же снизить и лучеиспускание, на поверхность стекла напыляют металл, делая её зеркально отражающей.

Еще один широко распространенный предмет с вакуумом – обычная электрическая лампочка. За счет отсутствия кислорода в стеклянной колбе помещенная в неё электрическая спираль служит гораздо дольше, поскольку не происходит окисление металла, которое при столь высоких рабочих температурах в воздухе привело бы к почти мгновенному разрушению нити накала. Это явление мы и наблюдаем, при включении лампочки с плохо запаянным цоколем или поврежденной.

Для того, чтобы в среде возник электрический ток, в ней должны содержаться свободные носители заряда. Очевидно, при высоком вакууме их в достаточном количестве быть не может. Каким же образом создать в эвакуированном сосуде носители заряда не «отравляя» вакуума? Оказалось, что этого можно достичь при помощи явления термоэлектронной эмиссии.

Еще до 1750 было известно, что вблизи нагретых твердых тел воздух теряет свое обычное свойство – плохо проводить электрический ток, то есть перестает быть диэлектриком. Причина этого явления оставалась неясной вплоть до 1880-х годов.

В ряде опытов, Ю. Эльстер и Г. Гейтель установили, что раскаленная добела металлическая проволока, находящаяся в воздухе с пониженным давлением приобретает положительный заряд, а сам воздух – отрицательный. При этом отрицательный заряд перемещается вместе с воздухом, например, когда его продувают с помощью трубки. В указанных экспериментах создавалось впечатление, что раскаленная проволока испускает какие-то отрицательно заряженные частицы.

С современной точки зрения перечисленные выше наблюдения объясняются возникновением термоэлектронной эмиссии – испусканием электро-

нов нагретыми телами. Это явление было открыто американским изобретателем Томасом А. Эдисоном в 1883 г. и получило название «эффект Эдисона».

Желая усовершенствовать созданную им же за несколько лет до этого лампы накаливания, Эдисон поместил металлическую пластину A в колбу, в которой находилась нить накала K , и затем откачал из колбы воздух до получения вакуума (см. рис.2). Он наблюдал, что когда внешний вывод P от пластины присоединялся к положительному концу нити накаливания, то, если нить была нагрета, электрические заряды текли с нити на внутреннюю часть пластины. Однако, если пластина соединялась с отрицательным концом нити накаливания, движения зарядов не происходило. Поскольку обнаруженный эффект не отвечал основной цели его опытов, Эдисон, будучи практичным человеком, описал его в рабочем журнале и забыл. Заметим, что в то время, когда Эдисон проводил свои опыты, современного представления об электронах еще не существовало.

То, что термоэлектронная эмиссия обусловлена испусканием электронов (отрицательно заряженных частиц), продемонстрировал в 1890 Дж. Томсон.

После анализа вопросов применение тока в вакууме и принцип действия и устройство электронного осциллографа в работе уделено особое внимание использованию осциллографов в школьном демонстрационном эксперимента.

Электронные осциллографы ($ЭО$) нашли широкое применение во многих демонстрационных опытах на уроках физики в школе. Использование $ЭО$ в учебных целях дает возможность глубже понять физическую сущность ряда явлений, изучаемых в различных разделах физики. Наиболее широко применяют осциллографы для исследования периодических процессов, вольтамперных характеристик диода и триода, петли гистерезиса. Не имея осциллографа многие важные и интересные эксперименты просто нельзя было бы провести.

Применение осциллографического метода в преподавании физики в средней школе является эффективным лишь в том случае, если учащиеся понимают принцип работы этого прибора. Поэтому предварительно на простых убедительных примерах необходимо раскрыть принцип работы осциллографа и показать назначение его органов управления.

Поскольку будущему учителю необходимо знать возможности ЭО и уметь их использовать при постановке опытов подробно рассмотрен осциллограф электронный учебный (ОЭУ).

Практическая часть квалификационной работы представлена дидактическими материалами, позволяющие более подробно изучить одну из важных тем школьного курса физики – электрический ток в вакууме.

Урок усвоения новых знаний по теме «Электрический ток в вакууме». Основная *цель* урока: ознакомить учащихся с током в вакууме, с принципом работы электровакуумных приборов на примере вакуумного диода и электронно-лучевой трубки. В уроке ставились и решались следующие *задачи*.

Образовательные: сформировать понятие вакуум, термоэлектронная эмиссия, вакуумный диод, электронная лампа, триод, электронно-лучевая трубка, электронная пушка; ознакомить с принципом работы вакуумных приборов на примере вакуумного диода и электронно-лучевой трубки; добиться усвоения учащимися учебного материала по теме «Электрический ток в вакууме».

Развивающие: развить познавательный интерес; совершенствовать память, внимания; формировать культуру устной и письменной речи; формировать представления о широких возможностях применения физических законов в технике и технологиях; ориентировать учащихся в стремительном потоке научной информации; убедить в необходимости ориентироваться в глобальных проблемах современности.

Воспитательные: формировать механизмы психики (восприятие, память, воображение, мышление и другие); познакомить ученика с возможностями применения физических законов в технике (технологиях); прививать

ученику интерес к физике, любознательность; совершенствовать у учащихся представления о связи развития физики с развитием общества, техники и технологиями.

Постановка целей и задач урока, а также его структура соответствовала требованиям новых стандартов.

Ведущая идея урока: вакуум является идеальным диэлектриком, характеризуется «отсутствием» вещества. Для протекания тока в вакууме в нем необходимо предварительно «создать» некоторую концентрацию свободных носителей заряда. Такую процедуру можно осуществить с помощью явления термоэлектронной эмиссии – явления испускания веществом электронов при нагревании. Вакуумные приборы, работа которых основана на явлении термоэлектронной эмиссии, называются электронными лампами. Простейшая из них – вакуумный диод – содержит два электрода. Прибор, в котором используется пучок электронов, свободно летящих в пространстве за анодом, называется электронно-лучевой трубкой.

Урок сопровождался презентацией, проводился в форме беседы, был выбран словесный метод обучения, структура урока соответствовала типологии уроков в дидактической системе деятельностного подхода и включала:

1. Организационный момент (1 мин).
2. Постановка цели и задачи урока. Мотивация учебной деятельности учащихся (1 мин).
3. Актуализация опорных знаний (10 мин).
4. Первичное усвоение новых знаний (20 мин).
5. Первичное закрепление (10 мин).
6. Домашнее задание с пояснением (3 мин).

Предлагаемый в работе пример экспериментальных исследований по теме «Электрический ток в вакууме» имел основную цель: научиться (учащимся) разрабатывать экспериментальные установки, проводить опыты по теме «Электрический ток в вакууме». Были предложены следующие задания.

Задание 1. Повторите по школьному учебнику тему «Электрический ток в вакууме» (10 класс). Выпишите в тетрадь основные понятия – вакуум, термоэлектронная эмиссия, односторонняя проводимость, диод, электронно-лучевая трубка.

Задание 2. По описаниям и инструкциям внимательно ознакомьтесь со следующими учебно-наглядными пособиями: демонстрационный диод; демонстрационный триод; электронно-лучевая трубка демонстрационная.

Задание 3. Разработайте принципиальные схемы и смонтируйте с помощью имеющихся приборов экспериментальные установки для следующих опытов: явление термоэлектронной эмиссии; создание необходимых условий для возбуждения тока в вакууме; вольтамперная характеристика диода; выпрямительное свойство диодов; устройство и принцип работы электронно-лучевой трубки.

Задание 4. Подготовьтесь к проведению экспериментов по следующему плану: Цель эксперимента. Разработка метода эксперимента. Проектирование и конструирование ЭУ (или описание готовой ЭУ). Составление плана проведения эксперимента. Анализ полученных результатов. Формулирование вывода из опыта. Формулирование эмпирического вывода. Теория эксперимента.

Задание 5. Подготовьте письменный отчет по выполнению лабораторной работы, включив в него: название работы, цель работы, результаты выполнения заданий и краткое описание приборов, используемых в работе, в форме таблиц.

Приведенный пример тестов по теме «Электрический ток в вакууме» может быть успешно включены в систему мониторинга и контроля качества знаний PROClass, позволяющей анализировать уровень понимания учебного материала обучающихся, проводить промежуточные и итоговые проверочные работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбранная тема квалификационной работы важна, интересна и актуальна при изучении большого раздела курса физики «Основы электродинамики» в 10 классе. В частности, при изучении электрического тока в различных средах. Знание основных вопросов, изложенных в дипломной работе – что такое вакуум, термоэлектронная эмиссия, применение тока в вакууме – имеют важное политехническое значение. Кроме этого в работе изложены сведения о принципе действия и устройстве электронного осциллографа.

Физические знания усваиваются учащимися на различных уровнях – запоминание, понимание, применение знаний в знакомой и не знакомой ситуации. Для этого в квалификационной работе предложены некоторые дидактические материалы – урок усвоения новых знаний, примеры экспериментальных исследований и тестов по теме «Электрический ток в вакууме».

Урок усвоения новых знаний составлен в точном соответствии с типологией уроков в дидактической системе деятельностного метода. Имеет структуру, рекомендуемую требованиями стандарта второго поколения. Для наглядности используется компьютерная презентация.

Предложенные примеры экспериментальных исследований позволяют привить учащимся навыки экспериментального исследования, что способствует достижению личностных, метапредметных и предметных результатов обучения.

Проведение тестирования с использованием системы мониторинга ProClass, инновационным оборудованием современного школьного физического кабинета, является наиболее простым контролем качества знаний учащихся. Приведенные примеры тестов позволяют анализировать уровень понимания учебного материала и проводить промежуточный и итоговый контроль по обсуждаемой в квалификационной работе теме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика 10 класс. – М.: Илекса, 2005.
2. 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.
3. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика. Электродинамика. – М., 2010.
4. 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.
5. Тихомирова С.А., Яворский Б.М. Физика (базовый уровень) – М.: Мнемозина, 2012.
6. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 8 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / Л.С. Хижнякова, А.А. Синявина. – М.: Вентана-Граф, 2011. – 224 с.
7. Электрический ток в вакууме [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://interneturok.ru/ru/school/physics/10-klass/undefined-1/elektricheskiy-tok-v-vakuume>

Дополнительные рекомендованные ссылки на ресурсы сети Интернет

1. Physics.kgsu.ru (Источник).
2. Cathedral.narod.ru (Источник).
3. Энциклопедия Физики и Техники (Источник).
4. <http://mydocx.ru/1-27093.html>