

У-Р

199/—

Д43

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР  
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ имени А. М. ГОРЬКОГО

---

Г. Т. ДЖУПИН

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТЯХ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук (по методике физики).

Научный руководитель доцент **И. С. Кухтенко**

Киев — 1960

НБ НПУ  
імені М.П. Драгоманова



100310971

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР  
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ имени А. М. ГОРЬКОГО

---

Г. Т. ДЖУПИН

53(07)  
Джу

## Электрический ток в жидкостях в курсе физики средней школы

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук (по методике физики).

Научный руководитель доцент **И. С. Кухтенко**



Задачи коммунистического строительства в нашей стране, указанные в решениях исторического XXI съезда КПСС, требуют от советской школы всесторонней подготовки учащихся, обладающих глубокими и прочными политехническими знаниями, а также практическими умениями и навыками.

Закон «Об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР» определяет пути коренного улучшения воспитания и обучения молодого поколения в нашей стране. Общеобразовательной школе с производственным обучением предъявлены новые требования дальнейшего значительного улучшения качества изучения всех предметов и особенно физики, являющейся одной из главнейших научных основ техники.

За последнее время был проведен ряд мероприятий по улучшению качества преподавания физики в средней общеобразовательной школе: введено производственное обучение, значительно усовершенствована программа в сторону связи с производственным обучением и смежными предметами, увеличено количество лабораторных работ и обязательных демонстраций с техническим содержанием и введен ряд других важных мероприятий.

Однако методический уровень преподавания отдельных тем школьного курса физики все еще не соответствует современным научным требованиям и возросшим задачам общеобразовательной политехнической школы с производственным обучением.

Одной из таких является тема, в которой изучаются явления при прохождении электрического тока через жидкие проводники. Разработка методики преподавания данной темы и составляет предмет настоящей диссертационной работы.

Эта тема, как и все другие, связанные с выяснением природы, механизма и законов электрической проводимости, имеет важное образовательное и практическое значение в школьном курсе физики. Весьма велико ее значение и для формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся.

Раскрытие природы электропроводимости и электродных процессов, а также изучение законов электрического тока в жидкостях способствует более глубокому пониманию основ электронной теории строения вещества. При изучении этой темы учащиеся впервые получают экспериментально обоснованные представления о дискретной (атомной) природе электричества. Только здесь возможно непосредственное наблюдение движения электрических зарядов-ионов в электрическом поле.

Изучение процессов при прохождении электрического тока через жидкости имеет большое значение в свете задач, указанных в Директивах XXI съезда КПСС о значительном расширении и дальнейшем развитии электрохимической промышленности в нашей стране. Для решения этих задач, наряду с внедрением в производство новейших достижений науки и техники, большую роль будет играть и подготовка кадров квалифицированных рабочих, способных управлять новой техникой. В наше время, когда значительная часть молодежи после окончания средней школы идет непосредственно на производство, школа, осуществляя политехническое обучение, должна в значительной мере облегчить решение задачи подготовки кадров квалифицированных рабочих.

Ознакомление с состоянием преподавания темы «Электрический ток в жидкостях» в школьном курсе физики показало, что ее изучение стоит на недостаточном научном и методическом уровне. Это подтверждают данные, приводимые в опубликованных за последние годы обзорах результатов экзаменов в ВУЗ'ы, итоги специальных обследований, проведенных органами Министерства просвещения УССР, а также материалы, собранные за последние девять лет автором. Более детальная проверка знаний учащихся по материалу данной темы в школах на уроках физики и на экзаменах на аттестат зрелости, а также вступительных экзаменах на физико-математические факультеты Киевского педагогического института в 1950—52 гг. и Луцкого педагогического института в 1953—59 гг. показала, что оканчивающие среднюю школу не знают многих вопросов, относящихся к природе электропроводимости и электродным процессам, а также их практического применения. На многие вопросы даются неверные ответы.

Отмеченные пробелы в знаниях учащихся объясняются, главным образом, недостаточным освещением рассматриваемой темы в учебниках физики и методической литературе. В курсах методики преподавания физики содержатся лишь общие краткие замечания к отдельным понятиям темы и некоторые указания относительно объема материала и характера демонстрационных опытов. Ряд советов относительно методики и техники демонстрацион-

ных опытов к материалу темы не лишены недостатков. Отдельного методического исследования, в котором бы освещались все вопросы темы, нет, если не считать книги профессора В. Зибера, изданной в 1940 г. Ленинградским институтом усовершенствования квалификации учителей, весьма редкой в данное время.

Исходя из вышеизложенного, в настоящей работе диссертант стремился исследовать вопросы преподавания и дать посильное решение задачи методического исследования темы «Электрический ток в жидкостях», приближая ее изложение к современному состоянию учения о природе и механизме процессов при прохождении электрического тока через растворы и расплавы электролитов. При этом диссертантом был использован опыт ведущих методистов — физиков и химиков и лучших учителей школ г. Киева; а также свой педагогический опыт.

Диссертационная работа состоит из введения и следующих глав:

1. Исторический обзор развития учения об электрической проводимости жидкостей.
2. Научно-методический анализ отдельных понятий темы.
3. Методика преподавания учения об электрическом токе в жидкостях.

\* \* \*

Элементы истории развития физики, а также отдельных ее положений и законов имеют большое значение как в осуществлении принципа научности преподавания, так и в формировании у учащихся марксистско-ленинского диалектико-материалистического мировоззрения. Вводя элементы истории в преподавание, можно показать учащимся физику в ее непрерывном развитии, влияние ее открытий на способы производства и обратное влияние потребностей производства на самое развитие физики. Ярким примером указанного может быть развитие учения об электричестве, о природе и законах электрической проводимости вещества.

В первой главе приводится краткий исторический обзор развития учения об электрической проводимости растворов и расплавов электролитов и электрохимических источников тока. Цель главы — помочь учителю в выборе материала для кратких исторических сведений на уроках при изучении электрической проводимости и электродных процессов в жидких цепях, а также для докладов на кружковых занятиях. Материал главы изложен в такой форме, что может быть использован учителями для постановки исторических опытов на уроках и особенно на внеклассных занятиях по физике.



Развитие учения об электрической проводимости и электродных процессах в жидкостных цепях прошло длительный исторический путь. Первое четкое формулирование условий существования электрического тока в цепи и открытие источника электрического тока — гальванического элемента — Александром Вольтой произвело подлинную революцию в учении об электричестве. Исторические опыты В. В. Петрова, Г. Деви и в особенности Б. С. Якоби раскрыли большие возможности практического использования электрического тока. Классическими исследованиями М. Фарадея было положено начало подведению теоретической основы к явлениям электропроводности и электродным процессам. Законы Фарадея для электролиза дали возможность науке впервые прийти к выводу об атомной (дискретной) природе электричества и определить величину элементарного электрического заряда. Этим самым было положено начало установлению электронной теории строения вещества.

Установление теории электролитической диссоциации и на ее основе осмотической теории электродных процессов послужило основой для быстрого развития электрохимической промышленности.

Электростатическая теория растворов (расплавов) электролитов и теория электродных процессов, разработанные на основе общей электронной теории, являются прочной основой современной гальванотехники, электрометаллургии и других отраслей электрохимической промышленности, имеющих важное народнохозяйственное и оборонное значение.

В установлении и развитии учения об электрическом токе в жидкостях большая роль принадлежит нашей отечественной науке. Освещение вклада отечественных и советских ученых должно найти свое место на соответствующих уроках, что имеет большое значение в деле воспитания учащихся в духе советского патриотизма и национальной гордости.

\* \*  
\*

**Вторая глава** диссертации посвящена научно-методическому анализу важнейших понятий в учении об электрической проводимости и электродных процессах в школьном курсе физики и выбору объема и места материала темы в данном курсе.

За годы после установления электростатической теории растворов сильных электролитов был накоплен большой опытный материал, способствовавший дальнейшему углублению теории и раскрытию механизма электропроводности и электродных процес-



сов. Особенно значительными были достижения советской электрохимии в изучении природы и механизма электродных процессов в электрохимических источниках тока и различных электролитических процессах, имеющих как теоретическое, так и большое народнохозяйственное значение.

Для понимания процессов, происходящих в жидкостных цепях, хотя бы с их качественной стороны, в школьном курсе физики необходимо изучить механизм электролитической проводимости и ее зависимость от концентрации и температуры раствора, закон Ома и уравнение энергии тока для жидких проводников, понятия об электродном потенциале, окислении — восстановлении и поляризации электродов, понятие о пассивировании и другие.

Наблюдения за состоянием изучения рассматриваемой темы показали, что ни одно из указанных понятий не изучается в достаточной степени, а большинство их вовсе не нашли себе места в школьном курсе физики. Так, например, программой и учебником предусматривается изучение только природы электрического тока в жидкостях, без рассмотрения факторов, влияющих на электропроводность, и без изучения законов проводимости, хотя известно, что эти законы те же, что и для металлов.

Электрический ток в жидкостях все еще изучается лишь с точки зрения его химического действия, с единственными законами Фарадея для электролиза без взаимосвязи с законами электрического тока в металлах. Некоторые замечания по данному вопросу в учебнике (§§ 37, 42) совершенно недостаточны для такого взаимосвязанного изучения проводимости вещества, ибо применимость формулы для вычисления сопротивления, зависимость удельного сопротивления от рода растворенного электролита и концентрации раствора там вовсе не рассматривается, как и не указаны там особенности закона Ома для жидкостных цепей.

Понятие о потенциалах разряда разных ионов в одном и том же растворе (расплаве) электролитов имеет важнейшее значение для понимания электролитических процессов, для управления этими процессами с целью выделения необходимого вещества из смеси в растворе. Без знания величины потенциала разряда и перенапряжения (поляризации) невозможно управлять электролитическими процессами, сознательно изготовлять и пользоваться электрохимическими источниками тока, невозможно применять закон Ома для расчета электролитических цепей. В школьном курсе физики это понятие вовсе не изучается, о нем нет даже упоминаний. Поэтому неудивительно, что ученики (да и некоторые учителя) не могут объяснить или же дают неверные объяснения процессам при электролизе растворов кислородсодержащих

кислот (сильных) и их солей, щелочей, солей щелочных металлов, процессов рафинирования металлов и многих других. Нередко в учебниках приводятся неверные объяснения этих процессов. Можно встретить, например, утверждения, что при электролизе щелочей или солей щелочных металлов на катоде разряжаются ионы щелочных металлов, которые в реакции с водой образуют щелочь, тогда как такой процесс энергетически не выгоден и в ячейках без ртутного катода невозможен. Даже в вузовских курсах физики встречаются подобные неверные объяснения<sup>1</sup>.

Нередко ученики путают процессы при электролизе с электродными процессами в электрохимических источниках тока, не могут отличить физической сущности одних процессов от других. Для них остается непонятным, что электродные процессы при электролизе могут протекать только при поглощении электрической энергии от внешнего источника, тогда как электродные процессы в гальванических элементах и аккумуляторах сами являются источниками электрической энергии. Отсюда происходит путаница понятий катодного и анодного процессов, перенесение этих понятий с электролитических процессов к электрохимическим источникам тока: положительный полюс источника называют анодом, а отрицательный — катодом. Если поставить вопрос, на каком полюсе источника выделяется водород и на каком электроде при электролизе выделяется водород, то ученики заходят в тупик.

Для устранения этого недостатка, для правильного понимания электродных процессов при электролизе и в электрохимических источниках тока необходимо при изучении электролиза дать учащимся наиболее общие, принятые наукой определения анодного и катодного процессов как окислительного с освобождением электронов и восстановительного с поглощением электронов. Термины «катод» и «анод» не следует применять к источникам тока, ибо это может путать учеников.

Одним из важнейших и наиболее трудных вопросов в школьном курсе электричества является формирование понятия ЭДС источника тока. Программой и учебником предусматривается формирование этого понятия на примере ЭДС гальванического элемента. В учебнике формирование и определение понятия ЭДС источника приводится перед изучением гальванических элементов и аккумуляторов, отчего определение получается несколько догматическим.

Чтобы понятие ЭДС источника сформировать на основе энер-

---

<sup>1</sup> С. Э. Фриш и А. В. Тиморева, Курс физики, т. II. М.—Л., 1952, § 161.



гетического баланса и определить через отношение работы сторонних сил (неэлектростатического происхождения) на перемещение заряда в цепи к величине этого заряда, необходимо вначале рассмотреть процессы образования электрического тока в гальванических элементах (на примере наиболее простого элемента Вольты). Как показала практика, для этого целесообразно рассматривать процессы образования тока в гальванических элементах путем введения понятия электродного потенциала, как потенциала, образующегося между отдельным полюсом и раствором электролита, без рассмотрения контактной разности потенциалов между полюсами. При таком рассмотрении процессов в гальванических элементах будет ясно видна природа ЭДС источника и ее численное значение как разности электродных потенциалов отдельных полюсов.

Программой предусматривается лишь изучение строения гальванических элементов и аккумуляторов без рассмотрения электродных процессов, а этим самым узаконивается догматическое определение понятия ЭДС источника. Рассмотрение природы электрического тока в гальванических элементах и аккумуляторах с точки зрения окислительно-восстановительных процессов не вызывает трудностей. То же самое можно сказать и о выяснении явления поляризации полюсов. Данные на опытной основе, эти понятия легко воспринимаются учениками и способствуют более глубокому пониманию сущности электронной теории электропроводности и строения вещества. Практическое значение изучения процессов в гальванических элементах и аккумуляторах очевидно. На его основе очень легко можно объяснить также и явление коррозии металлов и методы борьбы с ней.

Уже из этих нескольких приведенных примеров видно, что многие важнейшие понятия темы, имеющие большое значение в политехническом обучении, должны быть введены для изучения в школьном курсе физики и что объем материала темы и методика его изложения нуждаются в дальнейшей разработке и усовершенствовании.

\* \*

\*

**В третьей главе** подробно излагается методика изучения отдельных понятий и законов темы соответственно предлагаемой диссертантом систематике и объему материала об электрическом токе в жидкостях на основании представлений электронной теории и теории электролитической диссоциации (электростатической теории).

1. Основы теории электролитической диссоциации и некото-

рые понятия рассматриваемой темы изучаются как в школьном курсе физики, так и химии. Согласно действующей программе, основы теории электролитической диссоциации в химии изучаются в 9 классе, до изучения электрического тока в жидкостях в курсе физики. Это дает возможность использовать полученные учащимися знания по химии на уроках физики. С указанной целью в начале главы рассматривается необходимость установления тесной связи между учителями физики и химии для согласованного изучения общих понятий, проводится анализ этих понятий, указывается их значение в школьном курсе физики и химии, рассматриваются пути наиболее рационального использования учебного времени. Особое внимание уделено необходимости изучения всех общих понятий в физике и химии с единой точки зрения, с общей, принятой в современной науке, терминологией, формулированием законов и определениями.

2. Некоторые основные вопросы темы известны учащимся не только из курса химии, но также и из курса физики VII класса, где они получают сведения о проводящих ток жидкостях, первые представления о явлении электролиза как химического действия электрического тока, о строении и назначении электрохимических источников тока. На основании химического действия тока определяется единица тока — ампер.

В приводимом анализе ранее полученных учащимися знаний рассматриваются вопросы их использования для более глубокого изучения уже известных явлений и формирования новых понятий и законов. Далее в диссертации в соответствии с предлагаемой методикой изучения темы в X классе, рассматриваются вопросы методики изложения ряда понятий, связанных с изучением электрохимических источников тока и химического действия тока. Диссертант считает, что в раздел «Сила тока, сопротивление и напряжение» в начальном курсе физики нет никакой необходимости вводить понятие о величине заряда (в программе «количество электричества») и единице его измерения, ибо это понятие вводится только для определения единицы тока, которая может быть определена по химическому действию тока и без понятия о величине заряда. Такой метод дает возможность овесть самое понятие тока, не затемняя его словом «сила». Кроме этого, показывается возможность расширить изучение химического действия тока с точки зрения его практического применения как на уроках, так и на внеклассных занятиях по изготовлению простейших гальванических элементов, простых опытов по гальванотехнике и других процессов.

3. Материал темы «Электрический ток в жидкостях» в X клас-



се предлагается изучать в порядке, предусмотренном действующей программой. Взаимосвязанное рассмотрение природы электрической проводимости металлов, жидкостей и газов и параллельное изучение (на одних уроках) законов электрического тока в металлах и жидкостях полностью оправдывает себя на практике. Нельзя не согласиться с необходимостью введения понятия электродвижущей силы источника тока перед изучением законов электрического тока. Наиболее просто и полно это понятие может быть сформировано при рассмотрении природы электрического тока в гальванических элементах. Отсюда появляется возможность изучать гальванические элементы при формировании понятия ЭДС. Электролиз, законы электролиза (с рассмотрением выводов об атомной природе электричества) и его техническое применение наиболее целесообразно изучать после законов электрического тока в металлах и жидкостях. Аккумуляторы предлагается изучать как один из примеров применения явления электролиза после определения заряда иона, ибо электродные процессы в аккумуляторах весьма просто могут быть выяснены на основании понятий окислительного и восстановительного процессов, рассматриваемых в электролизе.

Одним из основных принципов преподавания физики в средней школе является обоснование физических понятий, законов и теорий на опыте или наблюдении. Догматическое введение новых понятий и теорий противоречит принципам советской дидактики и должно быть исключено или сведено к минимуму в практике преподавания физики в средней школе.

Изучение учебников, курсов методики физики и практики преподавания в школе показывает, что основные понятия темы и законы электролиза изучаются догматически, без опытного обоснования. Предлагаемые в методических пособиях схемы для опытного обоснования законов электролиза не могут быть осуществлены на практике в школе как из-за необходимости затрат большого количества времени, так и методического и технического несовершенства методов реализации этих схем.

4. Основное положение теории электролитической диссоциации о распаде молекул электролитов на ионы в процессе растворения или расплава без действия внешних электрических полей вообще приводится чисто догматически: нигде не указывается даже на необходимость краткого сообщения о классических опытах Толмен по разделению ионов в растворе чисто механическим путем.

Для устранения этого недостатка в работе приводится целая серия весьма простых и кратких демонстрационных опытов, на



основании которых совместно с формированием основного положения теории электролитической диссоциации формируется понятие о проводимости растворов и расплавов электролитов. Факт распада электролитов на ионы в момент растворения предлагается иллюстрировать на простом опыте с двумя одинаковыми медными пластинками в растворе медного купороса. Практика работы в школе подтвердила эффективность такого опыта.

Известно, что важнейшие отрасли электрохимической промышленности базируются на использовании растворов и расплавов так называемых сильных электролитов, закономерности в которых объясняются общей электростатической теорией и не могут быть объяснены классической теорией электролитической диссоциации. В частности классическая теория не может объяснить зависимости электропроводимости от важнейших факторов — концентрации и температуры растворов сильных электролитов. В связи с этим считается целесообразным рассмотреть строение (структуру) растворов сильных электролитов на основании простых представлений об образовании ионной оболочки вокруг каждого иона в результате электрических взаимодействий между ионами. Наличием такой оболочки с ионов с противоположными зарядами очень легко объясняется зависимость электропроводимости (подвижности ионов) от концентрации и температуры раствора.

5. Непосредственное наблюдение за движением электрических зарядов в электрическом поле имеет весьма большое значение для объяснения мгновенного появления электрического тока в цепи (распространения поля) при весьма малой скорости направленного движения электрических зарядов. Такое наблюдение возможно осуществить только при движении электролитических ионов. Значение этого опыта не менее важно и для выяснения факта переноса электрических зарядов в растворе положительными и отрицательными ионами. Предлагаемая измененная и усовершенствованная методика демонстрации этого опыта способствует выяснению указанных явлений и может быть легко реализована в любой школе. На результатах опыта можно объяснить и механизм прохождения тока в растворах электролитов.

6. Изучение природы образования разности потенциалов в гальваническом элементе и формирование на его основе понятия ЭДС источника тока через появление разных потенциалов на полюсах наиболее легко можно осуществить на опытах. В предлагаемом варианте строгого обоснования, на серии опытов с помощью квадрантного электрометра (приводится методика его изготовления силами учащихся в школе) возможно показать нали-

чие разных потенциалов на полюсах из разных металлов и угля в растворе одного электролита и разных потенциалов на одном полюсе (из одного металла) в растворах разных электролитов и разных концентраций раствора одного электролита. Здесь представляется возможным проследить за изменениями потенциалов от влияния различных факторов. Практически можно ограничиться наблюдением появления разных потенциалов на полюсах разной природы в растворе одного какого-либо электролита.

В другом, менее строгом варианте, с помощью демонстрационного гальванометра и набора разных металлов и угля можно показать наличие разности потенциалов между разными парами полюсов в растворе серной кислоты, причем можно показать, что в любом случае из обоих полюсов происходит выход положительных ионов в раствор, в результате чего полюса получают большие или меньшие отрицательные потенциалы в зависимости от рода вещества полюса. Этих опытных результатов достаточно для объяснения природы образования тока и определения ЭДС как разности потенциалов отдельных полюсов, с последующим общим определением. Далее приводится объяснение явления поляризации полюсов элементов на современной научной основе с необходимым опытным обоснованием, дается в доступной форме научно правильное объяснение процессов в гальванических элементах промышленных типов с марганцевой деполяризацией. В современных же школьных учебниках и методических пособиях явлениям поляризации и деполяризации даются объяснения на чисто химической, а не на более правильной и доступной учащимся электрохимической основе.

7. После рассмотрения гальванических элементов и определения понятия ЭДС источников тока рекомендуется нами изучение на тех же уроках законов электрического тока в металлах и жидкостях. Предлагаемая методика изучения зависимости электролитической проводимости от концентрации и температуры раствора дает возможность легко объяснить на основе демонстрационных опытов характер влияния на проводимость этих важнейших факторов. При совместном изучении формулы сопротивления, закона Ома, уравнения энергии и других вопросов, совершенно не требуется дополнительного времени, так как параллельная демонстрация заранее подготовленных опытов с жидкими проводниками проходит весьма быстро, а объяснения остаются общими. Практика подтвердила значительные преимущества такого совместного изучения не только с точки зрения экономии времени, но и в смысле более широкого и глубокого понимания самих законов проводимости.

8. Изучение явлений при электролизе предлагается начинать с рассмотрения перехода ионной проводимости в электронную на границе раздела между раствором электролита и электродом с последующим выделением вещества на электродах. Здесь углубляются знания учащихся о переносе электрических зарядов в электролитических проводниках частицами вещества — ионами и показывается, что без процесса перехода ионной проводимости в электронную было бы невозможным существование тока в цепи. Процесс перехода проводимостей объясняется изменением физических и химических свойств ионов при их переходе в электрически нейтральные атомы или молекулы вещества. Отсутствие этих сведений в школьных учебниках отрицательно сказывается на понимании физической сущности механизма электролитической проводимости.

Всякий электролиз сопровождается неизбежным появлением поляризации электродов, обусловленной наличием определенных потенциалов разряда ионов, перенапряжением (для газовых продуктов) и концентрационными изменениями в растворе или расплаве электролитов. Из этих факторов на уроке предлагается рассмотреть влияние потенциалов разряда (или напряжения выделения) ионов на прохождение тока в растворе. В диссертации описаны возможные демонстрации опытов, методика объяснения явления поляризации и его практическое значение.

При электролизе на аноде всегда происходит процесс генерации, освобождения электронов, а на катоде — процесс их поглощения, связывания. В связи с этим представляется необходимым давать наиболее общее, отвечающее сущности, определение катодного и анодного процессов и самих электродов. Эти понятия являются основой для понимания всех электролитических процессов.

9. Методику изложения законов электролиза принято считать весьма простой и установившейся. При ближайшем рассмотрении оказывается, что законы электролиза излагаются догматически, особенно второй закон, и как следствие этого — учащиеся не могут объяснить, как же на основании этих законов можно сделать вывод, что электрические заряды имеют дискретную, атомную структуру. Формулирование II закона через химический эквивалент затушевывает значение валентности, или, что то же самое, зарядности ионов. В связи с этим термин «химический эквивалент», как нигде, ни в курсе физики, ни в курсе химии не встречающийся, кроме этого места, следует исключить из употребления: в науке существует только термин «грамм-эквивалент». Исчерпывающей будет формулировка II закона только через прямую



и обратную пропорциональную зависимость от атомного веса и валентности вещества.

Разработанная диссертантом методика дает возможность изложить с достаточной точностью оба закона электролиза с опытом подтверждением на одном уроке. При этом оба закона выводятся из результатов одного опыта на изготовленном из электрических лампочек приборе. В диссертации подробно описывается изготовление прибора и методика работы с ним.

10. Вывод об атомной природе электрических зарядов формируется последовательно на законах электролиза, без математических соотношений. Математические соотношения для определения величины заряда, переносимого одним однозарядным ионом, приводятся после выяснения атомной структуры электрических зарядов. Выгодность такого порядка изложения очевидна. При существующем порядке изложения (например, в учебнике А. В. Перышкина) за математическими выкладками по определению величины заряда иона учащиеся не видят, какие выводы из законов Фарадея указывают на атомность электрических зарядов.

11. Лабораторная работа по определению электрохимического эквивалента меди является одной из самых трудных в курсе электричества в связи с необходимостью довольно точного измерения величин. В условиях массовой школы наибольшие трудности возникают при определении массы выделившейся меди. В диссертации приведены некоторые советы учителю по организации и проведению этой лабораторной работы, способствующие получению учащимися более точных результатов и использования этих результатов для определения величины заряда иона меди в домашнем задании.

12. Изучение процессов при прохождении электрического тока через растворы и расплавы электролитов оканчивается рассмотрением некоторых примеров практического использования электролиза в промышленности. Наиболее эффективной оказалась такая форма урока, на котором учитель путем активной беседы выясняет методы практического использования, а учащиеся самостоятельно реализуют их на своих местах. Таким путем можно изучить гальванотехнику (омеднение, никелирование и т. д.), определение полюсов источников тока, получение металлов из расплавленных солей, а в оборудованных кабинетах — и электролитическое выпрямление тока.

Более широкое изучение практического использования электролиза рекомендуется перенести на внеклассные кружковые занятия. Тематика с электролитическими опытами вызывает живой интерес в учащихся. В предлагаемом широком перечне тем круж-



ковых занятий с описанием техники и методики их проведения можно найти необходимый материал для более глубокого изучения отдельных понятий темы и совершенствования политехнической грамотности и практических навыков учащихся.

В завершение ознакомления учащихся с практическим применением электролиза в современной технике рекомендуется провести экскурсию в гальванические цеха машиностроительных или приборостроительных заводов или же в гальванические мастерские, в зависимости от условий местности. В диссертации описана организация и методика проведения таких экскурсий.

13. Экспериментальная проверка целесообразности предлагаемой методики проводилась в СШ № 25 и № 131 г. Киева и СШ № 3 г. Луцка в течение семи лет. Результаты педагогического эксперимента и поурочное распределение материала приведены в конце работы. Результаты, полученные при проведении специальных контрольных работ, а также при опросе учащихся на уроках, показывают, что предлагаемая методика способствует более глубокому и сознательному усвоению материала темы, не содержит недоступных для понимания учащихся вопросов, дает возможность исключить из ответов учащихся приведенные выше типичные ошибки и способствует расширению политехнической грамотности учащихся.

Все это позволяет считать целесообразным проведение предлагаемых дополнений и изменений в методику изложения учения об электрическом токе в жидких проводниках.

---

Основные положения диссертации опубликованы в следующих статьях:

1. Г. Т. Джупін, Про природу електропровідності вугілля, Наукові записки Луцького педагогічного інституту, вип. 2, фізико-математична серія, 1955.

2. Г. Т. Джупін, Вивчення гальванічних елементів і формування поняття електрорушійної сили генератора струму в X класі, Наукові записки Луцького державного педагогічного інституту ім. Лесі Українки, вип. 3, фізико-математична серія, 1957.

3. Г. Т. Джупін, Формування в учнів поняття електрорушійної сили генератора, Журнал «Радянська школа», 1959, 12.