

53(07)  
Г-83

546/-

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

---

А. И. ГРИДЕНКО

**ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ В КУРСЕ  
ЭЛЕКТРИЧЕСТВА СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

(13.731 — методика преподавания физики)

**А в т о р е ф е р а т**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

НБ НПУ

імені М.П. Драгоманова

КИЕВ — 1971



100310928

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР  
КНЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
им. А. М. ГОРЬКОГО.

---

А. И. ГРИДЕНКО

ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ В КУРСЕ  
ЭЛЕКТРИЧЕСТВА СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

(13.731—методика преподавания физики)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

КИЕВ — 1971

Работа выполнена в Кировоградском педагогическом институте им. А. С. Пушкина на кафедре физики.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Лысак Л. И., кандидат педагогических наук Сычевская З. В.

Внешний отзыв учреждения — Черновицкий государственный университет.

Автореферат разослан «    » . . . . . 1971 г.

Защита диссертации состоится «    » . . . . . 1971 г.

на заседании Ученого Совета физико-математического факультета Киевского государственного педагогического института имени А. М. Горького (г. Киев, Бульвар Шевченко, 22/24).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

**Ученый секретарь Совета**



В законе об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии народного образования в СССР отмечается, что главной задачей советской школы является подготовка учащихся к жизни, общественно полезному труду, дальнейшее повышение уровня общего и политехнического образования, подготовка образованных людей, хорошо знающих основы наук, воспитание молодежи в духе глубокого уважения к принципам социалистического общества, в духе идей коммунизма.

В Отчетном докладе Центрального Комитета КПСС XXIV съезду отмечается проделанная в нашей стране большая работа по обновлению содержания учебного процесса в школах и вузах. Учебный процесс приводится в большее соответствие с требованиями научно-технического прогресса, с общим уровнем современных научных знаний.

В общей сумме научных знаний важное место занимает физика — ведущая наука современного естествознания. Но глубокие знания учащихся по физике невозможны без ознакомления их с основами физических теорий. В средней школе учащиеся получают представления о молекулярно - кинетической и электронной теориях, а также о теориях природы света и строения атома. Большое значение элементов электронной теории заключается в том, что она завершает вместе с теорией строения атома общие представления учащихся о строении материи, которые они получают в курсе физики средней школы.

Электронная теория позволяет объяснить учащимся самые разнообразные явления в области электричества. Ознакомление с элементами этой теории дает возможность понять явления, происходящие в проводниках и диэлектриках, помещенных в электрическое поле, дать объяснение механизма электропроводности металлов, жидкостей и газов, природы сопротивления проводников,

причины тепловых действий электрического тока, природы магнитных свойств вещества и т. д. Без использования электронной теории нельзя добиться глубоких осмысленных знаний учащих по электричеству — этому важнейшему разделу всего курса физики.

В диссертации отмечается, что рассмотрение всех изучаемых электрических явлений только с точки зрения электронной теории еще не дает возможности излагать их на современном уровне. Пора уже при изучении электропроводности твердых тел использовать элементарные понятия квантовой механики (зонную теорию электропроводности).

Квантовая теория электропроводности твердых тел была создана более 40 лет тому назад. Элементарное изложение основных понятий об этой теории необходимо включить и в курс физики средней школы, иначе изучение электричества попрежнему будет проводиться на уровне прошлого века. Школьный курс физики должен отражать современное состояние науки и техники.

Изучение состояния преподавания физики в школах и работа над литературными источниками показали, что хотя электронная теория и является в настоящее время основой построения школьного курса электричества, однако используется она еще пока недостаточно, методика изучения электронной теории в средней школе еще мало разработана. Методические пособия по этому вопросу почти отсутствуют, а в диссертациях по методике преподавания электричества эту задачу нельзя считать удовлетворительно решенной. Указанные соображения и послужили основанием для выбора темы нашей диссертационной работы. Исходные положения при этом были следующие:

1. Не излагать подряд методику преподавания электричества, а останавливаться на мало разработанных вопросах, допуская отступления лишь постольку, поскольку этого требует связность изложения.

2. Исходить из реальных возможностей преподавания физики в средней школе, учитывая, что, кроме электронной теории, учащиеся изучают и другие, не менее важные вопросы. В связи с этим не требовать значительного увеличения количества часов, отводящихся программой для изучения отдельных тем электричества.

3. Одной из главных целей диссертации считать по-



пытку такого изменения учебного материала по ряду тем курса электричества, чтобы в те же рамки программы вложить, где это необходимо, новое содержание, лучше отражающее современное состояние учения об электричестве.

4. Подготовить диссертацию в таком виде, чтобы она в какой-то мере могла использоваться и учителями физики в их непосредственной работе в школе. Этому способствует, в частности, отказ от часто применяющихся поурочных разработок, во многом теряющих смысл при изменениях в программе.

В диссертации рассматривается методика изучения элементов электронной теории только в X классе.<sup>1</sup> Некоторые понятия об электронной теории даются и в VII классе, однако вводятся они догматически, без достаточного обоснования. Поэтому мы с полным правом можем считать, что электронная теория изучается в средней школе именно в X классе, а в курсе физики VII класса лишь используются электронные представления при объяснении некоторых явлений.

При подготовке диссертации использован опыт работы автора в средних школах гг. Кировограда и Киева, а также в Кировоградском педагогическом институте им. А. С. Пушкина. Значительный материал дало изучение уровня знаний выпускников средних школ на экзаменах на аттестат зрелости в школах г. Киева и Кировоградской области и на вступительных экзаменах в Кировоградский пединститут. Использовался также материал, имеющийся в диссертациях по методике преподавания физики, в периодической педагогической печати, в советской и зарубежной научной и методической литературе.

Диссертация состоит из введения и следующих глав:

1. Из истории электронной теории.
2. Электронная теория в курсе физики средней школы.
3. Методика изучения элементов электронной теории в курсе электричества X класса.

Во введении показана важность ознакомления учащихся с элементами электронной теории для достижения

---

<sup>1</sup>) С 1972—73 учебного года в связи с введением новой программы по физике изучение курса электричества в школах УССР начинается в IX классе.

глубоких, осознанных знаний по физике. Изложены причины выбора данной темы исследования и источники, положенные в основу диссертационной работы.

**Первая глава** содержит очерк развития электронной теории.

В построении курса физики советской средней школы историзм является одним из важных принципов, позволяющих повысить научный уровень преподавания. В связи с этим цель данной главы — изложить кратко те сведения, которыми мог бы воспользоваться на уроках учитель физики при отборе необходимого ему исторического материала. Достижения современной науки в области изучения электричества легче понять, проследив тот путь, который прошло это учение в своем развитии.

История электронной теории представляет собой один из наиболее ярких примеров непрерывной борьбы материалистического и идеалистического мировоззрений. Именно создание электронной теории послужило причиной глубочайшего кризиса в современной физике, проанализированного В. И. Лениным в его гениальной книге «Материализм и эмпириокритицизм».

Классическая электронная теория, несмотря на ее недостатки, явилась величайшей победой диалектического материализма. «Новейшие открытия естествознания — радий, электроны, превращение элементов — замечательно подтвердили диалектический материализм Маркса, вопреки учениям буржуазных философов с их «новыми» возвращениями к старому и гнилому идеализму».<sup>1</sup>

Создание электронной теории явилось высшей точкой, вершиной развития классической физики. Однако и эта теория не была последним словом науки. В истории электронной теории подтвердились слова В. И. Ленина о том, что всякая теория неполная, приближительная, что процесс познания природы — бесконечный, как бесконечна природа. Несмотря на казавшуюся когда-то незыблемость классической физики, постепенно накапливалось все больше и больше фактов резкого расхождения выводов электронной теории с экспериментальными данными. Возникла необходимость создания новой тео-

---

<sup>1</sup>). В. И. Ленин, Три источника и три составных части марксизма. Соч. т. 19, изд. 4-е, стр. 4.



рии, которая дала бы возможность разрешить эти противоречия. И такая теория была создана. Это — квантовая теория — дальнейшее развитие классической электронной теории. Появление квантовой теории поля и квантовой механики не означало, однако, того, что электронная теория — неверная теория. С развитием квантовой теории и открытием новых явлений изменились многие основные понятия и представления. Квантовая теория является более общей теорией, чем классическая электронная теория. Она глубже отражает реальную действительность, включая в себя, как частный случай и многие понятия электронной теории. В связи с созданием квантовой теории уточнились границы применимости классической физики. В пределах этих границ результаты классической электронной теории и теории Максвелла безупречно совпадают с опытными данными. Поэтому электронная теория и сейчас занимает важное место в науке, являясь основой почти всех разделов электротехники, радиотехники и электроники. Квантовые теории вещества и поля, по существу, выходят за пределы учения об электричестве, так как их предметом являются более широкие проблемы (законы движения элементарных частиц, их строение, взаимодействие и т. п.). Поэтому и сейчас главное место в учении об электричестве принадлежит классической электродинамике Максвелла-Лоренца.

Из очерка развития учения об электричестве следует вывод о том, что в средней школе основой построения курса электричества должны быть элементы электронной теории. В большинстве случаев основные понятия электронной теории в школьном курсе электричества используются лишь для объяснения качественной стороны различных явлений. Это значительно расширяет область применимости классической теории, позволяя в то же время добиваться большей ясности изложения, возможности создания у учащихся конкретных представлений о природе явлений. Однако, как уже указывалось, учащимся средней школы необходимо дать некоторые представления и о современном состоянии науки. В учении об электричестве это относится, в первую очередь, к понятиям о зонной теории электропроводности твердых тел.

**Вторая глава содержит анализ программ, учебников**



физики для средней школы, методической литературы и диссертаций по методике преподавания электричества.

На основе анализа программ сделан вывод о том, что вопросы электронной теории более или менее полно отражены только в послевоенных программах, начиная с 1954 года. Однако и в программах по физике 1954 — 1970 гг. электронная теория все еще не заняла должного места. В программах не отражен процесс формирования понятий об электронной теории, так как в них не указывается, какие именно вопросы этой теории изучаются в VII классе, а какие в X классе.

Для более широкого использования электронной теории в новую программу по физике следовало бы внести некоторые изменения. Так, прежде всего, нужно было бы еще в разделе электростатики поместить пункт «Электронная теория», что ясно показывало бы на необходимость отведения времени специально для введения основных понятий об этой теории в самом начале курса электричества.

В программу следует включить описание экспериментов, имеющих особенно важное значение для развития электронных представлений учащихся — опыта Р. Милликена по определению абсолютного заряда электрона, опыт А. А. Эйхенвальда по обнаружению магнитного поля конвекционного тока при движении макроскопических заряженных тел.<sup>1</sup>

В объяснительной записке следует указать на то, что при изложении электронной проводимости металлов надо рассказать об опыте Рике по установлению электронного характера электропроводности металлов, а также рассмотреть причины сопротивления проводников и тепловых действий электрического тока на основе электронной теории.

Результатом внесения таких изменений в программу явится более широкое использование электронной теории в курсе физики. Это же, в свою очередь, позволит добиться более глубокого знания учащимися основ учения об электричестве.

В программу по физике для средней школы следовало бы включить уже и понятия о зонной теории электро-

---

<sup>1</sup>). В настоящее время описание опыта Милликена излагается в новом учебнике VII класса.

проводности, что даст возможность строить изложение материала с учетом данных современной науки.

Большую часть следующего параграфа занимает анализ двух учебников физики — И. И. Соколова и А. В. Перышкина. По первому из них учились советские школьники в течение почти двух десятилетий, а по второму — изучают физику в настоящее время.

Из обзора ряда учебников сделан вывод о том, что вопросы электронной теории в курсе физики в последнее время занимают все большее место. Если 25—30 лет тому назад почти весь раздел электричества в школьном учебнике не был обоснован с точки зрения электронной теории, то в учебнике для X класса А. В. Перышкина вопросам введения электронной теории уделяется уже серьезное внимание: в отдельном параграфе изложены основные положения электронной теории, даются понятия о природе электрического тока в металлах, в вакууме, в газах и электролитах. Вместе с тем в учебнике отсутствует еще много важного материала, имеющего большое значение для выяснения сущности физических явлений. Так, в учебнике не дается объяснения причины сопротивления проводников и тепловых действий электрического тока, недостаточно используются электронные представления для выяснения природы электрических явлений в проводниках и диэлектриках и т. д. В учебнике мало сведений о полупроводниках, вовсе не упоминается квантовая теория электропроводности. Следует, хотя бы в качестве необязательного для изучения материала, поместить сведения о зонной теории. Кроме данных изменений, в ряде случаев более широкое использование электронной теории при изложении учения об электричестве не потребует значительно-го увеличения объема учебника. Часто для этого нужно всего несколько строк или даже возможно в те же рамки отдельных параграфов вложить новое содержание, приблизить материал к данным современной науки.

На основе анализа программ, учебников и методической литературы сделан вывод о том, что необходима разработка таких вопросов:

1. Порядок введения электронной теории при изучении электричества в средней школе — в каком классе, в какой последовательности изучать различные вопросы этой теории;



2. Объем сведений по электронной теории, который нужно дать учащимся;

3. Вопрос о связи между электронной теорией и теорией поля при изучении электричества, значение этой связи для глубокого усвоения учащимися курса электричества;

4. Методика изучения отдельных тем курса электричества на основе электронной теории.

В данной диссертации и предпринимается попытка решения перечисленных задач.

Четвертый параграф второй главы содержит обзор диссертаций по методике преподавания электричества в средней школе. После общей характеристики диссертаций по методике преподавания электричества и критического разбора нескольких из них, наиболее связанных с вопросами изучения электронной теории, отмечается следующее.

Данная работа первоначально во многом предполагалась как обобщение отдельных диссертаций по методике преподавания различных тем электричества, связанных с использованием элементов электронной теории для объяснения изучающихся явлений. Однако более близкое ознакомление с этими диссертациями показало, что такое обобщение практически трудно осуществимо, так как в диссертациях по частным вопросам преподавания электричества задачу введения электронных представлений нельзя признать решенной удовлетворительно. Не решена удовлетворительно эта задача и в диссертации В. С. Зенчук «Элементы электронной теории в курсе электричества X класса» (1951 г.), которая, кроме ряда недостатков, и явно устарела в связи с переходом в преподавании физики на работу по новой программе и новым учебникам.

Все эти соображения продиктовали необходимость поисков другого пути решения вопроса о методике изучения элементов электронной теории в X классе средней школы. Главной целью при этом ставилось изложение методики объяснения физической сущности явлений из области электричества на основе электронной теории, объединяющей в единое целое самые разнообразные проявления электрических и магнитных свойств вещества и позволяющей объяснить их природу с точки зрения этой теории. В ряде случаев пришлось идти путем, нес-



сколько отличающимся от установившейся методики преподавания отдельных тем, вследствие чего неизбежны многие недостатки, хотя в целом наш эксперимент и подтвердил целесообразность предложенных методических рекомендаций.

В конце второй главы дается общая характеристика уровня знаний учащихся по электрической теории.

Изучение состояния преподавания электричества в ряде школ, результатов экзаменов на аттестат зрелости и вступительных экзаменов в педагогический институт дало основания для вывода о том, что учащиеся еще слабо ознакомлены с элементами электронной теории, часто становятся в тупик, отвечая на вопросы о природе электрических явлений. Некоторое улучшение знаний учащихся по электронной теории за последнее время можно отметить лишь в тех случаях, когда отдельные вопросы более подробно по сравнению с прежним учебником освещены в новом курсе физики для средней школы.

Основные недостатки в знаниях учащихся по электрической теории сводятся к следующему:

1. Учащиеся не имеют достаточных представлений о самой электронной теории и ее развитии, не знают в большинстве случаев основных положений электронной теории и ее значения в учении об электричестве.

2. Учащиеся не могут объяснить с точки зрения электронной теории различных изученных ими явлений (поляризация диэлектриков, взаимодействие электрического поля и помещенного в него проводника, термоэлектронная эмиссия, сопротивление проводников, магнитные свойства вещества и т. п.). Отвечая на такие вопросы, учащиеся или вовсе не раскрывают физической сущности явлений, или же дают неправильные ответы.

Причиной такого положения является прежде всего недостаточное внимание к изучению элементов электронной теории со стороны многих учителей физики, отсутствие ряда необходимых сведений в стабильном учебнике физики, а также неразработанность вопросов методики изучения электронной теории в методической литературе. Вследствие же слабых знаний учащихся по электрической теории снижается и уровень их знаний по электричеству в целом, так как во многих случаях ученики недостаточно ознакомлены с природой физических явлений.

В третьей главе, состоящей из семи параграфов, излагается методика изучения элементов электронной теории в X классе средней школы.<sup>1</sup>

В общих замечаниях о методике изучения электронной теории показано, что при введении понятий об этой теории возможны и используются в учебниках физики три варианта:

1. Ввести понятия об электронной теории до изложения электростатики;

2. В начале электростатики, после ознакомления учащихся с некоторыми электрическими явлениями;

3. После изучения всей электростатики или даже всего курса электричества.

В данной диссертационной работе предлагается ввести понятия об электронной теории в самом начале электростатики, после изучения некоторых явлений из области электричества, что дает возможность накопления некоторых фактов, требующих объяснения и, в то же время, положить в основу изложения всей электростатики элементы электронной теории.

В следующем параграфе излагается методика изучения электронной теории в разделе электростатики курса электричества. Рассматривается методика введения понятий об электронной теории, указываются сведения об истории электронной теории и строении атома, которые следует сообщить при этом учащимся. В качестве примера использования электронной теории объясняется на ее основе причина электризации тел.

При изучении темы «Проводники в электрическом поле» предлагается объединить рассмотрение вопросов о распределении заряда на поверхности проводника и о проводниках в электрическом поле как логически связанных друг с другом. При этом дается объяснение электростатической индукции, притяжения наэлектризованных тел, рассматривается вопрос о напряженности электрического поля. Указывается на необходимость рассмотрения в данном случае взаимодействия проводника и электрического поля, а не только действия поля на внесенный в него проводник, как это еще имеет место иногда на уроках физики.

<sup>1</sup>) Еще раз напомним, что с 1972—73 учебного года часть электричества будет изучаться в IX классе.



При изложении методики изучения темы «Диэлектрики в электрическом поле» отмечается то, что термин «диэлектрическая постоянная», использовавшийся в первых изданиях учебника А. В. Перышкина, неудачен, так как не соответствует действительности, предлагая данную величину постоянной и не зависящей от температуры, влажности, напряженности электрического поля и т. п. Величину эту предпочтительнее называть «диэлектрической проницаемостью». При изучении явления поляризации диэлектриков предлагается дать учащимся понятия о полярных и неполярных диэлектриках, о причине поляризации на основе упрощенного рассмотрения строения диэлектриков. Описаны эксперименты и схемы, помогающие учащимся лучше разобраться в сущности явления поляризации диэлектриков. Приведено простое объяснение причины ослабления напряженности основного поля внутри диэлектрика, находящегося в электрическом поле, а также методические соображения относительно изучения закона Кулона.

При изучении конденсаторов предлагается использовать, наряду с объяснением сущности явления электроемкости из рассмотрения энергетической стороны процессов, и другое объяснение — на основе понятия о связанных зарядах. Описана методика ознакомления учащихся с идеей опытов по определению абсолютного заряда электрона и показана важность обоснования понятия об электроны для изучения элементов электронной теории в X классе.

Далее следует раздел «Энергия электрического поля», в котором дается понятие об энергии взаимодействия зарядов и элементарный вывод формулы для энергии электрического поля заряженного конденсатора. В связи с этим рассмотрен важный вопрос о локализации энергии, а также дается вывод формулы для силы притяжения между пластинами конденсатора. Заканчивается данный параграф приведенными в качестве примера несколькими задачами, дающими учащимся возможность применить на практике основные понятия электронной теории.

Третий параграф содержит изложение методики использования элементов электронной теории при изучении законов постоянного тока. В начале параграфа разбирается вопрос о выражении электрического тока через



концентрацию свободных заряженных частиц в проводнике, скорость их направленного движения и сечение проводника. Соответствующая формула в учебнике физики дается в готовом виде, без объяснения, а поэтому, как показывает опыт, бывает часто непонятна учащимся. В учебнике в дальнейшем изложении материала это выражение для тока не используется, между тем, как данное понятие имеет большое значение для расширения электронных представлений учащихся. В нашей диссертационной работе указанная формула используется для вычисления порядка величины скорости направленного движения свободных электронов в металле, для объяснения законов Ома и Джоуля-Ленца на основе электронной теории и др.

Важное значение для объяснения элементов электронной теории имеет ознакомление учащихся с природой электрического тока в металлах, в вакууме, в газах и электролитах.

Для того, чтобы ученики получили более глубокие понятия о природе электрического тока в металлах предлагается рассказать учащимся об опыте Рике, подтвердившем электронный характер тока в металлах (длительное прохождение электрического тока через соединенные разнородные проводники), а также изложить основные понятия современной электронной теории металлов (с целью объяснения причины появления «свободных» электронов в металле).

Опыт показывает, что большинство выпускников средних школ не имеет ясных представлений о скорости теплового движения электронов в металле, скорости распространения электрического тока и скорости направленного движения свободных электронов. Без таких сведений понятия учащихся о природе электрического тока в металлах будут неполными. В диссертации предлагается несложное вычисление порядка скорости направленного движения электронов в металле, которое можно использовать на уроке, приводятся примеры и аналогии, помогающие учащимся яснее представить себе механизм электропроводности металлов и сущность явления термоэлектронной эмиссии.

В диссертации отмечается, что в средней школе закон Ома — один из основных законов электрического тока — изучается в некоторой степени формально, поскольку в

большинстве случаев главной целью при этом ставится усвоение его математического выражения и различных применений и слишком малое внимание обращается на объяснение сущности закона на основе электронной теории и природы сопротивления проводников. Приводится объяснение закона Ома, а также предлагается (в качестве необязательного для изучения на уроках материала) вывод этого закона. На основе полученного соотношения, выражающего закон Ома, представляется возможность объяснения зависимости сопротивления проводников от температуры.

В учебнике не дается объяснения причины сопротивления проводников. Проведенный опыт показал, что простые объяснения природы сопротивления проводников, дающиеся в диссертации, доступны пониманию учащихся X класса и способствуют более глубокому усвоению основных законов электрического тока, не требуя много времени для своего изложения.

В учебнике не дается также объяснение причины тепловых действий электрического тока. В диссертации отмечается, что хотя вывод закона Джоуля-Ленца на основе электронной теории сравнительно несложен, однако дать этот вывод на уроке в X классе едва ли представится возможным из-за недостатка времени. Вместо этого предлагается использовать на уроке простые рассуждения, помогающие понять зависимость между величинами, выраженную законом Джоуля-Ленца, а также привести объяснение причины тепловых действий электрического тока.

В седьмом пункте данного параграфа изложена методика ознакомления учащихся с природой электрического тока в вакууме. Отмечается, что хотя глубоко разбраться в сущности термоэлектронной эмиссии можно лишь с помощью квантовой механики, однако вполне возможно в школьном курсе физики изложить этот вопрос на основе классической электронной теории, не допуская при этом грубых ошибок. В дальнейшем же, тем из учащихся, которые будут изучать физику в вузе, легко сделать следующий шаг — рассмотреть те же явления с точки зрения более общей теории.

Далее разбирается вопрос о природе электрического тока в электролитах. Приводятся объяснения причины образования ионов на основе теории электролитической



диссоциации и механизма электрического тока в электролитах, дававшиеся в экспериментальных классах.

В последней части параграфа изложена методика ознакомления учащихся с природой электрического тока в газах. Предлагается упрощенное объяснение причины ионизирующего действия высокой температуры (пламени).

**Пятый параграф** — «Изучение электропроводности полупроводников в X классе».

В связи с тем, что на изучение полупроводников в школьном курсе физики отводится мало времени, указывается на необходимость тщательного отбора материала, который нужно изложить на уроках.

Так как пока еще невозможно рассмотрение в X классе квантовой теории полупроводников, то понятия о природе электрического тока в полупроводниках приходится излагать на основе представлений о ковалентных связях атомов. В первой половине параграфа рассматривается методика изучения природы электрического тока в полупроводниках — особенность электропроводности полупроводников, электронная и дырочная проводимость. Вторая половина параграфа отведена изложению вопроса о применении полупроводников. К основным применениям полупроводников, с которыми нужно ознакомить учащихся, отнесены выпрямители, усилители, генераторы тока и фотосопротивления.

В предложенной методике изучения свойств полупроводников и их использовании в технике значительное место отводится демонстрационному эксперименту.

**Шестой параграф** — «Понятия о зонной теории электропроводности».

В этом параграфе отмечается, что хотя в средней школе многие вопросы курса электричества рассматриваются только с качественной стороны, а качественные объяснения явлений часто даются правильно и с точки зрения классической электронной теории, однако нельзя оставить учащихся без всякого понятия о современных физических теориях. Школа должна поспевать за быстрым развитием современной науки и техники. В курсе физики средней школы, к сожалению, это относится больше к освещению достижений техники, а не к изучению теоретического материала.

В тех сведениях по современной физике, которые не-



обходимо дать учащимся средней школы, главное место должны занять понятия о квантовой теории и теории относительности. В курсе электричества X класса к ним следует отнести элементарные сведения о зонной теории электропроводности твердых тел. Без сведений о зонной теории учащиеся не смогут понять, в чем же, в сущности, заключается различие между проводниками, диэлектриками и полупроводниками.

Сведения по современной физике предлагается дать при повторении курса физики, после изучения оптики и основ атомной физики.

В данном параграфе изложен примерно тот по объему материал, который, по мнению автора, можно было бы ввести в курс физики средней школы. Формулируются и кратко излагаются основные положения квантовой механики, необходимые для понимания сущности зонной теории: 1) наличие волновых свойств у электрона и других частиц; 2) дискретный, квантовый характер распределения электронов по энергетическим состояниям в атоме и твердом теле. После этого приводится элементарное изложение сущности зонной теории электропроводности и методические указания об изложении их в средней школе.

**Четвертый параграф** — «Вопросы электронной теории при изучении электромагнетизма». В общих замечаниях об изучении электромагнетизма в X классе отмечается, что при изложении данной темы недостаточное внимание уделяется понятиям о природе магнетизма. Показывается, какие вопросы из обширного материала о развитии и современном состоянии теории магнетизма следует осветить на уроках физики в X классе. Для устранения догматизма при введении понятий о природе магнитных свойств различных веществ необходимо объяснить учащимся идеи некоторых наиболее важных опытов. К ним следует отнести опыт А. А. Эйхенвальда, доказавшего факт возникновения магнитного поля при перемещении макроскопических заряженных тел, и опыт А. Ф. Иоффе и П. Л. Капицы, установивший связь магнитных явлений с гироскопическими эффектами.

Далее коротко излагается методика ознакомления учащихся с магнитным полем электрического тока. Подчеркивается, что при изучении этого вопроса важно обратить внимание учащихся на неразрывную связь между

магнитным полем и электрическим током. Учащиеся должны ясно представлять себе, что магнитное поле — неотъемлемое свойство, одна из основных сторон электрического тока — и возникает оно не только вокруг металлического проводника с током, а вокруг электрического тока в любой среде. Описываются опыты и схемы, на основе которых вводятся понятия о магнитном поле электрического тока, силовых линиях магнитного поля и взаимодействии полей.

Значительную часть параграфа занимает методика изучения вопроса о магнитных свойствах вещества. Предлагается дать понятия о природе пара-, диа- и ферромагнетизма. Кратко излагаются те основные понятия электронной теории магнетизма, которые давались учащимся экспериментальных классов. В качестве примера дается объяснение на основе электронной теории причины возникновения электродвижущей силы индукции. Рассмотрение этого вопроса ограничивается одним из частных случаев электромагнитной индукции, позволяющим наиболее наглядно объяснить сущность явления, — движение проводника в магнитном поле.

Последний пункт данного параграфа — «К изучению единиц измерения электрических и магнитных величин». Отмечается, что трудности, в основном, начинаются при изучении магнетизма, так как объем материала, содержащегося в учебнике, недостаточен для четких представлений о единицах измерения магнитных величин. Предлагается не ограничиваться только системой СИ, а ввести понятия и о единицах магнитных величин системы СГСМ. Связано это с тем, что единицы измерения магнитных величин данной системы широко используются на практике, пожалуй, шире, чем единицы системы СИ. В школе при решении задач, конечно, лучше, чтобы учащиеся не механически переходили от одной системы к другой, подставляя переводные коэффициенты, а хорошо понимали, почему именно данные величины связаны соответствующими коэффициентами. Наш опыт показал, что такая затрата времени вполне себя оправдывает, так как впоследствии у учащихся складываются более четкие, упорядоченные представления о системах единиц. Более того, можно сказать, что более стройной получается вся система сведений по электричеству и магнетизму.



В заключительном параграфе главы рассматриваются результаты проведения педагогического эксперимента.

Экспериментальная проверка методических рекомендаций диссертации проводилась в средних школах №№ 19 и 20 г. Киева в течение двух лет. Для параллельного сравнения использовались также в качестве контрольных классов десятые классы в СШ № 16 г. Киева, в школе рабочей молодежи № 20 г. Киева и в школах Фастовского района Киевской области, в которых посещались уроки физики по некоторым темам, связанным с диссертационной работой. Методические рекомендации проверялись также в СШ № 11 г. Кировограда, в которой автор, кроме основной работы в педагогическом институте, вел уроки физики в IX—X классах в 1967—1969 гг. При проведении эксперимента собран значительный материал в виде подробных записей — протоколов уроков физики, ответов учащихся, бесед с учащимися и учителями, стенограмм уроков, обсуждения выступлений автора перед учителями физики, откликов на выступления в печати. Анализ этих материалов, а также изучение литературных источников и послужили основанием для тех выводов, к которым пришел автор.

Опыт показал, что предложенные автором диссертационной работы изменения в содержании материала не потребовали ни коренной ломки программы, ни многих дополнительных часов. Осуществление этих рекомендаций вполне возможно в условиях преподавания физики в средней школе. В результате же представляется возможность добиться более сознательного усвоения учащимися основ учения об электричестве и тем самым повысить научный уровень его преподавания, так как теперь учащиеся смогут иметь представления о физической природе различных явлений и их причинах, а не только будут изучать содержание и применение законов, введенных феноменологически.

Педагогический эксперимент, таким образом, подтвердил целесообразность методики изучения элементов электронной теории, предложенной в данной работе, так как она позволяет добиться более глубокого понимания учащимися природы изучающихся явлений, что способствует повышению уровня их знаний по физике. Это же, в свою очередь, имеет большое значение в деле осуществ-

вления политехнического обучения в преподавании физики, так как ученики сознательнее усваивают в таком случае материал о технических применениях физики, использовании ее законов в современной технике и промышленности.

**Основные положения диссертации опубликованы  
в следующих работах:**

1. Вопросы электронной теории при изучении электричества в X классе средней школы. «Научные записки» Научно-исследовательского института педагогики УССР, т. XII, г. Киев, 1959 г., 1,75 п. л. (на укр. языке).

2. Вопросы электронной теории при изучении электромагнетизма в X классе.

Сборник «Из опыта работы учителей физики», г. Кировоград, 1959, 1,25 п. л. (на укр. языке).

3. Из истории электронной теории. «Научные записки» Кировоградского педагогического института им. А. С. Пушкина, т. X, 1962 г., 2 п. л. (на укр. языке).

4. Связь между электронной теорией и теорией электромагнитного поля в курсе электричества средней школы.

«Научные записки» Кировоградского педагогического института им. А. С. Пушкина, т. X, 1962, 1 п. л. (на укр. языке).

5. Связь кафедры физики со школой. «Физика в школе», 1965 г., № 2, 0,2 п. л.

6. Понятия о современной физике в средней школе.

«Доклады и сообщения отчетной научной конференции кафедр института за 1965 г.» (Тезисы), 0,2 п. л., г. Кировоград, 1965, (на укр. языке).

7. В связи с будущей профессией. «Вестник высшей школы», 1966, № 11, 0,2 п. л.

8. Изучение электропроводности полупроводников в X классе. Кировоградский областной институт усовершенствования учителей, 1964, 1,5 п. л. (на укр. языке), на правах рукописи.

9. К изучению единиц измерения электрических и магнитных величин.

Республиканский научно-методический сборник «Методика преподавания физики», вып. 7, 0,5 п. л. (на укр. языке). г. Киев, (печатается).

---

БК 02570. Подписано к печати 9.VII-71 г. Формат бумаги 84×108<sup>1/2</sup>. Початных листов 0,625. Издательских листов 1. Тираж 150. Заказ 4128.

---

Областная типография им. Г. М. Димитрова, г. Кировоград,  
ул. Глишки, 2.