187

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А.М.ГОРЬКОГО

И.М.ЛУЧКИВ

ИЗУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

/6 и 9 классы/

/13.731 - методика преподавания физики/

528/14к

Киевский государственный педагогический институт им. А.М. Горького БИБЛИОТЕКА

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Киев - 1970

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова
100313400

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А.М.ГОРЬКОГО

И.М.ЛУЧКИВ

53(07)
Луч

ИЗУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

/6 и 9 классы/

/13.731 - методика преподавания физики/

Київський державний педагогічний інститут ім. О. Горького БІБЛІОТЕКА

528(луч)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Киев - 1970

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте педагогики Украинской ССР.

Научный руководитель - кандидат педагогических наук С.У.ГОНЧАРЕНКО.

Официальные оппоненты:

Доктор физико-математических наук Ю.И.ШИМАНСКИЙ,

кандидат педагогических наук, доцент А.Ф.ИВАНЕНКО.

Высшее учебное заведение, дающее внешний отзыв о диссертации - Винницкий государственный педагогический институт имени М.Островского.

Автореферат разослан " "_____ 197__ г.

Защита состоится на заседании Ученого Совета Киевского государственного педагогического института им. А.М.Горького " "_____ 197__ г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке педагогического института.

Отзывы на автореферат диссертации направлять по адресу: Киев-30, Бульвар Шевченко, 22/24, КГПИ имени А.М.Горького, Научная часть.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

В настоящее время у нас решаются важные задачи, связанные с повышением уровня учебной и воспитательной работы школы в соответствии с требованиями развития науки, техники, культуры.

Исходя из ведущей роли физики в определении дальнейших перспектив прогресса науки и техники, выдвигаются повышенные требования к содержанию школьного курса физики, к методам обучения. Усовершенствование курса физики идет в направлении повышения его научного уровня. В связи с этим должно быть уделено большое внимание основной проблеме курса - проблеме строения материи, основы которой закладываются в курсе молекулярной физики.

Молекулярная физика является той частью курса, в которой учащиеся знакомятся с рядом понятий, необходимых для понимания свойств вещества и сущности многих физических явлений. Вопросы, которые изучаются в молекулярной физике - разработка методов исследования строения вещества, познание законов, которым подчиняется мир атомов и молекул, являются основными вопросами современной физики. Знание законов молекулярной физики дает возможность не только совершенствовать технологические процессы на производстве, но и искусственно создавать вещества с наперед заданными свойствами /выращивание алмазов, производство пластмасс и т.д./. Кроме того, развитие молекулярной физики, учение о строении атомов и молекул укрепляет и углубляет материалистическое мировоззрение, подтверждает ленинское учение о неисчерпаемости материи, о диалектическом характере законов, которым они подчиняются. Все это говорит о большом познавательном, воспитательном и практическом зна-

чении изучения этого раздела в школе. Не менее важное значение имеют сведения о молекулярном строении вещества для формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся.

Однако, как показали результаты проведенного нами исследования успеваемости учащихся разных школ, собственный 14-летний опыт работы в средней школе, а также двухлетняя практика проведения вступительных экзаменов в Ивано-Франковский педагогический институт, знания учащихся о молекулярном строении вещества еще остаются не совсем удовлетворительными. Встречаются случаи, например, когда учащиеся механически переносят свойства макротел на микротела; не имеют четкого представления о том, чем отличается молекула от макроскопического тела, которому она принадлежит, в чем отличие теплового движения от механического; не всегда правильно объясняются свойства вещества в различных агрегатных состояниях, природа тепловых явлений и диалектический характер их протекания.

Объясняется это тем, что в процессе преподавания физики часть учителей уделяет недостаточное внимание молекулярному строению, а также объяснению на основе представлений о молекулярном движении физических свойств вещества в газообразном, твердом и жидком состояниях. Недостаточно используются и методы обучения, содействующие повышению научного уровня преподавания молекулярной физики. Недооценивается, например, дедуктивный метод при изучении свойств вещества, а также обобщающая роль молекулярно-кинетической теории, что приводит к механическому запоминанию учащимися отдельных экспериментальных фактов, закономерностей, понятий и к неумению установить логические связи между ними и систематизировать изу-

ченный материал.

В диссертационной работе показано, что при рассмотрении раздела "Молекулярная физика" следует подчеркивать роль молекулярно-кинетической теории, без применения которой нельзя правильно объяснять физическую сущность тепловых, механических явлений и процессов. С этой целью основные положения молекулярно-кинетической теории вводятся в начале курса физики /6 класс/, что позволит изучать механизм явлений и процессов, их природу, выяснять зависимость различных свойств вещества от их внутренней структуры. Преследуя эту же цель, изучение раздела "Молекулярная физика" в 9 кл. начинается с углубленного изучения основных положений молекулярно-кинетической теории, что дает возможность не только уяснить их физический смысл, но и широко использовать при изучении последующих тем.

В настоящее время при изучении основных положений молекулярно-кинетической теории не раскрывается природа сил взаимодействия между молекулами, не рассматривается характер зависимости их от расстояния между молекулами, что не позволяет научно правильно истолковать ряд физических свойств вещества /сжимаемость, упругость, хрупкость, поверхностное натяжение/ сопоставить и сравнить свойства вещества в различных агрегатных состояниях, объяснить явления деформации, теплового расширения и др.

При настоящем построении курса недостаточно используются методы статистической физики, что не позволяет научно правильно объяснять физические законы и явления. Так, изучая тему "Свойства газов," учащиеся усваивают отдельные законы, тогда как тему следует изучать в обобщенной форме, исходя из

молекулярной статистики, т.е. из основного уравнения кинетической теории газов. Также на основе статистической теории следует давать истолкование таких физических понятий, как температура, давление, внутренняя энергия и др.

При изучении тем "Свойства твердых тел" и "Свойства жидкостей" достаточно не раскрывается их внутренняя структура, не рассматриваются реальные кристаллы, их дефекты, понятие о поверхностной энергии. В связи с тем не формируется правильное представление о характере теплового движения в твердых и жидких телах, о природе пластической деформации, о свойствах упругости, сжимаемости, хрупкости и др.

Проанализировав отмеченные недостатки, мы пришли к выводу о необходимости изменения существующей методики и изучению раздела "Молекулярная физика" на основе современных научных представлений. Мы исходили из того, что не следует вводить новые вопросы в курс "Молекулярной физики", а основное внимание нужно уделять более правильной трактовке основных понятий существующих тем, исходя из достижений современной физики.

Разрабатываемая в диссертации проблема состоит в том, чтобы научно-методически исследовать пути и средства, которые содействовали бы повышению теоретического уровня изучаемого материала, обеспечили бы приобретение учащимися глубоких и прочных знаний по изучаемой теме, развивали бы дедуктивное мышление и формировали диалектико-материалистическое мировоззрение учащихся.

Автор поставил перед собой цель: а/ провести анализ раздела "Молекулярная физика" с точки зрения современного состояния развития физики и техники; б/ выявить основные недостатки в знаниях учащихся по изучаемой теме; в/ установить

содержание раздела "Молекулярная физика" и разработать методику изучения основ молекулярно-кинетической теории и свойств вещества в трех агрегатных состояниях на основе современных научных представлений, т.е. исходя из внутреннего строения вещества, широкого раскрытия микромеханизма явлений и показа статистического характера основных молекулярных величин;
г/ разработать систему демонстрационного эксперимента и практических, и лабораторных работ по диссертационной теме;
в/ экспериментально проверить в школах методику изучения основных тем раздела "Молекулярная физика" как на уроках, так и на факультативных занятиях.

В исследовании сделана попытка построения следующих тем раздела "Молекулярная физика" на основе современных научных представлений: а/ "Элементарные сведения о молекулярном строении вещества" /6 кл./; б/ "Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества", "Свойства газов", "Свойства твердых тел и жидкостей" /9 кл./, "Развитие молекулярных представлений", "Явления переноса /процессы перехода к равновесию/", "Законы термодинамики" /9 кл. факультативные занятия/.

Для разрешения поставленных задач было сделано следующее:

I/ изучена и проанализирована общепедагогическая, методическая литература, литература по вопросам психологии обучения, программы и учебные пособия по исследуемой теме советской средней школы, а также некоторых школ за рубежом;

2/ изучен и обобщен опыт передовых учителей и проанализирован собственнй опыт автора;

3/ на основе данного анализа разработана методика изу-

чения основных тем и проведен педагогический эксперимент с целью проверки объема, содержания курса и методики преподавания основных вопросов о молекулярном строении вещества;

4/ проведено обсуждение результатов исследования с учителями и методистами.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и библиографии.

Во в в е д е н и и обосновывается актуальность темы, ставится проблема и формируются задачи исследования.

В п е р в о й г л а в е - "Научно-методический анализ состояния преподавания темы" - анализируются стабильные учебники, основные методические руководства, а также уровень знаний учащихся по исследуемой теме. Отдельный параграф посвящен анализу основных понятий темы с точки зрения современных научных представлений. Это дало возможность наметить пути совершенствования содержания учебного материала данной темы и провести отбор вопросов, которые считаем целесообразным ввести в доступном изложении в программу средней школы. Изучение состояния преподавания материала о молекулярном строении вещества, анализ уровня знаний учащихся проводились нами в 6-х и 9-х классах средней школы. Это объясняется следующим. Начальные сведения о молекулярном строении вещества учащиеся получают уже в 6-м классе, далее они расширяются и углубляются в 9-м классе при изучении свойств газов, твердых тел и жидкостей. Поэтому нас интересовало, как излагается материал о молекулярном строении вещества в этих классах, как обеспечивается преемственность в обучении на первой и второй ступени.

Проведенная нами работа по определению уровня знаний учащихся дала возможность выявить типичные недостатки, имеющиеся в знаниях учащихся.

Ученики 6-го класса плохо представляют различие между молекулой и атомом; не умеют подтверждать экспериментальными фактами существование молекул, наличие сил взаимодействия /особенно сил отталкивания между молекулами/, а также связи между хаотическим движением молекул и температурой. Объяснение свойств газов, твердых тел и жидкостей, закона Паскаля, архимедовой силы на основе молекулярно-кинетической теории вызывает у них трудности.

Ученики 9-х классов не имеют четкого представления о реальном существовании молекул, их размерах и форме, характере теплового движения молекул в газах, твердых телах и жидкостях, силах взаимодействия, их природе. Они недостаточно знакомы и с внутренней структурой тел и поэтому не умеют объяснить ряд свойств тел /упругость, пластичность, анизотропию, полиморфизм и др./ и явлений /тепловое расширение тел, внутреннее трение в газах, жидкостях, теплопроводность, конвекцию и др./.

Проанализировав знания выпускников средних школ, мы пришли к выводу, что большинство учащихся умеют формулировать основные положения молекулярно-кинетической теории и подтверждать их примерами, а объяснение газовых законов, /особенно законов Гей-Люссака и Шарля/ на основе молекулярно-кинетической теории вызывает у них трудности. Ученики знают отдельные понятия, но не видят и не осознают связей между ними /температура и средняя кинетическая энергия, давление и температура и др./ и поэтому не умеют использовать их для объяснения

многих физических явлений.

Проведенный нами анализ программ, стабильных учебников, методических руководств по разделу "Молекулярная физика" показал, что многие физические понятия раскрываются в них с недостаточной полнотой, а их объем и содержание не соответствуют современному уровню развития науки. Это касается таких понятий, как молекула и атом, силы взаимодействия между молекулами, характер их движения, температура, давление, внутренняя энергия и др.

В учебниках не находят достаточного освещения, как были получены данные, характеризующие молекулярные величины /число Авогадро, размеры, масса, скорости молекул/, что порождает неуверенность учащихся в справедливости молекулярно-кинетической теории в целом, вызывает сомнения о реальности существования молекул.

Как в учебниках, так и в основных методических пособиях еще недостаточно используется молекулярно-кинетическая теория для объяснения физических свойств вещества в различных агрегатных состояниях, газовых законов, отклонения свойств реальных газов от законов идеальных газов, теории жидкого состояния, явления капилярности, теплового расширения, теплопроводности, диффузии и др.

В большинстве учебников и методических пособий принят индуктивный подход к изучению материала и недостаточно уделяется внимания дедуктивному подходу. Газовые законы, например, изучаются индуктивным методом, в то время как дедуктивный подход к их изучению значительно упрощает и облегчает усвоение их учениками.

В методических руководствах[x/] при изучении тепловых явлений, агрегатных превращений рекомендуется использовать молекулярно-кинетический и термодинамический методы, но не разработана методика формирования статистических понятий, не раскрывается статистический характер молекулярных величин /температуры, давления, внутренней энергии и др./.

В методической литературе не решен вопрос о порядке изучения тем "Свойства жидкостей" и "Свойства твердых тел". Поскольку внутреннее строение твердых тел наукой лучше изучено, чем строение жидкостей, и свойства жидкостей при температуре, близкой к температуре плавления, сходны со свойствами твердых тел, а при критической температуре - со свойствами газов, целесообразно начать изучение раздела "Сьойства жидкостей" лишь после того, как ученики будут ознакомлены со свойствами газов и твердых тел.

В методических пособиях недостаточно внимания уделяется внутренней структуре твердого тела, характеру сил связи и совсем не касаются вопроса о внутреннем строении жидкости. В связи с этим ряд понятий /анизотропия, изотропия, полиморфизм, поверхностная энергия, упругая и пластическая деформации и др./ раскрываются с недостаточной полнотой, без учета структуры тел и взаимодействия частичек.

В методической литературе еще не определено содержание и объем материала, не разработана методика преподавания от-

x/ Л.И.Резников и др., "Методика преподавания физики в средней школе", т.П, изд-во АПН РСФСР, 1961.
И.И.Соколов, "Методика преподавания физики", изд-во IУ, Учпедгиз, М., 1959.
М.И.Розенберг, "Методика преподавания физики" в средней школе", изд-во "Радянська школа", К., 1966.

дельных глав молекулярной физики, предусмотренной программой факультативных занятий. Это касается таких тем, как "Развитие молекулярных представлений", "Явления переноса", "Законы термодинамики" и др.

Методике преподавания исследуемой темы посвящено ряд кандидатских диссертаций: О.И.Торшина, Д.Д.Куземы, И.В.Подгорновой, Г.И.Батуриной.

Диссертация О.И.Торшина "Основы молекулярно-кинетической теории в курсе физики средней школы" написана в 1950 г. и поэтому она значительно отстает от тех требований, которые поставлены современной наукой.

Авторами других работ методика изучения основ молекулярно-кинетической теории изложена лишь частично наряду с другими вопросами. Они не рассматривают методики изложения основ молекулярно-кинетической теории в полной системе и последовательности и почти совсем не касаются вопроса о формировании диалектико-материалистического мировоззрения при изучении данной темы.

Содержание и последовательность изложения вопросов о молекулярном строении вещества подверглись изменениям в проекте программы. Положительным фактом является включение в проект программы 9 кл. темы "Основы кинетической теории газов", что позволит повысить роль молекулярно-кинетической теории при изучении свойств газов, установить связь между микро- и макроскопическими величинами.

В конце главы дается анализ содержания темы с точки зрения современных научных представлений, исходя из которых высказываются предложения относительно перестройки программы и

совершенствования методики изложения отдельных тем раздела "Молекулярная физика" в свете современных научных представлений.

Во в т о р о й главе - "Методика ознакомления учащихся с основами молекулярно-кинетической теории вещества" - выделены вопросы, требующие нового методического решения и предложена методика их изложения в средней школе.

В § I - "О формировании научных понятий у учащихся при изучении темы" - раскрываются закономерности усвоения учащимися системы научных понятий. Здесь высказываются соображения относительно особенностей формирования понятий молекулярной физики. Известно, что молекулярная физика оперирует понятиями, которые трудно наглядно представить. Поскольку большинство основных понятий этого раздела носит отвлеченный, абстрактный характер, для успешного их усвоения важно подобрать и использовать наглядность. Наряду с физическим экспериментом рекомендуется пользоваться и другими видами наглядности: таблицами, схемами, моделями, а также техническими средствами обучения.

При объяснении структуры и свойств вещества в различных агрегатных состояниях, а также структуры молекул рекомендуется использовать аналогии. Практика показала, что для создания у учащихся правильных представлений об изучаемом объекте при использовании аналогий нужно обращать внимание учащихся не только на сходные черты, но и на отличие между аналогом и рассматриваемым объектом.

Как показал эксперимент, для успешного усвоения понятий молекулярной физики необходимо подводить учеников к осмыслению существенных признаков и свойств этих понятий, а также показывать и несущественные признаки. Так, при изучении поня-

тия "давление газа" указывается, что форма сосуда не является существенным признаком для данного понятия: мы получаем одно и то же значение давления газа независимо от того, рассматривается газ в сферическом или кубическом сосуде.

Для установления связей между понятиями необходимо научить учеников широко использовать мыслительные операции: анализ, синтез, индукцию и дедукцию. Практика показала, что наиболее эффективный путь познания сущности понятий молекулярной физики - это сравнение. При изучении основ молекулярно-кинетической теории, например, ученики сопоставляют движение и взаимодействие молекул с движением и взаимодействием макротел, характер движения частичек в жидкостях с характером их движении в газах и твердых телах.

В § 2, "Методика изучения элементов молекулярно-кинетической теории в 6-м классе, указывается, что в настоящее время изучением элементарных сведений о строении вещества начинается изучение курса физики. Такой порядок расположения темы предлагается новой программой и преследует цель повышения научного уровня изучения свойств тел и явлений.

Однако, исходя из общих закономерностей формирования понятий, а также руководствуясь результатами педагогического эксперимента, можно сделать вывод, что ученики 6-го класса, начиная изучение курса физики, не имеют еще достаточной базы для формирования сложных понятий молекулярной физики. Поэтому целесообразно начинать изучение элементов молекулярно-кинетической теории лишь после знакомства учащихся с движением и силами взаимодействия макротел. К этому времени ученики будут уже знакомы с элементарной физической терминологией, необходимой для восприятия явлений микромира.

Нами предлагается такая последовательность изучения темы "Элементарные сведения о строении вещества":

I. Изменение объема тел при внешних механических действиях и при изменении температуры.

2. Явления диффузии в газах, жидкостях и твердых телах.

3. Хаотическое движение молекул. Броуновское движение.

4. Доказательство существования атомов и молекул. М.В.Ломоносов о природе теплоты.

5. Связь температуры со средней скоростью молекул.

6. Силы взаимодействия между молекулами в газах, твердых телах и жидкостях.

7. Явление смачиваемости. Поверхностное натяжение. Капиллярность.

8. Различие между агрегатными состояниями вещества с точки зрения молекулярно-кинетических представлений.

Такой порядок построения первых тем курса физики в 6-м классе способствует, с одной стороны, осознанному усвоению материала о молекулярном строении вещества, а с другой - создает условия для широкого использования элементов молекулярно-кинетической теории при изучении последующих тем курса: свойств вещества в различных агрегатных состояниях, закона Паскаля, архимедовой силы и др., повышая тем самым их научный уровень изложения.

Далее даются методические рекомендации, касающиеся формирования отдельных понятий.

Основное внимание здесь уделяется изучению понятий: молекула, атом, силы молекулярного взаимодействия, характер молекулярного движения и др. Учитывая, что эти понятия уче-

ники изучают вначале года, когда у них еще нет достаточного фактического материала для раскрытия их содержания, при формировании этих понятий, было уделено большое внимание системе демонстрационных опытов, моделей, схем и технических средств обучения /диа- и кинофильмов/. Так, понятие молекулы вводится лишь после того, как учащимся на ряде опытов было раскрыто понятие о дискретном строении вещества. Затем на основе приведенных в работе демонстраций, ученики подводятся к выводу, что вещество состоит из отдельных частичек, расстояние между которыми при смешивании вещества, механическом и тепловом расширении могут изменяться.

Дальше следуют опыты, подтверждающие движение частичек. Кроме демонстраций по диффузии в газах, твердых телах и жидкостях, рекомендуется использовать демонстрации фрагмента кинофильма "Диффузия" или "Молекулы и молекулярное движение". После такого экспериментального обоснования строение тел из мелких частичек, его большой степени делимости ставится проблемный вопрос: существует ли граница делимости вещества? Ответом на поставленный вопрос является опыт по растеканию капли касторового масла по поверхности воды. После такой предварительной подготовки вводится понятие молекулы, дается ее определение. Определение атома не даем, поскольку оно связано с неизвестным для учащихся понятием химического элемента. Для лучшего усвоения понятий молекулы и атома используются модели и аналогии, приведенные в диссертации.

При изучении броуновского движения рекомендуется раскрыть его физическую сущность как движения мельчайших частиц, находящихся в среде под действием неуравновешенных ударов моле-

кул данной среды. Как известно, в работах Эйнштейна и Смолуховского дано полное объяснение механизма броуновского движения, выводится общий закон этого явления, однако с данными вопросами рекомендуется знакомить учащихся на второй ступени обучения. Здесь приведена простая схема, позволяющая показать, как при хаотическом движении молекул распределены направления скоростей и их величины.

При изучении понятия температуры на первой ступени ограничиваемся показом ее связи со средней скоростью движения молекул. Нами приведена простая демонстрация, при помощи которой показываем ускорение процесса диффузии при нагревании. Анализируя ее, делается вывод, что при нагревании скорость частичек возрастает. На второй ступени обучения рассматривается связь температуры со средней кинетической энергией молекул.

При изучении сил взаимодействия рекомендуется кроме сил притяжения рассмотреть и силы отталкивания и с помощью соответствующей схемы показать зависимость сил от расстояния между молекулами. Среди опытов, которые доказывают наличие сил сцепления между молекулами, преимущество следует отдать тем, которые дают возможность определить величину этой силы. Закрепляется понятие силы взаимодействия при рассмотрении опытов, подтверждающих явления смачиваемости и капиллярности.

Для понимания различия в свойствах твердых, жидких и газообразных тел, необходимо детально изучить различие в их молекулярном строении. С этой целью последовательно рассматриваются свойства газов, твердых тел, а затем жидкостей. В работе приведена составленная нами таблица, которая помогает сопоставить и сравнить некоторые свойства вещества /сохране-

ние формы,объема, текучесть, сжимаемость/ в различных агрегатных состояниях с такими характеристиками молекул: их распределением, характером движения и силами взаимодействия.

В § 3,"Методика изучения темы "Основы молекулярно-кинетической теории вещества в 9 кл.", обосновывается необходимость углубленного изучения основных положений молекулярно-кинетической теории /положений о движении частичек, их взаимодействии/, а также рассмотреть дополнительно положение о температуре, ее связь со средней скоростью и со средней кинетической энергией молекул. Предлагается такая последовательность изучения положений молекулярно-кинетической теории: а/ дискретность строения вещества и распределение частичек в нем; б/ движение частичек вещества; в/ взаимодействие частичек вещества, природа сил, потенциальная энергия молекул; г/ связь температуры с движением, статистический характер температуры.

Отобранные понятия молекулярно-кинетической теории дадут возможность раскрыть и обосновать основные сведения о молекулярном строении вещества, показать единство общего и конкретного в каждом веществе, находящемся в определенном агрегатном состоянии.

Введение дополнительных теоретических сведений /экспериментальное определение и вычисление диаметра, массы молекул; структура молекул, представление о природе молекулярных сил, об их потенциальной энергии, график сил взаимодействия молекул, связь абсолютной температуры со средней кинетической энергией молекул, статистическое толкование температуры и др./ требуют сравнительно незначительного времени, которое можно найти внутри темы за счет тех вопросов, которые изучались

на первой ступени обучения, а также на уроках химии.

Дальше приводится подробная методическая разработка темы "Основные положения молекулярно-кинетической теории".

Рассматривая дискретное строение вещества, следует на основе данных рентгеноструктурного, спектрального и фотоанализа показать, что молекулы имеют материальную природу. Преследуя эту же цель, знакомят учащихся со структурой молекул, их количественными характеристиками /массой, скоростью, длиной свободного пробега и др./ и их определением. Методика выполнения этих вычислений дана в работе. Здесь же рекомендуется показать качественное различие между телом и молекулой /или другими частичками, которые входят в его состав/, а затем между механическим и тепловым движением, указав на характерные черты последнего: хаотичность и массовость.

При изучении молекулярных сил, раскрывается их физическая природа. Не рассматривая сложного для учащихся понятия спина, мы ограничились лишь рассмотрением электростатической природы взаимодействия полярных молекул. Далее вводится понятие сферы молекулярного действия, ее радиуса и поясняется зависимость сил взаимодействия от расстояния между молекулами. Методика рассмотрения последнего вопроса основана на анализе решения конкретной задачи и сопоставления ее с приведенной нами схемой. После графического изображения зависимости молекулярных сил от расстояния между молекулами, рассматривается потенциальная энергия их взаимодействия и ее график. На основе рассмотренного материала сделаны выводы: а/ силы притяжения и силы отталкивания действуют одновременно, но за-

висимость этих сил от расстояния неодинакова - силы отталкивания изменяются быстрее, чем силы притяжения; б/ существует равновесное расстояние между центрами молекул, при котором силы притяжения и отталкивания уравновешиваются; в/ равновесному расстоянию отвечает минимум потенциальной энергии.

При разработке методики изложения понятия о движении частичек мы руководствовались следующим. Поскольку предварительные представления о движении молекул учащиеся получили на первой ступени обучения, нет надобности подробно останавливаться на экспериментальных фактах, доказывающих движение молекул /явление диффузии, броуновское движение/, а выделенное на изучение данного материала время использовать для знакомства учащихся со средней скоростью, способами измерения и определения средней скорости газовых молекул /опыт Штерна/, а также с характером теплового движения молекул в различных агрегатных состояниях вещества.

В этой же теме дано описание изготовленной нами модели опыта Штерна, при помощи которой имитировали различные скорости движения молекул и кривую распределения молекул по скоростям.

Дальше формируется понятие абсолютной температуры, как меры средней кинетической энергии движения молекул. С этой целью рассматривается последовательно серия опытов, которые дают возможность выяснить: а/ зависимость скорости движения молекул от температуры /опыт Штерна, диффузия, броуновское движение/; б/ зависимость скорости движения молекул от их массы при постоянной температуре /прохождение различных газов через пористый цилиндр/. При анализе опытов обращается

внимание на следующее: если средняя скорость молекул двух различных газов одинакова, то это еще не говорит о том, что газы имеют одинаковую температуру, т.е. средняя скорость не является достаточным признаком для характеристики температуры тела. Используя таблицу средних скоростей и масс молекул различных газов, вычисляют их средние кинетические энергии и делают вывод, что средняя кинетическая энергия молекул не зависит от рода вещества и при данной температуре у различных газов одинакова. Дается определение абсолютной температуры и формула, связывающая температуру со средней кинетической энергией движения молекул /$E = \frac{3}{2} KT$/, разъясняется физический смысл постоянной Больцмана. Анализируя уравнение, имеем возможность, в отличие от учебника и программы, ввести понятие абсолютного нуля до изучения закона Шарля. Здесь же поясняется, что даже при абсолютном нуле атомы и молекулы не находятся в состоянии покоя, а обладают наименьшей возможной энергией. Известно, что согласно квантовой механики, наименьшей энергии соответствует не покой, а т.н. "нулевые" колебания атомов. Далее подчеркивается статистический характер температуры, т.е. что это понятие относится к большому количеству молекул, к определенному объему тела и не имеет смысла для отдельной молекулы.

В главе третьей "Методика изучения свойств вещества на основе молекулярно-кинетической теории в 9-м классе" описана методика изучения свойств газов, твердых тел и жидкостей на основе широкого использования основных положений молекулярно-кинетической теории, а также с учетом современных представлений о молекулярной структуре вещества.

При решении вопроса о последовательности изучения отдельных тем мы исходили из дидактических требований, которые ставятся к усвоению учениками определенных знаний. От свойств газов, которые имеют наиболее ..ростую молекулярную структуру, мы переходим к изучению свойств твердых тел и, наконец, к изучению свойств жидкостей, молекулярная структура которых сложнее.

При изучении вопросов данной темы рекомендуется шире пользоваться дедуктивным методом. В процессе экспериментального преподавания выяснилось, что этот метод способствует развитию логического мышления учащихся, учит их объяснять явления на основе установленных наукой принципов, законов, теорий, а также способствует экономии времени.

Опираясь на дидактические принципы обучения на дедуктивно-индуктивный метод изложения учебного материала, мы считаем целесообразной следующую взаимосвязь основных тем: I/ сначала необходимо повторить с учениками основные теоретические положения молекулярно-кинетической теории строения вещества, 2/ затем рассмотреть на их основе свойства наиболее простой молекулярной системы - идеального газа, указывая на те закономерности, которым подчиняется данная система молекул. Здесь же за молекулярно-кинетической теорией нужно рассмотреть их свойства, а также отступление реальных газов от законов для идеальных газов, 3/ далее необходимо рассмотреть молекулярное строение твердых тел, указав, что данная система молекул уже подчиняется другим закономерностям. 4/ На основе накопленных теоретических сведений о закономерностях строения твердых тел провести углубленный анализ явлений: анизотропии,

тепловых и механических явлений, изотропии, полиморфизма, перехода аморфного состояния в кристаллическое, превращение энергии при деформации и др. 5/ Исходя из полученных учащимися знаний о свойствах газов и твердых тел, надо рассмотреть вопрос о молекулярном строении жидкостей. 6/ Наконец, как итог изучения разобрать вопрос об отличии между агрегатными состояниями вещества с точки зрения молекулярно-кинетической теории.

Предложенная методика изучения свойств газов, жидкостей, твердых тел касается в основном изменения аспекта рассмотрения отобранного материала. Углубленное изучение указанных выше вопросов возможно за счет того времени, которое освобождается при широком использовании дедуктивного метода обучения.

Тема "Свойства газов" изложена на основе предварительного ознакомления учащихся с основным уравнением кинетической теории газов, что позволяет более глубоко и правильно раскрыть их свойства. Кроме известных газовых законов рассматриваются закон Авогадро и закон Дальтона. Для проверки закона Дальтона нами предложена экспериментальная установка, которая описана в работе.

Тема "Свойства твердых тел" изложена на основании современных представлений о структуре тел. Предлагается рассмотреть такие вопросы: системы и типы кристаллических решеток, понятие о координационном числе, понятие о дальнем порядке, типы связи, энергия связи, классификация кристаллов по типам сил связи и энергии связи, поверхностная энергия, реальные кристаллы и типы дефектов, объяснение явлений анизотропии, деформаций. При объяснении механизма пластических деформаций

использованы представления о структуре тел и теория дислокаций.

В теме "Свойства жидкостей" рекомендуется показать, что жидкости по своему строению, характеру движения частичек занимают промежуточное место между твердыми телами и газами. С этой целью сопоставляются удельные теплоты кристаллизации и конденсации различных веществ. Свойства жидкости /упругость и текучесть/ поясняются на основе теории Френкеля, а свойства поверхностного натяжения - исходя из структуры жидкости. Имеющиеся у учащихся знания о структуре жидкости и свойствах поверхностного слоя используем для пояснения расклинивающего действия жидкости и эффекта Ребиндера, с которым связана современная физическая химия поверхностных явлений в твердых телах и дисперсных системах. Изучение темы "Свойства жидкостей" заканчивается сопоставлением свойств жидкостей и свойств твердых тел и газов. Приведенная в работе таблица позволяет характеризовать агрегатные состояния вещества по следующим признакам: а/ расстояние между частицами; б/ силы взаимодействия; в/ размещение частиц; г/ характер движения; д/ соотношение между энергией связи /Ео/ и средней кинетической энергией, пропорциональной КТ.

В главе четвертой "Основы молекулярно-кинетической теории на факультативных занятиях" обоснован отбор материала для изучения, последовательность его изучения, предложена методика его изучения.

В теме "Развитие молекулярных представлений" рекомендуется развить теорию газов, твердых тел, жидкостей, рассматривая их в закономерной связи как простейшие молекулярные си-

стемы, углубить представления учащихся о скорости молекул, их распределении, степени упорядочения и характере взаимодействия на основе понятия статистического распределения.

Для понимания закономерностей микромира необходимо изучить некоторые понятия теории вероятности. С этой целью рассматриваются такие вопросы: случайное событие, случайные величины, вероятность, распределение. Особое внимание обращается на формирование понятия распределения. К этому понятию мы подводим учеников на основании рассмотрения простых примеров: распределение роста людей, распределение песчинок на доске Гальтона, а также опыта Штерна. Для формирования понятия функции распределения использовали диаграмму, построенную за экспериментальными данными скоростей любого газа. Это позволило раскрыть физическую сущность функции распределения, как относительной части всех молекул, которые приходятся на единичный интервал скоростей. На основании анализа кривой Максвелла сделаны выводы, что: а/ не существует молекул, которые бы не двигались; б/ сравнительно небольшое количество молекул, обладающих как малыми, так и большими скоростями; в/ большое количество молекул двигается из скоростью, близкой к т.н. наиболее вероятной скорости. Вводится понятие наиболее вероятной скорости и дается ее количественное выражение. После распределения по скоростям рассматривается распределение в поле тяготения и дается /без вывода/ барометрическая формула. Затем раскрывается значение этой формулы для определения числа Авогадро. Далее рассматривается распределение по объему, на основании которого вводится понятие флуктуации. Иллюстрируется понятие флуктуации на примере броуновского движения. Наконец,

с помощью модельных опытов и рисунков вводится понятие радиальной функции распределения, что позволило более глубоко рассмотреть структуру жидкости.

Явления переноса /диффузии, теплопроводности, внутреннего трения/ рассматриваем как процессы перехода системы в состояние термодинамического равновесия и показываем, как при помощи соответствующих расчетов можно найти количественные характеристики молекул /их размеры, длины свободного пробега, массу и др./.

При изучении темы "Законы термодинамики" рекомендуется раскрыть их физическую сущность с целью создания у учеников основы для понимания работы тепловых машин и тепловых процессов, направления их протекания.

Изучение I-го принципа термодинамики начинаем с уточнения понятий работы и количества теплоты: рассматриваем эквивалентность этих понятий и их специфические особенности. Показываем, что I-й принцип термодинамики не находится в противоречии с молекулярно-кинетической теорией, а может быть объяснен на основании ее положений. Далее рассматриваются процессы в газах на основании молекулярно-кинетической теории и I-го принципа термодинамики, при этом обращается внимание на следующее: а/ при каких условиях совершается процесс, б/ количественное выражение I-го принципа термодинамики; в/ на что расходуется теплота, подводимая к газу при данном процессе. Сделан вывод, что, используя термодинамический и молекулярно-кинетический методы совместно при рассмотрении свойств газов, можно более глубоко изучить их.

II-ой принцип термодинамики рассматривается на основании

предварительного введения понятий об обратимых и необратимых процессах. Для выяснения направления протекания необратимых процессов рассматривается схема распределения I-ой, 2-х, 3-х и 4-х молекул в сосуде с перегородкой. После вычисления числа возможных перемещений молекул и вероятности распределения молекул для каждого случая, сделаны выводы, что: а/ равновесному состоянию отвечает равномерное распределение молекул; б/ из всех состояний равновесное состояние является наиболее вероятным. Эти выводы подтверждаются при помощи соответствующей демонстрации. Далее, на основании анализа приведенной в работе схемы и таблицы сделан вывод, что необратимые процессы сопровождаются увеличением вероятности состояния, т.е. они идут в направлении увеличения вероятности состояния.

В диссертации показывается, что П-ой принцип термодинамики не является таким универсальным законом как I-й и рассматриваются отступления от него. С целью атеистического воспитания учащихся предложена методика ознакомления их с критикой идеалистической концепции Клаузиуса о тепловой "смерти" Вселенной, данной Энгельсом в "Диалектике природы". Методика раскрытия этих вопросов дана в работе.

В конце главы даются методические указания к организации и выполнению лабораторных работ, которые можно сделать при изучении темы "Основы молекулярно-кинетической теории".

Здесь приводится описание пяти работ:

I. Определение масс молекул.

2. Определение средней квадратичной скорости молекул воздуха.

3. Исследования зависимости коэффициента поверхностного натяжения от различных факторов.

4. Определение критической температуры этилового эфира.

5. Определение числа Авогадро.

Предложенные нами I-я, 2-я, 3-я работы просты и не требуют сложного оборудования, но позволяют определить важные параметры молекул /их массу, среднюю квадратическую скорость/ и показать зависимость средней квадратичной скорости от температуры, а также зависимость сил взаимодействия между молекулами от рода вещества и температуры.

При составлении методики выполнения этих работ исходили из того, что они должны развивать интерес учащихся, делать их работу творческой и самостоятельной. С этой целью вместо готовых инструкций учащимся предлагались ряд заданий - проблем или вопросов, отвечая на которые они сами составляли план работы, т.е. инструкцию.

В пятой главе "Экспериментальная проверка методики изучения сведений о молекулярном строении вещества в школах" описаны организация и методы проверки эффективности предложенной в диссертации методики изучения.

Экспериментальные исследования проводились в два этапа. Первый этап исследования - констатирующий эксперимент - имел целью выяснить состояние преподавания данной темы, качество знаний, умений и навыков учащихся.

Исследованием было охвачено около 600 учащихся 6-х и 9-х классов средних школ №№ 87, 85, 92, школы-интерната № 3 г.Киева, Боярской средней школы № 3 /Киевской области/, а также выпускников 52 школ, 9-ти областей, поступающих в 1966-67 учебных годах на физико-математический факультет Ивано-Франковского педагогического института. Констатирующий

эксперимент проводился в 1965-66 и в 1966-67 учебных годах.

С целью выяснения состояния знаний, умений и навыков учащихся по исследуемой теме проводились индивидуальные беседы, наблюдения на уроках, письменные работы /контрольные работы, физические диктанты/.

Путем индивидуальных бесед изучался уровень развития у учеников научного мышления, умение устанавливать причинно-следственные связи между отдельными явлениями, делать логические выводы.

В диссертации приводятся составленные по результатам анализа ответов учащихся таблицы, дающие количественную и качественную характеристики понимания учащимися некоторых сведений о молекулярном строении вещества.

Например, распределение правильных и неправильных ответов учащихся на вопросы, которыми проверялось знание молекулярно-кинетической теории и умение применять ее на практике, выглядит так:

№№ п/п	Что проверялось	К-во ответов	Правильный ответ		Неправильный ответ		Ответ не дано	
			число	%	число	%	число	%
I	2	3	4	5	6	7	8	9
I.	Умение формулировать основные положения молекулярно-кинетической теории и выяснить их сущность	54	I2	23	24	44	I8	33
2.	Знание физических законов и определений и умения раскрывать их сущность	96	40	42	I6	I6	40	42

I	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Умения учеников применять полученные знания при выполнении различных практических заданий /решение задач, лабораторные работы/	I08	-	-	65	60	43	40
4.	Понимание статистического толкования некоторых величин /температуры, давления/	I08	-	-	68	63	40	37

Данные констатирующего эксперимента помогли определить пути дальнейшего совершенствования методики изучения материала о молекулярном строении вещества на основе современных научных представлений, установить содержание вопросов, которые требуют изменения подхода к их изучению с точки зрения современной физики.

Второй этап исследования - обучающий эксперимент - позволил проверить эффективность составленной нами системы материалов о молекулярном строении вещества и возможность усвоения его учащимися 6-х и 9-х классов. Основным методом проверки являлось опытное преподавание, организованное в 1966/67 учебном годах в школах № 92 г.Киева, № 3 с.Боярки /Киевской области/, с.Тысменичаны Надворнянского района Ивано-Франковской области.

При проведении педагогического эксперимента большое внимание уделялось формированию диалектико-материалистического мировоззрения учащихся. С этой целью перед началом педагогического эксперимента был проведен детальный анализ учебного материала исследуемой темы с точки зрения тех мировоззренческих вопросов, которые могут быть раскрыты на

материале данной темы. Эти вопросы отражены в соответствующей таблице, приведенной в диссертации.

Исходя из того, что отдельные вопросы, связанные с молекулярным строением вещества, изучаются также в курсе химии, мы в своем педагогическом эксперименте стремились наметить конкретные пути установления связи между этими двумя предметами. С этой целью на основе изучения программ, учебников, методических пособий по химии выделены те родственные вопросы физики и химии, которые относятся к исследуемой теме /см. таблицу/.

В процессе обучающего эксперимента анализировались письменные и устные ответы учащихся. На основе собранного материала составлялись таблицы, графики, отражающие степень усвоения учащимися материала в экспериментальных и контрольных классах. Кроме того, для сопоставления количественных результатов экспериментальных и контрольных классов использовались коэффициенты сравнения. Так, эффективность изложения темы "Свойства газов" проверялась на основании сопоставления необходимых затрат времени на изучение данной темы в контрольных и экспериментальных классах. Если на изучение темы в контрольном классе по ныне действующей программе затрачивается 10 уроков, то есть Тэ = 10, то в экспериментальном классе по нашей программе - 6 уроков, Тк = 6, откуда коэффициент затраты времени $B = \frac{Тк}{Тэ} = \frac{10}{6} = 1{,}7$, что говорит в пользу экспериментального варианта, поскольку обеспечивается изучение темы в более короткие сроки.

Результаты контрольных работ по исследуемой теме /табл.5/ соответственно обрабатывались. Вычислялись такие

статистические показатели: средняя арифметическая величина относительного прироста положительных ответов в экспериментальных классах, отношение правильных ко всем ответам в обоих классах, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент рассеяния /табл.6/.

Анализ результатов усвоения учащимися материалов о молекулярном строении вещества говорит о целесообразности и эффективности экспериментального обучения в целом.

Приведенные в таблице 6 данные свидетельствуют о том, что учащиеся научились правильно выяснять сущность понятий, выделять их существенные и несущественные признаки, связь данного понятия с другими, родственными с ним, давать его определение.

Результаты анализа ответов учащихся, приведенных в обобщающих таблицах 7 и 8, показывают, что изучение материала о молекулярном строении вещества в предлагаемой нами системе обеспечивает значительно более глубокие знания о физических свойствах вещества, чем при существующей практике обучения. Из этих таблиц видно, что 80 проц. опрошенных учеников правильно объясняют на основании молекулярно-кинетической теории ряд свойств /упругость, пластичность, анизотропия, полиморфизм/, 83 проц. явлений /тепловое расширение, внутреннее трение, теплопроводности/, 85 проц. - законов /Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Авогадро, Дальтона, Паскаля/.

Проведенная работа по формированию диалектико-материалистического мировоззрения учащихся содействует тому, что учащиеся получают более глубокие знания по данной теме. Об

этом свидетельствует сопоставление ответов учащихся экспериментальных и контрольных классов на вопросы, имеющие непосредственное отношение к формированию физических понятий, а также к диалектико-материалистическому мировоззрению учащихся.

Вопросы	Экспериментальные классы		Контрольные классы	
	опрошено учеников	дали правильный ответ	опрошено учеников	дали правильные ответы
I. Какими фактами подтверждается дискретное строение вещества	30	28	31	15
2. При помощи каких опытов можно определить размеры молекул, их массу, длину свободного пробега	28	28	30	11
3. В чем состоит сущность броуновского движения и какое его практическое значение?	28	26	29	15
4. Какие факты и опыты подтверждают, что между частичками вещества действуют одновременно силы отталкивания и притяжения? О чем это говорит?	30	30	30	14
5. Почему газовые законы приближенные?	29	25	30	20
6. Как понимать сущность понятий "идеальный газ", "идеальная жидкость", "идеальный кристалл"?	29	23	30	18

Наблюдение за умственным развитием учеников позволяет сделать вывод, что у учеников от урока к уроку развивались элементы творческого мышления. Проявилось это в стремлении

учеников широко использовать молекулярно-кинетическую теорию для предвидения ряда законов, для объяснения явлений и закономерностей, изучаемых в курсе молекулярной физики.

Проведенная нами экспериментальная работа дает основание утверждать, что повышение теоретического уровня преподавания материала о молекулярном строении вещества может быть осуществлено без нарушения существующей системы построения курсов.

Отобранный для изучения материал с включением вопросов статистической физики и термодинамики доступен восприятию учеников.

Глубокое изучение молекулярно-кинетической теории и широкое применение ее при изучении свойств вещества в различных агрегатных состояниях, раскрытие статистического характера молекулярных величин, знакомство с различными методами определения количественных характеристик молекул содействовало формированию диалектико-материалистического мировоззрения учащихся, убеждало их в материальности мира, его единстве, возможности познания.

Большую роль сыграли используемые нами приемы и методы обучения. Особое внимание обращалось на самостоятельное решение задач, составленных в определенной системе с широким использованием проблемных методов в их решении, проведение лабораторных работ исследовательского характера; на широкое использование моделей, аналогий и составление таблиц сравнения. Это обеспечило получение учащимися прочных знаний, дало возможность активизировать их деятельность, воспитывать у них способность к самостоятельному мышлению, творчеству.

Результаты проведенного эксперимента дают основания для утверждения, что изучение строения вещества по предложенной нами системе и разработанной методике является действенным фактором развития мышления учащихся, их творческих способностей, а также получения ими глубоких и прочных знаний.

Результаты исследования обсуждались на районных семинарах и курсах учителей физики г.Киева и г.Ивано-Франковска, заседаниях Ученого совета Научно-исследовательского института педагогики УССР, на республиканском научно-методическом семинаре в г.Киеве /1969 г./, на городских и областных педагогических чтениях в г.Ивано-Франковске. Полученные автором выводы и предложения по совершенствованию содержания и методики изучения молекулярной физики получили одобрение учителей и методистов, участников этих совещаний.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

I. К методике формирования понятия о статистических закономерностях, сб. "Методика физики", вып.4, К., Изд-во "Радянська школа", 1967 /на украинском языке/.

2. Изучение свойств газов, ж. "Радянська школа", К., 1968, № 9 /на украинском языке/.

3. По страницам журнала " Physik in der Schule" /ГДР/ - краткий обзор журнала за 1964-1965 гг., ж. "Физика в школе", М., 1966, № 3.

4. Несколько лабораторных работ по факультативному курсу физики, сб. "Преподавание физики в школе", вып.7, 1970 /на украинском языке/.

5. Диафильм "Передача теплоты" /6-9 кл./, К., 1968.

Принято к печати:

1. Изучение молекулярного строения вещества по новой программе /6-9 кл./, методическое письмо, К., Изд-во "Радянська школа", 1969-1970 гг.

2. Изучение сведений о молекулярном строении вещества /6 кл./, сб. "Методика преподавания физики", вып.5, Изд-во "Радянська школа", К. /на украинском языке/.

3. Методика преподавания молекулярной физики в средней школе, методическое письмо, Изд-во "Радянська школа" /на украинском языке/.

4. Избранные вопросы молекулярно-кинетической теории, раздел книги "Факультативные занятия по физике", отв. ред. М.И.Розенберг, К., Изд-во "Радянська школа" /на украинском языке/.

БФ 28295. 25.XI.70 г. Объем 2,25 п.л. Тир.150 экз. Зак.3496
Книжная типография № 5, Киев, Репина,4.