

189

293/—

**КНЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ А. М. ГОРЬКОГО**

Г. Н. ЛЫСЕНКО

**ТРАКТОВКА ПОНЯТИЯ МАССЫ И МЕТОДИКА
ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ
В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

А в т о р с ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук
(по методике физики)

**НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова**



100313405

Г. Н. ЛЫСЕНКО.

53(07)
Лыс

ТРАКТОВКА ПОНЯТИЯ МАССЫ И МЕТОДИКА
ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ
В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук
(по методике физики).

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор физико-математических наук, профессор МАЛОВ
Николай Николаевич; кандидат педагогических наук, доцент
ЧЕПУРЕНКО Василий Григорьевич.

Защита состоится в Киевском государственном педагогическом институте имени А. М. Горького (б. Шевченко, 22 (24).

„21“ мая 1965 года.

Автореферат разослан „21“ апреля 1965 года.

Программа Коммунистической партии, принятая на XXII съезде КПСС поставила перед советским народом задачу огромной важности — в течение ближайшего десятилетия осуществить обязательное среднее общее и политехническое образование для всех детей школьного возраста¹.

Выполнение этой грандиозной задачи возможно только на базе дальнейшего повышения уровня общего и политехнического образования, глубокого усвоения основ наук, и особенно физики, как одной из ведущих школьных дисциплин.

Все возрастающая роль физики в создании материально-технической базы коммунизма, чрезвычайно быстрый темп ее развития требуют постоянной заботы ученых, методистов и учителей о непрерывном расширении и обновлении школьного курса физики, о повышении научного уровня его изложения, о совершенствовании методов преподавания этой дисциплины в свете новых требований, предъявляемых к средней школе.

Важнейшим условием глубокого и прочного усвоения учениками основ физики является наличие научно обоснованной методики формирования ее понятий ибо, как указывает В. И. Ленин, «образование (абстрактных) понятий и операций с ними уже включает в себе представление, убеждение, сознание закономерности объективной связи мира»².

Между тем, существующая методика формирования основных понятий физики еще далека от совершенства. Ее разработка встречается с особенно большими трудностями в механическом разделе физики в силу незавершенности самого фундамента механики.

Несмотря на то, что основы классической механики были сформулированы еще Ньютоном около 300 лет тому назад,

¹ Программа Коммунистической партии Советского Союза, М., 1961, стр. 123.

² В. И. Ленин. Философские тетради, 1947, стр. 153.

безупречная аксиоматика этой науки не создана до настоящего времени. До сих пор не существует единого взгляда на основные положения механики ни в физической, ни в философской, ни в учебно-методической литературе.

Будучи научной основой целого ряда современных механических дисциплин таких как сопротивление материалов, теория упругости, теория сооружений и т. п., классическая механика является в то же время быстро развивающейся наукой. Чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить хотя бы некоторые наиболее важные разделы механики, такие как механика тел переменной массы, теория автоматического регулирования, теория устойчивости движения, теория малых колебаний, теория гироскопических приборов, без стремительного прогресса которых были бы просто невозможны наиболее выдающиеся достижения современной науки и техники, в частности были бы немыслимы замечательные достижения советской космонавтики. Таким образом, несмотря на наличие более новых и современных средств, механика продолжает оставаться костяком современной техники и производства и вместе с тем важнейшей дисциплиной, формирующей материалистическое мировоззрение учащихся.

Отсутствие единого взгляда на основные положения механики создает большие трудности не только для учителя, но и для преподавателя физики. Эти трудности такого порядка, что их невозможно обойти, ибо без надлежащего уяснения фундамента механики все последующие доказательства в физике будут иметь иллюзорный характер. Приучать же учеников принимать иллюзорные доказательства за действительные, значит приносить им большой вред.

Критика основных положений механики Ньютона (в частности представлений об абсолютном пространстве и времени, о действии на расстоянии), а также попытки, направленные на обоснование фундамента механики, как известно предпринимались многими выдающимися учеными.

Так, К. Максвелл в книге «Материя и движение» изложил обоснованную схему Ньютоновой динамики с постепенным переходом от динамики материальной точки к динамике системы, из которой однако по существу исключил метафизические понятия абсолютного пространства и времени, а также не имеющее физического смысла понятие массы как количества вещества в теле.

Г. Герц в книге «Принципы механики, изложенные в новой связи» подверг основательной критике классическую систему механики, в основу изложения которой положены понятия пространства, времени, силы и массы и пришел к выводу, что она должна быть оставлена вследствие ее неполноты (принцип сохранения энергии в механике Ньютона обойден молчанием; кроме того не все движения, совместимые с принципами динамики, осуществимы в природе), а также вследствие невозможности дать хорошее определение силы. Г. Герц предложил свою систему механики, опирающуюся только на три независимых основных понятия — пространство, время и массу и только на один принцип (принцип прямейшего пути). Вместо понятий силы и энергии, исключенных из основных понятий, он вводит представления о скрытых связях, скрытых массах, скрытых движениях. Однако Герц не успел дать каких-либо примеров, из которых было бы видно, как он представлял себе гипотетические скрытые массы. Поэтому, а также по причине несостоятельности механической теории эфира, на которую опирается система Герца, его механика оказалась неплодотворной и не получила дальнейшего развития.

Э. Мах в книге «Механика, историко-критический очерк ее развития» также подверг критике систему механики Ньютона и сделал попытку заменить ее более совершенной системой положений, по его словам «гораздо более простыми, методически более упорядоченными и удовлетворительными». Но эти положения, сформулированные в идеалистическом духе (массу, например, Мах рассматривает не как меру физического свойства тела, а как величину, определяемую из отношения ускорений; второй закон динамики не как закон природы, а как определение движущей силы), были отвергнуты большинством физиков.

А. Пуанкаре в книге «Наука и гипотеза» на основании глубокого анализа системы механики Ньютона приходит к выводу, что причиной трудностей, встречающихся при изложении механики, является то обстоятельство, что принципы механики излагались различными способами, но ни разу не было достаточно точно разграничено, что такое определение, что — экспериментальная истина и что — математическая теорема.

В 1936—37 годах у нас в стране была проведена дискуссия по вопросу о силах инерции (освещавшаяся на страницах журналов «Под знаменем марксизма» и «Вестник инженеров и техников»). В дискуссии приняли участие многие из-

вестные физики, математики, философы и инженеры. Среди них акад. Соболев, акад. Христианович, проф. Николай, проф. Рейн, проф. Слезкин, проф. Добровольский и другие. В выступлениях этих ученых был подвергнут критическому анализу не только вопрос о силах инерции, но также и другие фундаментальные идеи классической механики. Вскоре после дискуссии о силах инерции вышла книга проф. С. Э. Хайкина «Что такое силы инерции» (1940 г.) и книга акад. А. Н. Крылова «Мысли и материалы о преподавании механики» (1943), в которых также исследуются многие положения классической механики.

В результате исследования природы высказываемых положений С. Э. Хайкин пришел к выводу, что все они могут быть разделены на утверждения и определения и что только утверждения являются физическими законами и поэтому нуждаются в экспериментальной проверке их справедливости. Определение же никогда не может оказаться несправедливым, оно может оказаться лишь нецелесообразным. Поэтому экспериментальная проверка (или теоретическое обоснование) определения имеет целью только проверку его целесообразности. Такая классификация положений физики имеет большое значение для правильного понимания основ механики. Поэтому очень важно научить учащихся видеть в каждом положении, что в нем является утверждением, а что определением. Без этого они не смогут научиться отличать в сложных вопросах физики истинное от неистинного, причины от следствия.

Последняя большая работа, посвященная основам классической механики «Опыт новой формулировки основных законов механики Ньютона» акад. Б. Н. Юрьева вышла отдельной книгой в 1952 году. Автор работы поставил перед собой цель, исходя из позиций диалектического материализма, разработать основные положения механики Ньютона, а именно — уточнить понятия относительного и абсолютного движения, рассмотреть силы инерции и дать более строгую формулировку основных законов. Совершенно очевидно, что в случае удачного решения перечисленных вопросов эта книга могла бы стать решающим шагом вперед на пути создания логически безупречной аксиоматики механики Ньютона. Но к сожалению, названную работу выдающегося ученого нельзя признать удачной. Со многими положениями выдвинутыми автором, согласиться невозможно. Автор в частности возрождает идею абсолютного пространства, вводя понятие абсолютной

скорости, считает, что законы Ньютона справедливы в любой системе отсчета, силу инерции относительного движения считает реальной силой, рассматривает массу как количество материи в теле, дает неудачное определение материальной точки.

Таким образом, приходится констатировать, что логически безупречная система положений механики Ньютона пока не создана. Это обстоятельство, конечно, очень затрудняет работу преподавателей, учителей и методистов, работающих над созданием научно-обоснованной методики изложения механики. Однако оно не может служить основанием для пессимизма, для неверия в принципиальную разрешимость проблемы. Уже тот факт, что эта проблема продолжает привлекать внимание выдающихся ученых, создает уверенность, что рано или поздно она будет решена.

Следует однако отметить, что наряду с действительно трудными вопросами, имеющими место в механике, которые под силу решить, по видимому, только коллективу ученых, есть трудности, обусловленные методической недоработанностью некоторых положений: трактовкой некоторых понятий, несообразующейся с прогрессом науки, устаревшей терминологией и т. д. Такие трудности, не являясь принципиальными, тем не менее, очень мешают повышению качества усвоения учащимися основ наук и поэтому должны быть устранены как можно скорее. В статье «Против косности и рутины в школьном преподавании физики» проф. Н. Н. Малов по этому поводу пишет: «Все, что мешает повышению качества усвоения учащимися основ наук, должно устраняться. Между тем, в преподавании физики еще встречается рутинная привычка к устаревшим способам изложения, иногда просто неверным, иногда способствующим созданию неясных представлений, употребление старой, отжившей терминологии, сохранившейся с конца XVIII или начала XIX в. Содержание многих терминов за последнее время изменилось, и их употребление может привести к созданию неверных ассоциаций, мешающих правильному пониманию тех или иных физических явлений».

Проф. Н. Н. Малов выдвинул предложение — включить эти вопросы в тематику диссертаций. Это предложение поддержали выступившие в обсуждении статьи проф. М. Ю. Пиотровский, проф. Д. Д. Галанин, П. С. Кудрявцев, а также редакция журнала «Физика в школе» и руководство Института методов обучения АПН РСФСР.

К такого рода вопросам относится несомненно и вопрос,

связанный с трактовкой и методикой формирования понятия массы в курсе физики средней школы. Как известно, в этом вопросе имеется невероятный разнобой в учебно-методической литературе, который сводится в основном к тому, что одна часть авторов связывает массу с количеством вещества (иногда — материи) в теле, другая — определяет массу только как меру важнейших свойств материи — инертности и гравитации.

Между тем для такого разнобоя в настоящее время нет никаких оснований, об этом свидетельствуют данные современной науки, а они должны приниматься во внимание при составлении не только вузовских, но и школьных учебников.

Несмотря на то, что школьный курс физики представляет собой, по необходимости, элементарное изложение этой науки, ни в коем случае нельзя допустить, чтобы трактовка положений физики в школьном изложении отличалась от научной. Даже на первом этапе изучения физики совершенно недопустима подмена необходимой цепи рассуждений надуманной аргументацией, в которой только затушевываются те положения, которых ученики «понять не могут». Догматизм в данном случае меньшее зло, чем создание в сознании учеников заведомо ложных представлений и понятий.

«Важнейшим условием повышения научного уровня курса физики — говорится в редакционной статье журнала «Физика в школе» — является изложение учебного материала в соответствии с современными физическими воззрениями, с успехами, достигнутыми наукой за последнее время. Конечно, глубина трактовки физических понятий и закономерностей не должна выходить за пределы программы и возможностей учащихся. Учитель на уроке не может излагать все, что ему известно о данном явлении. Необходимо ограничиться первым приближением, но таким, которое соответствует существу рассматриваемого явления, которое в дальнейшем не нужно будет изменять или даже отбрасывать как неверное»¹.

«Логика учебного предмета должна быть подчинена логике науки» — указывает проф. П. А. Знаменский².

С этими положениями невозможно не согласиться, ибо они отражают важнейший принцип советской дидактики — принцип научности и коммунистической идейности, который

¹ «Физика в школе», № 3, 1958.

² П. А. Знаменский, Л. Н. Никерева, «Механика и машиноведение в средней школе», 1954, стр. 9.

обязывает учителя сообщать учащимся только достоверно установленные наукой факты и обобщения, последовательно излагать преподаваемый учебный предмет с позиций диалектического материализма, а также неперемнное требование советской методики — учить так, чтобы в дальнейшем не пришлось переучивать.

Многолетняя преподавательская работа в педвузе, систематическое участие в проведении вступительных экзаменов в институт и педагогической практики в школах, ознакомление с работой учителей Тернопольской области, а также изучение учебно-методической и научной литературы убедили автора диссертации в необходимости изменения принятых в настоящее время в средней школе трактовки, определения и соответственно — методики формирования понятия массы.

Понятие массы относится к фундаментальнейшим понятиям физики. В настоящее время физике неизвестно ни одно проявление материи, лишенное массы, т. е. инертности и гравитационных свойств. Следовательно, масса характеризует существеннейшие свойства всех без исключения материальных объектов. Поэтому правильная трактовка и определение этого понятия имеют очень большое значение для образования в сознании учащихся верных представлений и осмысливания закономерных связей между физическими явлениями, для формирования диалектико-материалистического мировоззрения.

Между тем, определение и формирование этого понятия в стабильном учебнике и учебниках методики физики еще нельзя признать удовлетворительными. Определение массы как количества вещества нарушает принцип научности и коммунистической идейности, ибо совершенно не соответствует современным научным представлениям и в конечном счете ведет к идеализму, а существующая методика формирования этого понятия (на первом этапе масса определяется как количество вещества в теле, а на втором этапе как мера его инертности) нарушает и неперемнное требование советской методики, так как эти определения невозможно логически связать между собой.

Вышеизложенным и объясняется выбор темы диссертации. Диссертант поставил перед собой следующую цель:

Во-первых — обосновать неправомочность определения массы как количества вещества (материи) в теле.

Во-вторых — разработать методiku формирования понятия массы в средней школе, соответствующую современным научным представлениям о массе как о мере инертности, гравитационных свойств и полной энергии.

Диссертация состоит из пяти глав, вступления и библиографии.

В первой главе рассматривается история формирования понятия массы в физике с момента его введения в «Математических началах натуральной философии» до конца XIX века.

В первом параграфе детально анализируется ньютоново определение массы, а также безуспешные попытки некоторых авторов доказать его логичную безупречность или устранить имеющийся логический круг, путем определения понятия «плотность». Выясняются причины, побудившие Ньютона отождествить без доказательства количество вещества с массой тела.

Во втором параграфе рассматривается эволюция массы в посленьютоновский период.

Здесь отмечается, что первыми, кто правильно понял ньютоново определение массы, были М. В. Ломоносов и Л. Эйлер. Ломоносов сделал попытку доказать то, что Ньютон принял без доказательства. Эйлер первый определил массу как количество инерции в теле. И хотя Эйлер, как и Ньютон отождествлял массу с количеством вещества, он совершенно определенно подчеркнул условность такого отождествления.

М. В. Остроградский фактически уже определял массу как меру инертности.

К. Максвелл сделал попытку определить понятие количества вещества (дать способ его измерения) независимо от динамики и пришел к выводу, что лишь динамическое определение равных масс является универсальным и применимым ко всем материальным телам, из чего бы они не были составлены.

Макс Планк указал на невозможность создания единой меры количества материи, на то, что количественные сравнения можно установить для различных веществ только по отношению к какому-либо частному свойству.

О. Д. Хвольсон и ряд других авторов указывали на неприемлемость определения массы как количества вещества.

На основании изложенного делается вывод, что до конца XIX века в физике господствовало ньютоново понимание массы: масса рассматривалась как мера инертности тела и

без доказательства отождествлялась с количеством вещества, содержащемся в нем. Отмечается, что такое понимание массы не встречало прямых возражений, поскольку до конца XIX в. не было известно ни одного явления, в котором бы масса выступала как переменная величина, считалось что масса тела может изменяться только лишь за счет присоединения к нему других тел, или отделения частей.

Во второй главе дается обзор важнейших открытий, начиная с конца XIX в., определивших новое понимание массы в современной физике, а также обзор попыток построения единой теории материи. Рассматриваются философские аспекты проблемы.

На основании анализа достижений современной физики в изучении структуры материи, теории относительности, учения диалектического материализма о бесконечном многообразии и неисчерпаемости материи делается вывод о ненаучности определения массы как количества вещества (материи), критикуются отдельные попытки такого рода.

Исследование новейших достижений физики в изучении проблемы массы, изучение материалов дискуссий о массе и философских вопросов современной физики, высказываний ведущих физиков и философов с несомненностью свидетельствует о том, что современная наука трактует массу, как меру инертности поступательного движения, меру гравитационных свойств и полной энергии материального объекта.

В конце главы даются следующие выводы об эволюции понятия массы в современной физике:

1. Современная физика внесла коренные изменения в классическое понятие массы.

1) Доказала относительность массы, т. е. зависимость ее от выбора системы отсчета, относительно которой определяется масса тела.

2) Установила фундаментальный закон природы — закон взаимосвязи массы и энергии, в котором масса выступает как мера полной энергии тела.

3) Доказала неаддитивность массы.

4) Обосновала эквивалентность массы инертной и гравитационной.

5) Установила существование частиц с массой покоя равной нулю.

6) Поставила и частично решила вопрос о природе массы.

2. Развитие физики и философии в XX в. с несомненной уверенностью показало, что в настоящее время нет никаких оснований рассматривать массу как количество или меру количества материи (вещества) в теле.

1) Само понятие «количество материи» лишено содержания, ибо его только и можно представить как количество однородных бесструктурных элементов, из которых состояли бы все материальные объекты, т. е. количество элементов «пра-материи». Однако современная физика убедительно доказала, что в природе не существует праматерии (полный спектр элементарных частиц может оказаться несравненно сложнее спектра уже открытых элементарных частиц; в физике не существует абсолютного критерия, позволяющего различать элементарные частицы от сложных систем; нет элементарной частицы или пары частиц, в которые бы можно было превратить все известные нам сейчас частицы).

Выводы современной физики об отсутствии в природе праматерии находятся в полном соответствии с учением диалектического материализма о бесконечном многообразии материи и неисчерпаемости ее свойств, о непрерывном, бесконечном углублении наших знаний и отсутствии в природе «абсолютной субстанции», о временном характере всех вех познания природы прогрессирующей наукой человека.

Поэтому и единая теория элементарных частиц (если она будет когда-нибудь построена) не сможет оказаться истиной в последней инстанции, а «атомы» единого поля не смогут оказаться однородными бесструктурными элементами материи.

2) Попытаться отождествлять массу с количеством материи в теле это значит пытаться определять предельно широкое философское понятие — материю (другого понятия материи нет) через частное свойство материи. Это так же бессмысленно, как бессмысленно определять количество бытия или определять бытие через сознание, которое является только его отражением.

3) Для объяснения физических закономерностей и законов марксистской философии (в том числе всеобъемлющего закона неумничтожимости и несотворимости материи и движения и закона перехода количественных изменений в качественные) нет необходимости в понятии количества материи.

Вот почему такая величина как «количество материи» не фигурирует ни в физике, ни в философии.

4) Подавляющее большинство ведущих советских физиков и философов считают отождествление массы с количеством материи в теле необоснованным и совершенно недопустимым, а сам термин «количество материи» лишенным смысла.

5) Отождествление массы с количеством материи в теле означает отрицание теории относительности и неминуемо ведет к идеализму, так как зависимость массы от скорости, а следовательно и от выбора системы отчета (так как имеет смысл говорить только об относительной скорости) в этом случае нельзя объяснить иначе, как возникновением из ничего или бесследным исчезновением материи.

Несмотря на такое значительное обогащение учения о массе, во всех соотношениях современной физики как и в соотношениях классической физики масса продолжает выступать как мера инертности и гравитационных свойств и кроме того, в законе взаимосвязи массы и энергии — как мера полной энергии материального объекта.

В третьей главе рассматривается вопрос о трактовке и методике формирования понятия массы в учебно-методической литературе.

В начале отмечается наличие большого разнобоя в этом вопросе не только в школьной, но и в вузовской литературе. Обращается внимание на то обстоятельство, что только немногие из авторов, определяющих массу, как количество вещества (материи), пытаются обосновать его научность и что используемая при этом аргументация — ссылки на аддитивность массы, на какие-то достижения современной физики, из которых будто-бы это вытекает, объяснения изменения массы тела за счет поля не выдерживают критики.

Сам факт наличия разнобоя квалифицируется как ни чем не оправданный анахронизм, делающий невозможным формирование научно обоснованного понятия массы.

Далее кратко излагается материал дискуссии по вопросу введения понятия массы в начальный курс физики, состоявшейся в 1950—1951 гг.

Затем рассматриваются безуспешные попытки обосновать рекомендации, принятые после дискуссии (ввести это понятие в VI классе, определяя его как количество вещества), содержащиеся в ряде методических работ 50-х годов.

Принятые после дискуссии в 1950—1951 гг. рекомендации

о введении понятия массы в VI классе и определения его на этом этапе как количества вещества характеризуются как компромиссные, вызванные стремлением увязать это понятие с обыденными представлениями учащихся и поэтому нуждающиеся в теоретическом и практическом обосновании.

Поскольку же попытки подкрепить теоретически эти рекомендации, связать массу с количеством вещества оказались безуспешными, возникла необходимость поиска нового подхода к трактовке этого понятия, новых путей его введения в начальный курс физики.

Законность такого поиска вытекает из того, что за 14 лет, прошедших с момента принятия решения о введении понятия массы в VI классе, наука ушла вперед в изучении проблемы массы. За это время появился ряд фундаментальных работ по теории элементарных частиц и полей, состоялось несколько дискуссий по философским вопросам физики. Стало совершенно очевидно, что понятие массы принципиально невозможно связать с количеством вещества, как бы далеко ни пошло развитие учения о структуре вещества.

Именно поэтому, в официальных источниках, таких как Физический словарь, Большая Советская энциклопедия, Вестник комиссии технической терминологии, масса не связывается с количеством вещества.

Вследствие бурного развития физики в сознание учеников входят все новые понятия и закономерности, связанные с атомной энергетикой и освоением космоса, такие как дефект масс, аннигиляция частиц, невесомость, зависимость массы от скорости, закон взаимосвязи массы и энергии и другие, которые невозможно разумно объяснить, исходя из принятой трактовки массы.

Советская общественность теперь все шире осознает необходимость расширения рамок курса физики средней школы и улучшения теоретической и практической подготовки учащихся. Последнее же невозможно без овладения учениками системой физических понятий, соответствующих современным научным представлениям.

На основании изложенного делается вывод, что понятие массы не следует опираться на понятие количества вещества даже в начальном курсе физики.

В четвертой главе излагается методика формирования понятия массы как меры инертности, гравитационных свойств и полной энергии.

Предлагаемая методика состоит из четырех главных этапов.

На первом этапе (VII класс) дается пропедевтика понятия массы. Масса здесь трактуется как величина, характеризующая инертность тела; вводятся единицы измерения массы, рассматривается способ измерения массы на рычажных весах, выясняется вопрос о количественных мерах тел.

Необходимость переноса пропедевтики массы из VI класса в VII мотивируется тем, что в VI классе ввести это понятие невозможно без нарушения основных принципов дидактики, а также ненадобностью массы для изучения физики в VI классе.

Естественное место для введения этого понятия в VII классе в теме: «Понятие об инерции тел. Примеры проявления инерции в быту и технике», так как именно здесь изучается свойство тел, мерой которого масса является.

Тему эту предлагается назвать так: «Понятие об инерции тел. Примеры проявления инерции в быту и технике. Инертность. Понятие о массе как о величине, характеризующей инертность тела. Измерение массы на рычажных весах. Количественные меры тел».

На изложение данной темы рекомендуется отвести четыре урока, а именно: 1-й урок — Свойство инерции тел, примеры проявления инерции в быту и технике. 2-й урок — Свойство инертности тел. Масса как величина, характеризующая инертность тела. Здесь обращается внимание на то обстоятельство, что инерция как свойство тела под действием уравновешенных сил сохранять свое состояние движения, не имеет меры, так как все тела обладают этим свойством в одинаковой мере. Инертность же это свойство, характеризующее поведение тела под действием неуравновешенных сил, т. е. свойство тела более или менее быстро изменять состояние своего движения под действием приложенной силы, имеет точную меру — массу. Здесь же разъясняется вопрос о разнице между весом и массой тела, вводятся единицы массы. 3-й урок — Измерение массы на рычажных весах, 4-й урок — Количественные меры тел.

Вопрос о количественных мерах тел рассматривается в виду его большого практического значения, а также с целью предупреждения абсолютизации учащимися некоторых количественных мер. Здесь обращается внимание на то обстоятельство, что количество одного и того же материала можно измерять разными величинами. Выбор количественной меры в каждом отдельном случае диктуется соображениями удобства

и является предметом специального соглашения, договоренности. Дана разработка четырех уроков.

На втором этапе (IX класс), в теме «Сила, масса и ускорение» устанавливается экспериментально, что отношение действующей силы к сообщаемому ею ускорению для каждого тела имеет определенное значение и является точной мерой его инертности. Масса здесь определяется как мера инертности тела при его поступательном движении.

Разработано три урока: 1-й — Устанавливается постоянство отношения $\frac{F}{a}$ для так называемого «основного тела»;

2-й—Масса как мера инертности; 3-й урок—II закон Ньютона. Здесь рассмотрен также вопрос о толковании II закона Ньютона.

На третьем этапе (IX класс) в теме «Взаимодействие тел» устанавливается, что масса является также (наряду с тем, что она мера инертности) и мерой гравитационных свойств. Здесь обращается внимание на то, что в законе тяготения масса входит в совершенно ином качестве чем во II законе Ньютона. В законе тяготения она выступает как мера другого важнейшего и такого же всеобщего свойства материальных тел — тяготения. Уделено внимание различию понятий веса и массы.

На четвертом этапе в теме «Строение атома» завершается формирование понятия массы. На этом этапе понятие массы распространяется также на физические поля, устанавливается зависимость массы от скорости, а также закон взаимосвязи массы и полной энергии материального объекта, дается окончательное определение массы.

В четвертой главе дается также описание двух самодельных механических приборов, помогающих учащимся уяснить зависимость веса тела от характера движения системы отсчета и от географической широты.

В заключительной главе рассматриваются результаты педагогического эксперимента.

Эксперимент проводился с целью проверки доступности для понимания учащихся новой трактовки массы и целесообразности перенесения ее пропедевтики из VI в VII класс. Эксперимент проводился в Кременецких средних школах № 3 (учит. Корчевский М. И., Левинский С. Г.) и №4 (учит. Кутрань В. О., Голубовская Л. А.) и частично в Тернопольских средних школах № 1 и № 4.

Для того, чтобы установить, что учащиеся знают о массе, в начале 1961/62 учебного года в названных школах был проведен опрос учащихся всех классов начиная с VII. Анализ ответов показал, что учащиеся всех классов запоминают определение массы как количества вещества в теле и не связывают его с фундаментальными свойствами материи — инертностью и гравитацией. Исключение составляют отдельные учащиеся X-ых классов, которые связывают массу с инертностью, но и они не могут правильно объяснить этой связи, не отличают свойства инертности от инерции.

В экспериментальных классах (VI) понятие массы в этом году не вводилось. Оно было введено в следующем 1962/63 учебном году (теперь уже в VII классе) в соответствии с методикой, разработанной диссертантом. Все уроки в экспериментальных классах посещались учителями физики, завучем и диссертантом, уроки стенографировались.

Наблюдения уроков, стенограммы последующих опросов учащихся позволяют сделать следующие выводы о доступности материала уроков для понимания учащихся. Свойство инерции (первый урок) все ученики VII класса усвоили хорошо. Вывод, что покоящееся тело само по себе (без действия на него других тел) не может начать двигаться, а движущееся тело само по себе не может ни остановиться, ни изменить направление движения они восприняли как обоснованный и естественный. Материал второго урока — Инертность. Масса как величина, характеризующая инертность тела — оказался несколько труднее для усвоения, но все же вполне доступным для понимания учащихся. Они научились различать свойства инертности и инерции, самостоятельно приводили примеры более и менее инертных тел, т. е. тел с большей и меньшей массой. Гораздо труднее оказался вопрос об непостоянстве веса тела, ввиду догматичного его изложения. На третьем уроке учащиеся изучили единицы массы, научились пользоваться рычажными весами и отличать случаи, в которых идет речь о массе от тех случаев, в которых идет речь о весе тела. Материал четвертого урока не представил трудностей для учащихся, так как он непосредственно связан с их повседневным жизненным опытом. Учащиеся усвоили, что количество разных материалов, а следовательно и вещества понятие условное и что их можно измерять разными величинами — объемом, весом, массой и т. п.

При изучении вопроса о кинетической энергии, в калориметрии при определении удельной теплоемкости вещества,

расчете теплоты, необходимой для изменения температуры тела, определении теплотворности, удельной теплоты изменения агрегатного состояния вещества в экспериментальных классах использовалось только понятие массы без всякой ссылки на количество вещества.

Перед изучением II закона в IX классе был рассмотрен вопрос об инерции и инертности, повторено предварительное определение и способ измерения массы. После того как было установлено постоянство отношения ускоряющей силы к сообщаемому ею ускорению, учащиеся в значительной степени самостоятельно сделали вывод, что это отношение характеризует инертные свойства тела, т. е. является его массой. Сама формулировка II закона Ньютона не представила трудностей для учащихся. При изучении всемирного тяготения в этом же классе главное внимание учащихся было обращено на то, что в законе всемирного тяготения масса входит в совершенно другом качестве чем во втором законе, а именно как мера всеобщего свойства материальных тел — тяготения. На следующем уроке, посвященном рассмотрению зависимости веса тела от его положения, была продемонстрирована на самодельном приборе зависимость веса от географической широты.

Наблюдение экспериментальных уроков, опрос учащихся, сравнение знаний учащихся, обучающихся по утвержденной программе и по методике, предложенной диссертантом, дает возможность сделать следующие предварительные выводы:

1. Учащимся VII класса доступны:

- а) понимание свойства инерции и инертности. Они различают эти свойства;
- б) понимание предварительного определения массы тела как величины, характеризующей инертность тела. Они понимают это так, что чем более инертно тело, тем большая и его масса;
- в) понимание того, что вес тела зависит от места взвешивания, а масса тела не зависит от положения тела;
- г) понимание того, что на рычажных весах измеряется масса тела.

2. Учащиеся VII класса, обучающиеся по новой методике, знакомятся с понятием массы после того, когда они уже ознакомились со многими физическими величинами и понятиями и вводится оно там, где в нем возникает необходимость (при изучении свойства инертности). Кроме того, на протяжении учебного года им дважды приходится возвращаться к этому

понятию. Поэтому знания учащихся, окончивших VII экспериментальный класс о массе более осмысленные, четкие и крепкие, чем знания учащихся, обучающихся по утвержденной программе.

3. Знание учениками предварительного определения массы как величины, характеризующей инертность тела, умение отличать свойство инертности от свойства инерции очень облегчает изложение законов динамики, обеспечивает правильное понимание определения массы как меры инертности.

4. Поскольку методика формирования понятия массы, предложенная диссертантом, доступна для учащихся и обеспечивает формирование этого понятия, соответствующего современным научным представлениям, целесообразность ее применения можно считать обоснованной.

5. Предложенную диссертантом методику формирования понятия массы следует рассматривать, как переходной этап, так как масса в ней, хотя и косвенно, связывается с количеством вещества. При изучении количественных мер тел в VII классе указывается, что масса наряду с другими количественными мерами— объемом, весом и т. п. может служить мерой количества вещества, и, что само понятие «количество вещества» условно. Это сделано с целью обеспечения плавности перехода к новой трактовке массы, совершенно не опирающейся на понятие количества вещества и с тем, чтобы не повредить выпускникам средней школы, при их поступлении в вузы.

Предлагаемая методика обсуждалась на кафедрах физики Кременецкого и Луцкого пединститутов в 1962 г., на учительских конференциях г. Тернополя и г. Кременца в 1963 и в 1964 гг., на научных конференциях Кременецкого пединститута в 1963, 1964 и 1965 гг.

Основные положения диссертации опубликованы:

1. До питання про трактування і методику формування поняття маси в курсі фізики середньої школи, Наукові записки Кременецького педінституту, т. VII, серія природничих наук, 1962, стор. 163—181.

2. Методика формування поняття маси в курсі фізики середньої школи, Тези доповідей звітно-наукової конференції кафедр Кременецького педінституту, 1963, стор. 128—129.

3. Книга «Трактовка поняття маси і методика його формування в курсі фізики середньої школи», 1964, 167 стр.

4. Нове в методиці формування поняття маси в VII класі (з досвіду), Тези доповідей звітно-наукової конференції кафедр Кременецького педінституту, 1965 р.

БХ 01891.

Заказ 1070. Тираж 175.

В печать 29.III.1965 г. Печат. лист —1,25 п. л. Формат 60x90 1/16.

Кременецкая типография, Тернопольского облуправления по печати,
гор. Кременец, ул. Словацкого, 6.