

Волгоград: Перемена, 2006.

УДК: 550(07)

Мааткеримов Н.О., Шабданбаева А.К., Харун Гурдал

ИГУ им. К. Тыныстанова

К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ РОЛИ И МЕСТА ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

В статье проведен анализ эмпирическим, теоретическим и экспериментальным методам научного познания физических законов. Приведены конкретные примеры из истории физики и даны рекомендации по технологии изучения в средней школе.

Ознакомление учащихся с методами научного познания стало общепризнанной задачей школы и нашло свое отражение в тех учебных предметах, в которых изучаются основы наук. Познание начинается с *наблюдения*. С раннего детства учащиеся наблюдают за тем, что происходит вокруг. Они видят, что мяч, подброшенный вверх, всегда падает вниз на землю, слышат, что за молнией всегда следуют раскаты грома, ощущают, что летом всегда теплее, чем зимой и т.п. Однако эти важные наблюдения, взятые все вместе, ещё не образуют науку физику. Физика как наука включает в себя не только огромное число наблюдений, сделанных за многовековую историю человечества, но и *физические законы*, позволяющие объяснить, почему те или иные явления происходят, и предсказать эти явления при других условиях. Физика, изучая окружающий мир, использует для этого *методы научного познания*.

Основным методом научного познания служат *эксперименты* (опыты), при помощи которых в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности. Таким образом, проводя эксперименты, мы уже перестаём быть пассивными наблюдателями происходящего явления и можем влиять на него, изменяя условия проведения данного эксперимента. Этим эксперименты отличаются от простых наблюдений. На первом этапе научного познания, анализируя какое-нибудь явление, например, скольжение тела по наклонной плоскости, мы выдвигаем предположение или *научную гипотезу* о том, например, что время соскальзывания с наклонной плоскости уменьшается с увеличением её наклона. Чтобы проверить эту гипотезу мы ставим опыты, в которых измеряем время соскальзывания с наклонной плоскости при различных углах её наклона при неизменной её высоте и записываем эти данные в таблицу. Полученная совокупность данных подтверждает справедливость сделанного предположения, но не объясняет, почему существует эта зависимость. Методы научного познания, заключающиеся в первичном сборе и обработке экспериментальных данных, называют *эмпирическими*.

Проводя эксперименты с любым природным явлением, невозможно охватить все процессы, связанные с этим явлением. Например, скольжение тела по наклонной плоскости зависит от плотности воздуха, от шероховатостей их поверхностей и многих других параметров, контролировать которые иногда не представляется возможным. В таких случаях, чтобы ответить на вопрос о причинах данного явления, необходимо использовать *теоретические* методы научного познания, основой которых служит *модель* данного явления. В модели явления присутствуют все главные его характеристики, а второстепенные отброшены. Например, в модели скольжения тела по наклонной плоскости силы трения и сопротивления воздуха могут не учитываться. Использование моделей даёт возможность объяснять природу различных явлений и формулировать законы в виде математических формул и точных формулировок. В дальнейшем речь будет идти, например, о модели идеального газа, взаимодействием между молекулами которого можно пренебречь, или о модели точечных зарядов, расстояние между которыми гораздо больше размеров заряженных тел. Для модели идеального газа формулировка газовых законов выглядит чрезвычайно просто. То же относится и к закону Кулона, который оказывается справедливым только

для точечных зарядов.

Совокупность физических законов, описывающую целый ряд явлений, называют *физической теорией*. Законы Ньютона, например, являются основой классической механики - физической теории, изучающей движение макроскопических тел со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света. Физические законы и теории справедливы только для некоторых моделей явлений и процессов. Поэтому все эти теории и законы имеют *границы применимости*. Так, например, классическая механика, оказывается несправедливой, если её использовать для описания движения тел со скоростями, сравнимыми со скоростью света. В то же время, специальная теория относительности позволяет описывать движение тел со скоростями, близкими к скорости света. При расхождении новых экспериментальных данных и существующих законов и теорий учёные выдвигают новые гипотезы и физические теории. Однако любая новая физическая теория, претендующая на более глубокое и широкое описание явлений окружающего мира, чем старая, должна включать последнюю как предельного случая. Это важнейшее требование, предъявляемое ко всякой новой физической теории, называют *принципом соответствия*. Например, специальная теория относительности при описании движения тел со скоростями, гораздо меньшими скорости света, переходит в классическую механику.

Изучение нового физического явления начинается с наблюдения. Непосредственно за наблюдением следует качественный анализ, в ходе которого формулируются какие-то, часто не вполне определенные и четкие, представления о сущности явления, а также намечаются пути его экспериментального изучения. Так, например, английский ботаник Р. Броун опробовал в 1827 году изобретенный в то время новый объектив для микроскопа. Наблюдая с помощью микроскопа взвесь цветочной пыльцы в воде, он был поражен зрелищем, открывшимся в поле зрения объектива. Как сам Броун, так и многие другие ученые считали, что причиной броуновского движения является особая «жизненная сила», которая якобы должна находиться в цветочной пыльце. Физический эксперимент, хотя и связан с наблюдением, не менее существенно отличен от него. Это следующий, качественно новый этап чувственного восприятия изучаемого явления. Эксперимент включает в себя наблюдение как необходимую составную часть. Очень важно подчеркнуть, что постановка того или иного эксперимента осуществляется по строго продуманному плану. С.И. Вавилов писал об эксперименте: «К опыту редко обращаются наудачу, в поисках новых неожиданных явлений... Экспериментатор всегда, прежде чем предпринять опыт, ставит вопрос о его целесообразности» [3].

В ходе эксперимента не только воспроизводится явление, но и исследуется его зависимость от сопутствующих условий и от параметров, производятся измерения. Так, например, можно воспроизвести изменение давления газа при изменении объема, но при изменении температуры результаты измерения будут другими. Таким образом, во время эксперимента исследователь активно влияет на ход изучаемого явления.

Сущность научного физического метода познания окружающего мира – это сочетание эксперимента и теории. Основателями экспериментального метода исследований природы были Р. Декарт и Г. Галилей. Методические рекомендации по проведению экспериментов Г. Галилея по свободному падению тел охватывают достаточно устоявшуюся традиционную технологию их изучения. В экспериментальном методе выявление существенных свойств и признаков объекта производится путем целенаправленного воздействия на этот объект, явления природы исследуются в контролируемых и управляемых условиях. В теоретическом методе осуществляется опосредованное познание объекта на основе соответствующей математической модели. Экспериментальный метод включает в себя теоретическую и

практическую подготовку эксперимента:

- формулирование гипотезы;
- постановку вопроса;
- выдвижение познавательной задачи;
- создание экспериментальной установки или экспериментального оборудования;
- проведение эксперимента в необходимых исследователю условиях;
- фиксация результатов, проведение нужных измерений;
- анализ данных эксперимента, описание открытого явления и его свойств,

формулирование научного вывода или положения;

В школьной физике реализуется принцип цикличности учебного познания (исходные факты → модель-гипотеза → логически вытекающие следствия → экспериментальная проверка следствий → практика) [1].

В процессе обучения у учащихся должны формироваться умения и навыки экспериментальной деятельности. Формирование навыков экспериментальной деятельности учащихся должно проводиться по следующим этапам:

1. Формулирование познавательной задачи, цели в связи с экспериментальным методом.
2. Отбор оборудования и сборка экспериментальной установки.
3. Указание физического принципа, на основе которого предполагается применение экспериментального метода.
4. Наблюдение за явлением, процессом.
5. Измерение (снятие необходимых показаний с приборов, определение некоторых экспериментальных данных).
6. Описание, интерпретация полученных экспериментальных данных и их анализ.
7. Формулирование выводов, заключения, выявление практической значимости полученных результатов.

Таким образом, экспериментальный метод выступает как компонент физического образования, а также как источник знаний и как метод обучения. В школьный курс физики, прежде всего, должны быть включены те экспериментальные методы, которые сыграли важную роль в формировании научных теорий, изучаемых в школе. Вторых, методы, позволившие открыть физические законы, закономерности, явления, процессы. В-третьих, методы, нашедшие широкое практическое применение в различных областях науки и техники как основополагающие. Например, метод атомных и молекулярных пучков в молекулярной физике и электродинамике; метод спектрального анализа в оптике и квантовой физике; метод рентгено-структурного анализа в физике твердого тела и др.

Различают два вида научного эксперимента - исследовательский и критериальный. Исследовательский эксперимент носит проблемный характер. Приступая к проведению исследовательского эксперимента, ученый не ставит задачи получить определенный ожидаемый результат. Примером исследовательского эксперимента может служить опыт Э. Резерфорда по изучению рассеяния α -частиц. В критериальном эксперименте исследователь отправляется от определенной гипотезы, нацеливающей его на получение ожидаемого результата. Результаты критериального эксперимента приводят к выводам об истинности или ложности исходной гипотезы. Примером критериального эксперимента может служить экспериментальное обнаружение позитрона, существование которого было предсказано релятивистской теорией движения электрона, разработанной П. Дираком в 1928 году. Другим примером критериального эксперимента может служить опыт Ж. Перрена. В 1909 году Перрен поставил опыт для подтверждения правильности объяснения броуновского движения и достоверности самой молекулярно-кинетической теории. В ходе эксперимента добываются для науки новые факты, наличие

которых, однако, не дает еще более или менее адекватного отражения действительности. Для вскрытия глубинной сущности явления вновь необходимо теоретическое осмысливание полученных в ходе эксперимента фактов, в ходе которого формируется необходимый математический и понятийный аппараты, разрабатывается теория явления. Так, например, броуновское движение было объяснено французскими физиками Карбонелем и Дельсо (1827) высказавшим гипотезу, что броуновское движение вызывается тепловым движением молекул жидкости. Правильность этой гипотезы была подтверждена точным математическим расчетом скорости броуновских частичек по формулам молекулярно-кинетической теории, сделанными А. Эйнштейном и М. Смолуховским.

Физическая теория, объясняющая изученное явление, состоит из: экспериментальных фактов, которые она объясняет с помощью 1) математического аппарата, на языке которого сформулированы основные законы теории; 2) понятийного аппарата, вскрывающего «физический смысл», полученных формул. Из сказанного видно, что в ходе научного исследования эксперимент неразрывно связан с теоретическим мышлением. Больше того, постановка любого эксперимента невозможна без теоретического анализа предшествующих эксперименту наблюдений: Броун – наблюдение; Карбонель и Дельсо – гипотеза; Эйнштейн – расчет; Перрен – опыт. Единство теории и эксперимента нельзя рассматривать в застывшем виде. На отдельных этапах эксперимент может опережать теорию, на других этапах, наоборот, возможно опережение эксперимента теорией (так, например, было с предсказанием античастиц П. Дираком), наконец возможен временный параллелизм в развитии эксперимента и теории. Единство теории и эксперимента состоит в том, что они представляют две неразрывно связанные и дополняющие друг друга стороны познания Человеком окружающего мира.

Существуют две наиболее распространенные точки зрения на роль и место эксперимента в преподавании физики в средней школе. Следует заметить, что ни одна из этих точек зрения не нашла в чистом виде сколь либо широкого распространения в школах. Попытаемся проанализировать эти точки зрения. Ряд методистов предлагают излагать курс физики дедуктивным методом, опираясь на сравнительно небольшое число теорий и гипотез, экспериментальное подтверждение которых должно даваться в процессе самостоятельной работы учащихся в лаборатории [1,5]. При дедуктивном изложении курса физики практически исключается возможность показать сложный диалектический путь развития естествознания, входе которого одни гипотезы сменяются другими. История возникновения идей, становление и падение физических теорий в этом случае останутся за пределами школьного курса физики, что неприемлемо из педагогических соображений. Кроме того, при дедуктивном изложении материала есть большая опасность изучать вместо физики ее математический аппарат. Таким образом, предложение изучать курс физики дедуктивно не является лучшим решением вопроса.

Представляет интерес и точка зрения крайних экспериментаторов (например национальная ассоциация просвещения США), которые считали, что в средней школе все знания по физике должны черпаться из эксперимента и только из эксперимента. По их мнению, вся работа по физике должна быть сконцентрирована в лаборатории, а главным местом обучения должен быть исследовательский метод [5].

Учебники, лекции видеofilмы следует использовать лишь как вспомогательный материал. Но еще академик Л.И. Мандельштам подчеркивал, «...что нельзя требовать знания только опытной физики, но не потому, что это слишком мало, а потому, что это слишком трудно. Более или менее полное знание опытной физики без помощи теории человеку не под силу» [3]. Это крайние точки зрения, показывающие лишь область

НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕДАГОГИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

расхождения мнений отдельных специалистов. Вероятно, истина находится где-то между ними. Академик И.К. Кикоин писал: «Недопустимо, чтобы у учащихся создалось впечатление, будто бы тот или иной закон природы можно проверить за несколько минут демонстрационным экспериментом! Наоборот, необходимо разъяснять учащимся, что законы природы открываются в результате кропотливой и сложной работы ученых. Школьный же эксперимент служит лишь иллюстрацией, поясняющей то или иное явление, тот или иной закон» [4].

Эффективность преподавания физики заключается в том, чтобы найти такое расположение материала, при котором с помощью последовательных, логических операций и рационально подобранного эксперимента, при минимальной затрате времени и оптимальном напряжении умственных способностей учащихся, можно было бы сформировать основные физические понятия, дать представление об основных физических законах и теориях, развить физическое мышление учащихся.

Таким образом используя учебный эксперимент, можно:

- проиллюстрировать проявление установленных в науке законов и закономерностей в доступном для учащихся виде и сделать их содержание понятным для учащихся;
- познакомить учащихся с экспериментальным методом изучения физических явлений;
- показать применение изученных физических явлений в технике;
- повысить наглядность преподавания и тем самым сделать изучаемое явление более доступным для учащихся;
- повысить интерес учащихся к изучаемому явлению.

Заканчивая среднюю школу, учащиеся должны отчетливо представлять, что в современной физике, в конечном счете, единственным источником новых знаний является опыт, но постановка этого опыта продиктована теорией. Что математика это не только орудие расчета, не только инструмент, а наиболее адекватный язык для формирования основных законов, которые вне этого языка не могут быть даже приблизительно нащупаны.

Литература:

1. Разумовский В.Г., Майер В.В. Проблемы ФГОС и научной грамотности школьников или новый стандарт образования в действии: обучение и воспитание творчески мыслящей личности на уроках физики. //Физика в школе, № 5, 2012. – С. 3-11.
2. Ланина И.Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1985.
3. Конюшая М. Открытия советских ученых. – М.: Московский рабочий, 1979.
4. Рейнов Н. Физики – учителя и друзья. – Л.: Лениздат, 1975.
5. Чернобай Е. В. Проектирование учебного процесса учителем в современной информационной образовательной среде. – М.: УЦ «Перспектива», 2011.