

УДК 37.01+372.853

Юрий Аркадьевич САУРОВ, член-корреспондент Российской академии образования, доктор педагогических наук, профессор Вятского государственного университета, г. Киров; e-mail: saurov-ya@yandex.ru

Василий Яковлевич СИНЕНКО, академик Российской академии образования, доктор педагогических наук, профессор, ректор НИПКиПРО, г. Новосибирск; e-mail: rector@nipkipro.ru

Типичные методологические ошибки при обучении физике

В статье раскрываются природа и методические опасности методологических ошибок в обучении физике. Автор обращается к конкретным вопросам практики обучения: понятия в обучении физике, использование моделей, проблема описаний, физические задачи с методологическим содержанием.

Ключевые слова: методологические ошибки, образовательная деятельность, мотивация, методология, научный метод познания.

Рецензенты:

И. Л. Беленок, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой естественнонаучного образования Новосибирского института повышения квалификации и переподготовки работников образования

Yuri A. SAUROV, corresponding member of the Russian Academy of Education, doctor of pedagogical sciences, professor, Vyatka State University, Kirov; e-mail: saurov-ya@yandex.ru

Vasily Ya. SINENKO, academician, Russian Academy of Education, doctor of pedagogical science, professor, rector, Novosibirsk Teachers' Upgrading and Retraining Institute, Novosibirsk; e-mail: rector@nipkipro.ru

Typical Methodological Mistakes in Teaching Physics

The article reveals the nature and methodical danger of methodological mistakes in teaching physics. The author addresses to the specific issues of the teaching practice: definitions in teaching physics, models usage in physics, the problem of description, physical tasks with methodological content.

Keywords: methodological mistakes, teaching activity, motivation, methodology, scientific method of cognition.

Reviewers:

I. L. Belenok, doctor of pedagogical sciences, professor, head of the Natural Science Department, Novosibirsk Teachers' Upgrading and Retraining Institute

Вне духа и без духа нет и слова,
есть лишь колебания воздуха.

Э. Ильенков*

В фундаментальной физике неклассический этап развития был обозначен в самом начале XIX века. И выражался он в довольно радикальном изменении познавательных норм. В обучении физике последние тридцать лет движение в сторону неклассических познавательных норм все время усиливалось. Особенно настойчиво и

последовательно делает это профессор В. Г. Разумовский в программах освоения научного метода познания, внимания к фундаментальным деятельности экспериментирования и моделирования, формирования научной грамотности... Но в массовой школе реальные изменения идут медленно.

К методологическим ошибкам следует отнести ошибки при использовании идей, принципов, фундаментальных понятий-категорий, практики применения логики научного метода познания, таких весьма общих оснований научно-образовательной деятельности, как парадигма и стиль мышления. Сейчас почти призна-

* Ильенков Э. В. Философия и культура. М., 2010. С. 444.

но, что системообразующей идеей освоения учебных предметов в школе является надпредметный подход, выраженный в освоении общих категорий-понятий науки в форме таких умений: применять научные знания для распознавания проблем, понимать сущность науки как формы человеческого знания и результатов исследования, способность анализировать и объяснять явления окружающей действительности, предвидеть новые явления и применять научные знания на практике... В итоге мы приходим к единой (и единственной) задаче освоения культуры (опыта рода) и развития личных качеств субъекта образования. К интегрирующим понятиям относим следующие фундаментальные понятия: пространство и время, материю в формах вещества и поля (плюс «темная материя»), систему (физическую, биологическую, социальную), взаимодействие, движение, модели типичных объектов и явлений, характеристики свойств объектов, языки описания свойств, законы сохранения и инварианты, теории как системы знаний, границы применимости всех знаний...

В целом данный подход опирается на парадигму естественно-искусственного отношения к образовательным процессам. С одной стороны, физическое, психическое и физиологическое развитие школьников — естественно-природный процесс; с другой стороны — все процессы формирования человека культуросообразные, организуемые, и, отсюда, искусственные (деятельностные, духовные) процессы (Л. С. Выготский, В. В. Давыдов, В. Г. Разумовский, Г. П. Щедровицкий и др.).

Поскольку вопрос о методологических ошибках затрагивает весьма принципиальные (и чувствительные) стороны содержания и процесса обучения, то должно быть согласие. Оно фиксируется в нормах, и во многом определяет новый этап развития. Далее обратимся к конкретным вопросам практики обучения.

1. О понятиях в обучении физике. Подчеркнем, что все понятия по своей природе — результат познавательной деятельности людей, их мышления и идеальные образования. В этом их единство. Но это со всей определенностью значит, что прямо в природе понятий нет. В равной степени это означает и другое — за понятиями стоит объективная реальность. Кстати, она ими же и обозначается.

Наверное, надо уже договориться и принять, что понятия играют разные роли в познании и несут разные функции в обучении.

Есть понятия, которые задают (обозначают) физическую реальность. Это категориальные понятия, такие как пространство и время, материя, вещество, поле, физический объект (тело, газ, жидкость, молекула, атом, элементарная частица и др.), взаимодействие и др. Придавая этим понятиям такой смысл и значимость, надо критически понимать, что задаваемая так реальность — это абстрактная реальность, своего рода «вещь в себе», неопределенно богатая по содержа-

нию. Так в человеческой деятельности и мышлении мы задаем реальность, и много не дано. Такое определение реальности ни по объему, ни по форме не сдерживает познания. Это необходимое правило, прием познания, это важный принцип согласия. Он в полной мере соответствует идеям диалектического материализма. Великий мыслитель К. Маркс писал в тезисах о Фейербахе о том, что действительность должна рассматриваться как результат человеческой деятельности. Подобные позиции при конкретизации и задают через категориальные понятия физический мир. И это позитивно, т. е. продуктивно. Сложность смысла этих понятий раскрывается, например, следующей позицией: «С точки зрения реализма некоторые теоретические объекты, которым приписываются свойства пространственной и временной локализации (такие, например, как атомы, электроны, кварки и т. п.), существуют реально» [4, с. 158]. Но при этом в обучении трудно согласиться с утверждением учебника, что «в механике пространство и время являются средствами описания движения, изобретенными человеком...». Зачем уравнивать пространство-время (реальность как постулат!) и систему отсчета (средство описания)?

В действующих учебниках выделяют реальность, иногда даже обозначают [16, с. 5]. Но надо ли «физическое тело» относить к моделям [Там же, с. 27], а затем далее говорить о телах, подразумевая за ними реальность? В целом, следует признать, что в данном учебнике лучше отделена реальность (объекты и явления) от средств их описания. Правда, удручает позиция «В основе познания лежит восприятие мира человеком с помощью органов чувств...» [Там же, с. 4]. Сравните: «Жизненный опыт оказывается недостаточным при изучении явлений» [2, с. 5].

Есть большая группа понятий, обозначающая и задающая модели объектов и явлений. Их непросто отделить от объектов и явлений. Многие из этих понятий, хотя и используются, не имеют внятного статуса, уравниваются с категориальными понятиями, и в итоге им придается статус реальности. Отсюда на практике существует проблема определения их смысла. Во всех теориях эти понятия необходимы и должны вводиться сначала, широко использоваться в развертывании знаний, т. е. в описании реальности. Это такие понятия: физическая система, система отсчета, материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, упругое тело, идеальный газ, кристаллическая решетка, термодинамическая система, электростатическое поле, однородное поле, точечный электрический заряд, гармоническая волна, световой луч, планетарная модель атома, нуклонная модель ядра атома, кварковая модель адронов и др. По своей функции это идеальные (и теоретические) объекты, которых реально не существуют. Тут и возникают трудности: с одной стороны, модели необходимы для задания реальности, с другой стороны, они не должны подменять реальность. Известный методолог В. С. Степин пишет: «Так,

все теоретические высказывания классической механики непосредственно характеризуют связи, свойства и отношения идеализированных конструкторов, таких как "материальная точка", "сила", "инерциальная пространственно-временная система отсчета" и т. д., которые представляют собой идеализации и не могут существовать в качестве реальных материальных объектов» [12, с. 105].

Построение и использование моделей объектов (а затем и явлений) должно быть аккуратным, сначала по возможности простым. Например, вряд ли для модели «твердое тело» необходимо в качестве средств описания вводить еще такие модели: отрезок прямой, плоскую фигуру, объемную фигуру [13, с. 26]. Получается излишне: модели модели. В целом попытка решить некоторые из обозначенных проблем предпринята в учебнике [14].

2. Проблема описаний. Первый шаг этапа количественного познания выражается в определении большого числа физических величин. По своей функции в познании — это характеристики свойств, т. е. выразители свойств объектов и явлений физического мира на языке понятий (абстракций как результатов мышления). Физические величины ближе всего в познании стоят к объектам, не случайно иногда они неосторожно отождествляются с ними. Но при построении теории физические величины должны приписываться идеальному объекту теории, т. е. фактически модели. Иначе функционирование науки невозможно, иначе совершенно непонятно, зачем вводятся модели. Фактически в школьном курсе физики на этот вопрос ответа нет. Точнее ответ ясен, вводятся они формально, для школьника и учителя совершенно не понятно, что с ними делать и зачем они.

Важно, что у каждой физической величины должен быть носитель свойств — объект или явление. Эта сторона физической величины выражается в форме задания процедур измерения, т. е. особого взаимодействия объекта и прибора. В большинстве случаев в школьном курсе решения простые: сила — характеристика действия, скорость — характеристика движения, масса — характеристика инертности, потенциал — энергетическая характеристика поля и т. д. Есть методически сложные случаи. Например, давление. Давление, как физическая величина, характеризует действие одного тела на другое в зависимости от площади соприкосновения. Давно уже набило оскомину отождествление силы и взаимодействия. Авторы учебников и учителя не видят в этом ничего особенного. А ведь это принципиальный вопрос для организации нашего мышления, нашей познавательной деятельности: взаимодействие или действие задает реальность, сила — только ее характеристику. Если уж для силы он не решен, то что говорить о других физических величинах. В. В. Мултановский тридцать лет назад достаточно жестко критиковал курс физики за метафизическое использование силы [7, с. 143], но это не преодолено и сейчас.

Следующим за понятиями уровнем обобщения считают законы. В большинстве случаев в физике они принимают математическое выражение в форме уравнений. Уравнение приобретает смысл закона при определенной интерпретации. При этом в любом случае надо учитывать смыслы физических величин. Например, есть уравнение Эйнштейна

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}.$$

Но почему это уравнение, а не закон? Так в курсе физики эту формулу называют, но, к сожалению, именно это мешает пониманию ее смысла. Проблема в том, что не четко выделяется явление, т. е. реальность, нет обозначения этого явления (взаимодействия кванта света и электрона атома). Отсюда уравнение, на практике хуже того — формула. А далее, решение задач «на формулу», а не на описание явления законом. Так разрушается фундаментальное образование — логика познания. Надо понять, что в названном случае обозначены разные уровни мышления и мировоззрения. И первый, с точки зрения современного мира, — технический, примитивный, ограниченный.

3. О бедности использования моделей в обучении физике. В содержании школьного курса физики модели объектов представлены бегло, а моделей явлений в явном виде практически нет. А ведь главное — деятельность с моделями — еще впереди! И это является болезненным методологическим недостатком курса. Обратимся к принципиальным вопросам.

Из физических **моделей объектов** школьники обычно называют одну — **материальную точку**. Но понимают ли они ее? В частности, почему из всех моделей фундаментальной называют одну — «материальную точку»? Какие принципиальные познавательные процедуры определяет введение этой модели? В главном, это определяется геометрической моделью материи, при этом непрерывность пространства рассматривается как модельное [7, с. 54 и др.].

Исторически (и логически) впервые эта модель сконструирована при изучении механического движения. Эмпирическим объектом там определяется тело, т. е. объект, который имеет неизменную форму и размеры (объем). В определении материальной точки фиксируют два качества тела — инертные свойства (их характеристика — масса) и размеры (характеризуются как неопределенно малые, бесконечно малые). Оба качества в модели сплавляются в идеализированном виде: инертные свойства задаются самым простым образом (масса, а не момент инерции), размеры предельно задаются нулевым значением. Инертные свойства двух (и более) взаимодействующих тел приписываются через массу одному, интересному для нас. И размеры хотя и есть (как онтологическая реальность), но нулевые.

Выделение геометрической точки как исходного элемента для определения (задания) модели пространства (времени) приводит к фундаментальной аб-

стракции точечного события, что позволяет различать события. Продуктивность такого подхода была выяснена еще Декартом при конструировании системы отсчета как некоего инструмента-метода-модели для описания движений. Важным шагом является формулирование квантово-релятивистской модели взаимодействия: акт взаимодействия локален (в точке пространства, в миг времени), две материальные точки взаимодействуют с помощью движения третьей (рис. 1).

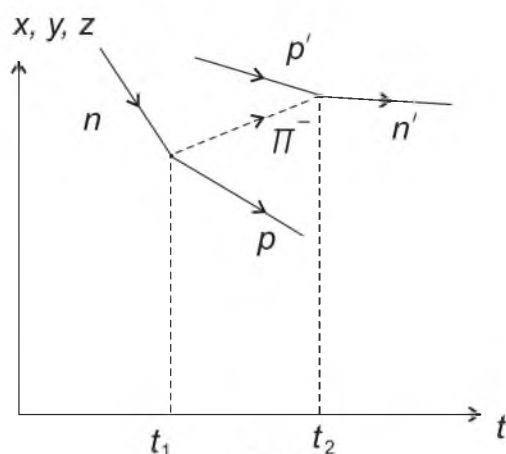


Рис. 1

Материальным основанием для подтверждения справедливости этих моделей являются события мира элементарных частиц. При таком подходе (языке описания физического мира) принципиально все физические модели объектов и явлений при своем конструировании опираются на материальную точку. Но их самостоятельность в отдельных областях из-за специфики описания явлений тоже не вызывает сомнений. Специалисты четко ставят вопрос и об ограниченности геометрической модели материи [7, с. 85].

Идеальный газ, как модель в молекулярной физике, определяется на макроскопическом и микроскопическом (статистическом) уровнях: а) газ, подчиняющийся газовым законам, идеальный газ; б) идеальным газом называют модель газа со следующим строением: частицы — материальные точки, точки непрерывно, хаотически движутся, точки взаимодействуют при упругом столкновении, т. е. внутренняя энергия идеального газа есть только кинетическая энергия движения материальных точек... Из расшифровки-конкретизации модели идеального газа получается МКТ-закон (уравнение) идеального газа — $p = nkT$. И далее все следствия.

Статистическая модель идеального газа позволяет объяснять некоторые макроскопические тепловые процессы — испарение, плавление, тепловое расширение и др. Уметь применять простую модель — это и есть теоретическое мышление для понимания явлений природы.

В целом достаточной характерной является разноплановость в определениях такой фундаментальной модели как идеальный газ: а) «...идеальный газ пред-

ставляет собой теоретическую модель газа и поэтому в природе не существует» [1, с. 62]; б) «Модель идеального газа. 1. Межмолекулярные силы взаимодействия отсутствуют. 2. Взаимодействия молекул газа происходят только при их соударениях и являются упругими. 3. Молекулы газа не имеют объема — материальные точки» [5, с. 31]; в) «Итак, идеальным газом называется газ, у которого при изотермическом процессе давление в точности обратно пропорционального его объема...»; «Итак, с молекулярной точки зрения идеальный газ представляет собой систему молекул, которые друг с другом не взаимодействуют и которые в первом приближении можно считать материальными точками» [17, с. 220, 222]. Получается, слишком вольный переход от молекул к точкам и наоборот. И эти понятия, при работе с ними как со словами, уравниваются.

А. Н. Мансуров и Н. А. Мансуров пишут так: «Если расстояние между молекулами столь велико, что их энергия взаимодействия намного меньше средней кинетической энергии молекул, то газ подчиняется уравнению Менделеева-Клапейрона. В этом случае его называют идеальным газом. Если это уравнение не выполняется, т. е. расстояние между молекулами такое, что нельзя пренебречь взаимодействием между ними, то газ называют реальным» [6, с. 184–185]. Задумаемся: можно ли газ (агрегатное состояние вещества!) называть идеальным газом?

Реальный газ. Прежде всего, сбивает с толку сам термин — реальный (!) газ. А в чем же суть дела? Разве корректно и целесообразно каждый раз подчеркивать реальность объектов природы, если это объекты природы? Из текстов известных учебников не ясно, что это: реальный физический объект или модель газа. Приведем аргументы.

С самого начала полной ясности нет с определением модели газа вообще. Отсюда сразу накапливаются проблемы. «Основной физической моделью вещества является совокупность движущихся и взаимодействующих между собой атомов и молекул» [2, с. 325]. Нельзя определять модель через категории, обозначающие реальность (т. е. атомы и молекулы). Явно непоследовательно, перейдя на язык материальных точек, потом говорить о шарах: «Наиболее простой моделью является идеальный газ, состоящих из материальных точек, между которыми отсутствуют силы, действующие на расстоянии, и которые сталкиваются между собой как упругие шары» [Там же, с. 321]. Похожее решение и в другом учебнике: вывод основного уравнения МКТ для материальной точки, а определение идеального газа через понятие о частице [16, с. 275–276].

В обучении эффект использования моделей в полной мере проявится тогда, когда возникнет возможность использовать для описания одного объекта хотя бы две модели. Фактически в учебниках (обычно вузовских) материал о реальном газе рассматривается с этой целью. Но это делается явно не последовательно. Обратимся к примеру.

«Реальный газ — достаточно сложная система. Мы рассмотрим простейшую физическую модель реально-го газа — идеальный газ... Физическая модель — это упрощенная схематическая копия исследуемой реальной системы» [8, с. 105]. В другом месте читаем: «Сначала введем физическую модель разряженного газа... У разряженного газа расстояние между молекулами во много раз превышает их размеры. В этом случае взаимодействие между молекулами пренебрежимо мало и кинетическая энергия молекул много больше потенциальной энергии взаимодействия. Молекулы газа можно рассматривать как очень маленькие твердые шарики. Вместо реального газа, между молекулами которого действуют сложные силы взаимодействия, мы будем рассматривать его физическую модель. Эта модель называется идеальным газом» [Там же, с. 153–154]. Значит, здесь понятие «реальный газ» задает, обозначает реальность, если идеальный газ — модель реально-го газа? Но полной ясности нет, и от ответа методисты уклоняются.

В **термодинамике** рассматриваются макроскопические модели объектов, фундаментальная из них — термодинамическая система. В учебной литературе нет ясности: это объект природы или модель. Если модель, то чего? Это может быть любая совокупность макроскопических тел с определенным взаимодействием на макроуровне, описываемым посредством передачи энергии и вещества. Замкнутая система оказывается более простой моделью. На модели равновесного состояния термодинамической системы, очевидно замкнутой системы, формулируют законы. Если по определению такой модели ясно, что параметры, например, газа (давление, температура), постоянны во всех частях, то нет и сомнений, что это модель. В реальности никогда не бывает такого состояния материальных объектов.

Первый и второй законы термодинамики — это математические модели термодинамических процессов. Само выделение вида процесса — это уже моделирование. Например, равновесный процесс — это бесконечно медленный процесс изменения параметров системы. В природе он соответствует весьма медленным изменениям объекта, например, газа. Очевидно, что и необратимый процесс в термодинамике — это модель. Понятны тогда процедуры конструирования закона: все макроскопические процессы в замкнутой системе самопроизвольно протекают в одном направлении... И границы применимости отсюда автоматически вытекают: для объектов (не систем, раз последняя модель!) из нескольких частиц закон не выполняется. Словом, все аспекты моделирования, вплоть до границ применимости модели, могут быть выделены и можно даже определить логику и методику построения этого содержания.

В **электродинамике** еще труднее различение объектов и их моделей. Поле, конечно, фундаментальный физический макроскопический объект, который суще-

ствует в свободном состоянии. Исторически дискретная схема-модель поля становится реальностью (онтологизируется) при экспериментальном открытии фотонов. Можно говорить, что моделью макроскопического поля является монохроматическая волна, а моделью микроскопического поля — точка (наделенная энергией и импульсом). Определена связь этих моделей: более фундаментальной оказывается модель квантованного поля; волновая (макроскопическая, непрерывная) модель получается усреднением квантовой (дискретной) модели.

Для школьного курса физики следует считать реальными физическими объектами (явлениями): электростатическое поле, стационарное электрическое поле, статическое магнитное поле, электромагнитное поле, электромагнитные волны, свет как световой поток и электромагнитную волну. Для их описания выделяют следующие доступные **модели электромагнитного поля (волны)**: а) силовые линии напряженности (магнитной индукции) электростатического и магнитного (и иных) полей; б) однородное электростатическое поле (конденсатора); в) монохроматическая гармоническая волна (постоянная частота и амплитуда); г) световой луч (и другие).

В электродинамике распространено использование моделей объектов в поле. В конечном счете, это объясняется задачей описания явления поведения зарядов или токов в поле. Например, модель полярного диэлектрика в электрическом поле. Выделяется единица рассмотрения зарядов — диполь; сначала его можно рассматривать как реальность из двух взаимодействующих ионов; затем абстрагирование приводит к собственно диполю как модели.

Данная модель (рис. 2) позволяет рассмотреть, что представляет собой молекула полярного диэлектрика, и как он ведет себя при внесении его в электрическое поле.

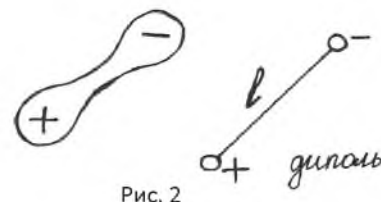


Рис. 2

Вследствие теплового движения диполи ориентированы беспорядочно (рис. 3).

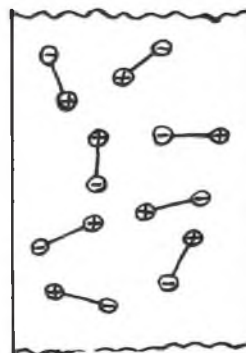


Рис. 3

При внесении диэлектрика в однородное электрическое поле возникающая пара сил стремится повернуть диполь так, чтобы его ось была направлена по силовым линиям поля (рис. 4).

Используя эту модель, можно предположить, что внутри диэлектрика электрическое поле ослабляется.

О моделях явлений. Они строятся на основе: а) модели

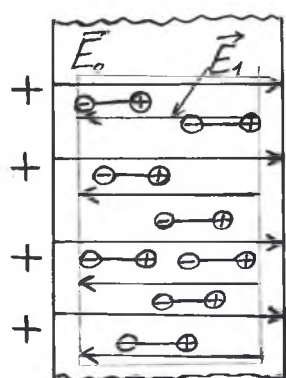


Рис. 4

объекта, б) модельных описаний движения или взаимодействия объектов. Модель явления, в частности, фиксирует изменение состояния изучаемой системы (как модели реальных объектов!). Изменение состояния может выражаться по-разному (пространственное изменение, изменение температуры и др.). Отсюда описание явления может быть представлено совокупностью схем-моделей, в которых фиксируется разное состояние. Кстати, в опыте учебной деятельности при решении задач, например, на законы сохранения, в схемах это так и делается — выделяется состояние системы. Приведем пример.

Другие примеры моделей явлений можно найти в пособиях для учителей [10–12]. Приведем еще пример моделирования явления при решении задач (см. подробнее [9]).

Задача. Оцените среднюю температуру Земли. (Эта задача относится к задачам Капицы, решение которых как раз нацелено на явное и осознанное использование моделей.)

Решение. Наиболее известной моделью явления излучения волн телом является модель «абсолютно черного тела»: сколько энергии поглощается, столько энергии и излучается во всех диапазонах длин волн.

Сначала определим, сколько энергии поглощается. Поглощается энергия, идущая от Солнца. Известна характеристика (солнечная постоянная), которая определяет, сколько энергии падает в секунду на единицу площади Земли, перпендикулярно ее поверхности. Она равна $q = 1,36 \cdot 10^3$ Вт/м². Сейчас определим, сколько энергии излучается. Известно, что по закону Стефана-Больцмана в единицу времени единица поверхности абсолютно черного тела излучает $Q = \sigma T^4$ (см., на-

пример, учебник Г. Я. Макишева и др.). Примем, упрощая, для оценки, что излучает площадь, равная поперечному сечению Земли, т. е. $S = \pi R^2$. В итоге получаем из условия сохранения энергии $qS = \sigma T^4 S$. Расчет дает оценку порядка 300 К.

При решении любой такой задачи необходимо хотя бы качественно определять границы применимости нашей модели явления. Иначе, решение принимает абсолютный характер. А это принципиально не так. В нашем случае, реальная Земля точно не описывается моделью «абсолютно черного тела»: некоторые длины волн при излучении не проходят атмосферы и др.

4. Физические задачи с методологическим содержанием. Все такие задачи можно разделить на несколько групп, приведем разные виды заданий с ответами. Присмотримся к ним: хотя с ходу они выглядят экзотически, но за ними — современное миропонимание. Одно важно: надо составлять и составлять такие задания, выбраковывать проблемные, внедрять лучшие.

На определение статуса знаний:

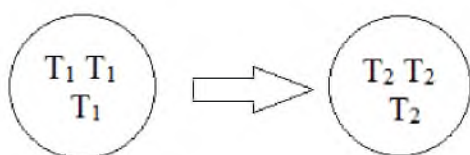
- В учебнике физики написано: «Масса является физической величиной». Это утверждение является... (из приведенных ниже выберите верный ответ). А) Фактом. Б) Названием явления. В) Физическим законом. Г) Определением.

- В учебнике физики написано: «Плотность есть физическая величина, равная отношению массы тела к его объему». Это утверждение является... (из приведенных ответов выберите правильный). А) Определением. Б) Физическим законом. В) Опытным фактом. Г) Названием явления.

- В каком из высказываний перечислены лишь объекты природы? А) Камень, облако, вода. Б) Твердое тело, скорость, плотность. В) Сила тяжести, масса, мензурка. Г) Масса, скорость, инерция.

- В учебнике физики написано: «Силу упругости, действующую на тело со стороны опоры, называют силой реакции опоры». Это утверждение является... (из приведенных ниже ответов выберите верный). А) Определением величины. Б) Физическим законом. В) Опытным фактом. Г) Гипотезой.

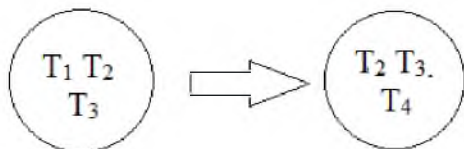
Равновесный процесс:



– В каждый момент времени система находится в равновесном состоянии.

– Это модель реальных процессов

Неравновесный процесс:



– В каждый момент времени система из одного неравновесного состояния переходит в другое неравновесное состояние.

– Это более сложная модель природных процессов

• В каком из высказываний перечислены лишь электрические явления? А) Заряд, сила тока. Б) Электрический ток, отталкивание зарядов. В) Электрический ток, сила тока. Г) Нет верного ответа.

• Какие факты лежат в основе представлений электронной проводимости металлов? А) Делимость вещества, существование проводников. Б) Наличие зарядов, существование полей. В) Существование электрического тока, делимость вещества. Г) Существование электронов, отсутствие переноса вещества электрическим током.

• Что такое «однородное электростатическое поле»? А) Физическая величина. Б) Физический объект. В) Модель. Г) Физический закон. (В обучении признано существование электростатического поля. И этот договор разумен с точки зрения дидактики.)

• Может ли быть движение камня в системе отсчета? (Нет: камень — объект реальности, система отсчета — модель пространства-времени. А вот движение материальной точки может быть...)

• В учебнике написано: «В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц остается неизменной». Это утверждение является... (из приведенных ответов выберите правильный). А) Определением явления. Б) Формулировкой закона. В) Опытным фактом. Г) Названием явления.

• Что относят к исходным фактам при формулировании закона Кулона? А) Точечный заряд. Б) Электрическое поле. В) Крутильные весы. Г) Взаимодействие зарядов.

• В каком из ответов приведены только средства описания электрического поля? А) Работа, силовые линии, напряженность, заряд. Б) Напряженность, энергия, потенциал. В) Действие поля, сила тока, силовые линии. Г) Нет верного ответа.

На установлении отношения «реальность–описание»:

• Моделями чего являются принципы дальнего действия и ближнего действия? (Конечно, принципы — это знания; знания о взаимодействии. Они говорят о механизме взаимодействия; дальнее действие — идеальная модель взаимодействия; на основе ближнего действия могут быть сформулированы несколько моделей взаимодействия.)

• Какое физическое явление описывает второй закон Ньютона? А) Движение тел. Б) Взаимодействие двух тел. В) Равновесие тел. Г) Действие на ускоренно движущееся тело.

• Какое физическое явление описывает закон Ома? А) Силу тока и напряжение. Б) Действие электрического тока. В) Нагревание проводника. Г) Постоянный электрический ток на участке проводника.

• Какое физическое явление описывает закон Архимеда? А) Действие выталкивающей силы. Б) Погружение тела в жидкость. В) Выталкивающее действие жидкости на погруженное тело. Г) Плавание тел на поверхности жидкости.

• Солнечный свет падает на поверхность тонкой пленки, в результате чего наблюдается радужная ее окраска. Что задает данное описание? А) Модель. Б) Физическую величину. В) Гипотезу. Г) Физическое явление.

• Какое из утверждений является моделью взаимодействия зарядов? А) Электрические поля влияют друг на друга. Б) Отношение потенциальной энергии к заряду не зависит от помещенного в поле заряда. В) Весь статический заряд проводника сосредоточен на его поверхности. Г) Поле одного заряда действует на другой заряд.

На модели физических объектов и явлений:

• Какие модели человека рассматривают в физике? (В механике — твердое тело, материальная точка; в молекулярной физике — упругое тело, термодинамическая система; в электродинамике — проводящая среда, прямолинейный участок электрической цепи и др.)

• Что такое «материальная точка»? А) Маленькое тело. Б) Макроскопическое тело. В) Геометрическая точка. Г) Модель тела.

• Можно ли назвать первый закон динамики моделью инерциального движения? (Это сложный случай. Само инерциальное движение — идеальное механическое движение; в природе его нет. Значит, само по себе инерциальное движение — модель движения; и закон определяет эту модель. Здесь встает проблема: без закона, по-видимому, определить явление невозможно. Из моделей-знаний «вырастает» объект...)

• Можно ли отнести закон Гука к моделям? И моделям чего? Каковы границы применимости закона Гука? (Закон Гука описывает явление упругой деформации тела; в пределах упругости он применим для тел; для полей, зарядов, атомов — не применим...)

• Почему невозможно дышать идеальным газом? (Идеальный газ — модель, это понятие обозначает модель, а не реальность. Дышать можно газом.)

• Можно ли подержать в руках массу? (Нет, масса — физическая величина, не более того. Подержать в руках можно тело. Иное дело, какими свойствами оно обладает и как эти свойства описываются.)

• Чем отличаются идеальный газ от реального газа, реальный газ от газа? (Реальный газ — более точная модель, чем идеальный газ. А просто газ — объект природы.)

• Для какой модели формулируется закон Бойля-Мариотта? И почему все же он описывает явление природы? (Изотермический процесс, конечно, какая-то идеализация реального теплового процесса. Но принято определять его видом реального процесса, явления. Его моделью является закон для идеального газа.)

• Какие модели жидкости изучают в школе? Какие модели твердого тела вам известны? Чем отличается кристалл от кристаллической решетки? Термодинамическая система — это объект природы или объект теории? (Последний вопрос — сложный: первый шаг в познании — выделение системы, очевидно, что это все-

да абстрагирование, но его мера бывает разная. Отсюда разночтения: иногда система — модель, иногда — объект реальности. Но вот замкнутая система — всегда модель.)

• Какая математическая модель (закон) правильно описывает действие магнитного поля на проводник с током? А) $F_A = IBlsina$. Б) $F_d = qvBsina$. В) $F = Eq$. Г) Закон Кулона.

На научный метод познания:

• Гипотеза может стать научной теорией, если ее основные положения... А) Подтверждаются другой теорией. Б) Подтверждаются всеми известными экспериментами. В) Не подтверждаются экспериментами. Г) Не противоречивы.

• Есть ли границы применимости у второго закона термодинамики? Как они формулируются? Есть ли исключения в применении первого закона термодинамики? (Есть, для систем из малого числа частиц. Первый закон термодинамики применим для замкнутых систем. Есть ограничения применения для полей.)

• К чему относят цикл Карно: к явлению природы или модели? И есть ли у явления природы границы применимости? (Цикл Карно, несомненно, модель (вид знания), которая описывает замкнутый тепловой процесс).

• Какое научное предположение (гипотеза) точнее позволяет объяснить явление диффузии? А) Все тела состоят из частиц. Б) Все тела состоят из молекул. В) Частицы, из которых состоят тела, хаотически движутся. Г) Частицы, из которых состоят тела, взаимодействуют между собой.

• К какому этапу научного познания следует отнести определение границ применимости теоретической модели? А) К определению фактов. Б) К результатам эксперимента. В) К итогу познания. Г) К определению модели.

• Какие из утверждений являются следствием теории при изучении электрического поля? А) Внутри проводника, помещенного во внешнее электрическое поле, происходит пространственное перераспределение зарядов. Б) Электрическое поле не имеет границы распространения. В) Закон Кулона справедлив для точечных зарядов. Г) Принцип суперпозиции электрических полей.

• Какое знание является следствием закона электромагнитной индукции? А) Существует переменное магнитное поле. Б) Существует переменное электрическое поле. В) Существует явление самоиндукции в катушке, по которой протекает переменный ток. Г) Существует переменный электрический ток в проводнике.

Наступило время, когда физики, методисты, учителя заинтересованы на внятной методологической основе упростить, а таким образом и углубить, систему физических знаний. А отсюда — изучать, исследовать реальность, а усваивать понятия, законы, теории, картины мира.

С нашей точки зрения, изучение понятий и законов не может быть доминирующей и самодостаточной целью. Правильно физически мыслить — это в любом случае использование разных методов познания, понимание реальности.

Список литературы

1. Громов, С. В. Физика : Молекулярная физика. Квантовая физика / С. В. Громов. М. : Просвещение, 1999. 239 с.
2. Касьянов, В. А. Физика. 10 кл. М. : Дрофа, 2000. 416 с.
3. Коханов, К. А. Методология функционирования и развития школьного физического образования / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. Киров : Изд-во «радуга-ИРЕСС», 2012. 326 с.
4. Лекторский, В. А. Эпистемология классическая и неклассическая / В. А. Лекторский. М. : Эдиториал УРСС, 2001. 256 с.
5. Луппов, Г. Д. Молекулярная физика и электродинамика в опорных конспектах и тестах : кн. для учителя / Г. Д. Луппов. М. : Просвещение, 1992. 256 с.
6. Мансуров, А. Н. Физика, 10–11 : Учеб. для шк. с гуманитар. профилем обучения / А. Н. Мансуров, Н. А. Мансуров. М. : Просвещение, 1999. 221 с. : ил.
7. Мултановский, В. В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе / В. В. Мултановский. М. : Просвещение, 1977. 168 с.
8. Мякишев, Г. Я. Физика : Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл: Учеб. для углубленного изучения физики / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков. М. : Дрофа, 2002. 352 с.
9. Орлов, В. А. Практика решения физических задач: 10–11 классы : учебное пособие для учащихся общеобразовательных организаций / В. А. Орлов, Ю. А. Сауров. М. : Вентана-Граф, 2015. 272 с.
10. Сауров, Ю. А. Принцип цикличности в методике обучения физике : историко-методологический анализ : монография / Ю. А. Сауров. Киров : Изд-во КИПКПРО, 2008. 224 с.
11. Сауров, Ю. А. Физика в 10 классе : модели уроков. М. : Просвещение, 2005. 256 с.
12. Сауров, Ю. А. Физика в 11 классе : модели уроков. М. : Просвещение, 2005. 271 с.
13. Степин, В. С. Теоретическое знание. М. : «Прогресс-Традиция», 2000. 744 с.
14. Физика : Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений : в 2 ч. / [В. Г. Разумовский и др.]. М. : ВЛАДОС, 2010. Ч. 1–2.
15. Физика : Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений : в 2 ч. / [В. Г. Разумовский и др.]. М. : ВЛАДОС, 2011. Ч. 1–2.
16. Чижев, Г. А. Физика. 10 кл. : Учебник для классов с углубленным изучением физики / Г. А. Чижев, Н. К. Хананов. М. : Дрофа, 2003. 480 с.
17. Яворский, Б. М. Основы физики / Б. М. Яворский, А. А. Пинский. М. : Наука, 1981. Т. 1. 480 с.