



научно-методический журнал

5 2008

ФИЗИКА

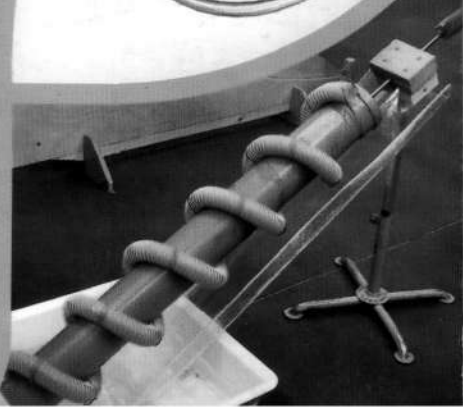
БИБЛИОТЕКА

Капуровский институт физики

В ШКОЛЕ



Развитие познавательного интереса учащихся
Вариативные подходы к профильному обучению
Научный метод познания и обучение физике
в школе





СЛОВО ЧЛЕНАМ РЕДКОЛЛЕГИИ ЖУРНАЛА

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В 2008/2009 УЧЕБНОМ ГОДУ

В краткой статье достаточно сложно осветить весь спектр проблем, с которыми сталкиваются сейчас учителя физики, а уж тем более предложить пути их решения. Поэтому остановимся лишь на двух актуальных вопросах: выбор школой модели физического образования и особенности экзаменов за курс основной и средней школы в новом учебном году.

Выбор модели физического образования

Учебный предмет «Физика» является неотъемлемой частью школьного естественнонаучного образования. В силу сокращения времени на изучение этой области знаний выбор модели физического образования в той или иной школе необходимо осуществлять в тесном сотрудничестве с учителями других естественнонаучных предметов, причем как «по горизонтали», так и «по вертикали».

Элементы физических знаний включены уже в курс «Окружающий мир» начальной школы и курсы «Природоведение» для V класса или «Естествознание» для V–VI классов. При этом в силу сокращения числа часов на изучение в VI классе биологии и географии приоритетным становится выбор двухгодичного интегрированного курса для младших подростков, а здесь в ряде учебников достаточно объемно представлена физическая составляющая. Поэтому при разработке рабочих материалов для изучения физики в VII–VIII классах необходимо ознакомиться с особенностями тех вариативных курсов, которые использовались на этапе пропедевтики, и учесть их в тематическом планировании, не начиная опять «с чистого листа».

В VI–IX классах всех без исключения школ должен изучаться систематический курс физики, причем здесь даже при наличии мотивированных учащихся практически невозможно найти часы на «расширение», кроме, конечно, предпрофильной подготовки в IX классе. Если окинуть взглядом предлагаемые для основной школы учебно-методические комплекты, то среди них выделяются те, в которых старый двухгодичный пропедевтический курс «растянут» на три года с небольшими добавлениями новых элементов, требуемых стандартом. С другой стороны, есть сильно нагруженные курсы, в которых материал «спрессован» и по многим темам почти неотличим от курса старшей школы. Поэтому выбор учебно-методического комплекта может не только базироваться на образовательной программе школы, но и корректироваться в зависимости от уровня подготовки и возможностей каждого конкретного класса.

При этом нужно четко представлять себе разницу между требованиями стандарта образования и той программой, по которой ведется обучение. Поскольку для основной шко-

лы существует лишь один стандарт по физике, то в рамках аттестации образовательного учреждения проверяются лишь те элементы, которые входят в стандарт образования. Однако в рамках школы к учащимся предъявляются требования исходя из программы обучения, которая может включать в себя как дополнительные содержательные элементы, так и более высокий по сравнению со стандартным уровень требований.

Основное общее образование является законченным, и школа обязана предоставить учащимся возможности для освоения всего стандарта основной школы, т.е. нельзя «выкинуть» из программы или перенести в среднюю школу какие-то вопросы, вошедшие в стандарт основной школы. Однако школа отвечает за выполнение стандарта только на этапе окончания основной школы, поэтому структура курса физики, т.е. порядок изучения тем и глубина их освоения находится полностью в ведении школы. Например, можно начать курс основной школы с изучения механических явлений, а можно ими закончить в IX классе. Не стоит только забывать, что в основной школе изучается все-таки физика явлений, а не осуществляется знакомство с основными физическими теориями, как в средней школе. В силу возрастных особенностей учащихся здесь должно присутствовать как можно больше демонстрационного и ученического эксперимента, иначе и так не столь сильный интерес к нашему предмету быстро угасает из-за математических сложностей и «отрыва от реальности».

В средней школе физика может изучаться на базовом или профильном уровне либо в рамках интегрированного курса «Естествознание». Курс «Естествознание» предполагает общекультурную подготовку в естественнонаучной области и никоим образом не ориентирован на подготовку к продолжению образования в естественнонаучной области и, соответственно, на сдачу выпускных экзаменов по физике, химии или биологии.

Выбор базового уровня изучения физики также не ориентирован на продолжение образования в высшей школе. Например, в стандарте базового уровня не предусмотрены требования по решению задач, т.е. формирование одного из основных умений, без которого невозможно освоение программ по общей физике высшей школы. Однако базовый уровень изучения может быть вынужденной мерой, так как отнюдь не всегда возможна реализация профильного обучения. Например, в универсальных классах можно изучать физику на базовом уровне, но тем учащимся, которые собираются поступать в технические вузы, предоставить возможность «добрать» необходимый до профильного уровня объем часов в рамках специального элективного курса. Однако здесь нужно помнить, что меж-

ду нагрузкой 2 и 3 учебных часа в неделю для школьной физики старшей ступени лежит своеобразный «водораздел» между только общекультурной подготовкой и возможностью все-таки научиться решать хотя бы простые задачи и при необходимости подготовиться к экзамену в вуз. Причем при выборе объема учебного плана по физике в 210 часов за два года обучения (3 часа в неделю) школа отвечает за реализацию Стандарта базового уровня, а у учащихся появляется объективная возможность сдачи ЕГЭ по предмету.

Профильный уровень изучения физики предполагает ответственность школы за Стандарт профильного уровня и предоставляет учащимся полноценную возможность подготовиться к сдаче единого государственного экзамена с целью поступления в вузы, где физика необходима для продолжения образования.

Государственная итоговая аттестация выпускников IX классов в новой форме

В 2008 г. впервые в ряде регионов государственная итоговая аттестация выпускников 9 классов по физике проводилась по контрольно-измерительным материалам, подготовленным группой разработчиков Федерального института педагогических измерений. (С материалами экзамена этого года можно познакомиться на сайте ФИПИ www.fipi.ru, а с результатами первого года эксперимента — в одном из следующих номеров журнала.)

Экзаменационная работа для IX класса создавалась с двумя целями: оценка освоения учащимися уровня стандарта по физике основной школы и обеспечение дифференциации выпускников при отборе в профильные классы. Поэтому в экзамен были включены задания разного уровня сложности: от самых простых заданий базового уровня до достаточно трудных задач высокого уровня сложности.

Наряду с традиционными вопросами и задачами контрольные измерительные материалы для основной школы включали ряд непривычных заданий, которые отражают требования стандарта, но до сих пор редко встречаются в дидактических материалах. К ним относятся задания на проверку сформированности методологических знаний и умений и владение экспериментальными умениями, а также задания по работе с текстами физического содержания и качественная задача, к которой необходимо было привести развернутый ответ.

В этом году в серии заданий с выбором ответа по проверке методологических умений контролировалось лишь умение правильно выбрать экспериментальную установку для проведения эксперимента по проверке предложенной гипотезы. Экспериментальные задания также были представлены в несколько «усеченном виде», поскольку выбирались лишь задания по проведению косвенных измерений (плотности вещества, коэффициента упругости пружины, сопротивления резистора и т.п.). Однако эта группа заданий постепенно будет расширять сферу проверяемых умений в соответствии с разработанной типологией

проверяемых умений. Такое ограничение было наложено не методическими трудностями разработки заданий, а техническими сложностями проведения экзамена, так как каждый учащийся должен быть снабжен комплектом оборудования для выполнения экспериментального задания.

Экзамен в IX классе не является аналогом ЕГЭ. Здесь не нужно для написания теста собирать школьников со всего города в одну школу, поэтому была принята модель экзамена, в которой можно совместить теоретическую и практическую части в одной работе, как это традиционно было принято на физике.

Абсолютно новыми для основной школы являются задания по работе с текстами, содержащими материал, выходящий за рамки программы. Здесь контролируются умения понимать смысл использованных в тексте физических терминов; отвечать на прямые вопросы к содержанию текста; понимать и использовать информацию из текста в измененной ситуации; переводить информацию из одной знаковой системы в другую.

При знакомстве с материалами экзамена советуем также обратить внимание на критерии оценивания расчетных и качественных задач с развернутым ответом, поскольку в них при внешней «похожести» на материалы ЕГЭ отражен уровень требований именно к выпускникам основной школы.

Единый государственный экзамен в 2009 г.

Единый государственный экзамен по физике в 2009 г. будет впервые полностью ориентирован на стандарт 2004 г. профильного уровня. Это не значит, что он кардинально изменится, так как в связи с введенной с этого года необходимостью обеспечения сравнимости результатов двух лет средняя сложность контрольных измерительных материалов сохраняется, а общая структура варианта и объем содержательных элементов будут меняться постепенно.

Так, в следующем году советуем обратить пристальное внимание на задания с выбором ответа, проверяющие методологические умения, поскольку увеличится их число в варианте. Кроме того, расширится спектр вопросов по теме «Токи в различных средах», однако элементов астрономии в следующем году решено в варианты не вводить.

Наиболее существенным изменением будет введение в третью часть работы качественной задачи с развернутым ответом. Как показали апробационные исследования, написание связного развернутого ответа, где практически не используются формулы, а иногда необходимо сделать поясняющие рисунки, — процедура для наших учащихся сложная и непривычная. Однако дело здесь не в неумении отвечать на качественные вопросы, а в технических сложностях в построении правильного, полного и обоснованного ответа.

Надеемся, что наши рекомендации помогут Вам в преддверии нового учебного года.

М.Ю. Демидова
(г. Москва)

ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ

А.П.Червоняк
(Челябинская обл.,
г. Карталы,
МОУ СОШ № 3)

Одной из актуальных проблем образования в настоящее время является развитие познавательных способностей личности. Решение данной проблемы требует не только выявления и исследования общих закономерностей познавательной деятельности учащихся, но и разработки новых технологий целенаправленного и как можно более раннего развития познавательных способностей школьников.

Специфика образовательного процесса заключается в том, что внимание ребенка — как отправная точка проблемного обучения — должно быть организовано учителем. В проблемном обучении организация внимания учащихся с использованием учителем тщательно отобранных методов и приемов — предмет особого внимания самого учителя. Использование проблемно-поисковых методов обучения более успешно, чем другие методы, позволяет педагогам решать следующие задачи:

- формировать теоретические знания учащихся;
- развивать
 - словесно-логическое мышление учащихся;
 - самостоятельность мышления детей;
 - речь обучающихся;
 - познавательный интерес учащихся;
 - волю обучаемых;
 - их эмоциональную сферу.

Каждая из перечисленных задач — отдельная педагогическая проблема!

Нельзя не отметить тот факт, что в перечисленных выше задачах всего лишь на одно «формировать» приходится шесть «развивать». А поэтому самоочевидным можно считать следующее: проблема прочности знаний, добытых через применение проблемно-поисковых методов (хотя бы даже и при медленном или замедленном темпе обучения), решается гораздо успешнее, чем в случае использования других методов.

Очевидно, что для учителя-практика, реализующего теоретические положения науки, работы в плане использования проблемно-поисковых методов обучения оказывается достаточно много. Счи-

тая, что проблемное преподавание в наибольшей степени соответствует проблемному обучению, работу свою веду по следующим направлениям:

1. **Проблемные вопросы**, включая вопросы с межпредметным содержанием.
2. **Проблемные задачи**, включая задачи с межпредметным содержанием.
3. **Проблемный эксперимент**.

При решении **проблемных вопросов** требуется (без выполнения расчетов) объяснить то или иное физическое явление или предсказать, как оно будет протекать в определенных условиях. Как правило, в таких задачах нет числовых данных. Отсутствие вычислений позволяет сосредоточить внимание учащихся на физической сущности явления. Решение проблемных вопросов способствует воспитанию у учащихся внимания, наблюдательности и развитию графической грамотности.

При решении **проблемных задач** ответ на поставленный вопрос не может быть получен без вычислений. Проблемная задача — это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов физики, качественного и количественного анализа с подсчетом тех или иных числовых характеристик процесса. Их решение имеет большое воспитательное значение, так как с помощью проблемных задач можно познакомить учащихся с достижениями науки и техники, воспитывать трудолюбие, настойчивость, волю, характер, целеустремленность. Процесс решения задач также является средством контроля знаний и умений учащихся.

При выполнении **проблемного эксперимента** появляется возможность установить причинно-следственные связи между явлениями, а также между величинами, характеризующими свойства тел. В соответствии с целями и задачами исследования эксперимент может быть количественным или качественным, демонстрационным, исследовательским, техническим или научным. Широкое применение эксперимента в школьном преподавании способствует формированию у учащихся представ-

...или об эксперименте как методе научного исследования.

В проблемном плане можно изучать почти все темы и разделы курса физики. Дело лишь в степени проблемности каждого конкретного урока. Не на каждом уроке удастся строго выдерживать все элементы проблемного урока. Проблемное обучение начинается с организации проблемной ситуации. Главным источником проблемных ситуаций — противоречия, которые возникают при изучении физики:

- между жизненным опытом учащихся и научными знаниями;
- между ранее полученными знаниями и умениями;
- существующие в самой объективной реальности (например, квантовые и волновые свойства фотона).

Проблемное обучение, как показывает многолетняя практическая работа, приводит к хорошим положительным результатам в развитии учащихся только тогда, когда его применяют систематически. Задача педагога-практика — строить учебный процесс так, чтобы его труд вознаграждался прочными знаниями учеников, их любовью к предмету.

Важно учесть, что в обучении нет мелочей, поэтому учитель должен показывать крайнюю заинтересованность в изучаемом предмете, в наблюдении опытов, их анализе, вместе с учащимися удивляться полученному несоответствию, показывать свою озадаченность, побуждать их к раскрытию «тайн» природы. Без этого эмоционального отношения учителя к изучаемому вопросу, проблемное обучение может и не состояться, ведь в его основе лежит способность познающего субъекта удивляться. И тогда происходит улучшение морально-психологического климата обучения на уроках физики, учитель и ученики получают радость от обучения, а это самое серьезное достижение.

Ниже приведем ряд проблемных вопросов, задач и экспериментов, которые разработаны мною к урокам физики в общеобразовательной школе. Эти материалы являются сопровождением учебников: *Перышкин А.В.*, 7–8 кл. и *Перышкин А.В.*, *Гутник Е.М.*, 9 кл.

7 класс

Тема «Первоначальные сведения о строении вещества»

Урок 3/1. Строение вещества

Проблемный вопрос. Сообщаю ученикам, что

воду с давних времен считали даровым богатством, благом природы. Наши предки, поселяясь на берегах полноводных рек, чистых озер, не ощущали трудностей ни с ее доставкой, ни с очисткой. Со временем рост городов, развитие производства привели к тому, что доставка и очистка воды стали крупной проблемой, требующей больших затрат. Ставлю перед классом вопрос: «Можно ли считать, что запасы воды неисчерпаемы?» Выслушав ответы, сообщаю, что запасы пресной воды у нас в стране есть, но вместе с тем и расходы ее значительны, особенно в сельском хозяйстве и промышленности. Предлагаю учащимся высказать свои соображения по экономии пресной воды, приведя при этом ряд примеров, связанных с неразумным расходом воды в быту. Например, если из неисправного водопроводного крана вода только лишь капает, то за сутки ее утечет приблизительно 60 л. Предлагаю решить проблемную задачу: пользуясь секундомером и стаканом (объем стакана — 0,25 л), определить утечку воды за сутки, если она из крана тянется струйкой толщиной в спичку. (В результате решения получается: стакан наполнится водой примерно за 40 с; за сутки произойдет потеря примерно 540 л воды.) После этого можно работать над моделями молекул воды, разложением их на атомы кислорода и водорода и образованием молекул этих газов.

Урок 4/2. Движение молекул

Проблемные вопросы. 1. Какой водой — теплой или холодной — лучше запивать лекарство, чтобы ускорить его действие? Почему?

(Теплой, так как ее молекулы движутся быстрее и диффузия ускоряется.)

2. В каком виде лучше порекомендовать больному принимать лекарства, если эффект воздействия его надо ускорить: в виде таблеток или капль? Почему?

(Капель, так как минует процесс растворения, кроме того, диффузия твердого тела происходит медленнее.)

3. На каком физическом явлении основано применение в терапии мазей, йода и других наружных лекарственных форм?

(На явлении диффузии через кожу.)

Урок 6/4. Взаимодействие молекул

Проблемный эксперимент. 1. Кусок мыла разрежем, окунем срезом в воду, стряхнем и сильно прижмем к дну мелкой фарфоровой тарелки. Держа за мыло, поднимаем тарелку над поверхностью стола. Почему тарелка не падает?

(Возникает сила притяжения между мылом и поверхностью тарелки — сила притяжения между молекулами.)

2. На поролоновую губку поместим гирию. Сначала гирия сжимает губку, а затем останавливается, сжатие прекращается. Почему?

(При большом сжатии или сближении молекулы они отталкиваются друг от друга.)

Урок 7/5. Три состояния вещества

Проблемный вопрос. Можно ли увидеть воздух?

Для ответа на этот вопрос сделаем следующий опыт: погрузим опрокинутый стакан в воду, держа его отвесно. Затем слегка наклоним стакан. Из-под стакана вынырнет пузырек воздуха. Воздух легче воды, поэтому пузырьки воздуха всплывают вверх.

Тема «Взаимодействие тел»

Урок 10/2. Скорость. Единицы скорости

Проблемная задача. В 1966 г. атомные подводные лодки впервые в мире осуществили кругосветное плавание под водой и за 1,5 месяца, ни разу не поднявшись на поверхность океана, прошли около 40 000 км. С какой средней скоростью они двигались? (Ответ: 37 км/ч.)

Урок 11/3. Расчет пути и времени движения

Проблемная задача. В тяжелых условиях первых месяцев Великой Отечественной войны возникла острая нужда в легком, безотказном и простом средстве борьбы против танков, которое всегда могло бы находиться у солдата «под рукой». Такое средство было создано. Над его разработкой трудились два конструктора военной техники — С.Г.Симонов и В.А.Дегтярев. В течение месяца они сконструировали и представили для испытаний образцы новых противотанковых ружей.

На каком расстоянии находился танк, если пуля, выпущенная солдатом из противотанкового ружья со скоростью 1000 м/с, достигла его через 0,5 с?

Урок 12/4. Инерция

Проблемный вопрос. Цитируем отрывок из произведения И.Ильфа и Е.Петрова «Золотой теленок», в котором описано, как Балаганов и Паниковский несут похищенные «золотые» двухпудовые гири: «Паниковский нес свою долю обеими руками, выпятив живот и радостно пыхтя. Иногда он никак не мог повернуть за угол, потому что гирия продолжала тащить его вперед. Тогда Балаганов свободной рукой придерживал Пани-

ковского за шиворот и придавал его телу нужное направление». Почему Паниковский не мог повернуть за угол? Кто изменял направление движения Паниковского?

Проблемный вопрос. В тропических зонах Атлантического и Индийского океанов часто наблюдают полет так называемых летучих рыб, которые, спасаясь от морских хищников, выскакивают из воды и при благоприятном ветре совершают планирующий полет, пролетая расстояние до 200–300 м на высоте 5–7 м. Как рыбе удается это сделать?

(Рыба поднимается в воздух благодаря быстрым и сильным колебаниям хвостового плавника. Вначале рыба движется вдоль по поверхности воды, затем сильный удар хвоста поднимает ее в воздух, расплывчатые длинные грудные плавники поддерживают тело рыбы наподобие планера. Рыбы движутся по инерции.)

Проблемный эксперимент. Такие простые опыты, как выдергивание листа бумаги из-под стакана с водой, выбивание щелчком картонки из-под лежащей на ней монеты, очень удачны, но можно предложить учащимся сделать и другой опыт. Несколькими быстрыми шагами пронести тарелку с жидкостью и, резко остановившись, поставить ее на стол. В каком направлении выливается жидкость и почему?

(Жидкость по инерции выплескивается в направлении предыдущего движения тарелки.)

Урок 13/5. Взаимодействие тел

Проблемный вопрос. Как вы поступите, чтобы отличить друг от друга два одинаковых внешне шара, один из которых алюминиевый, а другой — медный?

(Шары надо привести во взаимодействие и посмотреть, какой откатился дальше: тот, что изготовлен из алюминия.)

Проблемный эксперимент. Известно, что авто-ручка «отказывается» писать на вертикальной плоскости. Проверьте это на опыте и объясните, почему так происходит.

(Под действием притяжения Земли возникает зазор между пастой и пишущим шариком ручки.)

Урок 16/8. Плотность вещества

Проблемный вопрос. Почему понтоны, заполненные пенопластом, практически непотопляемы?

(Плотность пенопласта 60–300 кг/м³, если даже корпус понтонного моста поврежден, то вода в него входит и подъемная сила не уменьшается.)

Проблемная задача. Сколько кубометров газа выделит в городе, загрязняя среду, автомобиль, израсходовавший за день 20 кг бензина? Плотность газа при температуре 0°C равна $0,002 \text{ кг/м}^3$.

Урок 20/12. Сила. Явление тяготения.

Сила тяжести

Проблемная задача. Самые крупные животные относятся к классу млекопитающих, из них особенно поражает размерами и весом синий кит. Например, один из китов достигал в длину 33 м и весил 1500 кН, что соответствовало весу 30 слонов или 150 быков. Самая крупная современная птица — африканский страус, достигающий 2,75 м в высоту, 2 м в длину (от кончика клюва до конца хвоста) и имеет массу 75 кг. К самым мелким птицам относятся некоторые виды колибри, масса которых 2 г, размах крыльев 3,5 см.

Найти вес млекопитающих в ньютонах, если даны их массы: кита — 7000 кг, слона — 4000 кг, носорога — 2000 кг, быка — 1200 кг, медведя — 400 кг, свиньи — 200 кг, человека — 70 кг, волка — 40 кг, зайца — 6 кг.

Тема «Давление твердых тел, жидкостей и газов»

Урок 26/1. Давление

Проблемный вопрос. 1. В каком случае давление человека на дорогу больше и во сколько раз: когда он стоит на одном месте или когда идет?

Урок 27/2. Способы увеличения и уменьшения давления

Проблемный эксперимент. 1. Зависимость давления от действующей силы. Разрезание двух кусков пластилина проволоками одинаковой толщины, закрепленными в лапках штатива: подвесьте на один кусок два груза по 100 г, а на другой кусок — один груз массой 100 г. Объясните результаты эксперимента.

2. Зависимость давления от площади соприкасающихся поверхностей. Разрезание двух кусков пластилина проволоками разной толщины. Объяснить результаты эксперимента.

Урок 28/3. Давление газа. Решение задач

Проблемные задачи. 1. Вес прославленного танка Т-34 составляет 314000 Н, длина части гусеницы, соприкасающейся с полотном дороги, 3,5 м, ее ширина 50 см. Вычислите давление танка на грунт, сравните его с тем, которое производите вы при ходьбе.

(Ответ: 8970 Па, давление семиклассника при ходьбе равно приблизительно 36000 Па, что примерно в 4 раза больше производимого танком Т-34.)

2. Согласно воинским правилам солдат в полном снаряжении должен производить давление на почву не более $6 \cdot 10^4$ Па. Какую наибольшую массу вместе со снаряжением он может иметь, если площадь опоры сапога 200 см^2 ? (Ответ: 120 кг.)

Урок 30/5. Давление в жидкости и в газе.

Расчет давления на дно и стенки сосуда

Проблемный эксперимент. Наденьте на руку новый полиэтиленовый мешочек и опустите ее в ведро с водой, придерживая мешочек другой рукой.

Выясните: 1. Оказывает ли вода давление на погруженную в нее часть руки?

2. Меняется ли с глубиной погружения давление на руку, если меняется, то как?

3. Открытый полиэтиленовый пакет, в который предварительно налита подкрашенная вода, погружают в аквариум с водой, чтобы уровни обеих жидкостей совпадали. (Пакет удерживается лапкой штатива.) Если нажать на стенку пакета в каком-либо месте, то вмятина сохранится. Предложите учащимся объяснить причину этого явления.

(Объясняется равенством давлений во всех точках внутри жидкости.)

Урок 32/7. Сообщающиеся сосуды

Проблемный вопрос. Уровень воды в Черном море немного выше, чем в Мраморном. Вода же в Мраморном море более соленая, чем в Черном. Какие последствия этого должны наблюдаться в проливе Босфор, соединяющем оба моря?

(В Босфоре должны быть два противоположных течения: поверхностное — из Черного моря в Мраморное, возникающее вследствие разности уровней воды, и глубинное у дна пролива — из Мраморного моря в Черное, обусловленное большим гидростатическим давлением в Мраморном море из-за большей плотности воды в нем.)

Разбор этого вопроса позволяет учителю рассказать ученикам, что впервые этот факт был экспериментально подтвержден замечательным русским флотоводцем и ученым адмиралом С.О.Макаровым. Во время Первой мировой войны командование русским Черноморским флотом использовало открытие С.О.Макарова при разработке планов минирования Босфора.

Такие примеры показывают ученикам важность материала, который они изучают, а также то, что

действия физических законов проявляются иногда в совершенно неожиданных ситуациях и нужно быть готовым самостоятельно применить свои знания, чтобы объяснить загадочное поначалу явление.

Урок 33/8. Вес воздуха. Атмосферное давление

Проблемный вопрос. В жаркую погоду водитель остановил машину, решил утолить жажду и передохнуть. Он открыл бутылку с водой и стал выливать содержимое в стакан. Вода из опрокинутой бутылки вырывалась рывками, с бульканьем. Почему?

Проблемная занимательная задача. На тело человека, площадь поверхности которого при массе 60 кг и росте 160 см примерно равна 1,6 м, действует сила 160000 Н, обусловленная атмосферным давлением. Каким же образом выдерживает организм такие огромные нагрузки?

Урок 38/13. Архимедова сила

Проблемные вопросы. 1. Почему рыбы имеют более слабый скелет, чем животные, обитающие на суше?

(Плотность живых организмов, населяющих водную среду, очень мало отличается от плотности воды, поэтому их вес почти полностью уравнивается архимедовой силой. Благодаря этому, водные животные не нуждаются в столь массивных скелетах, как наземные.)

2. Почему утка неглубоко погружается в воду при плавании?

(Важным фактором в жизни водоплавающих птиц является наличие толстого, не пропускающего воды слоя перьев и пуха, в котором содержится значительное количество воздуха. Благодаря этому своеобразному воздушному пузырю, окружающему все тело птицы, ее средняя плотность оказывается очень малой, поэтому утка и другие водоплавающие птицы мало погружаются в воду при плавании.)

3. В Вологодской области есть на первый взгляд странное озеро. С незапамятных времен люди считали, что на дне его живет колдун, который никому не позволяет входить в его владения. Крестьяне пытались купать своих лошадей в озере, а они, не успев войти в него, теряли равновесие и падали. Предметы, брошенные в воду, не тонули, а поддерживались непонятной для людей силой. Как объяснить это явление?

Учащиеся, ознакомившись с законом Архимеда, приходят к выводу, что в озере очень много соли. Учитель может добавить, что такие озера

встречаются и в других странах. Самые большие из них — Мертвое море. О нем сложилось множество легенд. В одной из них говорится: «И вода, и земля здесь прокляты богом». Но человек, вооруженный знаниями, преодолевает прихоти природы. Уже в 1902 г. по Мертвому морю ходили небольшие пароходы, а на его берегах высились горы белоснежной соли. То, что раньше вызывало страх, стало кладовой богатств для человека.

4. Для закрепления знаний по закону Архимеда можно предложить учащимся домашний эксперимент, результаты которого затем проанализировать в классе.

Возьмем стеклянный сосуд с водой и опустим в него пиалу (например фарфоровую) так, чтобы она плавала. Отметим уровень воды в сосуде. Утопим пиалу. Заметим, что уровень воды не повысился, а, напротив, понизился. Обращаясь к закону Архимеда, объясним наблюдаемый результат.

(Из закона следует: если тело плавает, то вес вытесненной им воды равен весу самого тела. Значит, когда пиала держится на плаву, уровень воды поднимается по сравнению с первоначальным так, словно в сосуд долили объем воды, имеющий вес пиалы. Этот новый уровень и отметим на стенке сосуда. Если пиала утоплена, вода поднимается так, будто ее объем увеличился на объем стенок и дна пиалы. Так как плотность фарфора больше плотности воды, объем стенок и дна пиалы меньше, чем объем воды, имеющий тот же вес. Поэтому во втором случае уровень воды ниже, чем в первом.)

Проблемная задача. Какую силу и как нужно приложить, чтобы удержать в воде кусок гранита объемом 40 дм³ и сухое березовое полено таких же размеров?

Урок 40/15. Плавание тел

Проблемный вопрос. Необходимо переправить тяжелую чугунную трубу с одного берега на другой берег реки. Если трубу поместить в лодку, то лодка погрузится в воду до краев и гребцу нельзя будет в нее сесть. Найти способ переправить трубу лодкой и без нее.

(Способы осуществления переправы:

1. Концы трубы плотно закрыть или забить деревянными пробками, если труба не будет тонуть, то сесть на нее верхом и, вооружившись веслом, переправиться на другой берег.

2. Если закрытая с обоих концов труба будет тонуть, то привязать ее к бревнам, чтобы получился плот, который нетрудно перегнать.

3. Закрытую «тонущую» трубу укрепить над лодкой, гребцу сесть в лодку и переплыть на ней реку.)

Тема «Работа и мощность. Энергия»

Урок 47/1. Механическая работа

Проблемные задачи. 1. Мощность шестицилиндрового двигателя современного автомобиля для сельского хозяйства ГАЗ-6008 126 л.с. Какую работу этот автомобиль может совершить за 8 ч?

(Ответ: 736 кВт/ч.)

2. Экскаватор поднимает ковшом грунт на высоту 4 м. Сила тяжести, действующая на грунт, 12 000 Н. Какая работа при этом совершается?

3. Какую работу совершает трактор при вспашке 1 га, если ширина захвата плуга 1,2 м, а сила тяги его 15 000 Н?

Проблемные вопросы. 1. Учитель знакомит учащихся с документальным рассказом Б.Полевого о том, как 7 ноября 1941 года сразу после парада на Красной площади советские танки двинулись на фронт под Тулу.

С ходу вступили в бой. Танк КВ, на котором механиком-водителем был комсомолец Григорьев, подбил два вражеских танка, но тут в разгаре боя что-то случилось с подачей топлива из баков к двигателю. КВ замер. Врагов заинтересовала новая машина. Они решили перетащить танк к себе в тыл. Два вражеских танка взяли стальными тросами танк на буксир. К этому времени Григорьев уже подключил запасные баки с топливом, дал задний ход, и его могучая машина потащила за собой оба неприятельских танка в распоряжение своей части. Отважный танкист был удостоен звания Героя Советского Союза.

Какова причина того, что один танк смог тащить за собой целых два неприятельских танка?

2. Два ученика одновременно поднимают с пола и ставят на стол разные грузы: 1 Н и 5 Н. Почему говорят, что второй ученик развил большую мощность? (Так как за то же время он выполнил в 5 раз большую работу.)

3. Человек, пользуясь лопатой, за 1 час может перебросить 4 т зерна, а зернопульт 30 т и на большее расстояние. Во сколько раз мощность зернопульта больше мощности человека?

Проблемные задачи.

1. Направляя свое тело в глубину океана, кит могучим движением хвоста, мощность которого 360 кВт, достигает глубины 1000 м при скорости движения 36 км/ч. Какая совершается при этом работа? Почему тело кита плавает в воде?

2. Возможна моментальная, или взрывоопасная, отдача энергии в таких видах спорта, как толкание ядра или прыжки в высоту. Наблюдения показали, что при прыжках в высоту с одновременным отталкиванием обеими ногами некоторые мужчины развивают в течение 0,1 с среднюю мощность около 3700 Вт, а женщины — 2600 Вт. Во сколько мощность мужчин больше, чем мощность женщин?

3. Какую мощность должен развивать двигатель для обеспечения подъема самолета на высоту 1 км за 2 мин, если сила тяжести, действующая на самолет, 30 000 Н?

4. Мощность двигателя современного автомобиля-гиганта БелАЗ-7521 составляет 2300 л.с. Скольким двигателям первого советского автомобиля АМО-Ф15 он равен по мощности, если последний развивал мощность 35 л.с.

(Ответ: 65.)

Урок 49/3. Простые механизмы

Проблемный вопрос. Подумайте об устройстве своего организма. Вы непременно обнаружите в нем «простые механизмы». Подумайте, каким из них подобны зубы и когти животного. Где находятся рычаги?

(В скелете человека все кости, имеющие некоторую свободу движения, являются рычагами. Нижняя челюсть, череп (точка опоры — первый позвонок), фаланги пальцев. «Колющие орудия» многих животных — когти, зубы — по форме напоминающие клин, — видоизмененная наклонная плоскость.)

ПРОДУКТИВНАЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В.А.Орлов
(г. Москва),
Н.М.Павлуцкая
(г. Улан-Удэ)

В настоящее время в России идет развитие новой системы образования, которая ориентируется на личностное взаимодействие ученика и учителя, на усиление роли науки в создании современных педагогических технологий.

«Педагогическая технология функционирует:

- в качестве науки, исследующей наиболее рациональные пути обучения;
- в качестве системы способов, принципов и регуляторов, применяемых в обучении;
- в качестве реального процесса обучения» [1].

Исходя из задач, стоящих перед современной школой, при изучении физики необходимо обратить внимание на формирование умений получать и применять полученные знания в многообразных ситуациях быстро изменяющейся действительности, способности генерировать оригинальные идеи, находить нетривиальные решения в проблемных ситуациях. Общеизвестно, что продуктивная познавательная деятельность наиболее эффективно развивается при реализации деятельностного компонента в обучении, когда в основу учебной деятельности закладываются:

- всесторонний анализ условия и требования познавательной задачи;
- постановка проблемы;
- выдвижение гипотез для ее решения, их проверка;
- контроль и оценка результатов.

Познавательная деятельность человека есть непрекращающийся процесс постановки и решения все новых и новых задач. Поэтому очень важно уметь их ставить и решать. Каждый шаг на пути познания, преобразования себя и реализации своих возможностей представляет собой решение очередной задачи.

Опыт нашей деятельности по обучению решению задач показал, что организовать продуктивную познавательную деятельность при решении задач по физике можно с помощью следующих мер: составление задач самими учащимися; составление системообразующих схем по изученному разделу; составление задач-таблиц; составление задач с использованием логических цепочек; подбор и использование системы задач репродуктив-

ного характера, помогающих решению творческих заданий; использование эвристических приемов в процессе обучения решению задач.

Логические цепочки представляют собой запись, состоящую из первой и окончательной формул определенного рассуждения, а учащимся предлагается восстановить весь этот мыслительный процесс. Количество пропусков между формулами означает количество операций, необходимых для выражения тех или иных физических величин, и получения заранее заданного результата.

Это задание может выглядеть так:

$$v = \frac{m}{M} = \dots = \dots = \frac{\rho N}{Mm}$$

Обучение решению логических цепочек целесообразно начать с подробного объяснения и записи на доске всех звеньев логического рассуждения.

$$F = pS = \frac{mRTS}{MV} = \frac{\rho RTS}{M}$$

Задание для учащихся в этом случае можно сформулировать следующим образом: по предложенной логической цепочке составьте задачу так, чтобы данная цепочка являлась ее решением.

Примерный текст задачи может выглядеть так: «Определить силу давления некоторого идеального газа, имеющего плотность ρ , находящегося под невесомым поршнем в сосуде, площадь поперечного сечения которого равна S , при температуре T ».

Опыт работы показывает, что учащиеся включаются в активную деятельность по составлению текста задачи (самостоятельное создание нового образовательного продукта).

Мы предлагаем использовать не только стандартные расчетные задачи, но и задачи-таблицы: «По данным таблицы 1 составьте задачи по теме «Уравнение состояния идеального газа» и решите их».

Работа с задачами-таблицами может быть организована как для проверки знаний основных формул и физических величин, так и для формирования умений и навыков по решению стандартных задач.

Особое внимание в работе учителя для развития умений и навыков продуктивной познавательной деятельности должно быть уделено формированию умений решать качественные задачи. *Напри-*

Таблица 1

P	\bar{v} , м/с	\bar{E} , Дж	n , м ⁻³	ρ кг/м ³	N , молекул	T	V , л
$4 \cdot 10^4$ Па	600	—	—	?	—	—	—
?	—	—	$3 \cdot 10^{25}$	—	—	300 К	—
0,5 атм	—	?	—	—	$25 \cdot 10^{25}$?	10^3
3 атм	—	$4,5 \cdot 10^{-21}$?	—	—	—	—
$1,24 \cdot 10^4$ Па	?	—	—	5,3	—	—	—
10^5	400	—	$3 \cdot 10^{25}$	1,29	—	10°C	?

мер, через решение качественных задач можно организовать продуктивную актуализацию знаний учащихся, так как этот вид задач способствует либо переносу уже имеющихся знаний в новые нестандартные ситуации, либо позволяет отследить некоторые новые закономерности.

К сожалению, опыт показывает, что многие учащиеся и выпускники школ испытывают большие трудности особенно при решении качественных задач. Покажем, как можно более продуктивно организовать решение специально подобранных качественных задач на уроке на примере темы XI класса: «Волновые свойства света». Перед началом урока записываем на доске для учащихся следующее.

I. Явление интерференции.

II. Явление дифракции.

III. Явление дисперсии.

Перед чтением задач дается пояснение, что будет предложено 15 задач на 3 варианта, из которых каждый выбирает только те случаи, которые соответствуют указанному в варианте явлению. Учитель уточняет, кто из учащихся какой вариант выполняет, и приступает к чтению условий задач.

С помощью каких явлений можно объяснить ниже следующее.

1. Разнообразную окраску полевых цветов.
2. Образование радуги.
3. Образование радужных полос в тонком слое керосина.
4. Расцветку крыльев стрекозы.
5. Образование цветных венцов вокруг уличных фонарей во время снегопада.
6. Образование цветных бликов, если рассматривать светящуюся лампочку сквозь ресницы.
7. Образование цветных полос на поверхности металла.
8. Появление цветных бликов на белых пуговицах, если на их поверхность нанесена мелкая штриховка.
9. Голубой цвет неба.
10. Разнообразную окраску крыльев бабочки.
11. Невозможность различить в оптическом микроскопе частицы размером менее 0,5 мкм.
12. Приобретение радужной окраски стеклянной пластиной вскоре после того, как на нее нанесли тонкий слой спирта.
13. Образование полутени от острого конца иглы.
14. Окрашивание окружающих предметов в зеленый цвет, если рассматривать их сквозь зеленое стекло.
15. Образование радужной окраски на поверхности мыльного пузыря.

Ответы в тетрадях учащихся к приведенным задачам записываются в виде таблицы (табл. 2).

Таблица 2

Первый вариант. Интерференция света	Второй вариант. Дифракция света	Третий вариант. Дисперсия света
3	5	1
4	6	2
7	8	9
12	11	10
15	13	14

Этот этап на уроке занимает 10 мин. При традиционном подходе такое количество задач за указанное время проанализировать невозможно, включив в работу всех учащихся класса. Предлагаемая методика позволяет решить за то же время большее количество задач при меньшей утомляемости обучающихся и большем внимании. При этом весь класс вовлекается в активную деятельность. При традиционном подходе к решению качественных задач большая часть класса находится в позиции пассивного наблюдателя.

В данной статье мы остановимся на организации продуктивной познавательной деятельности с помощью **графических и экспериментальных задач**. В графических задачах иначе представлена информация об условии и требовании: явно или не явно выражена зависимость одной физической величины от другой. Поэтому в ходе решения учащиеся вынуждены анализировать все имеющиеся взаимосвязи, а затем делать определенные выводы, развивая при этом логическое и аналитическое мышление. То есть результатом решения графической задачи являются субъективно новые знания, полученные при установлении новых зависимостей и связей между физическими параметрами, а это — признаки продуктивной познавательной деятельности.

Так, например, при рассмотрении темы «Молекулярная физика» графические задачи позволяют более глубоко отработать законы идеального газа. В этом случае целесообразно сначала выяснить математическую зависимость характера расположения графиков относительно осей, обращая внимание обучающихся на величины, *не указанные* на графике. Как показывает наш опыт, учащиеся после ознакомления с такими графиками решают задачи более успешно:

1) для изотермического процесса необходимо показать, что чем выше на графике расположена гипербола, тем выше температура данной массы газа (рис. 1);

2) для изобарного процесса необходимо обратить внимание учащихся на то, что чем ниже располагается изобара, тем давление для данной массы газа больше (рис. 2);

3) для изохорного процесса также указываем на то, что чем ниже расположена изохора, тем больше объем (рис. 3).

Только после этого переходим к решению серии графических задач. Практика показывает, что на решение всей подобранной нами системы графических задач при использовании предложенного подхода затрачивается не более 30 минут учебного времени. Следовательно, данный прием обеспечивает продуктивное и экономное использование учебного времени, что позволяет рассматривать такие графические задачи, на решение которых, по мнению опрошенных нами учителей, уходит очень много времени на уроке.

Для развития продуктивной познавательной деятельности учащихся на уроках и во внеурочной работе особое значение имеют **экспериментальные задачи**. В процессе решения экспериментальных задач от учащихся практически всегда требуется принять самостоятельное участие в наблюдениях, интерпретации данных, выдвижении гипотезы, конструировании эксперимента, а также в исследовании задачи в целом. Это дает основание предполагать, что процесс решения экспериментальных задач по физике обладает потенциалом для развития творческих способностей учащихся.

Роль эксперимента как важный фактор эмоционального воздействия трудно переоценить. Такое воздействие оказывают, к примеру, эксперимен-

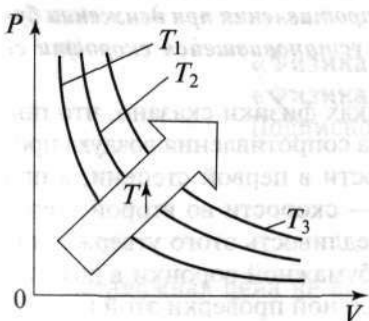


Рис. 1

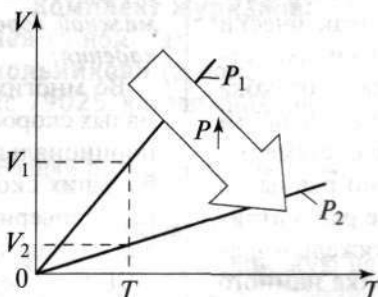


Рис. 2

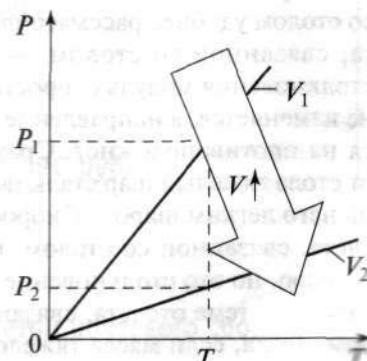


Рис. 3

линейки падение из шикста «Изучи себя»: измерение времени своей реакции; измерение максимальной скорости, которую можешь сообщить щелчком ладони, броском — теннисному мячу; измерение максимальной силы удара; измерение своей мощности при прыжке в высоту с места и т.д.

Свободно падающая линейка, отградуированная на основе законов кинематики в секундах, превращается в прибор, с помощью которого ученики измеряют время своей реакции не только в классе, но и дома (у папы, мамы, брата и т.д.). Можно исследовать зависимость времени своей реакции от внешних факторов: утро — вечер, до и после физических упражнений и т.д. Большой познавательный интерес представляет измерение своей максимальной мощности при прыжке в высоту с места [2].

Как известно, удивительные и парадоксальные результаты опытов вызывают значительный интерес учащихся и желание постичь «секрет». Приведем очень наглядный пример. Поставьте следующий опыт: покажите, что два упругих шарика разной массы при падении на пол или массивный стол отскакивают, поднимаясь на высоту, чуть меньшую начальной высоты. Это — *очевидно*. А теперь положите легкий шарик на тяжелый и отпустите их *вместе*. К удивлению учащихся (и, как показывает опыт, даже многих учителей!), после отскока легкий шарик поднимается на высоту, в несколько раз большую начальной! Это кажется «невероятным» и побуждает учеников исследовать явление.

Особо ценно, если построить теоретическое исследование этого явления на качественном уровне, с помощью наглядных соображений. Для этого надо рассмотреть последовательные столкновения, выбирая каждый раз наиболее «подходящую» систему отсчета. Столкновение тяжелого шарика со столом удобнее рассматривать в системе отсчета, связанной со столом, — тогда в результате столкновения модуль скорости шара практически не изменяется, а направление скорости изменяется на противоположное. Сразу же после отскока от стола тяжелый шар сталкивается с налетающим на него легким шаром. Скорости их в системе отсчета, связанной со столом, примерно равны по модулю, но это столкновение удобнее рассматривать в системе отсчета, связанной с тяжелым шаром. Тогда, если масса тяжелого шарика намного больше массы легкого, скорость легкого шара изменится только по направлению (на противополо-

жное), а модуль скорости практически не изменится. Переходя снова в систему отсчета, связанную со столом, мы получим, что после столкновения с тяжелым шаром скорость летящего вверх легкого шара будет в 3 раза больше, чем его скорость перед ударом. Так как высота подъема брошенного вверх тела пропорциональна *квадрату* начальной скорости, то ясно, что после столкновения с тяжелым шариком легкий шарик должен подняться на высоту, которая в **9 (!)** раз превышает начальную! Опыт, с учетом того, что соударение шариков не абсолютно упругое и сопротивление воздуха при полете легкого шарика не пренебрежимо мало, подтверждает этот расчет.

При использовании описанной методики создания проблемных ситуаций учителю необходимо *все время* давать возможность ученикам высказывать *свои* гипотезы по поводу решаемых задач или поставленных опытов. Выдающийся педагог, один из создателей эвристики Д.Пойа пишет: «Позвольте мне порекомендовать вам одну небольшую хитрость. Прежде чем учащиеся приступят к работе, предложите им *угадать результат* или даже только какую-то его часть». Ничто так не способствует росту интереса, как подтверждение *собственной* догадки!

В свете сказанного предыдущую задачу можно поставить по-другому. Сначала предложить учащимся высказать гипотезу о высоте подъема легкого шарика, а затем поставить опыт, который покажет, кто из учащихся окажется прав.

Применение предложенной технологии позволяет вовлечь учащихся в продуктивную познавательную деятельность при решении физических задач не только на уроках, но и во внеклассной деятельности, в системе дополнительного образования.

Приведем пример исследования, в котором правильность выбора гипотезы проверяется экспериментом, целью которого является проверка *зависимости силы сопротивления при движении бумажной воронки от установившейся скорости ее падения*.

Во многих учебниках физики сказано, что при малых скоростях сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости в первой степени, а при больших скоростях — скорости во второй степени. Проверим справедливость этого утверждения для случая падения бумажной воронки в воздухе.

Для экспериментальной проверки этой гипотезы необходимо подобрать оборудование: пять одинаковых бумажных воронок, метровую линейку.

Гипотеза 1. Сила сопротивления пропорциональна скорости: $F \sim v$.

Для экспериментальной проверки этой гипотезы одновременно отпускаем одну воронку с высоты 1 м и две воронки, вложенные друг в друга с высоты 2 м. При принятии первой гипотезы воронки должны одновременно достичь пола. Действительно,

$$mg = \alpha v_1, \rightarrow 2mg = \alpha v_2,$$

$$t_1 = \frac{h}{v_1} = \frac{h\alpha}{mg} \rightarrow t_2 = \frac{2h}{v_2} = \frac{2h\alpha}{2mg} = \frac{h\alpha}{mg} \rightarrow t_1 = t_2.$$

Гипотеза 2. Сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости: $F \sim v^2$.

Одновременно отпускаем одну воронку с высоты 1 м и четыре воронки, вложенные друг в друга с высоты 2 м. При принятии второй гипотезы во-

ронки должны одновременно достичь пола. Действительно,

$$mg = \alpha v_1^2, \rightarrow 4mg = \alpha v_2^2,$$

$$t_1 = \frac{h}{v_1} = \frac{h\sqrt{\alpha}}{\sqrt{mg}} \rightarrow t_2 = \frac{2h}{v_2} = \frac{2h\sqrt{\alpha}}{\sqrt{4mg}} = \frac{h\sqrt{\alpha}}{\sqrt{mg}}, t_1 = t_2.$$

Опыт показывает, что в данном эксперименте справедлива вторая гипотеза. Хотя установившиеся скорости воронок небольшие, зато площадь поверхности достаточно велика. Без прямого эксперимента сказать, какая гипотеза верна, практически невозможно.

Литература

1. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. — М.: Народное образование, 1998.
2. Учебник «Физика-8» / Под ред. В.Г.Разумовского, В.А.Орлова. — М: Владос, 2004.

Уважаемые читатели!

Подписка на **I полугодие 2009 года** начинается 1 сентября и заканчивается 30 ноября 2008 года.

Подписаться можно по каталогу «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» во всех отделениях связи.

Журнал «Физика в школе»

На полгода 4 номера.

Для индивидуальных подписчиков:

подписной индекс **71019**, каталожная цена **400 руб.**

Для предприятий и организаций:

подписной индекс **71241**, каталожная цена **800 руб.**

Комплект журналов:

«Физика в школе» (4 номера)

«Физика для школьников» (2 номера)

Подписной индекс **79025**, каталожная цена комплекта **490 руб.**

Бланки подписки см. на с. 64.

Внимание!

Каталожная цена не включает почтовый сбор. Подписную цену с учетом почтового сбора вы можете узнать в своем отделении связи.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

НЕТЕСТОВАЯ ПРОВЕРКА ЗНАНИЯ ПОНЯТИЙ И ЗАКОНОВ ФИЗИКИ

В.И.Ивлев, Н.И.Чистяков
(Мордовский ГУ им. Н.П.Огарева)

В программных документах по модернизации образования заложен принцип перехода от знаниевого подхода оценки качества образования к компетентностному. Однако в основе любой системы оценки качества образования всегда будет лежать знание основных понятий и законов науки (учебного предмета) — того, что мы называем азбукой науки [1].

Очень часто учащиеся дают свои определения терминов и формулировки законов, которые, хотя и являются в принципе правильными, но существенно отличаются от приведенных в учебниках. Да и в учебниках встречаются различные варианты формулировок одного и того же закона или физического понятия. Поэтому обучение правильному формулированию физических законов — одна из наиболее серьезных проблем и школьного учителя, и вузовского преподавателя. У отдельно взятого учителя времени на анализ различных формулировок нет, хотя обучающий эффект этого может быть чрезвычайно высок, прежде всего для развития аналитического мышления учащихся.

Русский язык позволяет формулировать каждый закон в виде большого количества словесных комбинаций, отличающихся хотя бы одним словом или его местоположением. Бессмысленно запоминать все варианты. Однако при внимательном рассмотрении во всех комбинациях можно увидеть некоторые слова, которые почти не меняются при переходе от одной комбинации к другой. При отсутствии какого-либо слова из этой группы закон теряет свой физический смысл. Такие слова условно назовем «главными», а все остальные — «дополнительными». Количество комбинаций «главных» слов, образующих правильные ответы, значительно меньше, чем возможное число сочетаний составленных из них.

Физические термины (понятия) можно разделить на три основные группы: явления (процессы), величины, устройства, поэтому формулировка понятия должна начинаться с одного из этих

слов. Например, «скорость — физическая величина, равная...», «конденсатор — устройство для накопления...». Слово «явление» в определении может быть опущено, если его грамматическая форма явно указывает на изменение состояния объекта (физической системы). Пример: «Механическое движение — изменение положения тела относительно других тел», «Электрический ток — упорядоченное движение электрических зарядов». Но «сила тока — физическая величина, равная...». Прилагательное «физическая» в таком определении можно опустить, так как рассматриваются только физические величины.

Проанализируем формулировки некоторых физических понятий, рассматриваемых в школьном курсе физики.

Для примера рассмотрим понятие «скорость». В качестве базового варианта рассмотрена формулировка: «величина, равная отношению перемещения ко времени перемещения». Такая формулировка оценивается на «отлично». Так же оцениваются формулировки: «величина, равная перемещению, деленному на время перемещения»; «величина, равная отношению перемещения за данный промежуток времени к величине этого промежутка»; «величина, равная перемещению за данный промежуток времени, деленному на величину этого промежутка».

Оценка «хорошо» выставляется, если допущены пропуски слова «величина» или последнего слова «перемещение». Эти ответы являются неполными. В первом ответе отсутствует указание на то, к какой группе понятий относится данная формулировка. Во втором ответе отсутствует связь между величинами, отношение которых рассматривается в данной формулировке. Ответы — «перемещение, деленное на время» и «отношение перемещения ко времени» — оцениваются на «удовлетворительно». Данные ответы содержат минимальные сведения для того, чтобы признать их правильными.

В учебниках математики для младших классов скорость обычно понимается как расстояние, пройденное телом, деленное на время движения. Такое понимание закрепляется в сознании учащихся вплоть до начала изучения кинематики в IX или X классе, поэтому очень часто ученики (и даже студенты вузов) в определении скорости вместо перемещения ставят пройденный путь, заменяя тем самым векторную величину скорости на скалярную величину, которую принято называть путевой скоростью.

Если в ответе учащегося допущена только такая подмена, а других ошибок нет, то ставится оценка «удовлетворительно» (как ответ, содержащий одну грубую ошибку). Также на «удовлетворительно» оцениваются следующие ответы: «прямо пропорционально перемещению, обратно пропорционально времени» и «перемещение, совершенное в единицу времени». Эти ответы, хотя и не содержат смысловых физических ошибок, но по форме не являются определениями понятия средней скорости.

Рассмотрим формулировки одного из физических законов — второго закона Ньютона. Базовая и наиболее точная формулировка закона следующая: «ускорение, с которым движется тело, прямо пропорционально силе, действующей на тело, и обратно пропорционально его массе». В качестве равноценных формулировок можно принять следующие: «ускорение, с которым движется тело, равно отношению силы, действующей на тело, к массе тела»; «ускорение, с которым движется тело, равно силе, действующей на тело, деленной на его массу». Эти варианты ответа оцениваются на «отлично».

Формулировки: «сила, действующая на тело, прямо пропорциональна произведению массы на ускорение», «сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на его ускорение», «сила, действующая на тело, прямо пропорциональна ускорению тела, коэффициент пропорциональности — масса тела», не отражает причинно-следственный характер закона — причиной ускорения тела является действие силы. Такие формулировки оцениваются на «хорошо».

Как удовлетворительные рассматриваются сокращенные ответы типа: «ускорение пропорционально силе, обратно пропорционально массе», «ускорение равно силе, деленной на массу», «ускорение равно отношению силы к массе», «сила равна произведению массы на ускорение», «сила пропорциональна ускорению».

В Саранском городском естественно-техническом лицее в течение нескольких лет используется учебно-методический комплект «Азбука физики» [2] и «Зачетная тетрадь по физике» [3], который позволяет лучше организовать работу учащихся при изучении основных формулировок и законов физики. Первое время работа с комплектом осуществлялась в «ручном» режиме, что, естественно, требовало значительного дополнительного времени от учителя. Поэтому одновременно в качестве технического сопровождения этой работы нами разрабатывалась и апробировалась компьютерная нетестовая программа «Laws», которая позволяет значительно разгрузить учителя.

Программа «Laws» предназначена для проверки знания формулировок законов и определений учащимися старших классов общеобразовательной школы, а также студентами младших курсов вузов и предусматривает наличие у них только начального опыта работы на ЭВМ, в частности умения набора текста с клавиатуры. Она имеет типичный Windows интерфейс, поэтому понятна любому пользователю, имеющему некоторый опыт работы с этой средой. Поддерживается работа с мышью и операции с блоками текста: копировать, вырезать, вставить. Применяться программа может на этапе контроля знаний, при завершении изучения раздела или отдельно взятого закона, при подготовке к экзаменам.

Первоначально программа создавалась для естественно-технического лицея, где уровень требований выше, чем это предусмотрено типовыми программами средней школы, поэтому при оценке ответов учитываются строгость и полнота формулировок.

Для каждого вопроса создаются шаблоны ответов, представляющие собой последовательности «главных» слов. Благодаря предложенной обработке данных нет необходимости вводить в память компьютера все возможные варианты ответа (число которых может достигнуть нескольких десятков). Для каждого главного слова программа предусматривает возможность ввода синонимов. Синонимом для программы является слово, имеющее другое написание, но распознаваемое программой по одному и тому же значку. Предусмотрена также возможность обработки словосочетаний. Словосочетанием для программы является последовательность слов, разделенных пробелами и распознаваемых по одному значку. При этом между словами данной по-

следовательности нельзя вводить ни одного «лишнего» слова.

Программа «Laws» работает в двух режимах — тренировочном и контролирующем.

Запуск программы осуществляется командой «Laws.exe». При этом на экране появляется окно регистрации с предложением ввести фамилию, имя ученика и класс. Если пользователь оставил поле ввода пустым и нажал кнопку Enter или выбрал кнопку «Cancel», то программа завершает работу. Иначе создается файл отчета «Report.*», в который записывается строка, введенная пользователем в окне регистрации, как заголовок.

Далее открывается окно «Разделы», в котором пользователь выбирает требуемый раздел из списка. Выбор осуществляется с использованием клавиш управления курсором «Up» и «Down» или щелчком левой кнопки мыши по требуемому названию раздела. При этом выбранный раздел выделяется цветом, затем необходимо нажать клавишу «Enter» или осуществить двойной щелчок левой кнопкой мыши по выделенному разделу.

После правильного выбора раздела в тренировочном варианте открывается окно «Вопросы» со списком введенных в компьютер вопросов данного раздела. Выбор вопроса осуществляется аналогично выбору раздела. В контролирующем варианте вопросы предлагаются самой программой с использованием случайной выборки и окно «Вопросы» не открывается.

После выбора вопроса на экране появляется окно для ввода ответа с текстовым редактором. В заголовке окна стоит название выбранного вопроса. В данном окне необходимо при помощи клавиатуры ввести ответ на вопрос. В процессе набора ответа возможны любые исправления и работа с блоками текста. При выборе кнопки «Cancel» или нажатии клавиши «ESC» происходит возврат в окно «Вопросы» без проверки того, что ввел пользователь. Для начала обработки набранного ответа следует щелкнуть мышью по кнопке «Ok» или нажать клавишу «Enter».

Если учащийся дал верные ответы, то на экране появляется сообщение «Ответ зачен» с оценкой, соответствующей данному шаблону. Иначе выводится надпись «Ответ неверен!!!».

В отличие от тренировочного контролирующий вариант осуществляет контроль используемого времени и по истечении 45 минут автоматически прекращает работу с записью всех результатов в файл отчета.

В тренировочном режиме учащиеся могут работать с ней любое время. Контролирующий вариант целесообразно использовать в компьютерном классе учителю (или его представителю) либо на специальном уроке, либо в дополнительное время. При этом учитель выполняет функции наблюдателя и арбитра, если учащийся сомневается в правильности выставленной ему компьютером оценки.

Программа «Laws» завершает учебно-методический комплект, о котором говорилось выше. В естественно-техническом лицее изучение систематического курса физики начинается в IX классе (система 2+3). В начале учебного года каждый ученик IX класса получает «Зачетную тетрадь по физике». Эта тетрадь оформлена в виде таблицы, левая часть которой представляет собой нумерованный список названий важнейших физических терминов, законов и формул. В правой части таблицы находятся пустые клетки. «Азбука физики» — помощница учащегося. В ней собраны определения физических терминов, формулировки законов, основные формулы, которые ученик должен запомнить, желательно «на всю оставшуюся жизнь». Иначе говоря, «Азбука» — сборник ответов на вопросы «Зачетной тетради».

Работа с учебно-методическим комплектом может проводиться в нескольких вариантах.

Наиболее распространенный вариант при отсутствии компьютерной программы. Во время урока (в начале или в конце) учитель отводит 15–20 минут на проведение «физического диктанта». Работа идет по двум-четырем вариантам из 10 вопросов каждый. На доске записываются только номера вопросов по зачетной тетради, что занимает у учителя минимум времени. Ученики дают письменные ответы на вопросы своего варианта. Письменная форма ответа дисциплинирует мышление ученика, способствует развитию речи, профессиональной грамотности. При проверке диктанта учитель против каждого ответа ставит оценку, предпочтительно символьную. Например, в случае правильного ответа ставится значок «+», если ответ содержит непринципиальную ошибку — значок «±», если ответ неверный, то — «-». Ученик затем переносит эти оценки в пустые клетки зачетной тетради.

Второй вариант — индивидуальный устный опрос учащихся во время урока. Например, когда весь класс решает задачу, требующую относительно много времени, учитель приглашает к своему столу кого-то из учеников и в течение 3–5 минут

предоставляет ему возможность ответить на несколько вопросов по зачетной тетради, сразу же делая в ней соответствующие отметки.

Третий вариант — работа с описанной здесь компьютерной программой.

Систематическая работа с учебно-методическим комплектом и записью результатов в «Зачетную тетрадь» дает возможность ученику видеть пробелы в своих знаниях и устранять их. Еще раз обратим внимание на то, что при работе с программой «Laws» оценку ученику или студенту выставляет компьютер, что гарантирует при контроле знаний единообразие требований.

Использование программы учащимися способствует выработке у них умения правильно выде-

лять главное в каждой формулировке, четко планировать время выполнения задания, объективно подходить к контролю знаний.

Материалы учебно-методического комплекса в консультации по их использованию можно получить по электронной почте ivlevvi@mail.ru.

Литература

1. *Ивлев В.И.* Интеграция образования: Интегрирующая роль физики в системе учебных предметов. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003.
2. *Ивлев В.И.* Азбука физики: Учеб. пособие. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003.
3. Зачетная тетрадь по физике / Сост. В.И.Ивлев. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002.

АНИМАЦИИ СВОИМИ РУКАМИ

Использование компьютерной техники при обучении физике позволяет просто и эффективно решить многие дидактические задачи. В частности, можно сделать анимационные схемы работы различных механизмов: насоса, барометра и т.п. Они оживляют урок, делают изложение более наглядным, позволяют учащимся работать с ними самостоятельно. Примеры анимированных схем можно найти в Интернете¹, но можно сделать и самим с учетом конкретной задачи урока. Мы предлагаем идею подготовки анимации действующих моделей и приборов.

В каждом кабинете физики имеются модели различных устройств в разрезе. Интересующую вас модель (например, двигателя внутреннего сгорания) зафиксируйте на столе, создав позади нее подходящий фон. Напротив модели, строго перпендикулярно ей на устойчивом штативе, установите цифровой фотоаппарат так, чтобы изображение занимало весь кадр. Выберите начальное положение поршня (например, нижнюю мертвую точку) и сделайте снимок. Затем переместите поршень в среднее положение — это второй снимок, верхняя мертвая точка — третий, опять среднее

положение — четвертый. Получилось 4 снимка. Затем запишите эти изображения в формате *.gif, присвоив им порядковые номера (это можно сделать, загрузив их в программу Paint). Размер изображений установите в соответствии с дальнейшими целями: для пересылки по e-mail небольшие 120 × 120, для размещения на сайте чуть больше 300 × 300 и т.д.

Для создания анимации нами используется программа CoffeeCup GIF Animator⁷, которая является простой и удобной. Итак, запускаем программу и загружаем в нее первое изображение как первый фрейм. Задаем время показа (например, 1 с). Затем открываем последующие изображения, также задавая время показа. Открываем вкладку Tools и оптимизируем изображение, при этом удаляется дублирование статичных мест фреймов и тем самым уменьшается объем изображения. Сохраняем полученную анимацию в нужном каталоге.

Работу по созданию несложных анимаций можно поручить учащимся. Они делают это с удовольствием, часто внося элементы творчества.

Таким же способом можно создавать анимированные изображения многих явлений и устройств, которые затем можно использовать наряду или вместо статичных плакатов.

В.П. Лях

(Ростовская обл., Нижнепоповская ООШ)

¹ Например, на сайте автора статьи http://www.VPL54.narod.ru/ZAK_UROKI_2.html.



ПРОФИЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАРИАТИВНОГО ПОДХОДА К ОБУЧЕНИЮ

И.П.Попович

(г. Омск, школа № 28)

Дифференцированный подход, на наш взгляд, является конкретным показателем педагогического мастерства педагога для организации и проектирования вариативности содержания обучения физике [1]. Дифференциация обучения предполагает сочетание социально-экономических, правовых, организационно-управленческих, психолого-педагогических, дидактических компонентов образовательной системы, которые создают ей определенный образовательный статус. Например, особенности содержания и организации учебно-воспитательного процесса определили различия профильного и углубленного изучения предметов в общеобразовательной школе, условия набора учащихся, наполняемость групп, сроки обучения, нагрузку учителей и т.д. В нашем случае они определяют **вариативность содержания** обучения физике.

Дифференцированный подход предполагает создание условий индивидуального развития учащихся на основе определения уровня их познавательных способностей и возможностей, профильной ориентации, познавательных интересов и профессиональных запросов личности на всех этапах обучения. Индивидуальный подход к учащимся предполагает частичное, временное изменение ближайших задач и отдельных сторон содержания учебно-воспитательной работы, постоянное варьирование ее методов и организационных форм с учетом общего и особенного в личности каждого ученика для обеспечения всестороннего ее развития.

Различают несколько видов дифференциации обучения. Разновидностью профильного обучения является **углубленное изучение отдельных предметов**, которое отличает достаточно продвинутый уровень подготовки школьников по этим предметам, что позволяет добиваться высоких результатов. Профильное обучение является более демократичной и широкой формой фуркации школы на старшей ступени.

Оба вида дифференциации — уровневая и профильная — сосуществуют и взаимно дополняют

друг друга на всех ступенях школьного образования, однако в разном удельном весе. В основной школе ведущим направлением дифференциации является уровневая, хотя она не теряет своего значения и в старших классах. На старшей ступени школы приоритет отдается разнообразным формам профильного изучения предметов. Вместе с тем дифференциация по содержанию может проявляться уже и в основной школе, где она осуществляется через систему кружковых занятий (во всех классах), факультативных и элективных курсов (в VIII–IX классах). Эти формы предназначены для подготовки школьников к выбору профиля обучения при переходе в старшие классы общеобразовательной школы, проявляющих повышенный интерес к какому-либо предмету, имеющих желание расширить представления об интересующих их науках, познакомиться с особенностями профессий данного направления. Приведем пример проектирования лабораторного практикума по физике в средней школе

Деятельность ученика

1. Проектирование проекта исследования.
2. Реализация проекта исследования.

Алгоритм по проектированию исследования состоит из семи логических шагов, которые предложены ученику в 7 заданиях по теме. Ученики имеют право выбора при выполнении заданий ориентироваться на заложенную в тексте и различную по длине цепочку логических действий (шагов). По количеству сделанных учащимися шагов можно судить о глубине знаний учащихся. Глубина знаний проявляется «длиной» логической цепочки, которую смог преодолеть ученик.

Формирование знаний и умений учащихся

1. Знание основных понятий и положений теорий, законов, правил, общепринятых символов обозначения физических величин.

2. Знание формул, единиц измерения физических величин.
3. Умение объяснить физические явления.
4. Планировать эксперименты для проверки теоретических зависимостей измеряемых величин.
5. Умение проводить измерения.
6. Умение систематизировать и интерпретировать полученные результаты.
7. Умение применять знания в нестандартных ситуациях.

Критерии оценки

Оценка «3» — ученик овладел знаниями и умениями на уровне минимальных требований (выполнил задания № 1 и № 2).

Оценка «4» — ученик овладел знаниями и умениями на уровне выше минимальных требований (выполнил задания № 3–5).

Оценка «5» — ученик овладел знаниями и умениями на уровне выше минимальных требований и обнаружил способность применять их в нестандартных ситуациях (выполнил задания № 6 и № 7).

Оценка «2» — ученик не овладел знаниями и умениями на уровне минимальных требований.

Виды деятельности, освоение которых контролируется учителем

1. Знание физического текста (восстановить или продолжить).
2. Умение приводить примеры опытов, обосновывающих научные представления и законы.
3. Владение понятиями и представлениями, связанными с жизнедеятельностью человека.
4. Умение объяснять физические явления и процессы.
5. Делать выводы на основе экспериментальных фактов, данных, представленных таблицей, графиком, диаграммой, схемой.
6. Применять законы физики для анализа процессов.
7. Иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов.
8. Указывать границы применимости научных моделей, законов и теорий.
9. Выдвигать гипотезы о связи физических величин.
10. Проводить расчеты, используя сведения, получаемые из графиков, таблиц, схем.
11. Проводить измерения физических величин.

Практическая работа Определение жесткости пружины

Задание № 1. Дать определение жесткости пружины.

Работа начинается с первого задания, направленного на проверку знания физического текста. Это может быть деформированный или незаконченный текст с заданием восстановить или продолжить его. Например: Жесткость пружины — это...

Выполнение такого задания не содержит логических шагов, оно направлено на проверку памяти и может считаться нулевой точкой в определении длины логической цепочки шагов. Каждое последующее задание содержит на один логический шаг больше, чем предыдущее.

Задание № 2. Измерение жесткости пружины.

Шаг 1: воспроизведи определение жесткости пружины (см. задание № 1).

Шаг 2: выдвини гипотезу (пример: с увеличением силы упругости жесткость пружины увеличится).

Шаг 3: запиши формулу, из которой можно выразить жесткость пружины (значения величин могут быть заданы или их можно определить опытным путем).

Шаг 4: проведи эксперимент: к пружине подвешивают разное количество грузов из набора массой по 100 г. И каждый раз определяют удлинение пружины.

Шаг 5: найди по формуле жесткость пружины для каждого случая.

Шаг 6: результаты измерений занеси в таблицу 1.

Таблица 1

m , кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Δx , м						
$k = \frac{mg}{\Delta x}$, Н/м						

1. Найти значение $k = \frac{mg}{\Delta x}$ и заполнить таблицу.
2. Построить график зависимости $F(\Delta x)$.
3. Найти из графика коэффициент жесткости пружины (взять значения для точки из середины графика).

Шаг 7: сделай вывод, подтверждающий или опровергающий выдвинутую гипотезу на основе анализа результатов исследования (см. шаг 5).

Задание № 3. Определение жесткости пружины при изменении среды.

Шаг 1: воспроизведи определение жесткости пружины.

Шаг 2: выдвини гипотезу (пример: жесткость пружины зависит от внешних условий (среды)).

Шаг 3: запиши формулу, подставь или опытным путем рассчитай жесткость пружины в воздухе.

Шаг 4: опусти пружину вместе с грузом в воду и определи ее удлинение.

Шаг 5: найди по формуле жесткость пружины для каждого случая (в воздухе и воде).

Шаг 6: сравни полученные результаты.

Шаг 7: сделай вывод на основе анализа результатов исследования (см. гипотезу шага 2).

Задание № 4. Определение жесткости двух соединенных пружин.

Шаг 1: выдвини гипотезу (пример: жесткость двух параллельно соединенных пружин больше жесткости двух последовательно соединенных пружин).

Шаг 2: соедини две пружины последовательно друг с другом.

Шаг 3: измерь жесткость двух последовательно соединенных пружин, повтори действия задания № 2 (шаги 3–6).

Шаг 4: соедини две пружины параллельно друг с другом.

Шаг 5: измерь жесткость двух параллельно соединенных пружин, повтори действия задания № 2 (шаги 3–6).

Шаг 6: сравни полученные результаты.

Шаг 7: сделай вывод на основе анализа результатов исследования (см. гипотезу шага 1).

Задание № 5. Взаимодействие пружины и магнита.

Шаг 1: выдвини гипотезу (пример: при увеличении силы, действующей на пружину, жесткость пружины увеличивается).

Шаг 2: поднесите магнит вниз пружины (имитация увеличения силы притяжения).

Шаг 3: проверь гипотезу, для этого предложи свою версию проверки.

Шаг 4: проведи свой эксперимент или повтори действия задания № 2 (шаги 3–6).

Шаг 5: результаты запиши в виде таблицы или выводов.

Шаг 6: сравни полученные результаты.

Шаг 7: сделай вывод на основе анализа результатов исследования (см. гипотезу шага 1).

Задание № 6. Влияние массы подвешенного груза на жесткость пружины.

Шаг 1: выдвини гипотезу (пример: жесткость пружины не зависит от массы подвешенного груза).

Шаг 2: подвесь к пружине тела различной массы.

Шаг 3: определи растяжение пружины с помощью линейки в каждом случае.

Шаг 4: занеси результаты измерений в таблицу 2.

Таблица 2

m , кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Δx , м						
k , Н/м						

1. Заполни таблицу 2 (рассчитай жесткость пружины по формуле (задание № 2 (шаги 3–6))).

2. Построй график зависимости: $k(m)$.

Шаг 5: сделай вывод из графика зависимости жесткости пружины от массы груза.

Шаг 6: сделай выводы из формулы, устанавливающей связь между массой и жесткостью пружины.

Шаг 7: объясни, в каких случаях пружина может испытывать неравномерную деформацию.

Задание № 7. Определение жесткости проволоки (в измененной ситуации).

Предложи вариант исследования зависимости жесткости проволоки от ее формы. Самостоятельно спроектируй свои действия по шагам.

Литература

1. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. — Красноярск, 2002.

ВОЗМОЖНОСТИ УРОКОВ-ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ УМЕНИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Еще в середине XX столетия Антуан де Сент-Экзюпери, человек далекий от педагогики, размышляя о многочисленных проблемах человечества, не оставлял без внимания и педагогические проблемы. В своем эссе «Цитадель» он писал: «Не снабжайте детей готовыми формулами, формулы — пустота, обогатите их образами и картинками, на которых видны связующие нити. Не отягощайте детей мертвым грузом фактов, обучите их приемам и способам, которые помогут им постигать. Не судите о способностях по легкости усвоения. Успешнее и дальше идет тот, кто мучительно преодолевает себя и препятствия. Любовь к познанию — вот главное мерило» (Антуан де Сент-Экзюпери. Сочинения в 3-х томах, т. 2, с. 107, изд-во «Полярис», 1997).

Опыт работы в лицее при СПбГУТ показывает, что эти советы не потеряли актуальности и в наши дни. Они особенно необходимы в связи с переходом к профильному обучению на старшей ступени общего образования. Основная идея обновления старшей ступени общего образования состоит в том, что образование здесь должно стать более индивидуализированным, функциональным и эффективным, важно создать условия для формирования и развития творческой, критически мыслящей личности, способной найти свое место в жизни, адаптироваться в современном обществе.

В связи с этим необходимо совершенствовать методы обучения так, чтобы они способствовали развитию творческих способностей учащихся, развивали логическое мышление и исследовательские навыки, формировали умения самостоятельной работы.

Весьма успешно эта задача может быть реализована во время проведения уроков-исследований. Это могут быть уроки закрепления по определенной тематике, по изучению нового материала или уроки решения задач, имеющих несколько способов решения, среди которых надо выбрать наиболее рациональный.

К.Р.Глазкова,
С.А.Живодрובה
(ГОУ лицей при
СПбГУТ им. проф. М.А.Бонч-Бруевича)

Скажи мне, и я забуду.
Покажи мне, и я запомню.
Дай сделать мне, и я пойму.
Сократ

Подобные уроки-исследования лучше всего проводить по группам как постоянного, так и сменного состава. После выполнения работы необходимо, чтобы учащиеся обменялись полученными результатами, подвели итоги и сделали выводы. Таким образом, развиваются навыки культурного диалога, умение ответить на вопросы оппонентов, изложить и обосновать свою точку зрения, отстаивать правоту суждений, проанализировать результаты. Причем те умения, которые учащиеся приобретают на уроках-исследованиях по физике, затем успешно используются ими на других дисциплинах.

Мы предлагаем вариант проведения подобного урока-исследования с целью закрепления материала после изучения динамики. Урок включает в себя несколько этапов: постановку проблемы, обсуждение условий и методов ее решения, планирование и проведение эксперимента, анализ и обобщение полученных результатов, выводы и обмен информацией.

При проведении этого урока класс делится на четыре группы. Каждая группа получает карточку с индивидуальным заданием, на выполнение которого отводится примерно 30 мин, затем группы делают отчет о полученных результатах, подтверждая их чертежами, расчетами, таблицами, заранее оформленными на доске. В конце отчета обязательно должны прозвучать выводы о результатах проведенных экспериментов.

Ниже приведены варианты индивидуальных заданий для четырех групп учащихся:

Группа № 1

Цель работы: определить коэффициент трения скольжения дерева о дерево, резины о дерево и металла о дерево.

Оборудование: брусок, монета в 5 рублей, резина, деревянная доска, линейка.

Порядок выполнения работы

1. Поместите брусок на горизонтально расположе-

ную деревянную доску.

2. Постепенно поднимайте конец доски, пока брусок не начнет скользить.

3. Измерьте высоту h и длину L полученной наклонной плоскости.

4. Используя полученные данные, вычислите коэффициент трения скольжения дерева о дерево.

5. Повторите опыт, положив на доску монету в 5 рублей, и вычислите коэффициент трения металла о дерево.

6. Аналогично определите коэффициент трения резины о дерево.

7. При выполнении задания сделайте необходимые чертежи и расчеты.

8. Сравните полученные результаты и сделайте соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. Каковы причины возникновения сил трения?
2. Может ли тело скользить по наклонной плоскости равномерно?
3. В каком случае тело будет двигаться с ускорением?
4. Чем отличается сила трения покоя от силы трения скольжения?

Группа № 2

Цель работы: проверить справедливость закона Гука, т.е. установить зависимость между силой упругости и величиной деформации. Определить, от каких параметров и как зависит коэффициент жесткости пружины.

Оборудование: две пружины различной жесткости, набор грузов, линейка.

Порядок выполнения работы

1. К одной из пружин подвесьте груз известной массы и измерьте вызванное им удлинение пружины.

2. К первому грузу добавьте второй, затем третий, каждый раз измеряя удлинение пружины.

3. Вычислите жесткость пружины в каждом случае. Сравните полученные результаты.

Результаты измерений занесите в таблицу:

	m , кг	$F_{упр.}$, Н	x , м	k , Н/м
I				
II				
III				

4. Подвесьте один из грузов за середину данной пружины и определите ее коэффициент жесткости. Сделайте вывод.

5. Повторите опыты и измерения для второй пружины. Результаты также представьте в виде таблицы. Сравните жесткости пружин.

6. По результатам измерений постройте графики зависимости силы упругости от удлинения пружин.

7. При выполнении задания сделайте необходимые чертежи.

8. Сделайте вывод, от каких параметров зависит жесткость пружины.

Контрольные вопросы

1. Какой вид движения может совершать тело, подвешенное на пружине?

2. Сравните величины силы тяжести и веса тела при различных направлениях движения тела на пружине?

3. Чему равен коэффициент жесткости системы из двух пружин, соединенных последовательно? Параллельно?

4. Каковы границы применимости закона Гука?

Группа № 3

Цель работы: установить опытным путем, от каких параметров и как зависит сила трения.

Оборудование: набор брусков, динамометр, наждачная бумага.

Порядок выполнения работы

1. Положите брусок на горизонтальную поверхность стола.

2. С помощью динамометра определите вес каждого бруска.

3. Воспользовавшись динамометром, измерьте силу трения, действующую на брусок, скользящий по столу. Как должен двигаться брусок, чтобы динамометр показал силу, равную силе трения?

4. Повторите опыт и измерения, поместив на брусок один, а затем два других бруска. Результаты всех измерений представьте в виде таблицы:

	$F_{н.д.}$, Н	$F_{тр.}$, Н
I		
II		
III		

5. Постройте график зависимости силы трения от силы нормального давления. Сделайте вывод о зависимости силы трения от силы нормального давления бруска на поверхность.

6. Используя наждачную бумагу, измените одну из трущихся поверхностей, измерьте силу трения деревянного бруска, скользящего по наждачной бумаге. Сравните полученный результат с результатом п. 3, сделайте соответствующий вывод.

7. Измените площадь опоры бруска и снова измерьте силу трения скольжения. Выясните зависимость силы трения от площади трущихся поверхностей.

8. Подведите итог, от каких параметров и как зависит сила трения.

Контрольные вопросы

1. Какое движение может совершать тело по горизонтальной поверхности под действием силы трения?
2. Каковы причины наличия сил трения?
3. На ленте транспортера лежат несколько грузов. Какая сила заставляет их двигаться вместе с транспортером? Куда она направлена? Могут ли грузы начать двигаться относительно транспортера?

Группа № 4

Цель работы: проверить справедливость второго закона Ньютона для случая движения тела по окружности под действием нескольких сил.

Оборудование: шар на нити, лист бумаги с начерченной окружностью, динамометр, часы с секундной стрелкой, линейка.

Порядок выполнения работы

1. Приведите во вращение конический маятник так, чтобы он описывал окружность заданного радиуса, и добейтесь равномерного движения.
2. Определите период обращения маятника.
3. Вычислите центростремительное ускорение маятника.
4. Сделайте необходимый чертеж, указав на нем равнодействующую сил, действующих на шарик.
5. С помощью динамометра измерьте равнодействующую сил, уравновесив ее силой упругости пружины динамометра.
6. Используя динамометр, вычислите массу шарика.
7. Проверьте справедливость второго закона Ньютона.
8. Повторите опыты и измерения, изменив радиус окружности, но сохранив при этом неизменным период вращения.

Контрольные вопросы

1. При каких условиях тело будет двигаться по окружности равномерно?
2. От каких параметров зависит период вращения маятника? Зависит ли период обращения от массы шара, от длины подвеса?
3. Каковы границы применимости законов Ньютона?

Результаты исследований удобно заносить в таблицу, особенно если при выполнении индивидуального задания необходимо выполнить ряд измерений. Такой способ оформления полученных данных является наглядным и помогает при дальнейшем анализе результатов и построении графиков. В конце каждого индивидуального задания дается несколько контрольных вопросов. Кон-

трольные вопросы позволяют учителю в данной работе расставить основные акценты, а также сделать вывод о степени усвоения пройденного материала.

В старших классах есть реальная возможность проводить уроки «сдвоенными», поэтому все четыре группы успевают сделать отчет о проделанном исследовании, а при динамичной и слаженной работе в конце занятия еще остается время для обсуждения результатов, ответов на дополнительные вопросы, уточнений и подведения итогов.

Работа учащихся оценивается по следующим критериям:

- качество проведения эксперимента;
- качество выполнения отчета о проделанной работе;
- ответы на контрольные и дополнительные вопросы;
- полезные замечания и дополнения.

На основе этих критериев выставляется итоговая оценка.

Для быстрого и четкого фиксирования результатов ответов учащихся нам также представляется наиболее удобным воспользоваться таблицей:

Группы уч-ся (Ф.И.)	Эксперимент	Отчет	Ответы на вопросы	Доп. вопросы	Дополнение	Итог

Уроки-исследования позволяют привить учащимся начальные практические умения в обращении с экспериментальной установкой, дают возможность почувствовать «вкус» исследовательской работы, развивают познавательный интерес. Благодаря урокам-исследованиям удается включить в поиски решения той или иной задачи одновременно весь класс. Это в значительной степени активизирует мыслительную и практическую деятельность учащихся. Говоря о преимуществах данного урока, на наш взгляд, нельзя не отметить также некоторые сложности, с которыми мы столкнулись. Так, например, выполняя работу с целью проверки применимости второго закона Ньютона для движения тела по окружности под действием нескольких сил, учащиеся часто сталкиваются со следующей трудностью: необходимо измерить равнодействующую всех сил, действующих на тело. В действительности способ измерения предельно прост: если с помощью динамометра отве-

сти маятник от положения равновесия на расстояние, равное радиусу окружности, то показание динамометра и будет равно равнодействующей силе. Тем не менее главной проблемой для большинства учащихся было и остается недостаточное умение четко, последовательно, лаконично и физически грамотно объяснить полученные результаты, кратко и уверенно ответить на дополнительные вопросы.

Опыт работы показывает, что уроки-исследования наиболее наглядно и убедительно демонстрируют эффективность простых физических моделей при описании реальных явлений, что является одним из решающих факторов, определяющих успех в развитии личности ученика в плане психологической готовности к осуществлению самостоятельной исследовательской деятельности.

Модельный характер всех наших знаний о природе и их описание на языке математики приводит к сближению физического и математическо-

го компонентов развиваемых моделей. Решение физических задач с ориентацией на развитие умений математического моделирования — это и есть практическое изучение методологических основ современной физики.

Физика как учебный предмет создает у учащихся представление о научной картине мира, формирует мировоззрение и убеждения учащихся, т.е. способствует воспитанию нравственной личности, помимо этого физика вооружает учащихся методом научного познания, без которого человек не может стать творческой самостоятельно мыслящей личностью. Для того чтобы выпускник современной школы сумел выбрать правильное направление дальнейшего жизненного пути и в будущем достиг достойных успехов, ему необходима ясная система взглядов. В настоящее время именно знания и умение их применять в практических целях являются отличительной чертой высокообразованного, мыслящего, интеллигентного человека.

В.Б.Колчева

(г. Москва, школа № 906)

ПРОЕКТЫ В ЛИЦЕЙСКИХ КЛАССАХ

Не то дорого знать, что Земля круглая,
а то дорого знать, как дошли до этого.

Л.Н.Толстой

Метод проектов не является принципиально новым в педагогической практике, но вместе с тем сегодня его относят к педагогическим технологиям XXI в., так как конечный результат его использования предусматривает сформированность у учащихся умения адаптироваться в стремительно изменяющемся мире постиндустриального общества. Даже перевод с латинского слова «проект» дословно означает «брошенный вперед», т.е. в будущую жизнь после обучения.

Сегодняшний выпускник заинтересован в получении практико-ориентированных знаний, которые ему необходимы для успешной интеграции в социум и адаптации в нем. Поэтому к важнейшим целям общего образования на современном этапе можно отнести следующие:

- научить организовывать свою деятельность, т.е. определять ее цели и задачи, выбирать средства реализации и применять их на практике, взаимодействовать с другими людьми в достижении общих целей, оценивать достигнутые результаты;

- научить объяснять явления окружающей действительности — природной, социальной, культурной, технической среды, т.е. выделять их существенные признаки, систематизировать и обобщать, устанавливать причинно-следственные связи, оценивать их значимость;

- научить ориентироваться в мире социальных, нравственных и эстетических ценностей — различать факты и оценки, сравнивать оценочные выводы, видеть их связь с критериями оценок и связь критериев с определенной системой ценностей, формировать и обосновывать собственную позицию;

- научить решать проблемы, связанные с выполнением человеком определенной социальной роли (избирателя, потребителя, пользователя и т.п.);

- сформировать способность анализировать конкретные жизненные ситуации и выбрать способы поведения, адекватные этим ситуациям;

- сформировать ключевые умения, имеющие универсальное значение для различных видов де-

- последующий выбор технической специальности;

- в перспективе решение кадровой политики в научно-техническом пространстве.

Так как сознание учащихся еще не совершенно в выборе направленности по ряду специальностей, то тематику проектирования предлагаю сама на выбор учениками. После того как учащиеся сделали свой выбор, подробно объясняю, что представляет собой проект: с чего начинается и чем заканчивается, как оформляется и где представляется. Далее совместно с группой проектировщиков подробно и детально обсуждается план работы и распределяется персональная ответственность учеников за каждый этап, после чего начинается сбор информации в данной области. После анализа имеющейся информации ставлю вопрос о том, что конкретно мы можем сделать в рамках обозначенной темы нового, и предлагаю к рассмотрению предложенные варианты, из которых выбирается самый сильный, но вместе с тем интересный для учащихся.

Далее подыскивается теоретическая база по данной теме и проводятся предварительные расчеты, выполняются эскизы конструктивных решений, компоновки узлов и деталей.

За теоретическим обоснованием следуют всегда эксперименты, которые учащиеся проводят в среде «Живая физика». Результаты экспериментов об-

рабатываются, анализируются, сопоставляются с расчетами, после чего следуют выводы.

Все операции в ходе работы над проектом проводятся в тесном содружестве учитель — ученики, при этом учитель непрерывно контролирует и корректирует действия своих подопечных.

Когда вывод могу принять, начинается подготовка портфолио проекта, а затем и его презентация.

Защита проектов выносятся на школьную конференцию и при желании на экзамен по выбору.

Работа в рамках проектной деятельности носит пролонгированный характер, что обусловлено спецификой тематики и уровнем подготовки учащихся на данном этапе, поэтому работа в проектной мастерской передается по эстафете следующим за выпускниками классам, которые в рамках уже имеющейся темы решают другие, поставленные ими, задачи.

Рецензия на первый проект «Обтекание тел жидкостью или газом» дана академиком РАН А.Е.Акимовым. Статус рецензента лишь подчеркивает значимость выбранной темы и вклада союза учитель—ученики в решение поставленных задач.

На мой взгляд, работа учителя физики без проектной деятельности была бы неэффективной, безликой и безмолвной, лишенной красок, а главное — лишена того СОЮЗА, ради которого каждый день иду на урок!

«ЛУЧ СВЕТА В ТЕМНОМ ЦАРСТВЕ»

(элективный курс)

И.М.Локтева

(г. Ростов-на-Дону, школа № 58)

Пояснительная записка

Курс «Луч света в темном царстве» (световые явления) является одним из предметно-ориентированных курсов, которые могут быть предложены учащимся VIII–IX классов с целью их самоопределения относительно дальнейшего способа образования (учреждения образования и профиля). В повседневной жизни учащиеся встречаются со многими световыми явлениями, но обычно не задумываются над их объяснением — настолько они привычны.

Еще создатель диалектики Гегель писал: «В физике следует освободить отдельные свойства природы... от тех многообразных переплетений, в которых они находятся в конкретной действительности,

и представить их в простых, необходимых условиях; ...повсюду абстрактное должно составлять начало и ту стихию, в которой и из которой развертываются особенности и богатые образы конкретного» [11, с. 270].

Поэтому курс построен на использовании разнообразных методик обучения, направленных на способ восхождения от абстрактного к конкретному. При изучении курса большую роль играют наглядно-деятельностные методы в форме лабораторных работ, демонстраций, моделирования, где создается образ, объект рассмотрения, а затем в ходе исследования появляются его свойства и закономерности.

Использование элементов художественной ли-

тературы и искусства в данном курсе позволяет прибегать к образному мышлению там, где сложность рассуждений становится чрезмерно высокой. Наблюдения явлений природы, житейских ситуаций нередко приводили к выводам, запечатленным в афористичных народных изречениях. Многие из них имеют физическое содержание и могут быть использованы в учебном процессе как качественные задачи. При сопоставлении мира науки и искусства учащиеся убеждаются, что в принципе оба этих мира опираются на одни и те же фундаментальные ценности.

В программу включены вопросы, частично выходящие за рамки общеобразовательного стандарта по физике для VII–IX классов.

Курс рассчитан на 15 часов и может применяться как самостоятельно на занятиях по выбору, так и при изучении данной темы непосредственно на уроках.

Цель курса:

- расширить, углубить, систематизировать, обобщить знания, изучить единые методы и приемы решения разнообразных задач;
- перевести усвоение физики как науки из средства образования в средство такого эмоционального, социального и интеллектуального развития ребенка, которое обеспечит переход от обучения к самообразованию;
- развивать ценностные представления о человеке как составной части природы и как объекте физического познания.

Задачи:

- инициировать интерес к физике у учащихся через выработку панорамного мышления, развития способности привлекать знания из различных областей (химии, биологии, литературы, искусства, фольклора) для поиска решения, удовлетворяющего нужным критериям;
- углубить знания о методах научного познания на основе знакомства с алгоритмами наблюдения, эксперимента, моделирования, теоретического мышления;
- развивать представления о физических явлениях, связанных с существованием и функционированием человеческого организма (глаз — естественный оптический прибор), о необходимости учета основных параметров жизнедеятельности человека в повседневных условиях.

В результате изучение физических теорий путем наблюдений, экспериментов, моделирования и решения качественных задач приводит к накоп-

ливанию опыта эмоционально-оценочной деятельности и выработыванию собственных оценочных суждений, стимулирующих учащихся сознательно и ответственно подходить к получению знаний.

Изучая курс, учащиеся могут развить следующие умения и навыки:

- распознавать типы источников света;
- геометрическим построением объяснять явления солнечных и лунных затмений;
- изготавливать портреты методом силуэтной живописи;
- развернуто обосновывать суждения, приводить доказательства, объяснять природные явления и явления, связанные с жизнедеятельностью человека (радуга, мираж, иллюзия зрения, близорукость, дальновзоркость и др.);
- моделировать оптические приборы;
- строить изображения в оптических системах;
- использовать алгоритм сравнения;
- получать информацию из различных источников и использовать ее для решения задач;
- применять собственные знания для решения проблем, с которыми приходится сталкиваться в реальной жизни.

Основные формы организации занятий

Интегративный характер содержания курса предполагает такие формы деятельности, как лекции, семинары, работу в группах, фронтальные опыты и эксперименты, анализ отрывков из художественных произведений, выполнение творческих заданий. Это приводит к раскрепощению детей, возможности высказывать свое суждение, развивает умение слушать и слышать собеседника, уважать его точку зрения (в науке тоже бывают ошибочные теории, гипотезы), радоваться достигнутым результатам.

Данный курс поможет учащимся в дальнейшем сделать более осознанный выбор профиля образования на старшей ступени обучения, оценить уровень своей подготовки.

Содержание курса

1. Свет. Источники света (1 ч)

Свет и зрение. Источники света. Люминесценция. Природа люминесцентного свечения. Примеры люминесцентного свечения в живой и неживой природе. Демонстрационные эксперименты. «Оптическая защита» современных банкнот.

2. Прямолинейное распространение света (2 ч)

Закон прямолинейного распространения света. Луч. Точечный источник света. Тени и полутени. Почему происходят затмения? Светотень. Практическая работа: изготовление портрета методом силуэтной живописи. Практическая работа: моделирование камеры-обскуры.

3. Отражение света. Зеркала (3 ч)

Зеркальное и рассеянное отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском и сферическом зеркале. Фронтальный эксперимент: свойства изображения предмета в плоском зеркале. Фронтальный эксперимент: получение многократного изображения в плоском зеркале. Исследовательская работа: кривые зеркальные поверхности и их применение. Смотр знаний.

4. Преломление света (2 ч)

Явление преломления света. Фронтальная рабо-

та: исследование хода луча в стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной призме. Построение изображения в оптических приборах. Полное отражение. Волоконная оптика. Мираж.

5. Видимое излучение (3 ч)

Белый свет — сложный свет. Опыты Ньютона. Спектр. Дисперсия света. Радуга. Цвет в природе и живописи. Наблюдение интерференции и дифракции света.

6. Глаз как оптический аппарат и как орган зрения (2 ч)

Изучение строения глаза на модели. Как мы видим? Зрение двумя глазами. Близорукость и дальнозоркость, способы их исправления. Ночное и дневное зрение. Инерция зрения. Зрительные иллюзии. Гало.

7. Оптика в загадках, пословицах, поговорках (1 ч)

Творческие работы учащихся.

8. Итоговый контроль (1 ч)

Таблица 1

Учебно-тематическое планирование курса

№ п/п	Тема	Форма занятия и вид деятельности	Кол-во часов
1	Свет. Источники света	Введение. Лекция-диалог. Демонстрационный эксперимент. Работа с дополнительными источниками информации	1
2	Прямолинейное распространение света	Лекция-диалог. Изготовление портрета — практическая работа. Моделирование камеры-обскуры — фронтальный эксперимент	2
3	Отражение света. Зеркала	Фронтальные опыты. Урок-исследование. Анализ отрывков из художественных произведений. Использование аналогий при построении изображений в зеркале. Смотр знаний	3
4	Преломление света	Фронтальные опыты — исследование хода луча в призме и пластине. Семинар: изучение полного отражения света, применение знаний для построения изображений в оптических системах; объяснение явления миража; применение волоконной оптики (работа в группах)	2
5	Видимое излучение	Демонстрационный эксперимент по изучению состава белого света. Использование межпредметных связей при изучении разнообразия цветов и их оттенков. Моделирование цветов. Практическая работа: наблюдение интерференции и дифракции света	3
6	Глаз как оптический аппарат и как орган зрения	Исследовательская работа с использованием межпредметных связей (строение глаза). Семинар (объяснение вопросов, связанных со зрением, происходит в группах)	2
7	Оптика в загадках, пословицах, поговорках	Защита творческих работ	1
8	Итоговый контроль	Урок-викторина	1

Таблица 2

Распределение компетенций по темам

Тема	Знать	Уметь
Свет. Источники света	Понятия: свет, источник света, люминесценция	Классифицировать источники света, приводить примеры источников света и их практического использования, осуществлять самостоятельный поиск информации о явлении люминесценции в природе; использовать приобретенные знания для отличия банковских купюр от подделок
Прямолинейное распространение света	Понятия: луч, световой пучок, точечный источник света; условия образования тени и полутени, правила их построения; закон прямолинейного распространения света	Объяснять построением образование солнечных и лунных затмений; изготавливать портрет методом силуэтной живописи; моделировать камеру-обскуру
Отражение света. Зеркала	Понимать смысл зеркального и рассеянного изображений, мнимого изображения в плоском зеркале; знать законы отражения; правило построения светящейся точки в плоском зеркале; свойства изображения предмета в плоском и сферическом зеркале	Работать с плоскими и сферическими зеркалами; строить изображение в сферическом зеркале; выдвигать гипотезы и проверять их опытным путем; получать и объяснять многократное изображение; анализировать художественный текст; использовать приобретенные знания в повседневной жизни
Преломление света	Смысл явления преломления света, понятие оптической плотности среды, полного отражения света, явления миража	Проводить исследования хода луча в разных оптических системах, выявлять зависимость в направлении между падающим лучом и преломленным; использовать приобретенные знания для объяснения явления миража и применения волоконной оптики
Видимое излучение	Понятие спектра. Понимать смысл явления дисперсии, интерференции и дифракции света, образования радуги	Объяснять разнообразие цветов в природе и их использование в живописи; проводить наблюдения явлений интерференции и дифракции света, описывать и объяснять их; находить примеры этих явлений в природе и повседневной жизни
Глаз как оптический аппарат и как орган зрения	Физиологическое строение глаза; свойство собирающей линзы; физическую природу явлений близорукости и дальнозоркости. Понимать смысл явлений инерции, иллюзии зрения, гало, ночного и дневного зрения	Строить изображения в линзах; осуществлять самостоятельный поиск информации с использованием различных источников; объяснять использование линз при дефектах зрения; применять полученные знания для объяснения наблюдаемых явлений
Оптика в загадках, пословицах, поговорках	Основные законы и явления оптики	Распознавать и объяснять световые явления в загадках, пословицах и поговорках; проводить анализ и обработку материала, полученного из дополнительных источников
Итоговый контроль	Основные законы и явления оптики	Применять приобретенные знания при объяснении наблюдаемых явлений и решении задач

Информационно-методическое обеспечение

Литература для учащихся

1. *Перышкин А.В., Чемакин В.П.* Факультативный курс физики. — М.: Просвещение, 1980.
2. *Блудов М.И.* Беседы по физике. Кн. 2. — М.: Просвещение, 1985.
3. *Кириллова М.Г.* Книга для чтения по физике. — М.: Просвещение, 1986.
4. Учебники по физике.
5. Дополнительная информация (Интернет, учебная литература по биологии, химии, литературе).

Литература для учителя

1. *Горев Л.А.* Занимательные опыты по физике. — М.: Просвещение, 1985.
2. *Ланина И.Я.* Не уроком единым. — М.: Просвещение, 1991.
3. *Тульчинский М.Е.* Сборник качественных задач по физике. — М.: Просвещение, 1965.
4. *Головнер В.Н.* Химия и цвет // Химия в школе, 1999. — № 1. — С. 18–23.

5. «Оптическая защита» современных банкнот // Физика в школе, 2005. — № 1. — С. 49.
6. События и факты из мира науки и техники // Физика в школе, 2002. — № 1. — С. 15–16.
7. *Перельман Я.И.* Занимательная физика. — М.: Наука, 1971.
8. *Андерсен Х.К.* Снежная королева. — М.: Правда, 1989.
9. *Уокер Дж.* Физический фейерверк. — М.: Мир, 1979.
10. *Тихомирова С.А.* Дидактический материал по физике. 7–11 класс. Физика в художественной литературе. — М.: Просвещение, 1996.
11. *Гегель Г.В.Ф.* Соч. Т. 4. Система науки. Ч. 1. Феноменология духа. — М.:Л.: АН СССР, 1959.
12. *Нерваль Ж. де.* Король шутов // Вечная война. — М.: OctoPrint, 1994.
13. <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
14. <http://elkin52.narod.ru>.
15. *Буров В.А., Зворыкин Б.С., Кузьмин А.П.* и др. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе: Пособие для учителей // Под ред. А.А.Покровского. — М.: Просвещение, 1979.

В КОПИЛКУ МЕТОДИЧЕСКИХ НАХОДОК

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕСЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Л.А.Дурягина

(Вологодская обл., Городецкий р-н,
Шонгская средняя школа)

При изучении нового и при повторении я готовлю специальный дидактический материал для решения несложных задач. Оформляю его на альбомных листах. Лист делю на 4 равные части по вертикали; в строки (рис. 1) вписываю обозначения физических величин и числовые значения: иногда с единицами измерения, иногда вместо наименования единиц ставлю многоточие, если оно

$s = 200\dots$
$t = 1 \text{ мин}$
$v = 4\dots$
$s = 1 \text{ км}$

Рис. 1

$s = 200\dots$
$t = 1 \text{ мин}$

Рис. 2

$t = 1 \text{ мин}$
$v = 4\dots$

Рис. 3

$v = 4\dots$

Рис. 4

относится к СИ. Сгибаю лист по горизонталям так, чтобы одновременно было видно только две строки: данные из них позволяют сформулировать задачу и решить ее. Из приведенного на рис. 1 примера у нас получаются 3 информации для составления задач (рис. 2–4).

Решение задачи производим «одной строкой», так как данные не записываем, а сразу пишем необходимую формулу и вычисления.

Приготовленные таким образом листы позволяют не писать на доске и в тетради данные, что экономит время; можно быстро повторить единицы измерения величин и их выражение в СИ. Особое внимание уделяем преобразованию главной формулы.

Использую этот метод давно, надеюсь, что кому-то он принесет пользу.

НЕКОТОРЫЕ ПРИЕМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

А.В.Богов

(Казанский ГТУ им. А.Н.Туполева)

При проведении учебных занятий с учащимися по физике и математике преподавателям приходится учитывать индивидуальные особенности ученика, а также состояние его здоровья и интеллектуальное развитие.

В связи с введением ЕГЭ на всей территории России резко повышаются требования к умению учащихся самостоятельно решать задачи различной степени сложности. Психологические нагрузки при этом возрастают. Особенно это характерно для учащихся с углубленным изучением физико-математических дисциплин. Следовательно, если вовремя не устранить допущенные ошибки, то процесс недопонимания возрастает, что скажется в дальнейшем на качестве работы ученика и учителя.

Анализ педагогической деятельности автора на подготовительных курсах КАИ и в школах г. Казани, а также опыт других коллег показывают, что своевременно выбранные способы и приемы обучения с учетом уровня знаний учащихся дают наиболее эффективный результат. Более подробно остановимся на некоторых приемах обучения физике и решении задач по физике.

Уровневая подготовка школьников

Работая учителем физики в школе № 126, автор большое внимание уделял решению задач. В частности, работая в IX–XI классах, автор столкнулся с тем, что уровень знаний и развитие самостоятельного мышления учащихся резко отличаются друг от друга. В классах кроме отличников, участников олимпиад есть и ученики со слабой подготовкой. Одним из решений этой проблемы на данном этапе развития системы образования является проведение уровневой подготовки школьников. За ее основу берется школьная программа с минимальным количеством часов. Класс разделяется на три группы. В первую группу входят участники олимпиад, отличники и хорошисты, во вторую — троечники, а в третью — учащиеся со слабой подготовкой. Во главе каждой группы стоит отличник. Затем на доске для каждой группы дается задание

(задачи) с указанием времени, отводимого на ее решение. После этого старшие групп проверяют задание, если возникают трудности, на помощь приходит преподаватель. Если ученик регулярно справляется с заданиями, то его переводят в другую группу и т.д.

Кроме всего, ученики IX–XI классов активно участвовали в олимпиадах по физике и неоднократно занимали призовые места в районе и городе.

Некоторые приемы обучения решению задач

В процессе обучения физике в средней общеобразовательной школе учителя-практики постоянно сталкиваются с психологическими затруднениями учеников, существенно препятствующими усвоению материала и приобретению требуемых программой умений. В классах и школах с углубленным изучением предмета психологические затруднения учащихся, проявляющиеся при обучении физике, остаются в том же процентном соотношении, что и при обучении этому предмету школьников общеобразовательного класса, но на другом качественном уровне. Те же 15–20% учащихся, что и в обычном (общеобразовательном) классе, усваивают расширенный материал достаточно быстро и глубоко, а более половины учащихся отстают в понимании явлений, законов, в скорости усвоения теории и умения решать комплексные, усложненные задачи. О причинах своих затруднений учащиеся не любят говорить и тем более не стремятся анализировать их. Это наблюдают и отмечают педагоги. Об этом встречаются заметки на страницах разных изданий [1].

Учитывая, что семьи учащихся гимназии в преобладающем большинстве случаев являлись социально благополучными, полными и более обеспеченными.

Следовательно, изменения психики детей связаны с процессом учебы; что углубленное преподавание предметов все равно не позволяет оптимально развить без психологических проблем мышление большей части учащихся класса. При этом интенсивные формы обучения дают мень-

ший отрицательный эффект, так как они подбираются коллективами учителей в соответствии с возможностями преподавателя, учащихся, школы. Поиск наиболее эффективного в данных конкретных условиях способа, метода, формы обучения должен лежать в основе процесса преподавания.

Учителям физики часто приходится встречаться с особыми психологическими затруднениями учащихся при обучении решению задач. Неуверенность в своих действиях, робость в выражении мнения, неумение проанализировать незнакомое условие, трудности в составлении схематичных рисунков — вот только некоторые затруднения, которые проявляются в этой деятельности и связаны с личностными особенностями психологических процессов. Надо подчеркнуть, что речь идет об учениках средней школы, как правило, успевающих при обучении в общеобразовательной школе по всем предметам с разным уровнем успеха. Мы не рассматриваем затруднения учащихся, связанные с систематическими пропусками изучаемого материала или с непониманием физики из-за длительной заниженной по каким-либо причинам мотивации изучения предмета. Природа их затруднений при решении задач носит другой характер и требует других методов разрешения. Речь идет о затруднениях большинства учащихся, желающих успевать по предмету, но не умеющих хорошо решать задачи. Многолетние наблюдения показывают, что многие из них легко применяют выученные формулы, осуществляют простые преобразования, но самостоятельно решить незнакомую задачу, решение которой заключается в нескольких алгебраических действиях, не могут. Еще более ярко такие проблемы встают перед преподавателями физики профессиональных училищ, что отражается на используемой ими методике преподавания [2].

Обучение умению решения задач рождает психологические проблемы и в «сильных», и в «слабых» классах. Замечено из практики, что примерно пятая часть учащихся обычно начинает сразу разбирать сложное условие («сложное» относительно стандартных задач для данного класса, которые могут заключаться как в подстановке значений в формулу, так и в составлении каких-либо уравнений), делать прикидку решения, но больше половины учащихся в любом классе в первые минуты теряет, испытывает затруднения явно психологического характера. В большинстве случаев они даже не могут объяснить, что их сдерживает,

хотя теорию, формулы, способы решения простых задач помнят прекрасно. Ситуация аналогична тому, когда при изучении иностранного языка человек знает слова, но затрудняется в составлении фразы. Смелость в построении логических цепочек решений задач по внутренним психологическим особенностям аналогична легкости и свободе построения фраз на иностранном языке. И в одном, и в другом случае происходит процесс создания мысленных конструктов по определенным правилам. Построение фразы происходит по определенной логической схеме с использованием знаний смысла иностранных слов, выраженных определенными буквенными символами. Построение цепочки формул для решения задачи — математическое выражение в символическом виде определенных процессов и свойств физических объектов и выявление причинно-следственных связей между ними.

Для преодоления «психологического барьера» в рассматриваемой ситуации с иностранными фразами чаще нужна не глубина знаний по теме, а определенный разговорный навык. При обучении иностранному языку для этого помимо регулярной языковой практики применяют интересный прием — **метод погружения**. Получаемый эффект логически труднообъясним: на некотором этапе «погружения» в языковую среду количество услышанной чужой речи стимулирует переход на другой уровень сознания или открываются какие-то скрытые резервы мышления, но возникают новый уровень восприятия и переработка информации, и человек начинает говорить на иностранном языке, иногда на удивление себе.

Подобную ситуацию можно смоделировать и на уроках физики. (Например, на семинарах по решению задач.) Если предложить учащимся для решения не четыре-шесть задач, а восемь-двенадцать-двадцать, но без вычислений, без подробной записи данных, то есть заострить внимание и усилия школьников только на анализе явлений, процессов, на логике поиска решений в течение всего урока. При определенной организации различных этапов занятия (усиленная наглядность материала, доступность изложения, постепенная нарастающая сложность задач, предварительная подготовка по изучению или повторению законов, определений и основных понятий и так далее) получается своеобразный эффект «погружения» в физику. Задачи при этом необходимо специально подбирать так, чтобы при резком различии и мно-

гообразии ситуаций в них присутствовали аналогичные структурные элементы физического знания, использовались типичные логические цепочки при анализе решений. Не отвлекаясь на вычисления, большая часть учащихся, действительно, на таком уроке активнее включается в процесс обсуждения логики построения решений, глубже проникается ими. В результате на последующих уроках они так же сохраняют большую интенсивность работы при решении задач, лучше усваивают теоретический материал. Некоторые педагоги на практике испытали эффективность подобного приема [3].

В то же время необходимо констатировать, что этот прием работы над выработкой умения решения задач в более «слабых» классах не позволяет большей части учащихся освоить логические и ассоциативные приемы анализа условий, а, наоборот, вызывает обратную реакцию, то есть *усиливает страх даже перед простыми задачами*, от переизбытка информации «парализуется» логическое мышление таких учащихся. В анонимном анкетировании учащиеся таких классов признались, что после сложных уроков по решению задач у них нередко возникает желание уйти с урока. Самое удивительное, что аналогичный эффект наблюдается и у хорошо успевающих учащихся любого профиля обучения, но отличающихся более замедленным процессом переработки информации по сравнению со своими одноклассниками. Их можно отнести к учащимся, слабообучающимся в рамках традиционной системы обучения, рассчитанной на быстрое усвоение изучаемого материала. Первым необходимо более детальное осмысление начальных условий задач, замедленная и раздельная отработка ассоциативных связей между элементами физического знания, так как ускоренная работа над элементами физического знания, представленными в любом виде, не позволяет им сформировать устойчивое понимание алгоритма действий по решению задач. Вторым необходимо большее время для закрепления логических и ассоциативных связей между изученными явлениями и способами применения законов и закономерностей, для осознания алгоритма действий в целом, детализированное изучение методов решения задач тормозит их мышление еще больше.

Оптимизация приемов и методов обучения играет не менее важную роль, чем создание новых программ и новых методик. Она является скрытой или явной существенной частью творческого по-

иска каждого учителя и нуждается в активной разработке со стороны как практикующих учителей, так и ученых.

Использование технологии уровневой дифференциации обучения на уроках физики

В процессе учебных занятий приходится учитывать все аспекты деятельности ученика. Поэтому необходимо использовать технологию уровневой дифференциации обучения на занятиях по физике. Также приходится сталкиваться с индивидуально-психологическими различиями учеников, все, что сказывается на их учебной деятельности. В работе автор выделяет также группы детей школьного возраста: малоспособные, педагогически запущенные, дети со средним уровнем развития, способные, одаренные или талантливые. Однако в состав распределения вносят уровень воспитанности детей, социальные условия района и конкретный состав учащихся школы.

При организации учебного процесса приходится учитывать основные характеристики ученика — индивидуальные, возрастные, групповые (например, особенности в здоровье, общении, познании).

Это связано с дифференцированным подходом и выбором соответствующего стиля взаимодействия педагогов с учащимися. Осуществлять учет индивидуальных особенностей детей необходимо по возрасту, полу, здоровью, скорости мышления и усвоения, типу восприятия и переработки информации, предпочитаемому стилю осуществления обратной связи, склонностям и интересам, степени сформированности мотивационной сферы, темпераменту, уровню умения учиться, уровню знаний, жизненному опыту, коммуникабельности [5].

При работе в школе приходится сталкиваться с индивидуально-психологическими различиями детей, которые приводят к различиям в результатах учебной деятельности. Г.К.Селевко, говоря [4], что все дети «очень различны по своим психологическим данным», выделяет следующие группы детей школьного возраста:

малоспособные дети с аномалиями развития задатков, с задержкой психического развития (обучаемость и обученность значительно ниже нормы); такие дети не в состоянии достичь заранее намеченного ЗУН даже за длительное время (составляют до 5% учащихся; их надо обучать по особой программе с особыми целями);

педагогически запущенные дети (настолько слабая обученность, что даже хорошая обучаемость не выводит их на возрастную норму достижений; однако при достаточном времени и средствах эти дети способны усвоить заданный материал; их количество по разным оценкам колеблется в пределах 10–40%);

дети со средним уровнем развития (обучаемость и обученность соответствуют среднестатистической норме; эти дети составляют большинство — 60–70%);

способные, продвинутые в развитии обучаемости (быстро «схватывают») и обученности (много знают) по сравнению со средней возрастной нормой (это основная часть отличников и хорошистов — 5–10%);

одаренные, или талантливые, — высший уровень обучаемости (им по силам то, с чем не могут справиться остальные; могут учиться в высоком темпе; составляют 1–3% учащихся).

Уровневая дифференциация дает реальную воз-

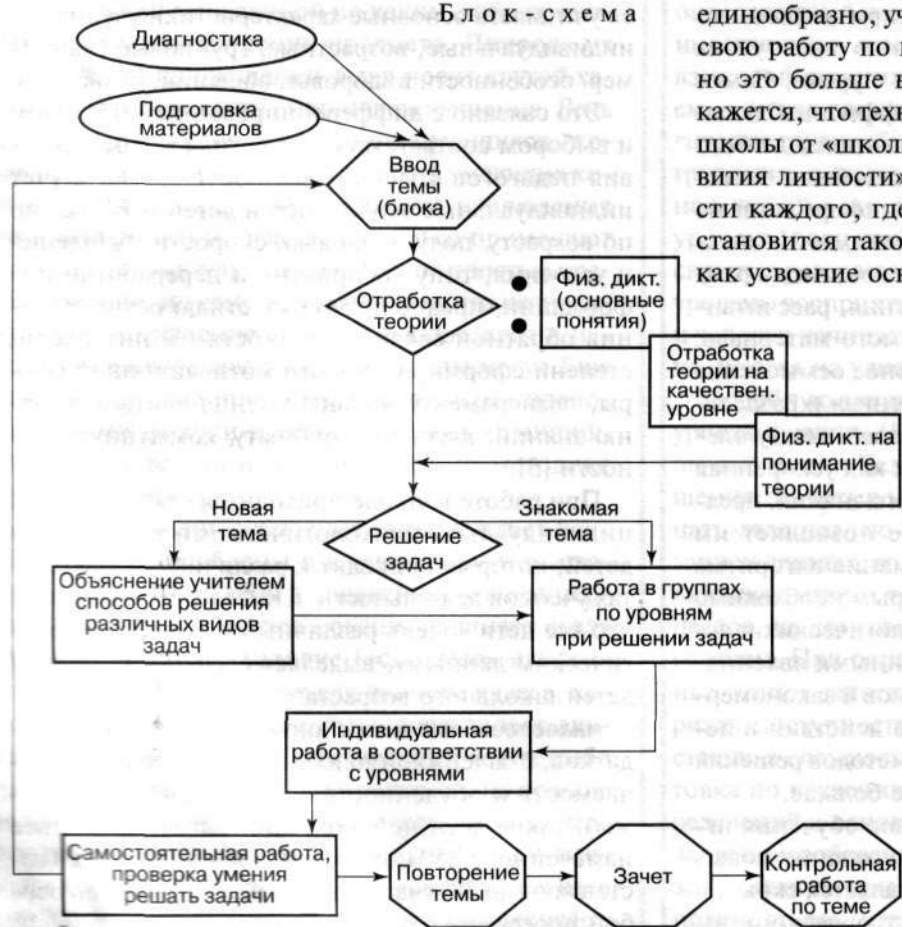
можность каждому ученику использовать право выбора в процессе обучения, выбора своего уровня.

Система работы, используемая автором на уроках, может быть представлена в виде блок-схемы, представленной ниже.

Свою работу по технологии начинаю с мониторинга уровня обучаемости и обученности учащихся, владение ими общеучебными навыками. Это помогает правильно организовать работу учащихся на уроках, помочь им правильно выбрать уровень обучения.

«Ребенком осознается лишь то содержание воспринятого, которое выступает перед ним как объект, на который направлены его действия; лишь тот предмет, который является для человека целью его действий» [6]. Поэтому при организации работы учащихся с использованием технологии уровневой дифференциации обучения можно научить ребят добывать знания, что осуществляется при сотрудничестве учащихся и учителя, а не получать их в готовом виде. От одной темы к другой отработка учебного материала и контроль проводятся единообразно, ученики могут заранее планировать свою работу по изучению тем предмета. И именно это больше всего нравится ученикам. И мне кажется, что технология УДО приближает переход школы от «школы кузницы знаний» к «школе развития личности» с учетом яркой индивидуальности каждого, где комфортное пребывание детей становится такой же основополагающей целью, как усвоение основ знаний по предметам [5].

Б л о к - с х е м а



Литература

1. Кеняев Е.Д. О качественном моделировании/Физика в школе, 2001. — №1.
2. Робицова В.М. Уроки решения задач/Физика, 2003. — № 38.
3. Довга Г.В. Марафон/Физика, 2003. — № 38.
4. Селевко Г.К. Дифференциация учебного процесса на основе интересов детей. — М.: Педагогика, 1996.
5. Стукалова И.Н. и др. Уровневая дифференциация обучения. — Б.: АКППРО, 1996.
6. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. — М.: Просвещение, 1996.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

К.К.Ким
(Томская обл.,
Красноярская средняя школа)

Творчество — один из основных факторов образовательного процесса. Когда ученик осознает то, что он сам создает новое, он особенно активно начинает участвовать в познавательном процессе. Ученик получает навыки научного метода познания окружающего мира, что может привести его на передний фронт науки. На уроках физики творческие навыки формируются у школьника, в частности, при использовании учителем экспериментального метода изучения физических закономерностей.

При выполнении физического эксперимента определяются основные параметры, характеризующие рассматриваемый процесс, выявляются взаимосвязи между ними, т.е. устанавливаются физические закономерности. Описание этих закономерностей математическим языком приводит ученика к определению физического закона.

В школьном курсе физики в основном используются две пропорциональные зависимости: прямая и обратная. Алгоритм описания математическим языком физической закономерности следующий:

1. Определяются физические величины, характеризующие данный физический процесс.

2. Устанавливаются причинно-следственные связи в рассматриваемом физическом процессе, а отсюда и функциональные зависимости (выясняется, что является функцией, что аргументом).

3. Записывается формула на основании использования такого правила: если наблюдается прямая пропорциональная зависимость, то зависимая величина (аргумент) пишется в числителе дроби, а если обратная пропорциональная зависимость, то — в знаменателе дроби; если физический процесс характеризуется постоянной величиной, константой (удельная теплоемкость и т.д.), то ее записывают в числителе.

Реализуя этот алгоритм в физических экспериментах, учащиеся (сначала совместно с учителем, а затем самостоятельно) приходят к формулировке физических законов. Они не получают готовую физическую формулу, а сами творят ее. В резуль-

тате такой деятельности учебный процесс превращается в творческий.

Ниже приведены некоторые примеры того, как данный метод можно реализовать при проведении физических экспериментов.

Выталкивающая сила. Тело, погруженное в жидкость, становится легче, т.е. теряет в весе. Это происходит потому, что на нее действует выталкивающая сила. Проведем опыт (его схема показана на рис. 1): уравновесим два одинаковых тела, прикрепленные к концам веревки, перекинутой через блок. Затем одно из тел погрузим в стакан с водой. Тогда увидим, что равновесие нарушится — погруженное тело поднимется, так как станет легче. Это связано с тем, что на погруженное тело действует выталкивающая сила, которая стремится вытолкнуть его из жидкости.

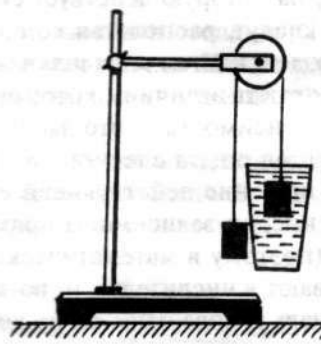


Рис. 1

В этом опыте можно погружать тело на разную глубину, изменяя объем вытесненной жидкости, а также вид жидкости (т.е. ее плотность) и в результате менять выталкивающую силу.

Если тело погружать сначала в жидкость таким образом, чтобы изменялся объем вытесненной жидкости, а затем менять плотность жидкости (например, используя разную концентрацию соли в растворе), то заметим следующее: чем больше объем V вытесненной телом жидкости, тем больше выталкивающая сила (зависимость прямая пропорциональная, поэтому в математической формуле объем записывают в числитель); чем больше

плотность ρ жидкости, тем больше выталкивающая сила (зависимость прямая пропорциональная, поэтому в математической формуле плотность записывают в числитель). Кроме того, так как возникновение выталкивающей силы F_A определяется действием силы тяжести, то в формуле должна быть и величина g — ускорение свободного падения (которое на разных планетах разная), причем зависимость — прямая пропорциональная.

В результате получаем такую формулу выталкивающей силы:

$$F_A = \rho g V.$$

Давление. В различных физических явлениях можно наблюдать, что результат действия силы зависит не только от модуля и направления силы, но и от площади поверхности, на которую данная сила действует (вспомним жало комара, копыта верблюда и т.д.).

Проведем опыт с дощечкой, из которой по обе стороны торчат гвозди (длина гвоздя гораздо больше толщины доски), набором грузов и ящиком с песком. Кладем дощечку на песок, а на нее ставим грузы. Мы видим, что результат действия дощечки с гвоздями на песок зависит от значения силы (изменяем число грузов на дощечке) и площади поверхности, на которую действует сила (дощечку на песок кладут, располагая ее сначала вниз остриями гвоздей, а затем вниз шляпками). Необходимо рассмотреть величину, которая характеризует данную зависимость — это давление p .

Из результатов опыта следует, что, во-первых, чем больше значение действующей силы F , тем больше давление, т.е. зависимость прямая пропорциональная (поэтому в математической формуле силу записывают в числитель), и, во-вторых, чем больше площадь S поверхности, на которую данная сила действует, тем меньше давление, т.е. зависимость обратно пропорциональная (в математической формуле площадь поверхности записывают в знаменатель).

В итоге получаем такую формулу давления:

$$p = \frac{F}{S}.$$

Давление в жидкости. Согласно закону Паскаля внутри любой жидкости существует давление, обусловленное действием силы тяжести. Проведем эксперимент с манометром, который соединен шлангом с полый коробочкой, имеющей резиновую стенку. Коробочку погружают на различную глубину в сосуд с водой (можно менять род жидкости). Эксперимент свидетельствует, что на раз-

ной глубине давление в сосуде с водой различное. Данное явление характеризуется давлением в жидкости p , высотой столба жидкости h и плотностью жидкости ρ .

В результате эксперимента приходим к следующим выводам: чем больше глубина (высота столба жидкости), тем больше давление (т.е. зависимость прямая пропорциональная, поэтому в математической формуле высоту столба жидкости записывают в числитель); чем больше плотность жидкости, тем больше давление (т.е. зависимость прямая пропорциональная, поэтому в математической формуле плотность записывают в числитель).

Поскольку давление в жидкости обусловлено действием силы тяжести, в формулу должно входить и ускорение свободного падения g (значение этой величины на разных планетах разное), причем зависимость — прямая пропорциональная. Получаем формулу:

$$p = \rho gh.$$

Сопротивление проводника. Электрический ток, протекая по проводнику, испытывает с его стороны сопротивление. Оно может зависеть от поперечного сечения S проводника, а также от материала, из которого изготовлен проводник, т.е. его удельного сопротивления ρ .

Проведем эксперимент с электрической цепью, в которой благодаря использованию панели с набором проводников (разного сечения и выполненных из разных материалов) можно изменять длину, площадь поперечного сечения и удельное сопротивление проводника. Схема для опыта приведена на рис. 2.

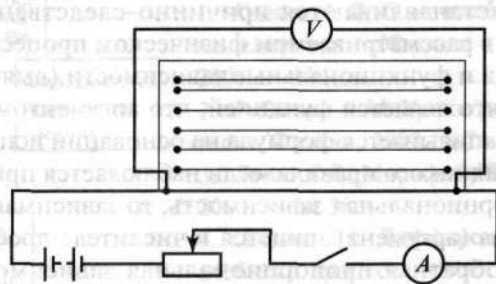


Рис. 2

В процессе проведения эксперимента выясняем следующее: во-первых, чем больше длина проводника l , тем больше его сопротивление R , т.е. зависимость прямая пропорциональная (поэтому в математической формуле длину проводника записывают в числитель); во-вторых, чем больше площадь поперечного сечения S проводника, тем

меньше его сопротивление R , т.е. зависимость обратно пропорциональная (поэтому в формуле площадь сечения проводника записывают в знаменатель); в-третьих, чем больше удельное сопротивление ρ проводника, тем больше его сопротивление R , т.е. зависимость прямая пропорциональная (поэтому удельное сопротивление записывают в числитель).

В результате получаем такую формулу:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

Если рассматривать физические эксперименты

К ИЗУЧЕНИЮ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТЕЛА

С.М.Андрющенко
(г. Омск)

В соответствии с примерной программой основного общего образования по физике [1, с. 72] учащиеся знакомят с понятием кинетической энергии поступательно движущегося тела. В ряде учебников физики VII класса [2, 3] сообщается, что кинетическая энергия движущегося тела определяется его массой и скоростью: Описывается ряд известных опытов (например, [4, опыт 84]), иллюстрирующих на *качественном* уровне высказанные утверждения, дается формула для расчета кинетической энергии:

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

но нет обоснования такой *количественной* зависимости. На факультативных занятиях или в рамках физического практикума [5, с. 30] можно предложить учащимся работу, позволяющую путем выполнения физического эксперимента установить характер функциональной зависимости кинетической энергии тела от его массы и скорости. Приводим описание работы.

Экспериментальная работа

«Изучение зависимости кинетической энергии тела от его массы и скорости»

Приборы и материалы: желоб, штатив лабораторный, лента измерительная, линейка измерительная, весы с разновесами, шарики одинакового размера, но разной массы, лист белой бумаги, лист копировальной бумаги.

качественно, т.е. без измерений соответствующих величин, а только с установлением соответствующих взаимосвязей, то на получение необходимой формулы уйдет немного времени, что позволит использовать данный метод достаточно часто. При этом нужно эксперимент проводить так, чтобы зависимости определялись явно.

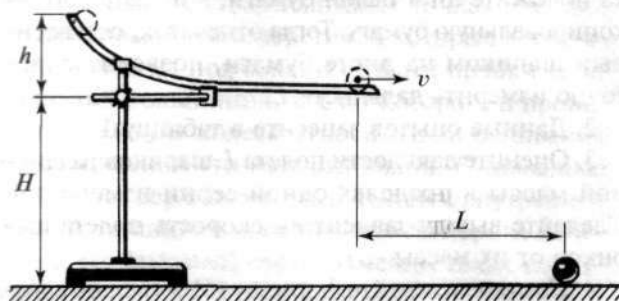
На занятиях в старших классах, обладающих умениями такой деятельности, можно организовать группы учащихся, которые, работая с соответствующим оборудованием, самостоятельно получали бы физические формулы (законы).

Содержание работы. Кинетическая энергия движущегося тела E_k зависит от его массы m и скорости v и является такой степенной функцией:

$$E_k = C m^a v^b, \quad (1)$$

где a, b — показатели степени, C — некоторый постоянный множитель. Цель данной работы — определить опытным путем показатели степени a и b .

В эксперименте используется желоб, закрепленный на некоторой высоте H над поверхностью стола (см. рис.).



Шарик, скатившийся по желобу с высоты h , приобретает скорость v . Если не принимать во внимание силу сопротивления воздуха, то можно считать, что при дальнейшем полете в горизонтальном направлении шарик движется с постоянной скоростью v . (Учащимся предлагается это обосновать.) Скорость v легко рассчитать по формуле

$$v = \frac{L}{t}, \quad (2)$$

где t — время движения шарика в горизонтальном направлении. Оно, естественно, равно времени падения шарика с высоты H . Если высоту расположения желоба H не менять, то при проведении опытов время падения шариков разной массы будет одно и то же (в этом легко убедиться на опыте).

Таким образом, о значении скорости v можно судить по дальности полета L :

$$v \sim L. \quad (3)$$

При движении шарика по желобу происходит превращение его потенциальной энергии в кинетическую. (Трение шарика о желоб не учитываем.) В соответствии с законом сохранения энергии можно записать:

$$mg(H + h) = E_k + mgH.$$

Отсюда получаем:

$$E_k = mgh. \quad (4)$$

С учетом выражения (1) имеем:

$$Cm^a v^b = mgh. \quad (5)$$

Задание 1: выяснить зависимость кинетической энергии тела от его массы.

Порядок выполнения эксперимента

1. Проведите серии опытов с различными по массе шариками. Шарик запускайте по желобу (расположенному на высоте H) с определенной высоты h , изменяя ее при переходе от одной серии опытов к другой. Всякий раз измеряйте дальность полета шарика L . Предварительно на лабораторный стол в месте предполагаемого падения шарика положите лист белой бумаги, а поверх него — копировальную бумагу. Тогда отпечаток, оставленный шариком на листе бумаги, позволит более точно измерить дальность L .

2. Данные опытов занесите в таблицу 1.

3. Оцените дальности полета L шариков различной массы в пределах одной серии измерений. Сделайте вывод: зависит ли скорость полета шариков от их массы.

4. Проанализируйте формулу (5) и сделайте вывод, каков должен быть показатель степени a , чтобы скорость шарика v не зависела от его массы m .

(Экспериментальные результаты, полученные учениками при выполнении задания 1, позволяют им сделать вывод о том, что кинетическая энергия тела прямо пропорциональна его массе, $a = 1$.)

Задание 2: выяснить зависимость кинетической энергии тела от скорости его движения.

Таблица 1

Номер серии опытов	Высота h , см	Масса шарика m , г	Дальность полета L , см
1		$m_1 =$ $m_2 =$ $m_3 =$	
2		$m_1 =$ $m_2 =$ $m_3 =$	
3		$m_1 =$ $m_2 =$ $m_3 =$	
4		$m_1 =$ $m_2 =$ $m_3 =$	

Таблица 2

Высота h , см					
Дальность полета L , см					

1. Проведите ряд измерений с шариком определенной массы. Запускайте шарик по желобу (установленному на высоте H) с различной высоты h и измеряйте дальность его полета L . Результаты измерений занесите в таблицу 2.

Так как соотношение (4) позволяет сделать вывод о том, что кинетическая энергия E_k шарика определенной массы пропорциональна высоте h , с которой он запущен (т.е. $E_k \sim h$), а соотношение (3) говорит о том, что скорость v движения шарика пропорциональна дальности его полета (т.е. $v \sim L$), то, следовательно, для определения зависимости кинетической энергии тела E_k от его скорости v надо проанализировать график зависимости высоты h от дальности L полета шарика.

2. Используя полученные данные (см. табл. 2), постройте график зависимости кинетической энергии тела от его скорости. При этом по горизонтальной оси графика нужно отложить значения скорости в условных единицах (L , см), а по вертикальной — значения кинетической энергии в условных единицах (h , см). В случае, если кинетическая энергия тела прямо пропорциональна его скорости, график зависимости $h = f(L)$ будет представлять собой прямую линию.

3. Постройте также график зависимости кинетической энергии от квадрата скорости (L^2). В случае, если кинетическая энергия тела прямо пропорциональна квадрату его скорости, графиком зависимости $h = f(L^2)$ будет прямая линия.

4. Проанализируйте построенные графики и выясните, какова зависимость кинетической энергии тела E_k от его скорости v .

(Экспериментальные результаты, полученные учениками при выполнении задания 2, и анализ построенных ими графиков приводят учащихся к мысли о том, что кинетическая энергия тела пропорциональна квадрату его скорости, $b = 2$.)

Выводы. Проведенные опыты позволяют выяснить, что кинетическая энергия тела зависит от его массы и скорости так:

$$E_k = Cmv^2. \quad (6)$$

На основании точных измерений кинетической энергии E_k тела известной массы m , поступательно движущегося с определенной скоростью v , можно рассчитать значение множителя C . Оказывается, что $C = \frac{1}{2}$. Следовательно, окончательно формула для расчета кинетической энергии тела имеет такой вид:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (7)$$

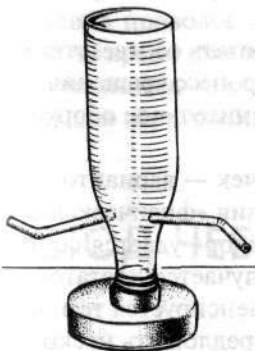
Так рассчитывается кинетическая энергия тела, движущегося поступательно. Если же тело вращается, то для расчета кинетической энергии вращательного движения применяется иная формула.

Дополнительное задание: используя формулу (7) для расчета кинетической энергии, выясните, как единицы измерения энергии и работы (Дж), мощности (Вт), силы (Н) связаны с единицами измерения массы (кг), расстояния (м) и времени (с).

Литература

1. Сборник нормативных документов. Физика. — М.: Дрофа, 2004.
2. *Перышкин А.В.* Физика-8: Учебник для общеобразоват. учрежд. — М.: Дрофа, 2004.
3. Физика и астрономия: Учебник для 7 класса общеобразоват. учрежд. / А.А.Пинский, В.Г.Разумовский, Ю.И.Дик и др.; Под ред. А.А.Пинского, В.Г.Разумовского. — М.: Просвещение, 1999.
4. Демонстрационный эксперимент по физике в 6–7 классах средней школы / Под ред. А.А.Покровского. — М.: Просвещение, 1974.
5. *Андрюшечкин С.М.* Физика в опытах и задачах: Факультативный курс. 7 класс. — Петропавловск, 2007.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СОВЕТЫ



Вариант сегнерова колеса с использованием пластиковой бутылки. Учителям физики хорошо знакомы различные варианты сегнерова колеса для наблюдения реактивного движения (см., например: *Перышкин А.В.* Физика. 9 класс. — М.: Дрофа, 2003, с. 83; *Коршунова О.В.* Демонстрация реактивного движения // Учебная физика. — 2002. — № 4).

Мы предлагаем еще один вариант похожей установки — «сегнерово колесо на подставке» (см. рис.).

Данный вариант сегнерова колеса изготавливают из верхней части пластиковой бутылки. В двух

диаметрально противоположных точках бутылки просверливают два отверстия, в которые вставляют трубочки из-под сока. В области пробки устанавливают подшипник, за счет которого и происходит движение колеса относительно основания при заполнении его емкости водой. С помощью клея крепят верхнюю часть бутылки к внутренней части подшипника, а основание сегнерова колеса — к его внешней части. Именно такая конструкция сегнерова колеса позволяет ему раскручиваться без особых усилий.

Вариант установки очень простой (доступен в изготовлении любому учителю физики), но выполняемый с его помощью опыт достаточно эффективный и наглядный.

О.В.Коршунова, А.Н.Шишкин
(г. Киров, ВятГГУ)

КОНСТРУКТОР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

М.А.Жужа

(г. Краснодар, Кубанский ГУ)

Выполняя лабораторные работы в школе, учащиеся привыкают к прямым измерениям и знают, что для многих физических величин существуют специальные приборы с непосредственным отсчетом: масса тела определяется весами, сила — динамометром, объем — измерительным цилиндром, плотность жидкости — ареометром, сопротивление — омметром или цифровым мультиметром. Однако многие физические величины определяются на основе косвенных измерений. Очень часто косвенные измерения применяются на олимпиадах по физике. И для школьников бывает неожиданным экспериментальное задание, в котором требуется определить какую-либо физическую величину прибором, напрямую не предназначенным для этого, например, определить величину сопротивления резистора, используя термометр или динамометр (для этого надо догадаться учесть тепловое или магнитное действие электрического тока). Чаще всего из измерительных инструментов предлагается только линейка или миллиметровая бумага. Для решения таких задач необходимы прочные знания формул по физике для того, чтобы одни физические величины можно было выразить через другие.

Для учителей и учащихся предлагается «конструктор для создания экспериментальных задач по физике», предназначенный для:

- составления экспериментальных задач олимпиадного уровня сложности;
- разработки экспериментальных задач «на смекалку»;
- составления домашних творческих конструкторских заданий;
- использования на факультативных занятиях;
- тренировки в решении задач с косвенными измерениями;
- развития экспериментального мастерства;
- тренировки «физической» фантазии;
- запоминания физических формул.

Состав «конструктора»:

— список № 1 — **физические величины**, которые обычно определяются в экспериментальных зада-

ниях (длина, время, масса, электрическое сопротивление и др.);

— список № 2 — **измерительные приборы и инструменты** (линейка, транспортир, секундомер, весы, динамометр, термометр, амперметр, вольтметр и др.).

Эти списки легко составить, используя справочник физических величин (сборник лабораторных работ) и перечень оборудования школьного кабинета физики.

Для удобства работы списки можно расположить в таблицу, каждая клетка которой будет давать один из вариантов пересечения двух списков «физическая величина + измерительный прибор».

Методика работы по конструированию экспериментальных задач

1. Используя составленные списки или таблицу, следует получить **идею задачи** в следующем виде: «Как определить **физическую величину** (взятую из списка № 1) при помощи **измерительного прибора** (из списка № 2)?»

2. Далее надо подобрать соответствующие формулы, связывающие физическую величину, которую надо определить, с физической величиной, которую измеряет прибор.

3. Затем необходимо разработать соответствующую методику измерения. В процессе решения задачи можно включать и дополнительное оборудование.

Таблица имеет сотни клеточек — вариантов задач. Но не из каждого сочетания «физическая величина + измерительный прибор» удастся составить задачу либо решение получается достаточно громоздким. Однако это компенсируется тем, что для некоторых задач можно предложить несколько вариантов решения, если применить разные формулы.

Примеры конструирования экспериментальных задач

Некоторые клетки составленной таблицы содержат информацию о прямых или простых изме-

рениях, например «масса + весы» — прямое измерение. Но масса тела (твердого, жидкого, газообразного) входит во многие формулы и можно получить, например, следующие идеи условия задач.

Задача 1. Как определить массу при помощи секундомера?

Задача 2. Как определить массу при помощи термометра?

Задача 3. Как определить массу при помощи амперметра?

Из таблицы можно получить и более «экзотические» сочетания, заставляющие учителя и ученика включать «на полную мощность» свою фантазию. Приведем некоторые примеры.

Задача 4. Как определить емкость конденсатора при помощи термометра?

Задача 5. Как определить фокусное расстояние линзы при помощи секундомера?

Возможные решения задач

Задача 1. Масса определяется через период колебания груза на пружине (необходимо дополнительное оборудование — пружина).

Задача 2. Формулы, связывающие массу тела и температуру, применяются в уравнении теплового баланса с использованием калориметра. Для составления задачи можно воспользоваться табличными данными удельной теплоемкости или удельной теплоты плавления тела.

Задача 3.

Вариант решения 3.1. Масса связана с электрическим током через законы Фарадея для электролиза. Пусть, например, медная проволока (или половина проволоки) полностью растворяется за какое-то время при определенном токе (необходимо дополнительное оборудование — часы и комплект для электролиза).

Вариант решения 3.2. Пусть надо определить массу железного груза. Используем дополнительное оборудование — электромагнит и несколько грузов известной массы. Предварительно измеряем и строим график зависимости минимального тока через электромагнит от массы удерживаемого груза (гаек). Затем измеряем минимальный ток удержания электромагнитом исследуемого груза и по графику определяем его массу. Если груз не железный (жидкость), то его можно поместить в железную коробочку.

Задача 4. Необходимо разрядить несколько раз конденсатор через нагревательный элемент в калориметре и составить уравнение теплового баланса — энергия заряженного конденсатора идет на нагрев жидкости. Конденсатор надо взять достаточно большой емкости (или батарею конденсаторов), а вместо воды лучше взять жидкость с меньшей теплоемкостью, например масло.

Задача 5. Можно в стиле «физики шутят» сказать: необходимо измерить по секундомеру время полета фотона от линзы до изображения и, зная его скорость, рассчитать расстояние. А если серьезно, то можно предложить следующий способ: следует измерить ниткой расстояния от линзы до предмета и до изображения и определить период колебаний математического маятника. По периоду колебаний вычисляются длина нити в обоих случаях и фокусное расстояние. Для создания маятника необходимо дополнительное оборудование — груз (гайка). Можно обойтись и без дополнительного оборудования, используя в качестве груза саму линзу или секундомер, если нить достаточно длинная.

Данная методика составления «хитрых» экспериментальных задач используется автором при разработке заданий экспериментального тура краевой олимпиады по физике.

И.А.Изюмов

(Ростовская обл., г. Аксай, школа № 3)

МЕТОД ЧЕБЫШЕВА

Во многих научных и технических задачах интегрирование функций является составной частью решения полной проблемы. Вычисление площадей и объемов, определение центра и моментов инерции тел, вычисление значения работы, произведенной некоторыми силами, и многие другие

Наши математические затруднения Бога не беспокоят. Он интегрирует эмпирически.

Альберт Эйнштейн

задачи приводят к интегрированию функций. Геометрический смысл простейшего определенного интеграла

$$I = \int_a^b f(x) dx$$

от неотрицательной функции $f(x) \geq 0$, как известно, состоит в том, что значение I — это площадь

ограниченная кривой $y = f(x)$, осью абсцисс и прямыми $x = a$, $x = b$ [2].

В технических вычислениях часто применяется формула Чебышева для приближенного интегрирования [3]. Когда заданный интеграл имеет пределы интегрирования a и b , формула Чебышева принимает вид

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} [f(X_1) + f(X_2) + \dots + f(X_n)],$$

где n — какое-либо из чисел 3, 4, 5, 6, 7 или 9,

$X_i = \frac{b+a}{2} + \frac{b-a}{2} x_i$, а x_i имеют указанные в таблице значения.

Т а б л и ц а

Число n	Значения x_1, x_2, \dots, x_n
3	$x_1 = -x_3 = 0,707107, x_2 = 0$
4	$x_1 = -x_4 = 0,794654, x_2 = -x_3 = 0,187592$
5	$x_1 = -x_5 = 0,832498, x_2 = -x_4 = 0,374541, x_3 = 0$
6	$x_1 = -x_6 = 0,866247, x_2 = -x_5 = 0,422519, x_3 = -x_4 = 0,266635$
7	$x_1 = -x_7 = 0,883862, x_2 = -x_6 = 0,529657, x_3 = -x_5 = 0,323912, x_4 = 0$
9	$x_1 = -x_9 = 0,911589, x_2 = -x_8 = 0,601019, x_3 = -x_7 = 0,528762, x_4 = -x_6 = 0,167906, x_5 = 0$

Для оценки точности метода Чебышева рассмотрим несложный пример из школьного курса физики, допускающий точное аналитическое и графическое решение [4, № 75].

Задача. Уравнение движения материальной точки имеет вид $x = 0,4t^2$. Написать формулу зависимости $v_x(t)$ и построить график. Показать на графике штриховкой площадь, численно равную пути, пройденному точкой за 4 с, и вычислить этот путь.

Очевидно, что $v_x(t) = 0,8t$. Для построения графика этой зависимости используем графические возможности программы Microsoft Excel (рис. 1).

Площадь, численно равную пути, пройденному точкой за 4 с, найдем как площадь прямоугольного треугольника.

Следовательно, искомая площадь

$$S = \frac{1}{2} ab = \frac{4 \cdot 3,2}{2} = 6,4.$$

Искомый путь

$$S = 0,4t^2 = 0,4 \cdot 4^2 = 6,4 \text{ (м)},$$

что совпадает с полученным ранее значением площади S .

Применим теперь к расчету площади треугольника метод Чебышева. Пусть $n = 3$, тогда $x_1 = -x_3 = 0,707107, x_2 = 0$. Очевидно, что $a = 0, b = 4, f(x) = 0,8x$. Используя программу Microsoft Excel, для искомой площади получим результат, представленный на рис. 2. Найденный ответ в точности совпадает с полученным ранее.



Рис. 1

	A	B	C	D	E	F	G
1	a	b	n	(b+a)/2	(b-a)/2	(b-a)/n	
2	0	4	3	2	2	1,33333	
3							
4	i	x _i	X _i	f(X _i)			
5	1	0,707107	3,414214	2,731371			
6	2	0	2	1,6			
7	3	-0,70711	0,585786	0,468629			
8							
9	СУММА	4,8					
10							
11	ОТВЕТ	6,4					
12							

Рис. 2

Рассмотрим теперь более сложную задачу [1, № 175].

Задача. Ракета была запущена вертикально вверх. Известна зависимость скорости полета от времени — функция $v(t)$. В начале полета скорость возрастала, а через некоторое время начала уменьшаться. Определить высоту ракеты над землей к тому моменту, когда скорость начала падать (рис. 3). Использовать для решения задачи алгоритм прямоугольников. Считать $t_{нач} = 0$, в качестве $v(t)$ рассмотреть $(-t^2 + 20t - 90) \cdot \text{tg}\left(\frac{t}{15}\right)$, $h = 0,2$.

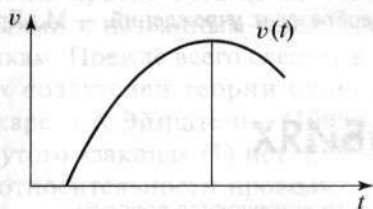


Рис. 3

Приближенную формулу, используемую в алгоритме прямоугольников, можно записать так [1]:

$$\int_a^b f(x)dx \approx h(f(a+\frac{h}{2})+f(a+\frac{h}{2}+h)+\dots+f(a+\frac{h}{2}+(n-1)h)).$$

Здесь $h = \frac{b-a}{n}$, величина h называется шагом приближенного интегрирования. В данном случае мы не будем вести расчет по формуле прямоугольников, а прибегнем к методу Чебышева.

Используя программу Microsoft Excel, визуализируем задачу и определим из полученного графика пределы интегрирования.

Из таблицы и графика видно, что $a = 6,85$, $b = 10,6$. Для $n = 3$ получим результат, показанный на рис. 4.

Для $n = 9$ результат расчета практически тот же. Отличия возникают лишь в третьем знаке после запятой.

Ранее говорилось о том, что определенные интегралы могут использоваться для вычисления работы, произведенной некоторыми силами. Предлагаем читателю соответствующие задачи для самостоятельного решения.

1. [1, № 178]. Шар радиуса r плавает на поверхности воды, погруженный в нее на глубину ar ($a < 2$). Требуется вычислить работу, которую надо совершить для того, чтобы погрузить шар под воду целиком. Написать выражение для этой работы в виде интеграла. Написать программу вычисления этой работы по данным a и r (см. предыдущую задачу и указание к задаче 100).

Вспомогательная задача. [1, № 100]. На воду опущен шар радиуса r , изготовленный из вещества плотности ρ ($\rho < 1$). Найти расстояние от центра шара до поверхности воды.

Указание. При составлении программы воспользоваться формулой объема шарового сегмента высоты h : $V = \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$ (рис. 5).

Microsoft Excel							
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Службы Сервис							
125% Arial Cyr							
Q40							
	A	B	C	D	E	F	G
1	a	b	n	(b+a)/2	(b-a)/2	(b-a)/n	
2	6,85	10,6	3	8,725	1,875	1,25	
3							
4	l	x_i	X_i	f(X_i)			
5	1	0,707107	10,05083	7,921391			
6	2	0	8,725	5,506597			
7	3	-0,70711	7,399174	1,739537			
8							
9	СУММА	15,16752					
10							
11	ОТВЕТ	18,95941					
12							

Рис. 4

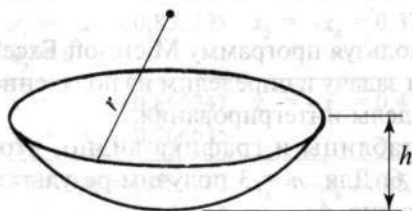


Рис. 5

2. [1, № 179]. Задача аналогична предыдущей, но требуется вычислить работу, которую надо совершить для того, чтобы вытащить шар из воды.

3. [1, № 180]. Решить задачу 178, считая, что дана плотность вещества ρ ($\rho < 1$), из которого изготовлен шар и радиус шара r (значение a неизвестно).

В заключение заметим, что теория приближенного вычисления интегралов получила дальнейшее развитие в работах академика А.Н.Крылова (1863–1945).

Литература

1. *Абрамов С.А., Зима Е.В.* Начала информатики. — М.: Наука, 1989.
2. *Боглаев Ю.П.* Вычислительная математика и программирование: Учеб. пособие для студентов вузов. — М.: Высш. шк., 1990.
3. *Пискунов Н.С.* Дифференциальное и интегральное исчисления для вузов, т. 1: Учебное пособие для вузов. — М.: Наука, 1985.
4. *Рымкевич А.П.* Физика. Задачник. 10–11 кл.: Пособие для общеобразоват. учреждений. — М.: Дрофа, 2004.

АНАХРОНИЗМЫ» В УЧЕБНЫХ ПОСОБИЯХ

«Уважаемая редакция! В ходе преподавания физики в старших классах часто встречаются вопросы, на которые трудно дать однозначные ответы, в частности:

- 1) зависимость массы тела от скорости; 2) определение величины массы фотона».

В этом письме нашего читателя, учителя физики из Чувашии В.А.Никитина, отразились «анахронизмы» (по выражению А.А.Пинского), встречающиеся в ряде учебных пособий. Ранее журнал публиковал материалы на эту тему, но поскольку подобные вопросы продолжают поступать, мы обратились к нашему постоянному эксперту проф. А.Н.Малинину:

Действительно, во многих не только школьных, но и вузовских учебниках физики, при изложении элементов релятивистской механики вводится понятие о «релятивистской массе», определяемой формулой

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (1)$$

где величину m_0 называют «массой покоя» (как будто бы у покоя есть масса!), а величину m ана-

логично — «массой движения» или «релятивистской массой» частицы.

Формулу (1) нередко трактуют как «закон возрастания массы частицы» с ростом ее скорости. Такой «закон» и связанную с ним терминологию «масса покоя» и «масса движения» можно найти в известном учебнике В.А.Касьянова [1].

На самом деле ни «закона» (1), ни понятий «масса покоя» и «масса движения» в релятивистской механике нет. В литературе по теории относительности есть убедительные разъяснения того, что никаких «ипостасей» массы, кроме единственной инвариантной массы, в релятивистской механике вводить не следует. Можно назвать здесь учебные пособия для вузов В.А.Угарова [2], Б.В.Медведева [3], известную статью академика Л.Б.Окуня [4] (1989г.), статьи, опубликованные в журнале «Физика в школе» (№ 4, 1994; № 5, 2001).

Остается только удивляться некомпетентности ряда авторов учебников физики. С упорством, достойным лучшего применения, они продолжают вводить учителей и учащихся в заблуждение, тиражируя ересь о рукотворной релятивистской массе, определяемой соотношением (1). Да простят меня читатели журнала за резкость, но весьма трудно сдержаться при оценке такого безобразия. Физика — точная наука, и столь же точными, соответствующими физической науке, должны быть учебники физики. К сожалению, они страдают в этом отношении многими недостатками и не только в части изложения основ теории относительности и релятивистской механики...

Разъясню кратко суть дела, отсылая за подробностями к названным выше литературным источникам. Прежде всего следует заметить, что в трудах создателей теории относительности А.Пуанкаре и А.Эйнштейна (1905–1906) [5, 6] термину «закон» (1) нет. Еще до создания теории относительности проводились эксперименты по ускорению электронов (опыты В.Кауфмана и др., 1902–1906). Результаты этих экспериментов ученые пытались трактовать в понятиях ньютоновской механики. Это удавалось сделать, если считать, что с ростом скорости электрона возрастает его масса. Исследователи не были едины во мнении только в определении формы зависимости $m = m(v)$.

Понятно, что «закон» (1) вместе со вторым законом Ньютона $m\vec{a} = \vec{F}$ классической механики не могут объяснить, почему скорость ускоряемого электрона не может достигнуть скорости света в

вакууме. Но такое объяснение страдает очевидным недостатком — выражение (1) не может быть включено в ньютонову механику, так как в ее концептуальной основе нет и не может быть инвариантной предельной скорости c . А в релятивистской механике нет второго закона Ньютона $m\vec{a} = \vec{F}$, а соотношение (1) оказывается ненужным, поскольку невозможность ускорить электрон (и любую массовую частицу) до скорости света объясняется здесь просто тем, что для этого электрону требуется сообщить бесконечно большие импульс и энергию (нефизический случай!). Такой вывод очевиден из выражений релятивистской

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

энергии $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ и релятивистского импульса

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}, \quad (2)$$

где $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

При $\vec{F} = \vec{F}_0 = \text{const}$ и при нулевой начальной скорости частицы из уравнения (2) следует:

$$v = \frac{a_0 t}{\sqrt{1 + \left(\frac{\alpha_0 t}{c}\right)^2}}, \quad (3)$$

где $a_0 \equiv \frac{F_0}{m}$ (начальное ускорение частицы).

Из выражения (3) находим: $\lim_{t \rightarrow \infty} v = c$, т.е. ускоряемая постоянной силой частица никогда не достигнет скорости света. Такой же результат, конечно, должен получиться и при $\vec{F} \neq \text{const}$.

Масса частицы в релятивистской механике определяется через энергию E и импульс \vec{p} инвариантным соотношением

$$m = \frac{1}{c} \sqrt{\left(\frac{E}{c}\right)^2 - \vec{p}^2}. \quad (4)$$

Здесь, таким образом, масса оказывается вторичной величиной, а первичными (фундаментальными) являются энергия и импульс (точнее, комплекс этих величин $\left(\frac{E}{c}, \vec{p}\right)$). В ньютоновой механике, напротив, первичной величиной считается масса.

Из соотношения (4) следует, что если энергия и модуль импульса частицы связаны соотношением

$$\frac{E}{c} = p, \quad (5)$$

то ее масса $m = 0$. Таково предсказание релятивистской механики (как теории) и оно подтверждается экспериментально. Обнаружены безмассовые частицы — фотоны (кванты электромагнитного излучения). Подтверждением реальности фотона служат, например, явление фотоэффекта и эффект Комптона.

Фотон нельзя ни ускорить, ни замедлить. Он движется только с предельной скоростью c . Приверженцу ньютоновой механики это очевидно: раз у частицы нет массы, то нечего и ускорять. Более того, безмассовая частица в классической механике относится к ненаблюдаемым объектам. У нее в рамках этой механики нет ни энергии, ни импульса. Поэтому такой частице нечем себя проявить — она не может взаимодействовать с массовыми частицами, поскольку взаимодействие есть процесс обмена энергией и импульсом. Сказанное можно назвать динамической причиной того, почему понятие о безмассовой частице находится за пределами концептуальных основ ньютоновой механики. Кинематическая причина, как отмечено выше, связана с инвариантностью (постоянством) скорости c безмассовой частицы (такая скорость противоречит классическому закону сложения скоростей).

Собственная энергия массовой частицы определяется в релятивистской механике формулой

$$E_0 = mc^2. \quad (6)$$

Эта энергия есть у массовой частицы всегда, независимо от того, движется она или покоится (во всех отношениях неудачно называть энергию E_0 «энергией покоя»). В случае движения частицы к ее собственной энергии E_0 добавляется кинетическая энергия E_k . Сумма этих энергий представляет собой полную энергию E частицы:

$$E = E_0 + E_k, \quad (7)$$

где $E_k = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) mc^2$.

Значимость полной энергии E заключается в том, что именно для нее имеет место закон сохранения в замкнутой системе частиц.

У фотона $E_0 \equiv 0$ (так как $m \equiv 0$) и его полная энергия E есть энергия кинетическая (иной у фотона нет). С другой стороны, как известно, энергия фотона выражается формулой $E = h\nu$. Тогда согласно формуле (5) модуль импульса фотона определяется соотношением:

$$p = \frac{h\nu}{c}. \quad (8)$$

Выражений энергии $E = h\nu$ и импульса (8) фотона достаточно для однозначного описания посредством законов сохранения энергии и импульса эффектов реакций элементарных частиц, в которых участвуют фотоны (например, эффекта Комптона). Экспериментальные результаты полностью соответствуют предсказаниям теории, полученным путем таких расчетов. Эфемерного, лишнего физического содержания и потому приводящего только к недоразумениям понятия «масса движения фотона» $\left(m_\phi \equiv \frac{h\nu}{c^2} \right)$ при этом не требуется. В нем нет необходимости ни в концептуальном, ни в прикладном отношении.

Можно рекомендовать учебник [7], в котором теория относительности и основы релятивистской механики излагаются достаточно корректно.

Литература

1. Касьянов В.А. Физика. 10 кл. — М.: Дрофа, 2002.
2. Угаров В.А. Специальная теория относительности. — М.: Наука, 1977.
3. Медведев Б.В. Начала теоретической физики. — М.: Наука, 1977.
4. Окунь Л.Б. Понятие массы (масса, энергия, относительность) // УФН. — 1989. — Т. 158. — Вып. 3. — С. 511–530.
5. Пуанкаре А. Избранные труды: В 3 т. — М.: Наука, 1973. — Т. 3.
6. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: В 4 т. — М.: Наука, 1965. — Т. 1.
7. Физика: Учебник для 11 кл. с угл. изучением физики / Под ред. А.А.Пинского, О.Ф.Кабардина. — М.: Просвещение, 2005.

А.Н.Малинин
(г. Липецк)

В стандарты по физике, утвержденные МО РФ в 2004 г., как для основной, так и для старшей школы включен раздел «Физика и методы научного познания». Это принципиально изменило сложившуюся в методике систему изучения так называемых методологических вопросов, роль и место учебного физического эксперимента в учебном процессе и затронуло многие положения концепции физического образования в целом.

Но есть пособие, создающее условия, обеспечивающие освоение научного метода познания основной массой учителей.

НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ И ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ

В.А.Орлов, Г.Г.Никифоров
(г. Москва, ИСМО РАО)

Пособие академика РАО В.Г.Разумовского и профессора В.В.Майера «Физика в школе. Научный метод познания и обучение» вышло в 2004 г. По широте охвата проблемы, глубине изложения книга может быть определена как монография, посвященная технологии обучения физике на основе метода научного познания.

Книга обобщает результаты многолетних исследований авторов по методике, дидактике физики и вместе с тем крайне актуальна, поскольку позволяет разрешить глубокое противоречие, возникшее после принятия образовательного стандарта, в частности общего среднего (полного) образования, в том числе и по физике. Суть противоречия заключается в следующем.

Методологические вопросы школьного курса изучались ранее исключительно на формальном уровне: учащиеся должны были освоить (уметь воспроизводить) главным образом некоторые философские определения типа: материя — это ...; поле — это ... и т.п. Демонстрационный учебный эксперимент был, главным образом, средством для демонстрации физических явлений, способом наглядности. Лабораторный эксперимент предназначался для формирования так называемых практических умений.

Новые образовательные стандарты по физике в корне изменили ситуацию. Физический эксперимент, оставаясь одним из важнейших средств обучения, становится объектом усвоения в структуре научного метода познания в неразрывной связи его с физическими теориями, изучаемыми школьниками.

Но реализация требований стандарта по освоению научного метода познания натолкнулась на два препятствия. Одно из них — критическое по-

ложение в конце 90-х годов с оборудованием кабинетов физики, другое — неподготовленность массового учительства к перестройке системы обучения физике.

Первая из проблем решается в рамках реализации приоритетного национального проекта «Образование» посредством комплексной поставки кабинетов за счет средств федерального бюджета. Решение второй проблемы значительно сложнее. Именно поэтому трудно переоценить два события.

Одно из них — подготовка авторским коллективом под руководством академика В.Г.Разумовского учебников физики для основной школы, в которых впервые в России изучение физики построено на основе научного метода познания.

Второе событие связано с выходом в свет книги В.Г.Разумовского и В.В.Майера «Физика в школе. Научный метод познания и обучение» (объем более 400 стр., 17 глав).

В пособии выделяются некоторые содержательные структурные части.

К первой из них можно отнести *первые 4 главы*, в которых рассматриваются вопросы взаимосвязи качества обучения и образовательных стандартов по физике с технологией обучения, основанной на освоении учащимися научного метода познания.

Главы 5 и 6 посвящены реализации одного из фундаментальных вариантов технологии обучения, построенного на освоении научного метода познания, ядром которого является дидактический принцип цикличности, выдвинутый В.Г.Разумовским.

В *главах 7 и 8* показана реализация новой технологии при решении общих методологических проблем методики (взаимосвязь теории и эксперимента, границы применимости и др.), а также

применение новой технологии при построении методики изучения физики атома.

Вопрос о взаимосвязи научного и учебного познания анализируется не только в § 6.3, но и в *главах 10 и 11*, которые образуют еще один структурный фрагмент монографии. В частности, в § 10.3 анализируется взаимосвязь науки физики и физики как учебного предмета на более глубоком уровне, чем просто утверждение о том, что в школе изучаются адаптированные физические теории. Учебный предмет интерпретируется как дидактическая модель физической науки. В главе 11 именно с этой точки зрения рассматривается научное познание в процессе обучения.

В *главах 12 и 17* рассмотрено около 30 конкретных экспериментальных исследований.

Особый структурный фрагмент книги образуют *главы 13–15*, посвященные творческой деятельности в процессе обучения и определению новых подходов к творчеству учащихся, которые определяются новой технологией обучения, основанной на научном методе познания.

Важно отметить стиль изложения, делающий относительно сложный материал философского, психологического и дидактического содержания не только доступным, но и интересным для массового учителя.

Это достигается двумя особенностями текста: первая из них — это короткие параграфы, вторая — большое число примеров практического свойства, описания опытов, экспериментов, заданий и т.д.

ПРИНЦИП СООТВЕТСТВИЯ И ЕДИНСТВО УЧЕБНОГО ЗНАНИЯ

Для ученых ценность методологических принципов сегодня вполне очевидна: они содействуют развитию научного знания и организации его в обоснованную и непротиворечивую систему. Более того, эти же принципы являются важным инструментом постижения учащимися существа и структуры физического знания [1, 2, 3].

В зависимости от того, насколько знакомство с методологическими принципами будет реализовано посредством доступного объяснения их, зависят уровень понимания учащимися основ научного (физического) знания, мера упорядоченности его в систему, мера осмысления целей, за-

дач и методов познавательной деятельности на уроке [6].

Монография В.Г.Разумовского и В.В.Майера является по сути практико-ориентированным изложением на материале физики одной из современных теорий учения, которая становится в один ряд с современными теориями, в частности Леонтьева А.Н. и Давыдова В.В.

А.Н.Леонтьев утверждал («Деятельность, сознание, личность», 1975), что обучение тогда эффективно, когда деятельность адекватна формируемым умениям. В.В.Давыдов в «Теории развивающего обучения» (1996) показал, что учебную деятельность надо строить так, чтобы материал для теоретических обобщений ученик находил как результат эмпирических исследований. Концепция теории учения, представленная в монографии В.Г.Разумовского и В.В.Майера, основывается на простом тезисе: обучение естественнонаучным предметам будет эффективно, если ученики освоят научный метод познания действительности.

В заключение можно сделать следующие выводы:

- при освоении новой технологии, изложенной в данном пособии, возможно освоение научного метода познания учителями школ;

- книга В.Г.Разумовского и В.В.Майера «Физика в школе. Научный метод познания и обучение» вносит значительный вклад в развитие педагогической науки и позволяет решить важнейшую проблему перестройки всей системы преподавания физики в России.

Р.Н.Щербаков

(Эстония, г. Таллин, гуманитарная гимназия)

дач и методов познавательной деятельности на уроке [6].

Обратимся к методологическому принципу соответствия. Впервые он был сформулирован Н.Бором и активно применялся при создании и дальнейшей разработке квантовой механики. С помощью этой, по выражению А.Зоммерфельда, «волшебной палочки» было преодолено немало серьезных трудностей в разгадке тайн микромира.

Реализация принципа соответствия на уроках содействует формированию у учащихся представлений о науке как закономерном и последовательном процессе познания физической реальности,

как познавательном прогрессе, каждая последующая ступень которого, не отбрасывая предыдущие, имеет очередную объективную ценность.

Применительно к учебному процессу суть принципа соответствия заключается в том, что любой самый неожиданный результат, полученный при решении задачи или теоретического вывода, может быть подвергнут проверке: согласуется ли он с известными учащимся учебными знаниями или нет?

В ходе обучения этот принцип проявляет себя наиболее наглядно при анализе перехода от одной фундаментальной физической теории к другой. Для этого полезно решить ряд несложных и небольших по объему методических задач, позволяющих продемонстрировать действие принципа для установления взаимосвязи прежнего и нового знания.

1) Раскрыть, каким образом более общую и позднюю по своему появлению физическую теорию можно будет перевести на качественном, а затем, по возможности, и на количественном уровне, в менее общую и тем самым убедиться в их диалектической взаимосвязи.

2) Продемонстрировать, с одной стороны, расширение круга физических явлений, которым подчиняется более общая теория, с другой же — выявить запреты и ограничения, накладываемые новой теорией на этот расширенный круг явлений.

3) Вместе с тем надо показать, что с развитием физического знания отдельные понятия и законы в той области, где истинна классическая теория, остаются инвариантными, т.е. неизменными не только в данном случае, но и в ходе всего развития науки.

4) И наконец, в процессе овладения теориями физики целесообразно будет подчеркивать, что с появлением новых обобщающих теорий в них появляются новые фундаментальные константы (c , h , g и др.), накладывающие те или иные ограничения на область описываемых данной теорией природных явлений.

Решаются эти задачи в ходе изучения конкретных законов и теорий и при обобщении отдельных разделов школьного курса.

1. **Классическая механика и теория относительности.** Познакомившись на уроках с элементами теории относительности, осмыслив появление в ней новой фундаментальной константы — скорости света — учащиеся посредством простейших расчетов могут убедиться в следующих неоспоримых фактах, свидетельствующих о взаимосвязи релятивистской и классической механики.

В годы создания специальной теории относительности о принципе соответствия как таковом мало кто слышал. Однако идее этого принципа уже следовал Эйнштейн при создании им СТО и ОТО. С удовлетворением ученый впоследствии отметит, что механика Ньютона «образует предельный случай новой механики» (СТО), а «старая теория (гравитации) есть особый предельный случай новой» (ОТО).

Как известно, в классической механике принято считать, что взаимодействие тел осуществляется мгновенно, в то время как в релятивистской оно происходит с конечной скоростью $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. В предельном случае, когда скорости движущихся тел весьма малы, можно пренебречь влиянием конечности скорости распространения взаимодействий на движение.

И тогда СТО Эйнштейна органично переходит в механику Ньютона. Изменяющиеся при этом в СТО время, размеры, импульсы и энергия тел в классической механике становятся неизменными, а принцип относительности Эйнштейна переходит в принцип относительности Галилея (см. таблицу 1).

Таблица 1

Классическая механика	Теория относительности
при $v \ll c$	при $v \rightarrow c$, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с
$l = l_0$	$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
$t = t_0$	$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
$v = v_1 + v_2$	$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$
$p = mv$	$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
$E_k = \frac{mv^2}{2}$	$E_k = E - E_0 = mc^2 \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - 1 \right)$

Если же обратиться к общей теории относительности (ОТО), то она при отсутствии гравитационного поля и стремлении гравитационных потенциалов $g_{ik} \rightarrow 0$ переходит в СТО, а при малых скоростях и слабых полях — в классическую механику.

При малых плотностях материи законы динамики ОТО переходят в законы СТО, а при малых скоростях — в законы механики Ньютона; геометрия пространства становится евклидовой, а течение времени — равномерным (принято говорить, что пространство—время становится плоским). Для самого гравитационного поля в первом приближении оказывается справедливым закон тяготения Ньютона.

$$F = \frac{GMm}{r^2}.$$

На уроках следует подчеркнуть, что из классической механики в механику СТО и ОТО переходит целый ряд понятий и законов, остающихся инвариантными относительно старых и новых теорий. Прежде всего, это энергия, импульс, заряд и масса, с неверным пониманием которой, будто бы зависящей от скорости, «пора окончательно распрощаться» (Л.Б.Окунь); и «сквозные», общие для всего научного знания, законы сохранения и превращения энергии, сохранения импульса и момента количества движения.

В ходе сопоставления классической и релятивистской механики, оперируя при этом отчасти количественными преобразованиями, а в основном качественными соображениями, учащиеся вполне способны прийти к выводу: если классическая механика не накладывает никаких ограничений на возможные скорости движения, то в механике СТО запрещены скорости, превышающие скорость света.

Таким образом, теория относительности связана с фундаментальной постоянной природы — со скоростью света c , входящей в известные преобразования Лоренца. С ее появлением круг допустимых скоростей в физике сузился, зато круг описываемых явлений природы значительно расширился. Учащиеся осознают, что если механика Ньютона имела дело с абсолютными пространством и временем, то СТО — с абсолютным четырехмерным континуумом.

Мировоззренческие обобщения. Исходя из конкретных фактов сопоставления классической и релятивистской механики, учащиеся способны сделать для себя следующие основополагающие выводы, сопоставимые с образами Д.Данина [5]:

— классика велела, чтобы пространство и время были абсолютны, а они оказались относительными;

— классика велела, чтобы физическая скорость могла быть сколь угодно большой, а обнаружился предел — скорость света c в вакууме;

— классика считала, что гравитация есть одно из свойств массы тела, а оказалось, что она — мера кривизны пространства;

— классика в описании геометрических форм физического пространства равнялась на евклидову геометрию, современная же теория гравитации (ОТО) — на неевклидову (риманову).

Таким образом, СТО и ОТО в определенном смысле ограничивают тот круг явлений, на объяснение которых претендовала ранее классическая механика Ньютона. Но и в релятивистской механике Эйнштейна появляются свои ограничения.

Вопросы для учащихся:

1) Какие ограничения должны быть наложены на специальную теорию относительности, чтобы она могла быть сведена к классической механике?

2) Попробуйте изменить преобразования Лоренца так, чтобы из них получить законы механики Ньютона.

3) Отказ от каких ограничений позволил Эйнштейну расширить круг физических явлений, описываемых специальной теорией относительности? Какое ограничение имеется в самой СТО?

2. **Классическая и квантовая механика.** С введением в 1900 г. в физику новой физической константы — кванта действия (постоянной Планка h) между классической и квантовой механикой возникло определенное расхождение. Чтобы от него избавиться, Н.Бор предложил рассматривать квантовую физику как обобщение классической. Для этого ученый вводит принцип соответствия между теориями.

Причем если вначале этот принцип использовали в качестве «строительных лесов», то позднее обращение к классической механике Ньютона становится обязательным элементом теории. Это проявляется, например, в том, что написать уравнение Шредингера для каждой конкретной задачи можно, лишь взяв из классической механики выражение потенциальной энергии для этой задачи: $\frac{-e^2}{r}$ — для атома водорода, $\frac{kx^2}{2}$ — для осциллятора и т.д. [4].

И здесь следует обратить внимание учащихся на возможность и необходимость использования этого принципа. Так, квантовая механика асимптотически переходит в классическую механику:

— если можно пренебречь величиной кванта действия h , полагая его стремящимся к нулю ($h \rightarrow 0$). По определению М.Планка (1906), «классическую теорию можно охарактеризовать просто

как теорию, в которой квант действия бесконечно мал»;

— если электрон находится далеко от атома, то квантовые законы для него (движения, характеризующие большими квантовыми числами) сводятся к законам классическим;

— если атомы находятся на больших расстояниях друг от друга;

— если взято большое число электронов или атомов, и тогда полученные результаты можно рассматривать как статистические [4].

Определенные уточнения в применении принципа соответствия к квантовой механике внес П.Эренфест. По его выводам, уже средние значения квантовых величин позволяют перейти от уравнений Шредингера к уравнениям классической механики. Точно так же релятивистская квантовая механика закономерно переходит в классическую ньютоновскую механику, когда скорость света будет бесконечно большой, а квант действия — бесконечно малым ($c \rightarrow \infty, h \rightarrow 0$).

Таблица 2

Классическая механика	Квантовая механика
$h \rightarrow 0$	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
$c \rightarrow \infty, h \rightarrow 0$	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
—	$\Delta p \Delta x \geq h$
$F = \frac{d(mv)}{dt}$	$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U(x)) \psi = 0$
$\lambda_m = 0$	$\lambda_m = \frac{h}{mc}$

Поясним действие принципа на примере атома водорода. Разность энергий электрона для двух соседних энергетических уровней с квантовыми числами n и $n + 1$:

$$\Delta W = W(n) - W(n+1) = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right),$$

Если $n \gg 1$, то $\Delta W = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{2}{n^3}$. Относительное изменение энергии электрона $\delta = \frac{\Delta W}{W(n)} = \frac{2}{n}$.

При $n \rightarrow \infty$ получаем $\delta \rightarrow 0$.

Это означает, что с возрастанием квантового числа n происходит сближение энергетических уровней, они становятся квазинепрерывными, и

это соответствует классическим представлениям о непрерывном изменении энергии.

Мировоззренческие обобщения. В целях обобщения представлений учащихся о диалектическом взаимодействии классической и квантовой механики следует еще раз подчеркнуть отличительные признаки квантовой механики, которые отсутствуют в классической:

— энергия в микромире квантуется, причем, энергия кванта излучения определяется как $E = h\nu$ (как видим, микромир характеризуется новой фундаментальной константой — постоянной Планка h , которая в макромире теряет свое значение);

— микромиру присущ корпускулярно-волновой дуализм: элементарные частицы обладают и корпускулярными, и волновыми свойствами, проявляя те или другие в зависимости от того, какие измерения над ними производятся;

— микромир подчиняется вероятностным законам, отражающим вероятностный характер квантовых процессов; в нем действует принцип неопределенности Гейзенберга, утверждающий невозможность точного измерения величин движения элементарных частиц;

— в то же время формулировка основных положений квантовой механики принципиально невозможна без привлечения механики классической; более того, квантовая механика содержит классическую как свой предельный случай, что подтверждает действие принципа соответствия;

— вместе с тем для однозначного выбора верной теории применение принципа соответствия недостаточно, необходим учет иных подходов и методологических принципов.

Перечисленные особенности микромира и описываемой ее квантовой теории слабо проявляют себя в макромире и потому отсутствуют в соответствующей ему классической механике.

Вопросы для учащихся:

1) Как следует изменить постоянную Планка, чтобы от квантовой механики естественным образом перейти к механике Ньютона?

2) При каком условии принцип неопределенности Гейзенберга, применимый для квантовых объектов, перестает действовать в макромире в справедливой для него классической механике?

3) Чем объяснить квантование радиусов орбиты электрона, его скорости движения и энергии? При каком условии от квантования можно было бы отказаться?

3. *Учет принципа соответствия в самой механике и в других разделах физики.* В механике можно указать на действие принципа соответствия с использованием таких примеров:

— второй закон Ньютона $F = ma$ сводится к первому закону Ньютона, если тело движется с постоянной скоростью (в предельном случае $a = 0$);

— законы Кеплера для эллиптических орбит согласуются с более простой теорией для круговых орбит (в этом предельном случае).

Разумеется, принцип соответствия действует и в других разделах курса физики и учащиеся могут удостовериться в этом. Уже на материале изучения идеальных газов учащиеся убеждаются в том, что газовые законы для изопроцессов являются частными случаями уравнения состояния идеального газа:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

С другой стороны, если учесть размеры молекул и их взаимодействие, т.е. перейти от модели идеального газа к модели реального, то получим уравнение Ван-дер-Ваальса. Оно является обобщением уравнения Менделеева–Клапейрона и включает его в себя.

$$pV = RT \rightarrow \left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT.$$

При знакомстве с электрическими явлениями, начиная от статического электричества и заканчивая электродинамикой Максвелла–Лоренца, учащиеся начинают понимать, что последняя выступает наиболее общей теорией. Когда размеры электроустановок на порядок превосходят длину излучаемой электромагнитной волны, уравнения Максвелла заменяются совокупностью более частных законов Ома, Фарадея и т.д. Если ограничиться анализом электрических токов, не меняющихся со временем, получаем законы постоянного тока.

Постигая основы геометрической, а затем и физической оптики, учащиеся на материале волновых свойств света имеют возможность обнаружить для себя связь знания и представлений о волновой и геометрической оптике. В тех случаях, когда можно пренебречь длиной волны света, т.е. при $\lambda \rightarrow 0$, волновая оптика асимптотически переходит в оптику геометрическую.

Этот переход учащиеся могут наблюдать на примере дифракции света, когда на относительно небольшом расстоянии L от отверстия ширина изображения на экране x мало отличается от ширины отверстия D , т.е. $D \approx x$. Действующее в этом

случае соотношение $L \ll \frac{D^2}{\lambda}$ свидетельствует о границе применимости закона прямолинейного распространения света и условия его выполнимости.

Изучая волновую и квантовую оптику, учащиеся знакомятся с взаимосвязью той и другой, если на уроках провести ряд соответствующих ограничений. При интенсивных световых пучках картина действия квантов света переходит в картину волновой теории, а корпускулярные характеристики фотона — энергия E и импульс p связаны с волновой характеристикой света — его частотой (или длиной волны).

Таким образом, условия, при которых справедливо квантовая

($\lambda = 4 \cdot 10^{-7} - 7 \cdot 10^{-7}$ м, $\nu = 7,5 \cdot 10^{14} - 4 \cdot 10^{14}$ Гц, $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с (здесь действует корпускулярно-волновой дуализм)) \rightarrow

волновая ($\lambda \neq 0$, $\nu \neq 0$, $h = 0$) и \rightarrow геометрическая оптика ($\lambda = 0$, $\nu = 0$, $h = 0$), наглядно свидетельствуют о соответствии каждой последующей теории оптики предыдущим.

Действие принципа соответствия проявляется и в важной роли фундаментальных физических констант в объединении научного знания в систему фактов, понятий, законов и теоретических построений. По мере изучения школьного курса физики учащиеся знакомятся с гравитационной постоянной G , числом Авогадро N_A , зарядом e и массой m электрона, скоростью света c , постоянной Планка h и др.

Обнаруживая их в самых разных законах и теориях физики, они убеждаются в их способности связывать между собой эти законы и теории, предсказывать новые и объединять раздельно и независимо существовавшее знание в единое целое. И здесь должна быть подчеркнута особая роль G , c и h в унификации научного знания.

Вопросы для учащихся:

1) Как действует принцип соответствия при переходе от газовых законов к уравнению состояния идеального газа и от уравнения Менделеева–Клапейрона к уравнению Ван-дер-Ваальса?

2) Какие изменения в движении заряженных частиц позволяют получить электростатические явления, постоянный и переменный токи, электромагнитные волны?

3) При каком условии законы волновой оптики могут перейти в законы оптики геометрической?

4) В чем заключается взаимосвязь квантовой и волновой оптики?

5) Приведите примеры включения одних и тех же фундаментальных констант в различные законы и теории физики.

Мировоззренческие выводы о единстве научного знания могут быть сформулированы при анализе конкретных проявлений принципа соответствия, при обобщении учебного знания так:

— в физике новую теорию следует строить так, чтобы старая теория стала ее предельным случаем; в крайнем случае, новая физическая теория не должна противоречить старой;

— благодаря этому принципу, «старые и новые физические теории не (будут) разделены... жесткими перегородками, но связаны определенными процессами перехода, соответствующими переходу от одной относительной сущности к другой» [4];

— каждая новая теория по сравнению с прежней охватывает больший круг физических явлений, к тому же она становится более конкретной в силу ограничения прежней теории (иными словами, здесь действует и принцип несоответствия);

— в каждой более общей фундаментальной теории появляется новая константа, накладывающая отдельные ограничения на предыдущую физическую теорию; эти константы (в особенности G , h и c), включенные в целый ряд законов и теорий, укрепляют единство и иерархию современного физического знания;

— в ходе научных исследований нередко возникает ряд возможностей в выборе теоретического знания. В таких ситуациях принцип соответствия играет роль своеобразного «принципа отбора», ограничивающего поле возможностей и указывающего общий вид будущих математических форм физической теории.

Взаимосвязь старой и ее обобщающей новой теории может быть представлена в виде следующей полезной для понимания существа принципа соответствия логической схемы.

Таким образом, на материале курса физики учащиеся убеждаются в том, что принцип соответствия органично связывает старое «классическое» знание с новым современным, находя свое отражение в содержании сменяющих друг друга научных картин мира. Эти картины составляют последовательные ступени развития физического знания от относительных истин одного порядка к относительным истинам более высокого порядка. Причем в смене картин запечатлено неудержимое движение к познанию сущности все более глубоких уровней существования материи.

В итоге у учащихся формируется представление в том, что вся совокупность современного физического знания образует основательно отрегулированную, непротиворечивую систему понятий, законов и теорий, взаимосвязанных между собой. И в этой хорошо отлаженной взаимосвязи принцип соответствия выполняет важную организующую и эвристическую функцию.

Литература

1. Галил Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы. — М.: Просвещение, 1987.
2. Громов С.В., Шаронова Н.В. Физика 10–11: Книга для учителя. — М.: Просвещение, 2004.
3. Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе. — М.: Просвещение, 1990.
4. Принцип соответствия. — М.: Наука, 1979.
5. Данин Д. Вероятностный мир. — М.: Знание, 1981.
6. Щербakov P.H. Процесс обучения: от объяснения — к пониманию // Педагогика. — 2007. — № 5.

