

И.Я.ЛАНИНА

**ФОРМИРОВАНИЕ
ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ
ИНТЕРЕСОВ УЧАЩИХСЯ
НА УРОКАХ
ФИЗИКИ**

И.Я.ЛАНИНА

**ФОРМИРОВАНИЕ
ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ
ИНТЕРЕСОВ
УЧАЩИХСЯ
НА УРОКАХ
ФИЗИКИ**



КНИГА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

МОСКВА

«ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1985

ББК 74.265.1

Л22

Рецензенты:

доктор педагогических наук *Н. А. Родина*,
доцент кафедры методики физики
Вильнюсского педагогического института *В. П. Валентинавичюс*

Ланина И. Я.

Л22 Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики: Кн. для учителя.—М.: Просвещение, 1985.—128 с., ил.

В книге рассмотрены пути формирования познавательных интересов учащихся на уроках физики и методы оптимизации учебного процесса на конкретном материале.

Л $\frac{4306010000-325}{103(03)-85}$ 78-85

ББК 74.265.1

53

Наука вовсе не трудна и не тяжела, она, напротив, имеет свое обаяние для каждого человеческого ума,— обаяние точности, полноты и системы. Хочешь наукой воспитать ученика, люби свою науку и знай ее, и ученики полюбят и тебя, и науку, и ты воспитаешь их; но ежели ты сам не любишь ее, то сколько бы ты ни заставлял учить, наука не произведет воспитательного влияния.

Лев Толстой

Введение

В советской дидактике в последние годы утвердился принцип оптимизации учебного процесса, имеющий большое значение в обеспечении эффективности обучения.

Этот принцип позволяет из ряда возможных вариантов урока сознательно выбрать такой вариант, который в данных условиях обеспечит максимально возможную эффективность решения задач обучения школьников. Причем оптимальный вариант урока — это не идеальный вариант, а самый лучший вариант сегодня, для реальных возможностей учеников и учителя в данной школе.

В системе средств оптимизации обучения большое значение принадлежит умению формировать познавательные интересы школьников. Среди многих идей, направленных на совершенствование учебного процесса, идея формирования познавательных интересов учащихся является одной из самых значимых.

Безусловно, в учении огромную роль играют такие нравственные мотивы, как чувство долга, стремление быть трудолюбивым, принести пользу Родине. Но все эти мотивы должны опираться на ту положительную эмоциональную установку к труду и учению, которую нужно создать у школьников. Более важным, чем знание определенных вопросов программы, является увлечение ученика делом, которому он решил посвятить свою жизнь. Нужно разбудить живые склонности в каждом ученике, помочь найти призвание и следовать ему.

Творческое отношение к любому труду следует воспитывать именно в школе, начиная с простейших опытов и решения задач. Тем, кто сейчас учит физику в школе, предстоит создать единую теорию поля, запускать к звездам космические корабли, исследовать проблемы наследственности, управлять термоядерной реакцией.

Физика занимает особое место среди школьных дисциплин. Как учебный предмет она создает у учащихся представление о научной картине мира. Являясь основой научно-технического прогресса, физика показывает учащимся гуманистическую сущность научных знаний, подчеркивая их особую нравственную ценность. Физика формирует творческие способности учащихся, их мировоззрение и убеждения, т. е. способствует воспитанию высоконравственной личности. Эта основная цель обучения может быть достигнута только тогда, когда в процессе обучения будет сформирован интерес

к знаниям, так как только в этом случае можно достигнуть эффекта сопереживания, пробуждающего определенные нравственные чувства и суждения учащихся.

Наличие познавательных интересов у школьников способствует росту их активности на уроках, качества знаний, формированию положительных мотивов учения, активной жизненной позиции, что в совокупности и вызывает повышение эффективности процесса обучения.

Нужно так строить обучение, чтобы ученик понимал и принимал цели, поставленные учителем, чтобы он был активным участником реализации этих целей — субъектом деятельности.

В этом случае познавательный интерес ученика будет выступать в учебном процессе как цель обучения, как средство в руках учителя и мотив деятельности ученика, как результат обучения.

Необходимо отметить, что наличие у учащихся интереса к учению относится к тому ряду педагогических явлений, которые в большой степени определяются деятельностью учителя, его педагогическим мастерством.

Сочетание яркости, доходчивости и логичности изложения учебного материала, максимальная активизация, умелое использование самостоятельной работы учащихся, нахождение наиболее действенных средств влияния на личность ученика, высокая требовательность и доброжелательность издавна характеризовались как педагогический талант.

В педагогической и психологической литературе высказывается мысль, что главная функция учителя — это не передача знаний, а создание определенного эмоционального отношения к этим знаниям, которое обеспечит их активное восприятие и усвоение.

Мы не считаем возможным подробно останавливаться на психологической и педагогической стороне проблемы познавательных интересов, так как этим вопросам посвящены крупные работы.

Остановимся на некоторых основных вопросах.

1. Познавательным интересом называют избирательную направленность личности, обращенную к области познания, к ее предметной стороне и самому процессу овладения знаниями. Своеобразие познавательного интереса состоит в тенденции человека, обладающего познавательным интересом, углубиться в суть познаваемого. Следовательно, познавательные интересы учащихся к физике складываются из интереса к явлениям, фактам, законам; из стремления познать их сущность на основе теоретического знания, их практическое значение и овладеть методами познания — теоретическим и экспериментальным, приближающимися в старших классах к методам науки.

2. Выясним вопрос о том, что лежит в основе познавательного интереса, служит его объективным источником.

И. П. Павлов связывал проявление интереса с безусловным ориентировочным рефлексом «что такое?». Этот рефлекс соответствует ситуативному интересу, который может служить мотивом деятельности. Главное в нем — новизна информации.

Механизм познавательного интереса значительно сложнее, чем просто ответ на внешний раздражитель. Не все новое, что встречается человеку в окружающей жизни, становится предметом его интереса. Познавательная направленность ученика носит избирательный характер. Когда те или иные понятия, предметы или явления представляются ему важными, имеющими жизненную значимость, тогда он с увлечением ими занимается, старается все это глубоко изучить. В противном случае интерес ученика будет носить случайный, поверхностный характер.

Некоторые реакционно настроенные психологи и педагоги буржуазных стран считают, что интересы заложены в природе ребенка и проявляются по мере его роста и созревания. Такой взгляд направлен на утверждение врожденных различий между людьми. Он полностью отрицает роль учителя и школы в воспитании интересов школьников.

Советская психология и педагогика утверждают, что истоки интереса лежат в общественной жизни, что именно в деятельности человека формируется конкретное содержание его интересов.

3. Проследим более подробно динамику формирования интереса к физике как учебному предмету.

Можно предложить такую схему воспитания у учащихся увлечения учебным предметом: от любопытства к удивлению, от него к активной любознательности и стремлению узнать, от них к прочному знанию и научному поиску.

На первой стадии — удивления и любопытства — у школьников возникает ситуативный интерес, проявляющийся при демонстрации эффектного опыта, слушании рассказа об интересном случае из истории физики, от необычного применения явления и т. д. Этот интерес гаснет и быстро исчезает при изменении ситуации на уроке. Но учитель не должен пренебрегать этой первой возможностью вызвать ростки интереса к учению.

Любопытство, как начальная стадия познавательной направленности личности ученика, характеризуется тем, что его объектом является не содержание предмета, а чисто внешние моменты урока — оборудование, мастерство учителя, формы работы на уроке.

По мере обогащения запаса конкретных знаний в процессе учебной деятельности, осознания ряда фактов, явлений, законов происходит все большая объективация интереса: ученик придает все возрастающее значение реальному содержанию объекта своего интереса. Любопытство перерастает в любознательность.

Любознательность является более совершенной ступенью познавательной направленности личности ученика. Здесь на первый план выступает установка на познание. Поэтому проявление любознательности тесно связано с самим содержанием учебной деятельности.

Стадия любознательности характеризуется стремлением учащихся глубже ознакомиться с предметом, больше узнать. На этой стадии учащиеся много спрашивают, спорят, стараются самостоятельно найти ответы на свои вопросы и вопросы товарищей. Учи-

телю следует так организовать преподавание, чтобы поддержать у учащихся стремление узнать новое, испытать чувство радости от процесса познания.

Следующая стадия — наличие познавательного интереса — проявляется в стремлении к прочным знаниям по предмету, что связано с волевыми усилиями и напряжением мысли, с применением знаний на практике.

В процессе обучения физике изменяется объект интереса учащихся. Вначале это факты, опыты, явления; затем — возможность их объяснения; потом — глубокое их истолкование и теоретическое обобщение на основе ведущих теоретических идей, приводящее к пониманию физической картины мира.

Изучение опыта работы школы показало, что современные школьники, в особенности старшеклассники, предъявляют высокие требования к школьному учителю. Их строгой оценке подвергается значимость получаемых на уроке конкретных знаний, содержание и информативная емкость урока, соответствие формы урока его содержанию, умение учителя придать учению самостоятельный и творческий характер и собственное отношение учителя к своему предмету.

Как может учитель физики судить об уровне развития интересов учащихся на уроках? Обобщая данные педагогических исследований, можно сформулировать следующие показатели интереса.

1. Активное включение в учебную деятельность (сколько раз поднимал руку, отвечал, выступал на уроке по желанию, задавал вопросы учителю).

2. Реакция на звонок с урока.

3. Самостоятельность выводов и обобщений.

4. Добровольное выступление с докладами.

5. Участие по собственному желанию в анализе и дополнениях ответов товарищей.

6. Желание проникнуть в сущность явлений и законов, объяснить окружающие явления.

7. Самостоятельное проведение экспериментов, работа с приборами в кабинете и дома.

8. Свободное чтение научно-популярной литературы в школьной библиотеке и дома.

9. Участие во внеклассной работе по физике.

Важно отметить, что именно интересное преподавание приводит к интересному учению, поэтому их в совокупности следует считать одним из основных критериев ценности учебного процесса.

Все вышесказанное приводит к необходимости исследовать «интересное учение» как качество обучения, определяемое особенностями содержания предмета, которое проявляется в комплексе методических приемов, способствующих созданию положительного эмоционального настроения классного коллектива на решение учебно-воспитательных задач урока.

В данной работе рассмотрены основные, на наш взгляд, направления проблемы, меньше других освещенные в литературе.

Глава I

ВОЗМОЖНОСТИ ФИЗИКИ КАК УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ УЧАЩИХСЯ

§ 1. Оценка внутренних возможностей содержания школьного курса физики с целью формирования познавательных интересов школьников

Опыт показывает, что не любое содержание указанных в программе разделов привлекает интерес учащихся.

Тщательное изучение их ответов и методический анализ различных разделов школьного курса физики позволили прийти к выводу: все темы курса физики содержат внутренние возможности для формирования познавательных интересов учащихся. Нужна только соответствующая методика преподавания.

Покажем возможность использования приведенных методических рекомендаций при изучении темы «Элементы статики», которая, по мнению учащихся VIII класса, является «одной из самых неинтересных тем».

При изучении данной темы учитель и учащиеся смогут привести много различных практических примеров равновесия тел и явлений, связанных с изменением этого равновесия. Учащимся нужно постоянно показывать, что только в итоге точных расчетов сооружаются здания, тоннели, мосты, башни, трамплины, прочность и устойчивость которых сочетаются с красотой внешней формы. Нужно обратить внимание учащихся на большую устойчивость любого производственного сооружения или предмета домашнего обихода. С этой целью снижают центр тяжести тела, располагая все тяжелые, массивные детали в нижних частях конструкций. Для уравнивания действующих на тело сил и увеличения устойчивости тела иногда к нему подвешивают добавочные перегрузки, устраняют различного рода балансиры, например у подъемных кранов. В конструкциях каждого из объектов современного транспорта прежде всего уделяют внимание способности машины к сохранению устойчивого положения. Все эти и подобные им примеры заинтересовывают школьников изучаемым материалом.

Содержание темы «Элементы статики» позволяет учащимся обнаружить, казалось бы, у знакомых явлений и предметов (рычаг, сложение сил, равновесие, центр тяжести) новые стороны. Для этого учитель должен обратить внимание учащихся на «новые» объяснения встречающихся в жизни явлений с точки зрения законов статики и на те новые понятия (момент силы, правило моментов), которые для этого необходимы. Подобный подход к изучению темы всегда вызывает интерес учащихся.

Особенно большую роль в этом смысле сыграло использование известного учащимся алгоритма решения задач по динамике. В предложенной методике задачи по статике рассматривались как частный случай динамических задач. При этом желание решать задачи основывается на умении их решать и на возможности переноса своих умений в новую обстановку конкретной задачи: раньше $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$, теперь $\Sigma \vec{F} = 0$.

Планируя тему «Элементы статики» в экспериментальном классе, мы старались использовать свойственное учащимся стремление к активной деятельности на уроке: увеличили число экспериментальных задач, фронтальных опытов и лабораторных работ. Учащиеся отмечают: «Было интересно самостоятельно ставить опыты, делать из них выводы, находить правильное решение задачи, самостоятельно обосновывать формулы»; «Люблю сидеть над задачами, люблю мыслить». Подобными возможностями располагает любая тема, однако учителя не всегда обращают внимание на возможность усиления на уроке самостоятельной работы учащихся.

Ученики контрольных классов возмущаются: «Даже лабораторную работу выполняешь по готовой инструкции. Легко, но неинтересно»; «В задаче не надо ничего придумывать, изобретать. И сегодня, и завтра пиши: дано, найти и т. д. Мы могли бы и сами составлять интересные задачи».

Тема «Элементы статики» дает возможность привлечь большой и интересный материал о работах Аристотеля, Архимеда, Стевина, Галилея, Бернулли и других ученых и изобретателей.

Содержание рассматриваемой темы располагает интересным материалом для разнообразия форм деятельности учащихся: проведение урока-семинара по решению творческих задач, составление и проведение дидактических игр, например тематической викторины или «путешествия по городу» (подробнее см. с. 80—88), урока-конференции, групповой работы по решению задач. Все это позволяет повысить познавательные интересы учащихся к теме.

Например, с целью учета желаний и возможностей учащихся можно сообщить учебный материал темы на уроке-конференции «Статика на службе строительной промышленности города». Предварительно ребята группами (по 7—8 человек) посещают ряд предприятий и учебных заведений города. Учащиеся школы № 307 Ленинграда после проведения такой конференции указывали в докладах: «Статика — яркий пример применения физики в жизни. Сооружение домов, мостов, памятников основано на ее законах»; «Мне было интересно узнать, почему «падает» Пизанская башня»; «Меня всегда восхищал могучий порыв бронзового властелина, «Россию поднявшего на дыбы», но только сейчас я поняла, какие важные технические задачи решались авторами сооружения»; «Мне очень понравился урок, на котором ребята делали доклады об экскурсиях на предприятия и в институты. Даже скорее не сам урок, а подготовка к нему. Самым важным, по-моему, является не результат, т. е. урок, а процесс подготовки к нему, очень интересный

и трудный. Когда заранее долго готовишься, то и урока ждешь с нетерпением».

Анализ экспериментальной работы по теме «Элементы статики» показал, что восьмиклассники на каждом уроке из восьми, ответственных на изучение темы, учились с увлечением, а контрольная работа подтвердила возросшее качество знаний.

§ 2. Содержание школьного курса физики — один из источников формирования познавательных интересов

В педагогике установлено пять критериев интересности содержания учебного материала. Проследим место каждого из них на уроках физики.

1. Новизна учебного материала, неожиданность многих выводов и законов. К физиологической основе познавательного интереса новизна, как стимул интереса учащихся, стоит ближе всего. Физика заключает в себе большие возможности показать ученикам то новое, что может поразить и удивить их.

Примерами таких тем курса являются «Сила тяжести на других планетах» (VI класс), «Изменение объема при плавлении и отвердевании» (VII класс), «Закон всемирного тяготения» (VIII класс), «Природа электропроводности различных сред» (IX класс) и многие другие.

Необходимо отметить, что сама по себе новизна темы урока не вызовет у учащихся интереса к ее изучению. «Потенциальная энергия» (VI класс), «Удельная теплота сгорания топлива» (VII класс), «Закон Бойля—Мариотта» (IX класс), «Интерференция волн» (X класс) — все эти темы несмотря на их полную новизну при простом объяснении об их изучении на уроке не вызывают познавательной активности учащихся. В этом случае им полностью непонятен учебный материал и они, естественно, не представляют себе, как он интересен. Здесь особенно необходимо создание на уроке проблемной ситуации. Для того чтобы заинтересовать учащихся учебным материалом, следует преподносить новую информацию так, чтобы вызвать эмоциональное восприятие темы. Для этого можно сопоставлять неожиданные факты, обнаруживать противоречия, вызывать у учащихся удивление, недоумение, вопрос, который побуждает к поиску истины.

Нельзя серо и буднично констатировать физические факты. Нужно строить объяснение как исследование, как открытие. Итог урока должен быть озарением для учащихся. Поэтому учитель должен взять себе за правило на каждом уроке подводить результат: «Итак, сегодня на уроке мы узнали...»

Приведем несколько примеров. При изучении интерференции волн учащихся, безусловно, поразит тот факт, что в результате наложения двух волн с одинаковой частотой и амплитудой в точке шнура, куда придут обе волны, обнаружится покой.

Не надо думать, что ученики сумеют самостоятельно выделить этот факт. Учитель должен сам подчеркнуть необычность явления и тем привлечь интерес учащихся.

Аналогично при изучении дифракции света можно вызвать эмоциональный отклик учащихся, сообщив им неожиданный факт: если на пути лучей света поставить тонкую проволоку, то на экране, стоящем за проволокой, мы не увидим обычной тени. Картина на экране будет представлять собой чередование светлых и темных полос, и что самое неожиданное — в центре этой картины вместо яркой тени будет светлая полоса.

Поиск научного объяснения нового факта рождает не просто удивление, а живейший интерес к уроку. Необходимо указать, что этот ситуативный интерес станет настоящим познавательным интересом только в том случае, когда новым удивительным фактам будет дано научное объяснение. Причем это объяснение должно быть четким и доступным для учащихся.

Кроме сообщения новых, поражающих учеников фактов, стимул новизны может принимать и другую форму, например выявление новых элементов закономерностей в процессе усвоения знаний. На уроках физики в VII классе большой познавательный интерес вызывает «открытие» закона Ома, вывод формул для расчета электрических цепей; в VI классе — «открытие» закона Архимеда и закона плавания тел; в IX классе — установление статистических закономерностей в мире молекул; в X классе — построение графика резонанса механических и электрических колебаний и т. д.

Вовлекая учащихся в поиск, учитель учит их размышлять, делать выводы из фактов, т. е. воспитывает их познавательную активность, что является одним из важнейших условий развития познавательного интереса. Поэтому такие уроки целесообразно проводить как уроки-исследования с соблюдением всего цикла процесса научного творчества. Отдельные звенья этого процесса: наблюдение фактов, выдвижение гипотезы, получение практических следствий, экспериментальная проверка гипотезы — должны стать известны учащимся¹.

Методика проведения уроков-исследований будет изложена во II главе.

Иногда утверждают, что стимул новизны находит свое выражение в содержании, выходящем за пределы программы. В ряде случаев мы согласны с данным положением. В программу VII класса не включен вопрос об измерении объема при плавлении и отвердевании, но знание особенностей расширения воды при отвердевании совершенно необходимо учащимся в повседневной жизни для понимания некоторых явлений природы. Как указывалось выше, эти вопросы вызывают интерес школьников. Однако обращение к дополнительному материалу имеет смысл только тогда, когда он соответствует уровню подготовки учащихся и диктуется педагогиче-

¹ Подробнее см.: Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике.— М.: Просвещение, 1975.

скими требованиями. Так, в VII классе при изучении темы «Понятие об электрическом поле» параграф учебника необходимо дополнить демонстрацией и объяснением ряда опытов, подтверждающих материальность электрического поля и убеждающих учащихся в действии сил на электрические заряды. Эти дополнительные сведения будут способствовать формированию диалектико-материалистического мировоззрения учащихся и, кроме того, будут «работать» при изучении темы «Электричество». В этом случае дополнительный материал способствует не простому накоплению «еще некоторых» новых сведений, а будит мысль ученика, позволяет ему логически стройно объяснить ряд физических законов, обогащает его новыми данными для объяснения явлений и процессов окружающей жизни.

2. Изучение известного школьникам материала под новым углом зрения. Новизну содержания учебного материала невозможно использовать как единственный и постоянный стимул развития познавательного интереса. Поток информации, поступающий к школьнику с помощью радио, телевидения, газет, журналов, научно-популярных книг, очень велик. Эти донаучные представления создают у ученика кажущееся мнение о том, что «это все уже известно», приводят к угасанию ориентировочного рефлекса, к исчезновению удивления.

Однако содержание учебного материала почти всегда дает возможность рассмотреть его под новым углом зрения (эффект острания). Здесь прежде всего необходимо отметить, что «новое» — это не только совершенно незнакомый, впервые встречающийся предмет или явление. «Новое» можно узнать и о давно известных вещах. Важно, чтобы учитель постоянно подчеркивал этот факт.

Например, на уроках природоведения в начальной школе ребята узнают о том, что все тела состоят из мельчайших частиц. Понятия «молекула», «атом» для современных шестиклассников не новы. Но именно на уроках физики они узнают о том, что эти частицы обладают определенными свойствами. Они находятся в постоянном движении, между ними действуют силы взаимного притяжения и отталкивания. Эти неизвестные факты о давно известных вещах поражают и заинтересовывают ребят. Оказывается, множество хорошо известных учащимся фактов объясняются именно с точки зрения теории строения вещества. «Почему, проходя мимо столовой, мы чувствуем аппетитный запах?», «Почему чернильные пятна на столе или на полу легче удалить сразу после того, как пролиты чернила, и значительно труднее сделать это впоследствии?» и т. д.

Долг учителя — научить ученика удивляться обычным (знакомым) явлениям. На уроках математики учащиеся решают множество задач «на движение». Вопрос о скорости движения транспорта, пешехода и т. д. и формула $s=vt$ знакомы ребятам. Формируя в VI классе понятие скорости, учитель должен помнить об этом. Нужно подумать, какие сведения можно сообщить учащимся, что-

бы это известное понятие по-новому раскрылось перед ними. Скорость имеет направление, скорость — понятие относительное. Оказывается, что скорость учащихся, сидящих в классе за партами, равна и нулю, и 30 км/с в зависимости от того, рассматриваем ли мы эту скорость относительно Земли или Солнца. Это обновление содержания материала стимулирует познавательные процессы, тем самым вызывая и развивая интерес к знаниям.

«Внутренняя занимательность преподавания основана на том законе, что мы внимательны ко всему тому, что ново для нас, но не настолько ново, чтобы быть совершенно неизвестным и потому непонятным; новое должно дополнять, развивать или противоречить старому, словом, быть интересным, благодаря чему оно может войти в любую ассоциацию с тем, что уже известно» (К. Д. Ушинский).

Возможность в прежних знаниях видеть новое, более глубокие стороны, связи и отношения является важнейшим стимулом развития интереса к учебному предмету.

Вопрос о природе электрического тока в жидкостях знаком учащимся IX класса из курса физики VII класса и курса химии. Поэтому на данном уроке особенно важно подчеркнуть то новое, что должны узнать ученики.

Например, они не знают, почему водные растворы органических веществ в большинстве своем не являются проводниками электрического тока. Теперь это следует объяснить. Не все неорганические вещества при растворении диссоциируют на ионы (например, хлористый водород в толуоле или перманганат калия в ацетоне). Неожиданными для учащихся являются результаты опытов, доказывающие отсутствие проводимости этих веществ.

Известный учащимся теоретический вывод: молекулы электролитов распадаются на ионы при растворении, а не при прохождении электрического тока — интересно в IX классе подтвердить демонстрацией опыта Толмена по центрифугированию, например, перхлората лития или йодистого калия.

Необходимо, однако, отметить, что следует так подбирать материал к уроку или системе уроков, чтобы прошлый опыт не являлся «тормозом». Например, ученики VIII класса часто недоумевают, зачем при изучении равномерного движения тела по окружности вводят понятие ускорения.

Тормозящую роль прошлого опыта можно в значительной степени снизить путем разнообразия тренировочных упражнений. Эмоциональное возбуждение, чувство удивления, возникающее при рассмотрении примеров, включающих «старые» и «новые» знания, не только привлекают внимание учащихся к изучаемому материалу, но и способствуют более осознанному овладению знаниями. Например, при изучении трудной темы «Архимедова сила» существенные для данного понятия признаки усиливаются варьированием несущественных: на какое из двух тел действует большая выталкивающая сила? (рис. 1). В IX классе закон Ома для участка электрической цепи принимается как важное руководство к решению

задач, но при этом учащиеся часто не обращают внимание на границы применимости данного закона, что приводит к формальным знаниям. Здесь целесообразны вопросы типа: «Применим ли закон Ома для расчета сопротивления электролита?», «Можно ли использовать закон Ома для полупроводников?» и т. д.

Как правило, учащиеся хорошо усваивают формулировку III закона Ньютона и иллюстрирующие его примеры, однако решение задач, связанных с применением этого закона, часто вызывает затруднения. Это происходит потому, что при решении таких задач прошлый опыт учащихся оказывает тормозящее влияние. Житейские и научные представления учащихся не совпадают. Обратить внимание на это несовпадение и усилить его помогает следующий широко известный пример. Лошадь трогает телегу с места. Они движутся с каким-то ускорением. Из III закона Ньютона следует, что, с какой силой лошадь тянет телегу, с такой же точно силой, но в противоположную сторону телега действует на лошадь. Почему же в таком случае телега и лошадь движутся с ускорением?

Чувство удивления, которое возникает при «противопоставлении» изучаемого на уроке с изученным ранее или житейскими представлениями, позволяет заострить внимание на сущности закона, помогает понять смысл рассматриваемого явления.

Чтобы учащиеся увидели новое в знакомом и известном, надо научить их быть наблюдательными. В VIII классе при изучении законов равноускоренного движения следует развивать способность учащихся подмечать в «старом» материале новые закономерности, обращать внимание на новые выводы, на стройность, красоту формулировок.

Выше указывалось, что при решении задач по статике учащиеся с большим интересом и удовлетворением используют алгоритм решения задач по динамике.

В X классе в теме «Механические колебания», характеризуя гармоническое колебательное движение, учитель опирается на имеющиеся у учащихся знания и предлагает им следующие вопросы: «Что значит охарактеризовать движение?», «Между какими величинами необходимо установить связь для характеристики движения?» Ответы тоже знакомы учащимся: «Необходимо найти зависимость координаты, скорости и ускорения от времени» и т. д. В итоге работы со «старым» материалом появляется характеристика нового вида движения — гармонического колебания.

Учащиеся VII класса не раз встречались в жизни с явлениями плавления, кипения, испарения. Однако на уроке они с большим интересом наблюдают плавление кристаллического тела и анализируют график этого процесса. Учитель должен поддерживать этот естественный интерес школьников.

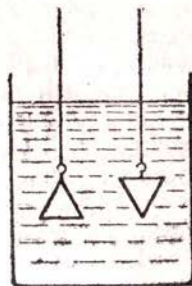


Рис. 1

Стимул обновления уже усвоенных знаний приобретает большее значение в старших классах. Учащиеся X классов с интересом участвуют в решении вопросов об эволюции теории строения атома. Каждый новый факт из истории заинтересовывает их глубокой постановки вопроса, причиной несостоятельности «старой» и появления «новой» теории, соотношением между теоретическим и практическим уровнем знаний. В этом случае обновление знаний стимулирует учащихся к овладению диалектическим подходом к изучению явлений.

Итак, вторым важным стимулом формирования познавательных интересов учащихся является обновление знаний. Этот стимул обычно играет двойную роль: познавательная активность учащихся вызывается их интересом к знаниям и вместе с тем развивает этот интерес.

3. Использование на уроках сведений из истории физики. Обращение к истории науки покажет ученику, как труден и длителен путь ученого к истине, которая сегодня формулируется в виде короткого уравнения или закона.

«Профессии» ученого нельзя обучить ни в школе, ни в институте. Можно предлагать на уроке учащимся лабораторные работы и фронтальные опыты, научить их методам работы с приборами, но нельзя сделать из них первооткрывателей, если не воспитать в них любви к творчеству, желание дерзать, попытку (пусть не всегда удачную) выйти за рамки существующих представлений. Этот настоящий интерес к науке может привить ученикам сама наука всем своим прежним опытом, своей волнующей историей, своим будущим.

К числу необходимых учащимся сведений в первую очередь относятся биографии великих ученых и история значительных научных открытий.

Методика ознакомления учащихся с творчеством и взглядами ученых-физиков очень интересно раскрыта в книге В. Н. Мощанского, Е. В. Савеловой «История физики в средней школе» (М., Просвещение, 1981).

Сведения об истоках научных открытий всегда воспринимаются учащимися с большим интересом, потому что они помогают увидеть по-новому то, что стало обычным и привычным. Набирая чернила в ручку, учащиеся наблюдают явление поднятия жидкости за поршнем. После рассказа учителя о постройке в XVII в. флорентийских насосов они начинают с интересом вдумываться в сущность объяснения явления.

Умелое знакомство учащихся с историей науки поднимает в их глазах авторитет предмета, возбуждает в них желание самим делать открытия. «Нам необыкновенно повезло, что мы живем в век, когда еще можно делать открытия... Это удивительное время, время волнений и восторгов»¹.

¹ Фейнман Р. Характер физических законов.— М., Мир, 1976, с. 191.

4. Жизненная значимость, важность физических знаний. Познавательный интерес только тогда будет иметь прочную основу для своего развития, когда связь между содержанием учебного материала и его назначением в жизни найдет постоянное место в системе уроков.

Ученика всегда увлекает применение теоретических знаний, полученных на уроке, для объяснения хорошо известных ему явлений, даже таких простых, как растворение сахара в стакане чая, впитывание чернил промокательной бумагой, выбивание пыли из ковра и т. д.

В VII классе учащиеся подробно изучают вопросы, связанные с электризацией тел и электростатическим полем. Им необходимо рассказать о большом практическом значении этих явлений. Пожары при заправке самолетов горючим, радиопомехи, искажение показаний измерительных приборов, отрицательное влияние на ход производственных процессов и качество продукции в текстильной и полиграфической промышленности — это далеко не полный перечень опасностей от статического электричества. Однако оно может быть и верным помощником человека, если его законы поставить на службу практическим целям. Учитель может подробно рассказать учащимся об электрофотографии, электрическом осаждении пыли, смешении разнородных материалов, нанесении ворса и напылении порошков, окраске деталей, очистке зерна, обогащении редких руд и т. д. В процессе рассказа учитель обращает внимание учащихся на высокий уровень техники, применяемой на современном производстве.

Особенно важно показать учащимся практическое использование того материала, который по традиции (и с достаточным основанием) считается трудным. Так, при изучении в X классе явления интерференции света необходимо объяснить учащимся, какое большое практическое значение имеет данное явление. Здесь должен идти разговор о контроле качества обработки поверхностей, измерениях малых длин и углов, значении «просветления» оптики приборов, определении степени закалки металлического изделия по изменению «цвета побежалости», анализе крови интерференционным методом и т. д.

При изучении в IX классе газовых законов учитель должен обратить внимание учащихся на их применение при сжатии газов в двигателях внутреннего сгорания, подъеме нагретого воздуха с поверхности земли, при работе различных пневматических устройств. Большинство учащихся X классов считает тему «Механические колебания» неинтересной. Сообщение учителем сведений о большом практическом использовании механических колебаний может значительно изменить мнение учащихся. Примеры жизненной значимости темы разнообразны: вибрация на строительстве (уплотнение бетона, вибропогружение свай, уплотнение оснований под фундаменты жилых зданий, машин, мостовых сооружений); вибрация в заводских цехах (при получении чугуна литья высокого качества, вибрационное точение при обработке жаропроч-

ных и нержавеющей сталей, дробление металлической стружки, мешающей обработке металла, пневматические инструменты и машины); вибрация на транспорте (вибрационные конвейеры, транспортировка материалов, нагретых до 700°C , сельскохозяйственные машины для сортировки зерна, автотранспорты, приспособления для уменьшения бортовой качки судов); гравиметрическая разведка полезных ископаемых.

Пути сообщения учащимся сведений о практическом использовании физических законов и явлений могут быть различными. Это может быть сделано после объяснения нового материала (как об этом рассказано в предыдущих примерах), во вводной беседе на уроке или даже до урока, во время проведения экскурсии. Например, перед изучением темы «Графики пути и скорости» можно организовать экскурсию в диспетчерскую железнодорожного вокзала. Здесь учащимся на конкретных примерах расскажут о различных методах описания механических движений, способах составления графиков движения поездов, значении этих графиков на железной дороге. Богатая оснащённость диспетчерской современными автоматическими приборами делает экскурсию надолго запоминающейся. После проведения ее ученики будут гораздо более осмысленно и с большим интересом воспринимать учебный материал.

Осознание жизненной значимости изучаемого материала ярко проявляется при решении качественных задач. «Почему в холодных помещениях часто бывает сыро?», «Почему роса обильнее всего после жаркого дня?», «Почему днем окна домов кажутся черными?» и т. д.

5. Приобщение учащихся к современным научным достижениям. Опыт работы в школе показал, что учащиеся, особенно старших классов, проявляют большой интерес к современному состоянию науки.

В программе по физике предлагается указывать учащимся границы применимости понятий, законов и теорий классической физики, а также показывать противоречия между ее понятиями и законами и новыми фактами, разрешение которых дается современной наукой. Все это, несомненно, поднимает интерес учащихся к физике.

Никакие даже самые великие открытия не могут поколебать теорий, если они правильно отражают процессы окружающего мира. Новая теория включает старые правильные теории как крайние или частные случаи.

Учащиеся IX класса должны знать, что классическая электронная теория, законы которой используются до сих пор, не смогла правильно объяснить природу проводимости твердых тел. Современная теория проводимости опирается на законы квантовой физики. Бурное развитие квантовой физики в начале нашего века привело к выводу: уравнения классической электродинамики неприменимы в микромире, где необычайно малы изучаемые объекты. Несмотря на все это, «язык Ньютона и Максвелла остается языком физиков на все времена» (Н. Бор).

Включение в программу вопросов современной физики часто невозможно из-за небольшого количества времени, отводимого на изучение темы, недостаточной подготовки учащихся, сложного математического аппарата современной физики. Вместе с тем необходимо отметить следующее: для того чтобы современным школьникам было интереснее учиться, нельзя оставлять их знания на уровне Ньютона.

С этой целью в программу занятий кружка учащихся X класса или факультативного занятия в третьей четверти можно, например, включить вопрос «Некоторые положения квантовой физики (Дискретность энергии электрона в атоме. Принцип неопределенности. Волновые свойства микрочастиц)». Это позволит не только познакомить учащихся с одними из самых удивительных достижений современной науки, но и решить важные воспитательные задачи.

В настоящее время, когда все острее встает вопрос о необходимости воспитания учащихся во всех звеньях процесса обучения, учителю следует включать в содержание занятий вопросы, пробуждающие определенные чувства и суждения учащихся.

Характерной чертой современного подростка и юноши является интерес к решению самых общих познавательных проблем, к выяснению их мировоззренческой и моральной ценности. Разберем подробно в этом плане значение сообщения учащимся сведений о принципе неопределенности Гейзенберга (с учетом их знаний, полученных на уроках химии).

Учащиеся хорошо знают, что по законам классической механики можно точно определить и координату, и скорость движения частицы в любой момент времени, если известны начальные условия движения и сила, действующая на частицу в каждой точке пространства. Согласно современным представлениям, невозможно указать траектории свободных микрочастиц, например траекторию электронов в атоме. Учащихся, безусловно, может заинтересовать этот факт. Они глубже проникают в существо физических явлений, находят объяснение поведению новых для них микрообъектов.

Здесь необходимо отметить следующее — учитель должен объяснить учащимся физический смысл понятия «невозможно». Невозможно определить траекторию свободного электрона, протона и т. д., точно так же как нельзя превысить скорость света или достичь абсолютного нуля температур, как нельзя поднять самого себя за волосы или вернуть вчерашний день. Это современное объяснение кажется учащимся странным. Мы приучили их к всемогуществу науки, и утверждение «невозможно» либо исключили из лексикона, либо заменили «будет возможно при дальнейшем развитии науки». Соотношение неопределенностей — строгий закон природы, который никак не связан с несовершенством наших приборов. Сила науки в том, что она способна открывать и использовать законы природы.

Учащимся интересно узнать и понять, что высший триумф науки достигается именно в момент установления таких запретов.

Когда сказали: «невозможно построить вечный двигатель», — возникла термодинамика; когда был сформулирован постулат: «нельзя превзойти скорость света», — родилась теория относительности. И именно тогда, когда поняли, что различные характеристики атомных частиц нельзя измерять одновременно с произвольной точностью ($\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$), окончательно сформировалась квантовая механика.

§ 3. Особенности физики как учебного предмета, позволяющие формировать познавательные интересы школьников

«Где только возможно, изучение должно стать переживанием», — писал А. Эйнштейн. Именно сопереживание изучаемому на уроке приведет к эмоционально-чувственной воспитанности учащихся, которая и определяет отношение человека к знаниям, их приобретению, поиску. Луи де Бройль, П. Дирак и другие крупные физики высказывались за сознательное развитие у ученого эстетического отношения к науке, считая это важнейшим условием активизации научной интуиции, приемом, наиболее существенным для теоретиков.

Содержание науки физики и, значит, физики учебного предмета имеет ряд специфических особенностей, которые могут вызвать переживания учащихся и которые необходимо учитывать с целью создания и укрепления познавательного интереса.

1. Логическая стройность и красота физических теорий. Формирование представления о красоте, изяществе физической теории относится прежде всего к воспитательным задачам, стоящим перед учителем физики. Раскрывая учащимся эту красоту и стройность, учитель имеет возможность не только способствовать эстетическому воспитанию на уроке физики, но и развивать оценочные взгляды учащихся, тем самым способствуя высокому уровню развития личности. Для решения образовательных задач урока необходимо найти методические пути раскрытия неразрывности логического процесса изучения природы с эстетическим отношением к самой природе и процессу ее познания.

А. Эйнштейном были выдвинуты два критерия оценки физических теорий: внешнего, т. е. истинности теории, и внутреннего совершенства. Именно эти критерии могут быть положены в основу методической трактовки понятия красоты физической теории. С этой целью можно выделить следующие факторы, наличие которых в изложении учителя позволяет обеспечить положительный эмоциональный настрой учащихся к изучению теоретического материала:

- а) необходимость возникновения теории;
- б) логическая строгость рассуждений;
- в) большое число логических следствий, вытекающих из построенной модели;

г) возможности данной теории для объяснения определенной группы явлений (границы ее применимости);

д) практическое использование теории.

Покажем на примере некоторых тем VIII и IX классов, что учет этих факторов действительно дает возможность раскрыть внутреннее совершенство физической теории.

Чтобы представления о красоте и стройности физических теорий стимулировали познавательный интерес учащихся, учитель должен систематически работать в этом направлении. Проводя обобщения на уровне структуры теории, мы действительно учим школьников приемам познания. Умея определять главное, причины существования этого главного, взаимосвязь между элементами структуры и их практическую значимость, школьники смогут переносить свои знания и умения на весь процесс познания безотносительно к предмету изучения.

Наиболее полно и красиво в школьном курсе физики представлена как теория классическая динамика. Приведем методические рекомендации для доказательства учащимся логической стройности и завершенности этой теории. Структура теории может быть исследована после изучения всей темы, на обобщающем уроке.

Научная теория, лежащая в основе темы «Законы динамики», имеет три основных элемента: базис (основание), ядро и следствия.

Б а з и с — это совокупность обобщенных и систематизированных фактов, невозможность объяснения которых с точки зрения существовавших теорий вызвала появление данной теории. Сюда входят:

1. Исторически сложившиеся разрозненные сведения о движении.
2. Научные факты, утверждающие, что происходит в природе (законы свободного падения).
3. Основные понятия, в том числе и общефизические (длина, время, пространство, тело, система отсчета).
4. Модели понятий и явлений (материальная точка, абсолютно твердое тело, равноускоренное движение).
5. Величины основные и производные (сила, масса, ускорение, импульс силы и т. д.).
6. Математический аппарат.

Ядро теории включает ряд независимых друг от друга законов, выражающих основные обобщения. К нему относятся законы Ньютона.

Следствия — самая продуктивная часть теории, конкретные выводы, полученные из ядра (законы сохранения импульса и энергии).

Приведем пример методических указаний к содержанию обобщающего урока, посвященного структуре молекулярно-кинетической теории (МКТ).

В развитии физики МКТ связана с эволюцией механической картины мира. В механике изучение движения и взаимодействия

макротел не требует знания их внутреннего строения. В МКТ рассматриваются такие физические свойства макросистем, которые зависят от внутренней структуры системы. Основной задачей теории и является установление зависимости между макро- и микропараметрами системы. МКТ дает не только новое, более глубокое знание о физической реальности, но и новый способ познания объектов.

Выделим в структуре МКТ три основных элемента:

Базис — основание теории — включает:

I. Опытные факты.

1. Результаты химических исследований, данные, подтверждающие закон кратных отношений и определение атомных весов различных химических элементов.

2. Расширение тел при нагревании, сжатие газов и т. д.

3. Опыты по диффузии, теплопроводности.

4. Опытное измерение постоянной Авогадро и числа Лошмидта.

5. Эмпирические газовые законы.

II. Исходная гипотеза — атомное строение тел.

Допущения: к атомам и молекулам применимы законы механики, а сами частицы принимаются за материальные точки.

Идеализированным объектом МКТ, т. е. моделью молекулярной системы, является любое тело, рассматриваемое как система материальных точек (молекул), движущихся по законам механики.

III. Гипотеза о молекулярном беспорядке. Она не противоречит законам механики, но и не может быть выведена из них. Ее введение в основание МКТ привело к применению статистических методов и новых понятий: вероятности, средних величин, распределения.

Ядро теории.

1. Основные положения МКТ.

2. Основное уравнение МКТ.

3. Уравнение, выявляющее физический смысл температуры:

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT.$$

Следствия.

1. Предсказание возможности наблюдать движение взвешенных микрочастиц (А. Эйнштейн приходит к такому выводу на основе МКТ, не зная, по его словам, о броуновском движении).

2. Объяснение броуновского движения.

3. Опытное определение постоянной Больцмана.

4. Определение скоростей молекул, их распределение по скоростям, оценки размеров и массы.

5. Уравнение состояния газов.

В процессе развития и совершенствования теории ее структура может претерпевать некоторые изменения. Так, газовые законы оказываются в следствии теории. К эмпирическому базису относят некоторые данные, полученные в результате развития теории.

Этот «современный» эмпирический базис полезно сопоставить с первоначальными опытными предпосылками МКТ. Тогда учащиеся смогут полнее оценить важность выводов теории и научный оптимизм ее сторонников.

Несмотря на то что в течение долгого времени не существовало прямых доказательств атомистического строения вещества, твердая убежденность ученых в реальности атомов привела к развитию МКТ, к открытию неоспоримых аргументов в пользу основных положений атомистики.

Следствия МКТ, полученные дедуктивным путем и полностью подтвержденные опытом, подчеркивают единственность выводов теории. Анализ структуры МКТ вызывает у учащихся чувство уверенности в знаниях, чувство удовлетворения от последовательности и значимости теории.

Следуя эйнштейновским критериям внутреннего совершенства теории, необходимо отметить границы применимости МКТ. Указание на относительный характер выводов теории не умаляет ее значения. Оно должно показать, что истина, достигаемая в научном познании, всегда конкретна, что любая научная теория справедлива для определенного круга явлений. МКТ позволяет объяснять свойства одноатомных газов и понять, почему многоатомные газы, жидкости и твердые тела проявляют другие свойства. Ограниченность МКТ связана прежде всего с допущением, что движение атомов и молекул подчиняется законам ньютоновской механики. Предположения об отсутствии объема молекул и сил взаимодействия между ними накладывают ограничения, которые в согласии с опытом доказывают, что кинетическая теория газов применима только при условии низких давлений и температур.

Если же снять эти ограничения, то можно расширить сферу применения теории. Теория реальных газов в школе не изучается, однако на данном уроке можно сообщить учащимся, что в рамках более широкой теории реальных газов кинетическая теория идеального газа сохраняет свое значение: уравнение Менделеева — Клапейрона становится частным случаем уравнения реальных газов.

Это создает познавательную перспективу для учащихся и повышает авторитет знания.

Методика проведения обобщающих уроков может быть различной, но наиболее рационально здесь подведение итогов групповой работы. Трём группам учащихся предварительно предлагается установить область знаний, относящихся к основанию, ядру и следствиям теории; четвертая группа исследует границы применимости теории, пятая — возможности ее практического использования. В этом случае обобщающий урок строится как урок-конференция, где учитель-ведущий подчеркивает внутреннее совершенство теории.

Подобная структуризация теории дает возможность учащимся получать знания о знании, переносить знания на другие темы, глубже понимать материал, проявлять интерес к процессу познания.

Приведем теперь пример теории, которую сами физики называют строгой, изящной, лаконичной и которая «является одним из наиболее поразительных достижений науки во все времена» (У. Брэгг). Это теория электромагнитных явлений, созданная Дж. Максвеллом в 60-х годах XIX в. в результате обобщения эмпирических законов электрических и магнитных явлений.

Максвелл, отстаивая выдвинутую Фарадеем идею близкодательства, доказал, что электрические и магнитные поля взаимосвязаны и могут существовать независимо от создавшего их источника, распространяясь в пространстве в виде электромагнитных волн. В этом и заключается сущность теории Максвелла, ядром которой являются уравнения Максвелла.

Четыре строчки уравнений, поразившие современников математической завершенностью и красотой, впервые появились в 1873 г. в книге Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме», в которой объединены в единое целое оптика, электричество и магнетизм.

Генрих Герц писал о теории Максвелла: «Нельзя изучать эту удивительную теорию, не испытывая по времени такого чувства, будто математические формулы живут собственной жизнью, обладают собственным разумом — кажется, что эти формулы умнее нас, умнее даже самого автора, как будто они дают нам больше, чем в свое время было в них заложено».

Эти уравнения красивы не только потому, что они имеют простой вид и радуют глаз. В их компактной форме содержится огромная информация. До конца понять и научиться применять уравнения Максвелла без высшей математики невозможно, но в школьной программе и учебнике представлены все идеи теории Максвелла, в том числе и идеи каждого уравнения.

Поэтому на обобщающем уроке в X классе можно рассказать учащимся об оценке теории Максвелла и повторить ее суть, сопоставляя основные положения теории с уравнениями, но не раскрывая при этом их математической символики (см. таблицу 1).

Таблица 1

$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ $\left(\int_S \vec{E} = \frac{\sum q}{\epsilon_0} \right)$	<p>Электрическое поле неразрывно связано с электрическими зарядами; силовые линии поля начинаются или кончаются на зарядах.</p>
$\operatorname{div} \vec{B} = 0$ $\left(\int_S \vec{B} \Delta S = 0 \right)$	<p>В природе отсутствуют свободные магнитные заряды, значит, линии магнитного поля замкнуты (они нигде не начинаются и нигде не кончаются).</p>

$$\operatorname{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\left(\begin{array}{c} \vec{\Sigma E \Delta l} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \\ \circ \end{array} \right)$$

Изменяющееся во времени магнитное поле порождает вихревое электрическое поле (закон электромагнитной индукции).

$$\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu_0 \vec{j}$$

$$\left(\begin{array}{c} \vec{\Sigma B \Delta l} = \mu_0 \Sigma I + \mu_0 \frac{\Delta N}{\Delta t} \\ \circ \end{array} \right)$$

Вихревое магнитное поле создается при движении электрических зарядов и при изменении во времени электрического поля. В вакууме ток проводимости может отсутствовать, и тогда магнитное поле будет создаваться только переменным электрическим полем.

С. В. Вольштейн в книге «Элементы максвелловской электродинамики в школе» (Минск, 1973) предлагает облегченное выражение уравнений (мы приводим его в скобках) и таблицу, анализ которой позволяет сформулировать законы электродинамики (см. таблицу 1).

Став основой всей современной электро- и радиотехники, уравнения Максвелла в электродинамике играют ту же центральную роль, что и законы Ньютона в механике.

Далее учитель рассказывает о следствиях теории.

Теория Максвелла не только систематизирует и объясняет известные явления, но и приводит к предсказанию многих новых эффектов. Главным из них был вывод формулы

$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

Отсюда следовало, что вакуум не есть отсутствие материи, иначе он не мог бы обладать электрическими и магнитными свойствами. Другим важным следствием теории было предсказание Максвеллом давления света.

Триумфом теории Максвелла стали знаменитые опыты Герца (1886—1889), получившего электромагнитные волны и осуществившего с ними все опыты, характерные для световых волн.

В области электричества, магнетизма и оптики не существует ни одного факта, противоречащего теории Максвелла. В этом заключается ее особая логическая стройность.

Большой материал для обобщающего урока учитель найдет в книге В. Карцева «Приключения великих уравнений» (М., Знание, 1978).

2. Возможность экспериментального обоснования научных положений. У учителя есть возможность не только рассказывать о физических явлениях и законах, но и найти способы настолько приблизить эти явления к ученикам, чтобы они стали вместе с ним

исследователями этих явлений. Это положение в первую очередь касается экспериментальных законов (закон Паскаля, законы электрического тока, газовые законы и др.).

Получение результатов эксперимента всегда связано с переживанием: радость от совпадения предсказанного результата и полученного, разочарование и озабоченность неудачей, удивление перед новым неожиданным результатом. Поэтому каждый опыт сам по себе заинтересовывает учащихся. Но следует подчеркнуть и другое: уверенность учащихся в возможности экспериментального подтверждения научных фактов заставляет их с особым уважением относиться к предмету, где каждое положение доказуемо.

Демонстрации, связанные с иллюстрацией экспериментальных законов, дают учащимся возможность как бы следовать за мыслью ученого, приобщаясь к таинству открытия. 11 лет упорнейших трудов отделяют работы Ампера о притяжении параллельных токов от открытия Фарадеем электромагнитной индукции. (В Королевском институте в Лондоне установлен памятник Фарадею с многострадальной катушкой в руках.) Производя «простые» опыты с катушкой Фарадея, ученик убеждается в больших возможностях эксперимента.

История физики богата примерами, когда научное предположение от его опытного обоснования отделялось еще большими интервалами времени. Существование атомов было предсказано древними греками, а открытие атомы только в XIX в., нейтрино предсказали в 1931 г., а обнаружили в 1953 г.

Экспериментальное доказательство явлений может быть и не столь очевидным. Опыты Стюарта и Толмена в подтверждение электронной теории проводимости металлов, о которых мы рассказываем учащимся IX класса, косвенно доказывают явление.

Сообщение учащимся примеров неоправдавшихся гипотез только поднимет в их глазах значение физики как экспериментальной науки. С 1919 по 1932 г. физики считали справедливой протон-электронную модель атомного ядра, и только после открытия нейтрона эта неверная модель была заменена современной протон-нейтронной моделью ядра.

Особенно интересно показать учащимся возможность экспериментального подтверждения теорий, которые, казалось бы, противоречат здравому смыслу. Так, теория относительности утверждает, что скорость света есть величина постоянная в любой системе отсчета: $c+v=c$. Этот важнейший научный принцип может быть обоснован результатами астрономических наблюдений за движением двойных звезд и спутников Юпитера.

Опыты, демонстрируемые учащимся, неоднородны с точки зрения методического рассмотрения. Одни из них вызывают интерес неожиданностью результатов и парадоксальностью выводов (опыты Герца и Столетова по фотоэффекту). Другие привлекают внимание учащихся наглядностью, точностью выполнения количественных соотношений, внешним оформлением (опыты по гидростатике, геометрической оптике). Однако можно отметить большую

группу опытов, которые не представляются учащимся интересными. Например, опыты с сифоном, иллюстрирующие газовые законы, однообразны, не дают точного количественного соответствия формулам. Эти причины обуславливают ряд требований к подобным демонстрациям:

- а) учителю необходимо разнообразить эксперименты, используя предложенные в методической литературе варианты;
- б) если исследуемая зависимость в школьном опыте не может быть получена точно, следует приводить учащимся результаты реальных опытов (опыты Милликена, Кулона, Ома и др.);
- в) там, где есть возможность, следует подчеркивать соотношение экспериментального и теоретического методов исследования.

Интерес к урокам физики можно повысить за счет связи их с внеклассными занятиями. С этой целью мы рекомендуем провести конференцию учащихся VIII—X классов на тему «Роль эксперимента в науке». Цель ее проведения — показать учащимся значение экспериментального метода исследования, его связь с теорией и практикой. Проведение конференции поможет учащимся задуматься над вопросами о месте эксперимента в истории физики, его возможностях, об огромном труде ученых при постановке эксперимента, о категории «мысленного эксперимента». Материалы для проведения конференции учитель найдет в книге И. Я. Ланиной «Внеклассная работа по физике» (М., Просвещение, 1977).

Необходимо отметить, что, используя возможность экспериментального подтверждения научных теорий как стимул развития познавательных интересов учащихся, учитель должен иметь в виду широкое понятие физического опыта: от веками накопленных людьми фактов до мысленного и лабораторного эксперимента ученого и астрономических наблюдений.

3. Парадоксальность физических знаний. О парадоксальности теории мы говорим в том случае, когда эксперимент приводит к неожиданному результату, который нельзя объяснить с позиций существующих взглядов. В этом случае возникает необходимость в изменении теории, в приведении ее в соответствие с экспериментом или в ее замене. В этом смысле парадоксальность, понимаемая как «бегство от удивления», как раскрытие неочевидности привычного, является характерной чертой физики, вызывающей эмоциональное переживание.

Необходимо отметить, что формирование убеждений о познаваемости мира невозможно без обращения к чувствам учеников. В противном случае факт сменяемости научных теорий, ограниченности наших знаний на каждом этапе развития явится поводом для скептицизма, а не свидетельством силы человеческого разума.

Достижению конечной цели обучения физике — формированию физической картины мира и физического мышления — способствует систематическое разъяснение ученикам мысли о том, что парадоксальность научных идей — закономерное явление в науке. Отсюда вытекает методическое требование к использованию этой черты физики в практике преподавания:

а) систематически выявлять парадоксальность идей при изучении классической физики;

б) раскрывать парадоксальность новых идей и их роль в развитии науки.

В методике преподавания физики на первой ступени обучения имеются возможности для реализации первого требования, на второй — должны быть использованы оба подхода.

Учащиеся VI класса приходят на уроке к неожиданному выводу: сила давления жидкости на дно сосуда не зависит от его формы. Этот вывод кажется противоречащим логике. Разрешение загадки гидростатического парадокса является важным стимулом привлечения внимания учащихся к изучаемому материалу.

В VIII классе учащимся раскрывается парадоксальность закона инерции: житейские представления и повседневный опыт приводят к мысли, что без силы нет движения. Но ошибочность житейских представлений опровергается работами Галилея и Ньютона, которые, исходя из опыта, показали, что прямолинейное равномерное движение — естественное состояние тела, а действие на данное тело другого тела лишь изменяет его движение.

Казалось бы, чем тяжелее тело, тем оно быстрее падает. На эту мысль наталкивает повседневный опыт, так именно и полагали до Галилея. Но опыты Галилея с несомненностью доказали, что все тела в вакууме падают с одинаковыми ускорениями.

Привлечение внимания восьмиклассников к парадоксальности важных научных фактов, несомненно, вызовет их интерес.

На протяжении ряда лет обучения учитель готовит учащихся к оценке парадоксальности физических теорий систематическим включением парадоксов в практику преподавания.

В X классе учитель может шире рассмотреть парадоксы, связанные с созданием новых физических теорий.

Развитие взглядов на природу света сопровождалось появлением и разрешением ряда физических парадоксов. Корпускулярная теория света не могла разрешить парадоксальные проявления интерференции и дифракции: в одном случае «свет, накладываясь на свет», давал на экране темноту; в другом случае в центре тени от экрана получали светлое пятно. Волновая теория света, разрешив эти проблемы, столкнулась с парадоксом мирового эфира — среды, обладающей одновременно свойствами абсолютно твердого тела. Электромагнитная теория света, справившись с этими трудностями, столкнулась с новым парадоксальным явлением — внешним фотоэффектом, объяснить который стало возможно лишь на основе квантовых представлений, что привело к появлению новой парадоксальной идеи дуализма свойства света.

Явление фотоэффекта самой постановкой проблемы всегда заинтересовывает школьников. Парадоксальность этой проблемы состоит в необъяснимости законов фотоэффекта с точки зрения классической электромагнитной теории и в привлечении к объяснению этого явления гипотезы квантов.

Простые соображения приводят учащихся к выводу, что чем больше освещенность, т. е. энергия падающего на металл света, тем большей должна быть энергия вырываемых светом электронов. Однако совсем неожиданным становятся для школьников результаты исследования: скорость вырванных электронов не зависит от освещенности, а зависит только от частоты света. Этот факт привлечет интерес учеников, если учитель сделает понятной для них причину парадоксальности явления.

Обнаружение парадокса в науке — признак надвигающейся катастрофы. Ведь идеал любой науки — строгая, логически безупречная согласованность всех ее положений. Драма идей часто сопровождается драмой людей, когда неприятие взглядов порождает реакцию «эмоционального вытеснения» таланта талантом, и что особенно парадоксально, нередко и автором самой новой теории. Это уже вершина парадоксальности, когда исследователь опровергает самого себя.

Так, мысль об обращении Земли вокруг Солнца казалась на первых порах самому Н. Копернику (о других уже и говорить нечего) неправдоподобной. Известные сомнения испытал, выдвигая принципы своей механики, И. Ньютон, считая ее «подозрительной». Уже создав основы дифференциального исчисления, он остался в плену у старых взглядов. Великий ученый предпочитал выражать свои физические и астрономические воззрения архаическим языком, используя понятия, введенные еще греками.

После выдвижения идеи испускания энергии квантами ее автор М. Планк выступает против своей же собственной гипотезы. Классическая физика, говорил он, «величественное сооружение чудесной красоты и гармонии», на которое так трудно посягнуть. Собственная же теория представлялась ему «чуждым и угрожающим взрывчатим снарядом», могущим нанести непоправимый урон.

Характеризуя эти терзания ученого, А. Эйнштейн отмечал, что М. Планк мучительно бился над тем, как вывести физику из затруднительного положения, в котором она оказалась по его же собственной вине...

Не менее парадоксален случай, происшедший в 1912 г. М. Планк представлял А. Эйнштейна в Прусскую академию. Отметив заслуги претендента в разработке теории относительности, М. Планк просил академиков не ставить в вину ученому создание им гипотезы световых квантов. Эту просьбу разделили с молчаливого согласия самого А. Эйнштейна и ряд других физиков.

Еще пример. С большим трудом завоевывала себе позиции в науке электромагнитная теория Максвелла. Противником этой теории был крупнейший английский физик Томсон. Немецкий физик Генрих Герц ставит серию опытов, чтобы опровергнуть Максвелла, но... опровергает свои выводы. Снова парадокс! Герц получает на опыте электромагнитные волны и становится «виновником» торжества оспариваемых им ранее идей.

Используя парадоксальность развития науки как средства привлечения внимания учащихся к этому развитию, учитель должен

научить школьников понимать, что именно радость познания влечет нас вперед по неизведанным дорогам открытий и свершений.

Воспитанию чувства удивления, радости познания способствует постановка на уроках парадоксальных опытов.

Приведем примеры ряда опытов.

VI класс: демонстрация невесомости; сдавливание жестяной банки атмосферным давлением; попадание яйца в бутылку с узким горлышком; гидростатический парадокс.

VII класс: кипячение воды в бумажной «кастрюле»; плавление металла при $t=68^{\circ}\text{C}$ (сплав Вуда); замерзание воды при комнатной температуре; притяжение массивной линейки к наэлектризованной палочке.

VIII класс: движение тела вверх по наклонной плоскости; обрывание по желанию верхней или нижней нити у тяжелого подвешенного груза.

IX класс: кипение воды при охлаждении снегом; «бездонный бокал».

X класс: стоячая волна; интерференция света; невозможность увидеть что-либо через стеклянную пластинку (полное отражение) и др.

Многие опыты, подобные перечисленным, вошли в методические руководства. Их обучающая ценность заключается в том, что они акцентируют внимание учащихся на несущественных признаках понятий, на которые учащиеся не обращали внимание в ходе жизненных наблюдений, или доказывают несостоятельность «здорового смысла», неочевидность обыденного.

Этим же целям отвечает и сообщение учащимся фактов, поражающих неожиданностью, странностью, несоответствием прежним представлениям.

Желая подчеркнуть жизненную значимость явления электролиза, учитель может сообщить учащимся следующее.

Алюминий нашел широкое применение в технике и быту, сейчас он «король воздуха» — основной материал в самолетостроении. Но вместе с тем он применяется в строительстве (оконные рамы и переплеты, различные облицовочные детали), для изготовления оболочек электрокабелей, соединительных проводов, дешевых бытовых приборов. А было время, когда алюминий был очень дорог, дороже золота и платины.

В 1876 г. за открытие периодического закона химических элементов, высоко оценивая вклад ученого в мировую науку, I физико-химический съезд наградил Д. И. Менделеева драгоценным кубком... из алюминия. Сообщая учащимся этот факт, учитель ставит перед ними вопрос: «Почему в наше время алюминий перестал быть драгоценным металлом?»

Теперь учащиеся с интересом воспримут рассказ о применении электролиза для получения алюминия из глинозема.

Использовать парадоксальные факты или опыты можно при создании проблемных ситуаций. В такой ситуации мышление, эмоции и воля ученика тесно взаимосвязаны, поэтому парадоксаль-

ность опыта, факта, вызывающая чувство удивления, способствует привлечению внимания учащихся и увеличению их активности на уроке.

4. Язык физической науки. «Если Вы хотите узнать Природу, оценить ее красоту, то нужно понимать язык, на котором она разговаривает. Он дает информацию лишь в одной форме, и мы не вправе требовать от нее, чтобы она изменила свой язык, стараясь привлечь наше внимание». Р. Фейнман далее утверждает, что математика — это не просто язык физики, это язык и логика вместе, это орудие для размышления. Учителю необходимо обратиться на это внимание учащихся. Именно язык науки дает нам возможность сконцентрировать в минимальном объеме огромную информацию об окружающем материальном мире. Приведем примеры.

Движение тела описывается формулой $y = \pm x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$,

Отсюда нам становится известным характер движения тела; его положение в начальный и в любой другой момент времени; его начальная и мгновенная скорость в каждой точке пути, ускорение; путь и перемещение в любой точке траектории; направление движения относительно системы отсчета.

Выражение $x = 20 \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$ позволяет определить, что речь идет о теле, совершающем гармоническое колебание, и установить 13 (!) характеризующих его величин.

На уроках необходимо не просто констатировать факт существования замечательного языка науки. Надо заставить ученика удивиться и обрадоваться наличию у него возможности пользоваться этим языком. На уроке можно затеять игру-аукцион среди учащихся: кто почерпнет большую информацию из данной формулы или графика. По отношению к последней формуле можно предложить следующее: когда возможности ребят исчерпываются, учитель «подкидывает» им в качестве добавления к формуле всего одну величину — массу колеблющегося тела. Игра возобновляется. И учащиеся не только видят, но и чувствуют те огромные возможности, которые предоставляет им наука физика для овладения тайнами природы.

С целью формирования у учащихся понимания языка физической науки, выяснения его специфики, развития речи учащихся полезно применить на уроке сравнение научного и художественного видения окружающего мира. Такое сравнение рождает у учащихся мысль о взаимном обогащении науки и искусства, учит внимательно относиться к словам, вчитываться в формулировки законов, правил; способствует развитию речи учащихся, пробуждая стремление выразить изучаемый материал своими словами. Выделить основные черты языка физики (его отвлеченность, обобщенность, кодирование информации в виде физических формул) помогает сравнение описаний одного и того же явления учеными и поэтами или писателями. Например, явление конвекции в атмосфере

в метеорологии описывается следующим образом: «Под влиянием притока солнечной радиации вблизи земной поверхности происходит распределение температуры воздуха по высоте. В результате перегрева отдельных масс воздуха над земной поверхностью возникают конвекционные потоки. Наиболее благоприятные условия для их возникновения создаются днем. Благодаря более низкой температуре в верхних слоях атмосферы происходит конденсация водяных паров и образование облачности».

То же явление писатель описывает иначе: «Погода была прекрасная... Жара все не унималась. По ясному небу едва-едва неслись высокие и редкие облака, изжелта-белые, как весенний запоздалый снег. Их узорчатые края, пушистые и легкие... медленно, но видимо изменялись с каждым мгновением: они таяли, эти облака, и от них не падало тени» (Тургенев И. С. *Қасьян с Красивой Мечн.*— Собр. соч. М., 1954, т. 1).

С формулировкой закона Бернулли учащиеся знакомятся в конце года, поэтому психологически важно и интересно показать им яркую иллюстрацию проявления законов гидродинамики в стихотворении М. Ю. Лермонтова:

Терек воеет дик и злобен
Меж утесистых громад.
Буре плач его подобен,
Слезы брызгами летят.
Но, по степи разбегаюсь,
Он лукавый принял вид
И, приветливо ласкаясь,
Морю Каспию журчит...

Особенно важное значение этот прием сравнения различного видения мира имеет для учащихся, увлеченных физикой и скептически относящихся к гуманитарным наукам и искусству. Кроме того, этот прием создает условия для проявления оценочной функции знаний, без которых невозможно понимание особенностей физической науки.

Продолжая разговор о языке физической науки как стимуле интересов учащихся к предмету, необходимо отметить влияние на этот интерес языка учителя. В процессе обучения происходит постоянное перекодирование языка изучаемой науки на язык, понятный учащимся. Восприятие учебного материала зависит от эмоционального настроения, который создается учителем и определяется отбором материала, построением сообщения и подбором речевых средств.

Педагогическая практика показывает, что одним из самых распространенных видов формализма в знаниях учащихся является неумение выразить смысл изучаемого своими словами, скованность словесными формулировками учебника. Умение же выразить смысл своими словами издавна рассматривается как понимание. Поэтому важнейшей задачей учителя является сделать свою речь доступной и интересной для учащихся. Я. И. Френкель отмечал, что он не считает необходимым писать свои книги и статьи «суконным языком».

Право пользоваться образным языком, метафорами, сравнениями, аналогиями не должно быть монополией поэтов — оно должно быть предоставлено и ученым.

Если мы хотим, чтобы язык науки физики стал действительным стимулом развития познавательных интересов учащихся, нужно, чтобы язык учителя был им понятен и интересен.

5. Возможность прогнозирования хода физических явлений. В явлении электромагнитной индукции Максвелл увидел факт порождения электрического поля переменным магнитным полем. Утверждая факт существования и обратного процесса, ученый предсказал за 10 лет до опытов Герца существование распространяющегося со скоростью света электромагнитного поля — электромагнитных волн. Гениальность Максвелла проявилась еще и в том, что, наряду с другими действиями света, им был предсказан и факт существования светового давления, казалось бы, совсем невозможный факт.

Возможность космических полетов, определяемая законами классической механики и, главное, законом всемирного тяготения, была предсказана К. Э. Циолковским задолго до их осуществления.

Учителю необходимо каждый раз обращать внимание на данную особенность физической науки. Это позволит учащимся еще раз увидеть мощь физических законов, величие процесса познания, почувствовать переход от незнания к знанию, от неточного знания к более точному. Они удивятся, например, прозорливости ученых французской Академии наук, которые еще в 1775 г., задолго до открытия закона сохранения энергии, решили не принимать к рассмотрению проекты вечных двигателей.

Рассказы учителя об истории возникновения физических теорий не должны быть сведены к фиксации достижений науки. Необходимо приводить примеры и неверных теорий, указывать на причины неудач отдельных ученых. Сами слова «ультрафиолетовая катастрофа» вызывают у школьников интерес и желание понять, в чем же заключается явление с таким выразительным названием. Выявляя сущность процесса, который привел к идее квантов, мы должны показать ученикам, что история физики — это «драма — драма идей», по выражению Эйнштейна.

Драматизм данной ситуации заключается в том, что революционная идея, выдвинутая для опровержения «ультрафиолетовой катастрофы», противоречила классическим представлениям о непрерывном излучении энергии веществом, а так как носителем этих представлений был и сам автор идеи, то драма состояла в неприятии Планком своей же собственной теории. Но гипотеза Планка о дискретности энергии очень скоро стала применяться для объяснения многих явлений в науке.

Все вышеприведенные примеры убедительно доказывают, что само содержание курса физики включает в себе богатые возможности для развития познавательных интересов учащихся.

Глава II

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

§ 1. Учебно-познавательная деятельность учащихся — источник возникновения и развития познавательных интересов

Опыт показал, что в развитии интереса к предмету нельзя полностью полагаться на содержание изучаемого материала. Сведение истоков познавательного интереса только к содержательной стороне материала приводит лишь к ситуативной заинтересованности на уроке.

Если учащиеся не вовлечены в активную деятельность, то любой содержательный материал вызовет в них созерцательный интерес к предмету, который не будет являться познавательным интересом.

В педагогических исследованиях (работы Г. И. Щукиной) организация и характер протекания познавательной деятельности учащихся выделены как один из стимулов формирования познавательных интересов школьников. Конкретизируя данный стимул, в него включают многообразие форм самостоятельной работы: овладение новыми способами деятельности, элементы исследования, творческие и практические работы.

Эти виды работ вызывают много разных переживаний у учащихся: осознание собственного роста, радость овладения более совершенными формами учебной деятельности, удовольствие, чувство успеха, гордости за успех товарищей.

Однако опыт преподавания убедительно свидетельствует, что выделенные стимулы оказывают действительное влияние на формирование познавательных интересов лишь при определенных условиях.

Не всякая деятельность на уроке интересует учащихся. Они могут решать задачи, выполнять лабораторные исследования и т. д. «по надобности», без интереса. Необходимо определить способы учебно-предметных действий, которые обеспечили бы не только констатирующий уровень восприятия учебного материала, но и восприятие с увлечением.

Рассмотрим примеры деятельности учащихся на различных уроках (проведение лабораторных работ, решение задач, изучение нового материала).

I. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Целью работы является важный физический вывод.

VII класс. Лабораторная работа № 12 «Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры».

Вариант 1

Согласно планированию эта лабораторная работа проводится на втором уроке, сразу же после введения понятия теплоты. В учебнике имеется подробная инструкция к ее выполнению.

Весь урок учащиеся работают достаточно активно, однако живого интереса, желания изучать предлагаемую тему у них не возникает.

Попробуем «разбить» всю деятельность ученика на уроке на отдельные элементы, из которых она состоит (см. таблицу 2).

Таблица 2

Действия ученика	Методический анализ
1. После звонка учащиеся взяли тетради, учитель напомнил цель лабораторной работы, которую объяснял на предыдущем уроке	Установка учащимся: надо сделать — познавательная направленность этого действия равна нулю
2. Налили воду	
3. Измерили температуру смеси	Учатся работать с термометром, действие знакомое, почти все учащиеся выполняют его безошибочно
4. Рассчитали количество теплоты, отданное горячей водой, и количество теплоты, полученное холодной водой	Задача на воспроизведение, применение знаний в знакомой обстановке (на предыдущем уроке обязательно рассматривались простейшие задачи на расчет количества теплоты, полученного или отданного водой)
5. Заполнили таблицу	Вырабатывают навык оформления лабораторных работ по физике
6. Сравнивают два количества теплоты	Сравнивают два числа (больше или меньше)
7. Делают вывод	Пытаются ответить на вопрос, почему количество теплоты, отданное горячей водой, не равно количеству теплоты, полученному холодной водой. Однако многие ребята из повседневной практики знают, что часть теплоты рассеивается в окружающее пространство. Некоторые ученики пытаются «подогнать» ответ, т. е. вообще не осознают цель работы

Анализ этих действий показывает, что большинство из них знакомы учащимся. Так, семиклассники умеют определять температуру лабораторным ртутным термометром, сравнивать два положительных числа и т. д. Таким образом, сами по себе эти действия не могут быть интересны или неинтересны. Они могут вызвать желание как можно лучше выполнить их, если «окрашены установкой» (зачем это делаем?), лично значимой для семиклассника (сравнить количество теплоты, отданное горячей водой, и количество теплоты, полученное холодной водой, — задание, в котором нет «обоснования» для желаяния его выполнить).

Значит, в тех лабораторных (практических) работах, где важен вывод, получаемый в результате хорошо известных «воспроизводящих» действий, познавательный интерес может быть вызван созданием соответствующей установки на получение этого вывода.

Приведем другие варианты выполнения этой же работы.

Вариант 2 (см. таблицу 3).

Таблица 3

Деятельность учащихся	Методический анализ
Предварительное решение экспериментальной задачи на смешение горячей и холодной воды одинаковой массы. Учащиеся определяют, сколько выводов можно сделать из этого опыта	В этом опыте интерес возникает за счет привлечения внимания к будничному, казалось бы, совершенно ясному опыту; кроме того, подростку очень важно «утвердиться», «поверить в себя», а здесь фактически ситуация соревнования (кто больше сделает выводов, кто лучше их сформулирует)

Вариант 3

Из предыдущих уроков семиклассникам известно, что внутреннюю энергию тела можно изменить двумя способами: теплопередачей и совершением работы. Познакомив семиклассников с единицей измерения теплоты (Дж), можно рассказать об опытах Джоуля и подвести к закону сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах (см. § 82 учебника). Напомнив из курса физики VI класса § 67—69, рассказать об опытах Р. Майера и предложить учащимся подумать, как поставить опыт для проверки справедливости закона сохранения энергии в тепловых процессах. Приборы оговорить. Это будет домашним заданием	Лабораторная работа является логическим продолжением домашнего задания. Ученики хотят проверить придуманный ими самими способ проверки закона. Происходит их своеобразное приобщение к поиску великих физиков, о котором писал еще Максвелл: «Наука нас захватывает только тогда, когда, заинтересовавшись жизнью великих исследователей, мы начинаем следить за историей их открытий»
--	--

Возможны и другие варианты. Они зависят от интересов самого учителя, особенностей классного коллектива, целей комплексного подхода к изучаемой теме.

Анализ этих вариантов свидетельствует о справедливости сделанного утверждения для данного типа лабораторных работ: установка на получение вывода, затрагивающая личностные качества учеников, приводит к заинтересованности учащихся учебной деятельностью.

2. Лабораторные работы, целью которых является овладение способом измерения физических величин.

Установка на интерес в этих работах создается пониманием практической значимости изучаемого прибора. Сами приборы в подавляющем большинстве новы для учащихся и вызывают вполне законное любопытство (рефлекс «что такое?»). Однако и в этих случаях возможно отсутствие истинного познавательного интереса, который будет проявляться только при определенных условиях. Рассмотрим примеры.

VII класс. Лабораторная работа № 16 «Измерение напряжения на различных участках цепи».

Дидактические цели этой работы заключаются в формировании у учащихся умения пользоваться вольтметром и в подготовке базы для развития представлений о параллельном соединении проводников и законах параллельного соединения.

Все действия, предлагаемые в инструкции, новы для учащихся. Наблюдения показывают, что ученики с заметным интересом и увлечением выполняют эти действия. Однако не случайно стойкий познавательный интерес всегда связан с раскрытием пути изучаемого. При каких условиях эта лабораторная работа станет действенным стимулом познавательного интереса и при каких превратится в простое «манипулирование предметами», не имеющее познавательной ценности?

Мы считаем, что в данном случае необходимо разбить работу учащихся на отдельные этапы, основная цель которых — осмысление действий, ведущих к формированию умения обращаться с данным прибором, т. е. способом измерения физической величины. Кроме того, различные варианты отдельных этапов работы приводят к постановке новых познавательных задач или овладению навыком на уровне применения знаний в новой ситуации. Поэтому необходимо проверять, усвоил ли ученик данный этап или нет. Для учащихся этот контроль может превратиться в экспериментальные задания, в которых есть пусть маленький, но самостоятельный поиск.

Так, в рассматриваемой работе к пункту 1 инструкции учебника добавляем задания типа: На какое напряжение рассчитана лампа? Сколько элементов батареи достаточно было бы для работы лампы? Какое максимальное количество элементов может быть включено в цепь, содержащую низковольтную лампу? Выберите из числа имеющихся на столе приборов те, которые смогли бы «работать» в данной цепи вместо лампы.

Цель этих заданий не только воспроизвести действия по образцу, показанному учителем на предыдущем уроке или описанному в учебнике, но и выработать умения подобрать нужный источник напряжения в новых ситуациях, осмыслить способ соединения элементов в батарею.

К пункту 2 добавляем следующие задания: Начертите схему цепи. Обратитесь к инструкции по технике безопасности при работе с электрическими цепями. Какой прибор должен включаться в электрической цепи в последнюю очередь? Имеет ли значение взаимное расположение приборов для работы цепи?

К пункту 3 добавляем следующие задания: Что можно сказать о напряжении на лампе по сравнению с общим напряжением в цепи? Проверьте свое предположение, измерив напряжение.

Подключите последовательно с лампой еще один из имеющихся на столе приборов. Измерьте напряжение на этом приборе и общее напряжение на приборе и лампе. Какой вывод можно сделать, сравнивая полученные данные? Согласуется ли ваш вывод с теоретическим материалом § 116?

В приведенном описании лабораторной работы шло овладение действиями по образцу, отработка этих действий (сборка цепи, подключение вольтметра, измерение напряжения), без чего невозможно усвоение этого учебного материала. Но формирование познавательного интереса шло не только за счет работы с новыми, не известными ранее приборами, но и благодаря созданию условий, в которых учащимся интересен и результат деятельности и ее процесс.

3. Лабораторные работы на расчет какой-либо физической величины, данные для которого должны быть получены самостоятельно, например работа № 13 «Определение удельной теплоемкости вещества».

Успех этой работы зависит не столько от сформированности умения пользоваться отдельными приборами, сколько от овладения алгоритмом решения познавательной задачи. Обычно эта работа вызывает много трудностей у учащихся. Математическая обработка результатов опыта занимает основное время и нередко заслоняет основную цель работы — научить учащихся пользоваться экспериментальным методом, умению ставить и решать экспериментальные задачи.

В этом случае формирование познавательного интереса может идти в два этапа. Первый, подготовительный, прямо неучаствующий в лабораторной работе — тренировка, отработка алгоритма и отдельных практических действий. Этот этап осуществляется на предыдущих уроках, причем формы его проведения также могут содержать элементы, направленные на формирование познавательного интереса. Второй этап — само проведение работы. При проведении таких лабораторных работ важно, чтобы практически решаемая задача несла новое, неизведенное освещение изучаемого явления.

Формирование интереса на этих уроках начинается привлече-

нием внимания к новой величине «удельная теплоемкость». настолько новой, что совершенно невозможно ожидать, что сообщение темы урока вызовет это внимание. Здесь можно показать учащимся «фокус», предложенный в книге А. А. Муравьева «Как учить школьников самостоятельно приобретать знания» (М., Просвещение, 1970, с. 17). На столе учителя стоят три стакана с одинаковым количеством воды при комнатной температуре. В сосуде с горячей водой находятся одинаковые по массе тела из железа, меди и алюминия. Учитель предлагает учащимся переложить эти тела в стаканы с водой, определить в них температуру. Тогда, не глядя, он определит, в какой стакан положено какое тело. Затем на уроке идет работа с таблицей удельных теплоемкостей. Все вопросы подчинены осмыслению (и запоминанию) нового понятия.

Следующий урок посвящается анализу алгоритма определения удельной теплоемкости и основных типов задач по теме. Цепочка задач приблизительно такая, какая показана в таблице 4.

Таблица 4

Задачи	Дидактическая цель	Что дает для формирования познавательного интереса
1. Расчет количества теплоты с учетом использования удельной теплоемкости	Выяснение усвоения понятия c , формирование логического мышления	Применение имеющихся знаний для решения задач в новой ситуации
2. А если тел не одно, а два? Например, если деталь из первой задачи заменена котлом, в который налили воду массой 20 кг для нагревания от 10 до 100°C?	Формирование навыка расчета количества теплоты	»
3. Возвращаемся к «фокусу» первого урока (см. выше)	Формирование навыка плюс активное повторение пройденного	Создается ситуация: как быть, если известный способ расчета не полный? Идет обновление знаний на новом уровне
4. Задача на составление и решение уравнения теплового баланса	Формирование обобщенного подхода к решению задач	Радость от решения трудной задачи

Таким образом учащиеся подготовлены к выполнению практической работы. Тексты задач вскрыли практическую значимость темы.

Все это приводит к «присвоению» учащимися содержания деятельности по овладению способами расчета количества теплоты. В этом случае лабораторную работу, которая проводится как контрольная, можно рассматривать как результат деятельности: мы изучили удельную теплоемкость c , научились рассчитывать количество теплоты Q , а сможем ли мы в реальной практической задаче определить удельную теплоемкость. Мы считаем, что теперь у каждого ученика возникнет интерес к процессу выполнения лабораторной работы. Основным мотивом станет желание найти ответ, а не стремление получить хорошую отметку или страх получить плохую.

Конечно, категорически утверждать это нельзя. Каждый ученик — индивидуальность, но, рассматривая методический аспект вопроса формирования познавательного интереса к предмету, можно оправдать наш вывод следующими аргументами.

1. Учитель был нацелен на формирование интереса к знаниям на всех уроках и постоянно создавал соответствующую установку на каждом этапе урока.

2. На всех уроках учениками была освоена «база» для решения практической задачи. Каждый элемент структуры деятельности (цель → мотив → содержание → способы овладения → результат) имел материал для «субъективного присвоения» знаний.

Таким образом, на примере выполнения лабораторных работ можно сделать предположение, что учебно-познавательные действия учащихся станут стимулами познавательного интереса, если условия их протекания способствуют проявлению не только объективного, но и субъективного характера деятельности.

Деятельность будет лично интересна ученику (субъективно интересна), если ему ясно, зачем он действует (причем эта цель лично для него важна), каковы способы деятельности и оценки ее результата.

В этом случае стимулами познавательного интереса являются положительный настрой на выполнение задания, желание оценить свои возможности, дать самооценку результату деятельности.

Объективно интересному характеру деятельности будет способствовать в первую очередь содержание самой деятельности, связанное с проблемностью изложения, выполнением творческих заданий, практической направленностью заданий.

Для того чтобы выполнение задания на уроке стало лично важным и интересным для каждого ученика, необходимо соединить все эти стимулы в элементах деятельности учащихся. Тогда действительно можно говорить о формировании познавательных интересов учащихся в различных учебных ситуациях.

II. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

На таких уроках ведущим стимулом должно стать овладение новыми способами деятельности. Возможный вариант рекомендаций рассмотрим на примере подбора задач для урока «Плавление» (VII класс).

Таблица 5

Последовательность задач	Мотивировка, обоснования	«Фактор интереса»
1. Задачи типа: почему кусочек олова можно расплавить в пламени свечи, а такой же массы кусочек железа нельзя? Можно ли расплавленным металлом заморозить воду?	Формирование понятия температуры плавления	Неожиданные сопоставления (например, заморозить воду расплавленным металлом)
2. Задачи типа: одинаковый ли физический смысл имеют выражения: «передача телу теплоты» и «нагревание тела»?	Выяснение смысла употребляемых терминов, описывающих процесс плавления	Неожиданный результат, не соответствующий обычным жизненным представлениям
Возможно ли такое явление: тело передает теплоту окружающей среде, но при этом не охлаждается?	»	»
3. Задачи типа: по графику процесса плавления определить начальную температуру тела, время наблюдения, название вещества, для которого построен график	Развитие умения логически рассуждать	Новизна восприятия за счет разнообразия способов задания условия
4. Задачи типа: на плавление какого кубика пойдет меньше энергии и во сколько раз, если плавить эти металлы будут при температуре плавления каждого из них? В каком сосуде температура воды после таяния льда будет самой высокой? ¹	Устные упражнения в использовании формулы	Условие задачи не текстовое (рисунок) с варьированием существенных и несущественных признаков, толкающих на ложный путь
5. Поочередное определение затраченного на плавление количества теплоты, массы тела и удельной теплоты плавления (конкретные данные)	Отработка формулы	Заполнение таблицы данными Q , λ , m

¹ Чеботарева А. В. Самостоятельные работы учащихся по физике в 6—7 классах.—М.: Просвещение, 1985.

Последовательность задач	Мотивировка, обоснования	«Фактор интереса»
6. Задачи типа: лед массой 12 кг внесли с 25-градусного мороза в теплое помещение. Образовавшаяся после таяния льда вода нагрелась до температуры 16°C. Какое количество теплоты потребовалось для этого?	Выработка умения решать практические задачи	Удовлетворение от умения решать более трудные задачи

Теперь приведем пример подбора задач для одного из уроков по теме «Атмосферное давление». Здесь важнейшим стимулом интереса выступает возможность экспериментальной проверки результата решения. План решения качественных задач таков: в классе выдвигают гипотезу (одну или несколько), предлагают объяснение, затем проверяют экспериментом.

Таблица 6

Содержание задачи	Деятельность ученика на уроке
1. В большую пробирку с водой вставить малую и перевернуть их вверх дном. Почему по мере вытекания воды малая пробирка втягивается в большую?	Применение знаний об атмосферном давлении и в то же время осознание (закрепление) опыта Торричелли
2. Какие изменения можно наблюдать, если из сосуда через трубку выкачивать воздух? если накачивать?	Решение задачи в более сложной ситуации. Развитие умения анализировать, выделять существенное, варьировать несущественным
3. Имея anerоид, определить давление воздуха на внутренние стенки шара, немного подогрев его руками ¹	Дальнейшее движение по схеме физического познания: после качественного описания должно следовать количественное. Применение к газам уже отработанных для жидкости приемов определения давления. Подготовка к усвоению принципа действия манометра

¹ Антипин И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6—7 классах.— М.: Просвещение, 1974 (№ 127, 128, 130).

Содержание задачи	Деятельность ученика на уроке
4. В банку, площадь дна которой 100 см^2 , налита вода. Высота уровня воды 20 см. На поверхность воды помещен плотно пригнанный поршень, на котором стоит гиря массой 2 кг. Определить давление на дно банки	Совершенствование методов познания: решение более трудной задачи. Усвоение общего подхода к решению задач (анализ задачи «с конца»). (Задачу следует предложить решать двум ученикам несколько раньше, чем ее начнет решать весь класс. Затем все учащиеся оценят, чье решение лучше.)
5. При различных положениях трубки Торричелли определить изменение атмосферного давления (в наклонном положении, при разных сечениях трубки, разной глубине ее погружения в ртуть). Сравнить высоту столба ртути в трубке Торричелли с фактом изменения атмосферного давления	Рисунки к задачам заранее изготавливают в виде подвижных таблиц («двигается» столб ртути в трубке). Задача предлагается как игра-ситуация «учитель — ученик». К доске вызывают двоих. Один задает вопрос, другой воссоздает ситуацию на таблице. Остальные ученики помогают комментировать ответ. Здесь осуществляется проверка результата всей деятельности на уроке, так как главным в обучающем плане темы является усвоение сути опыта Торричелли
6. Задача Паскаля (по рис. 333, 334, с. 293 учебника «Физика 6—7»). Эта задача (при недостатке времени) может быть только разобрана на уроке, т. е. могут быть выдвинуты гипотезы, а их обоснование переносится на домашнюю работу	Задача основана на историческом материале и выполняет воспитательные функции урока, органично знакомя учащихся с историей вопроса, формируя представление о красоте и изяществе физических опытов Паскаля и Торричелли, дает толчок к осмыслению дополнительного материала в учебнике

Анализ деятельности ученика показывает, что каждая задача «поворачивала» изучаемый материал новой стороной, все больше включая пройденный ранее материал. Учитель поднимал ученика как бы «со ступеньки на ступеньку».

Таким образом возникал «азарт» (смогу ли?) и познавательный интерес за счет того, что каждая новая задача как бы ставила вопрос предыдущей, чуть изменяя его (а что же теперь?), и для его решения требовалось к усвоенному способу рассмотрения все время добавлять усвоенные ранее отдельные способы деятельности при решении задач в новых ситуациях.

Важно, что при этом действительно в единстве осуществляется процесс обучения, развития и воспитания учащихся.

III. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ ПРИ ВОСПРИЯТИИ НОВОГО МАТЕРИАЛА

Новый материал часто излагается информационно-иллюстративным методом. При этом надо отметить, что внешняя активность (деятельность) не свидетельствует о настоящей активности учащихся, и нередко при видимой активности только учителя (излагает новый материал) у только слушающих учащихся происходит напряженная умственная деятельность, являющаяся действенным источником подлинного познавательного интереса.

Рассмотрим варианты построения урока на тему «Испарение».

1. Традиционное построение урока.

Учитель объясняет материал, демонстрирует тщательно подобранные опыты. Ученики слушают, делают выводы.

2. Проблемный урок.

В начале урока перед ребятами ставится познавательная задача: найти объяснение явлению испарения. Повторение проводится по заранее составленному опорному конспекту. Ученикам напоминают схему научного познания в физике: наблюдения — выдвижение гипотезы — проведение эксперимента — теоретические выводы — проверка на практике. Учитель предлагает провести исследование явления испарения. Затем ученики анализируют теоретическую модель и выдвигают гипотезы: от какого фактора зависит скорость испарения? Гипотезы учащихся экспериментально подтверждаются, опыты анализируются, делается вывод о поглощении энергии при испарении. Закрепление материала проходит в виде повторного объяснения учителя.

3. Урок предполагает большую самостоятельную работу учащихся.

Во время фронтального опроса выясняются основные положения самостоятельно изученного дома § 89 «Испарение», акцентируется внимание учащихся на главном. Подтверждение изученному учащиеся обнаруживают во фронтальной лабораторной работе, в ходе закрепления обобщается материал, приводятся примеры.

4. Основу урока составляет просмотр и обсуждение фильма «Изменение агрегатных состояний вещества».

На дом ученикам было задано повторить по учебнику VI класса основные положения МКТ. После фронтального опроса, просмотра и обсуждения кинофильма по предварительно предложенным учащимся вопросам учитель демонстрирует опыты сам и обсуждает с учащимися варианты предлагаемых ими опытов. Закрепление происходит в ходе решения качественных задач.

5. Урок проводится как контрольная работа.

Учащимся предлагаются задания: прочитать § 89 и определить его главную мысль; найти в учебнике и перечислить причины, от которых зависит скорость испарения жидкости; выполнить фронтальную лабораторную работу и объяснить ее результаты.

Анализ деятельности ученика позволяет выбрать оптимальный вариант урока. Для определения этого варианта необходимо учитывать кривую работоспособности учащихся во время урока, опре-

деляя благоприятную и неблагоприятную зоны деятельности учащихся на уроке.

Итак, влияние деятельности учащихся на формирование их познавательных интересов происходит в том случае, когда «предметность деятельности сочетается с ее духовностью... эти свойства идут как бы навстречу друг другу, и их встреча и рождает деятельность. Но если они не соотносятся, то деятельность не состоится, она подменится реакцией» (Шукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся. М., Просвещение, 1979).

§ 2. Приобщение учащихся к методам научного исследования

В каждом ученике живет страсть к открытиям и исследованиям. Даже плохо успевающий ученик обнаруживает интерес к предмету, когда ему удается что-нибудь «открыть»: установить закон плавления тел, исследовать зависимость силы тока от напряжения и сопротивления проводника, определить фокусное расстояние линзы и т. д.

В процессе выполнения опытов проявляется самостоятельная мыслительная деятельность школьников. Им приходится сравнивать, анализировать явления, делать выводы о наблюдаемых закономерностях. Активный поиск решения поставленной учителем задачи приводит к созданию у учащихся устойчивых познавательных интересов, выросших на базе их ситуативной заинтересованности. В этом случае интерес к цели, результату совпадает с интересом к достижению этой цели, и учащиеся вдохновенно работают в течение всего урока, проявляя произвольное внимание. При таком внимании деятельность привлекает сама по себе, тогда как при произвольном внимании они должны заставить себя заниматься данным предметом.

К. Д. Ушинский указывал, что приохотить учащихся к учению гораздо важнее, чем приневолить. В этом плане фронтальные опыты, представленные учащимися как их первые научные исследования, имеют особенно большое значение. Наслаждение самим трудом, процессом его выполнения (ведь ученик считает себя первооткрывателем) приводит к сознательному выполнению данной работы.

Вызвав интерес к процессу деятельности, учитель должен увлечь ученика содержанием и способом выполнения работы. В этом умении заключается искусство педагога.

Учение не должно быть забавой и содержать только интересные виды работы, но если в течение урока учащийся поддерживает свое внимание только непрерывным рядом усилий, если все в уроке ему неинтересно, то очень быстро наступает утомление, ребенок теряет внимание, отвлекается и присутствует на уроке «просто так».

Ученика надо приобщить к радости умственного труда, дать ему испытать удовлетворение от творчества, открытия, победы.

Чем чаще учитель будет предоставлять ученику такие возможности, тем глубже будет его интерес к предмету. Ученику интересно, когда изучение физики представляется для него как решение конкретной задачи, как постоянная работа мысли. Однако здесь необходимо отметить, что важным условием воспитания на уроке интереса к предмету является доступность и посильность выполнения задания для каждого школьника. Прежде всего учитель должен четко поставить задачу и объяснить цель проведения опытов. В конце урока очень важным является обсуждение результатов самостоятельных опытов учащихся. Пусть они выдвигают свои теории, думают, спорят. Естественно, что их ответы будут не всегда правильными. Постоянные сравнения правильных и неправильных понятий приведут к более прочному усвоению знаний. Ученик почувствует себя почти что первооткрывателем, приобретет вкус к науке.

В настоящее время работа учителя по подготовке фронтального эксперимента значительно облегчена выходом в свет пособия В. А. Булова и др. «Фронтальные экспериментальные задания по физике в 6—7 классах средней школы» (М., Просвещение, 1981).

В качестве примера приведем систему фронтальных опытов по теме курса физики VI класса «Первоначальные сведения о строении вещества». Выбор темы объясняется необходимостью заинтересовать учащихся физикой с самого начала ее изучения.

1. Опыты, приводящие к пониманию сложного строения тел:
а) последовательное разбавление окрашенного раствора; б) измельчение сахара в ступке.

2. Опыт, иллюстрирующий существование предела делимости вещества: растекание капли масла по поверхности холодной воды.

3. В качестве доказательства, что молекула — мельчайшая частица данного вещества, — разложение окиси ртути при нагревании.

4. Для создания некоторых представлений о вычислении размеров молекул целесообразно провести подсчет числа дробинки, уложенных на линии длиной 1 см.

5. Опыты, иллюстрирующие движение молекул: а) диффузия йода в парафине; б) диффузия сахара в воде (три последовательных опыта); в) зависимость скорости диффузии марганцовки от температуры воды.

6. Доказательство наличия промежутков между частицами: а) смешение воды и денатурата в узкой стеклянной трубке; б) расширение воздуха при нагревании; в) наблюдение и объяснение появления пузырьков воздуха на поверхности куска кирпича, угля и металла при погружении их в воду (обратить внимание на правильность вывода).

7. Опыты, доказывающие наличие притяжения между молекулами: а) прилипание стеклянной пластинки к поверхности воды; б) сцепление двух листов бумаги, между которыми помещена капля воды; в) поднятие блюдца с помощью влажного куска мыла.

8. Опыты, позволяющие оценить силы притяжения между молекулами разных веществ: а) смачивание и несмачивание различ-

ных веществ водой (калька, парафинированная бумага, никелированный стержень); б) сварка стеклянных палочек или трубочек над пламенем спиртовки.

Опыт работы в школе показал большое преимущество фронтальных наблюдений учащихся перед аналогичным демонстрационным экспериментом. Их проведение убеждает учеников в том, что каждый может сделать «открытие», толчок которому дает опыт.

§ 3. Разнообразие методики проведения урока

Различные формы проведения урока не только разнообразят учебный процесс, но и вызывают у учащихся удовлетворение от самого процесса труда. Не может быть интересным урок, если ученик постоянно включается в однообразную по структуре и методике деятельность.

Под разнообразием форм учебных занятий мы понимаем применение различных организационных приемов, которые активизируют школьников путем предоставления им возможности участвовать в различных видах деятельности. В методике таких уроков основным активизирующим моментом следует считать положительный эмоциональный настрой на урок, который возникает у учащихся при переходе на новый вид деятельности. Именно этот настрой может привести к развитию познавательных интересов учащихся.

Чем более однообразна деятельность учащихся, тем острее у них потребность (чаще всего неосознанная) в смене вида деятельности.

Методическое разнообразие урока неразрывно связано с его содержанием, целями урока, возрастными особенностями учащихся, личностью самого учителя. Мы предлагаем возможные формы проведения уроков, которые помогут учителю разнообразить методику проведения уроков.

РАЗНООБРАЗНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ И ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Развитию познавательной активности школьников во многом способствует правильно организованная проверка выполнения домашних заданий. Одним из важных педагогических требований к такой проверке является разнообразие форм ее проведения, способствующее повышению интереса учащихся не только к результатам, но и к самому процессу проверки знаний. Не описывая подробно различные известные способы проверки домашней работы учащихся, остановимся лишь на некоторых из них.

1. Большой интерес у учащихся вызывает взаимный опрос. Учитель вызывает одного из учеников; остальные задают ему несколько вопросов, после ответов на которые ученику ставят оценку. В случае затруднений с ответом на вопрос отвечает тот, кто его задал. Как показывает опыт, во время взаимного опроса класс

всегда работает активно. Учащиеся с чувством полной ответственности относятся к постановке вопроса. Качество предлагаемых вопросов улучшается от урока к уроку. Вопросы, задаваемые самими учащимися, не только устраняют формализм знаний, но и являются показателем глубины интереса учащихся к предмету.

2. Один из приемов, которые используют учителя для активизации познавательной деятельности учащихся при опросе, — рецензия на работу (или ответ) товарища. Рецензии могут быть устными и письменными.

Учащихся следует познакомить со схемой рецензии, которая, на наш взгляд, должна включать такие моменты:

- 1) Краткое содержание ответа.
- 2) Характеристика полноты ответа.
- 3) Характеристика глубины ответа (достаточно ли обоснования, доказательства и примеры).
- 4) Дополнения к ответу.
- 5) Общая характеристика ответа.

Таким образом, рецензии на ответ будут содержать не только исправление ошибок и дополнения к ответу, но и характеристику его достоинства. Повышается интерес к ответу товарища, внимание на уроке не рассеивается, опрос происходит более плодотворно. Кроме того, рецензирование ответов товарищей воспитывает у учащихся ответственность, честность, справедливость, умение логически рассуждать, выделять существенное.

3. Интересной формой проверки является опрос, проводимый в виде беседы. Вызываются два ученика, которым учитель дает тему, например «Закон Кулона». Приведем стенограмму такой беседы учащихся, опуская рассказ ученика об экспериментальной проверке закона.

Ученик С.: Как читается закон Кулона?

Ученик В.: Сила взаимодействия двух зарядов пропорциональна произведению этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Ученик С.: Это далеко не полная формулировка.

Ученик В.: Почему же не полная? Единственное, что я, может быть, забыл, это то, что речь идет о двух точечных зарядах.

Ученик С.: Да, конечно, это важно подчеркнуть, но я имел в виду еще и другое. Нужно добавить, что сила взаимодействия зарядов зависит еще от среды, в которой взаимодействуют заряды.

Ученик В.: Да, я могу даже уточнить: сила взаимодействия между зарядами зависит от диэлектрической проницаемости среды. Но более того, я сейчас вспомнил, что и я, и ты совсем не сказали о направлении этой силы.

Ученик С.: Да, конечно, ведь сила — векторная величина. Надо добавить, что сила, с которой взаимодействуют заряды, направлена вдоль линии, соединяющей эти заряды.

Ученик В.: Мне кажется, что этого мало, ведь вдоль линии существуют два направления.

Ученик С.: Правильно. Надо сказать, что заряды отталкиваются, если они одноименные, и притягиваются, если они имеют противоположные знаки.

Подобные беседы значительно повышают степень подготовки учащихся. Кроме того, во время такого опроса заметно возрастает

внимание к беседе учащихся со стороны класса, повышается их интерес к уроку.

4. Следует разнообразить задания по проверке усвоения содержания того или иного параграфа учебника. Наряду с требованием дать рассказ по определенной теме учащимся можно предложить составить вопросы к заданному параграфу. Этот вид работы способствует систематизации знаний учащихся, облегчает процесс усвоения. В дальнейшем при проверке домашнего задания ученики задают эти вопросы товарищу во время взаимного опроса. Кроме того, можно одному из учащихся предложить осветить материал по плану, составленному другим учеником. Характер вопросов, их последовательность и глубина должны быть оценены. Такой вид проверки домашнего задания вносит разнообразие в урок, делает ответы более осознанными.

5. Одной из интересных форм выполнения домашних заданий учащимися может быть рецензия параграфа учебника. Эта рецензия составляется дома в письменной форме, а на уроке зачитывается и обсуждается. В рецензию учащиеся должны включить краткий перечень основных вопросов, о которых идет речь в параграфе, охарактеризовать метод изложения этих вопросов, подчеркнуть положительные и отрицательные стороны изложения, обратить внимание на степень доступности материала. Можно предложить учащимся сравнить качество изложения материала в учебнике и научно-популярной книге, которую по данному вопросу ученик читал.

Обсуждение рецензии в классе вносит некоторую эмоциональную окраску в урок, несет воспитательную нагрузку. В результате рецензирования ученик более внимательно изучает материал, изложенный в учебнике. Учащиеся часто именно этот факт подчеркивают в своих рецензиях. Ученица школы № 27 Ленинграда отмечает: «Сначала я не очень понимала материал, изложенный в параграфе, а поэтому рецензию написать затруднялась. Пришлось несколько раз прочитать параграф, разобраться в материале. То, что надо было писать рецензию, помогло настолько, что, кажется, в параграфе не осталось ничего непонятного».

Рецензирование параграфа является эффективной формой работы с учебником: развивается речь, учащиеся учатся правильно излагать свои мысли письменно, воспитывается самостоятельность мышления, умение глубже вникать в изложенный материал. Для учителя же рецензии учащихся являются источником обширной информации, которую можно использовать с целью улучшения качества преподавания. Таким образом можно обнаружить слабые места в знаниях и умениях учащихся, выяснить те моменты в материале, которые остались непонятыми.

6. Для того чтобы придать домашней работе учащихся творческий характер и вызвать интерес к ней, следует практиковать различные творческие задания: составление физических задач, проведение наблюдений и опытов, решение задач, требующих творческой смекалки, и т. д.

К творческим заданиям можно отнести составление проектов придуманных учениками машин и механизмов. «Изобретенные» учащимися конструкции не всегда практически осуществимы, но обсуждение таких проектов в классе проходит очень оживленно. Например, можно предложить учащимся VIII класса сконструировать прибор, позволяющий определить силу нормального давления на наклонной плоскости при различных углах наклона, или разработать устройство, которое позволило бы приводить тележку из состояния покоя в состояние равномерного движения с заданной скоростью.

7. Интересной формой проверки домашнего задания может быть составление рассказа по рисунку. Естественно, что тема рисунка должна соответствовать изучаемому материалу. В учебниках VI и VII классов с этой целью можно использовать цветные вклейки. Кроме того, учитель может постепенно составлять наборы рисунков по отдельным темам курса физики, привлекая к их подбору учащихся класса. Подобная проверка знаний всегда заинтересовывает учащихся, так как при составлении рассказа не обойдешься заученными фактами, здесь важно поразмыслить, есть возможность применить свои знания и показать их товарищам по классу. Хорошим помощником учителю является книга Н. С. Безчастной «Физика в рисунках» (М., Просвещение, 1981).

8. Известно, что большой интерес учащихся вызывают экспериментальные домашние задания. Проводя наблюдения за каким-либо физическим явлением, ставя дома эксперимент, который нужно объяснить при выполнении этих заданий, ученики учатся самостоятельно мыслить, развивают свои практические навыки. Особенно полезны такие практические задания в младших классах, где интерес к физике только начинает формироваться.

В качестве примера можем привести задание для учащихся VII класса: «Поставьте на плиту две одинаковые жестяные банки. В одну налейте воду массой 0,5 кг, в другую положите снег массой 0,5 кг. Замерьте, сколько времени потребуется для того, чтобы вода в обеих банках закипела.

Напишите краткий отчет о вашем опыте и объясните его результаты».

В классе при проверке задания можно сравнить отчеты, отметить лучшие из них.

Демонстрация на уроках сконструированных приборов, ответы на интересные жизненные вопросы, поставленные в задачах, делают урок значительно более эффективным, стимулируют формирование познавательных интересов учащихся.

Использование эксперимента повышает заинтересованность всего класса самим процессом опроса. Например, ученику VII класса предлагается зарядить электрометр положительно при помощи эбонитовой палочки, заряженной отрицательно. Экспериментальные задания заставляют учащегося глубже вдуматься в физическую сущность явления электростатической индукции и стимулируют его к дальнейшим выводам и обобщениям.

9. Эффективным методом учета знаний учащихся является опрос с привлечением учебного кинофильма. После изучения броуновского движения, диффузии жидкостей и газов в IX классе при опросе можно использовать показ фрагментов кинофильма «Молекулы и молекулярное движение» при выключенном звуке, комментировать их будут учащиеся.

ОРГАНИЗАЦИЯ СОРЕВНОВАНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Метод социалистического соревнования, имеющий большое значение в жизни всего нашего общества, оказывается действенным средством не только воспитания коллектива учащихся, но и активизации их познавательной деятельности на уроке, развития интереса к учению.

Практика работы многих учителей в этом направлении убеждает в положительном влиянии соревнования на учебный процесс. Речь, конечно, идет не о возврате к старым формам соревнования в учебной работе, когда определяли первенство коллектива только по проценту успеваемости. Этот формализм в соревновании правильно осуждался.

Целью организации соревнования в учебной работе должны стать не количественные показатели, а активизация учебной деятельности школьников.

Соревнования учащихся могут быть организованы как на внеклассных занятиях (олимпиады, предметные пионерские сборы, конкурсы на лучшую тетрадь, на лучшее наглядное пособие и т. п.), так и на уроках. Не желая отставать от товарищей и подвести свой коллектив, ученики начинают больше читать по предмету, тренироваться в решении задач, что бесспорно способствует повышению их успеваемости. Сочетание коллективных и индивидуальных форм соревнования разнообразит процесс обучения, делает его более увлекательным, дает возможность удовлетворить интересы школьников, повышает у них чувство ответственности за главное дело своей жизни — учение.

Соревнование лучше всего проводить между существующими коллективами учащихся (звеньями, отрядами, бригадами), а не между случайными группами (колонками — если только ученики не сидят в классе по звеньям, мальчиками и девочками и т. д.). Обязательно подведение итогов соревнования и награждение победителей. Так, на уроке-соревновании все члены звена-победителя могут быть награждены значками «Юный физик», а звено награждено выпелом.

При оценке работы звена следует учитывать не только конкретные оценки, но и массовость в выполнении заданий, проявление творческой инициативы. Приведем два примера уроков-соревнований.

1. Организация соревнования при решении задач.

В соответствии с целями это может быть урок, на котором обсуждают решение задач, или урок, на котором закрепляют умения и

навыки этой работы. С целью активизации работы учащихся на уроках закрепления мы предлагаем организовать соревнование учащихся по звеньям. Для определения звена-победителя выбирают жюри (по одному человеку от каждого звена). Между членами жюри заранее распределяют обязанности.

Учителю необходимо помнить, что занимательная форма урока не должна заслонять серьезного отношения учащихся к его содержанию. Поэтому в структуру урока следует включить обычные его элементы (решение качественных, количественных и экспериментальных задач; самостоятельную работу учащихся и фронтальное выполнение заданий).

Цели уроков-соревнований

Обучающая: закрепление у учащихся навыков решения задач: расчетных, качественных и экспериментальных.

Воспитательная: формирование навыков коллективной работы в сочетании с самостоятельностью учащихся.

Развивающая: научить учащихся применять знания в новой ситуации, развить умение объяснять окружающие явления.

Структура урока

1. Разминка — решение качественных задач и их экспериментальная проверка. Способ проверки знаний учащихся — фронтальный опрос.

2. Конкурс капитанов — решение экспериментальных задач. Способ проверки знаний — ответы учащихся у доски.

3. Конкурс команд — самостоятельная работа учащихся по решению расчетных задач. Способ проверки знаний — проверка собранных у учащихся тетрадей (листочков) членами жюри.

4. Конкурс команд — задания, определяющие развитие учащихся (составление рассказа по рисунку, составление задач и т. д.). Приведем примеры содержания урока-соревнования в разных классах.

VI класс

Тема: решение задач по определению архимедовой силы и проверке условия плавания тел.

1. Учитель предлагает учащимся объяснить опыты, подготовленные заранее на демонстрационном столе.

Опыт 1. Почему в одном из сосудов с водой картофелина плавает, а в другом утонула?

Опыт 2. Как долго будет плавать в сосуде с водой горящая свеча?

Опыт 3. Два товарища из VI А класса (урок проводится в VI Б классе) поспорили о том, какая из выталкивающих сил больше; действующая на шар или на цилиндр, если объемы этих тел равны и они погружены в один и тот же сосуд с водой.

II. Капитану каждой команды (звеньевому) выдается экспериментальное задание, на решение которого отводится 7—10 мин. В помощь капитанам выделяется один из членов жюри, заранее подготовленный к своим обязанностям.

Выполнив задание, каждый капитан оформляет решение на доске.

Задания капитанам:

1) В мензурке с водой плавает пробирка с песком. Определить вес и массу песка в пробирке.

2) Определить вес куска парафина, используя мензурку с водой. Проверить ответ с помощью весов или динамометра.

3) Как узнать, у какого из двух деревянных кубиков плотность больше, имея стакан с водой?

III. Во время работы капитанов все остальные учащиеся решают на заранее приготовленных листках задачу: «Какую силу надо приложить, чтобы поднять под водой камень массой 60 кг и объемом $0,023 \text{ м}^3$?»

На решение отводится 5—7 мин. Затем листки собирают, а в оставшиеся 2—3 мин обсуждают у доски решение задачи. Члены жюри проверяют решение каждого и выставляют оценки — индивидуальные и командные.

IV. После проверки на доске решения общей задачи отчитываются капитаны команд. Желательно, чтобы все учащиеся сделали в тетрадях рисунки и записали решение.

V. Если позволит время, можно предложить для самостоятельной работы в классе более сложную задачу: «Вес тела в воде в три раза меньше, чем в воздухе. Чему равна плотность тела?»

VII класс

Решение задач по теме «Теплопередача и работа».

I. Задания для разминки (все задания проверяются с помощью подготовленного на столе эксперимента).

Задача первой команде: «Если чугунную гиру взять в руку, то она кажется холоднее окружающего воздуха. Почему? Как можно проверить, так ли это, имея калориметр с водой и термометр?»

Задача второй команде: «Кусок никелиновой спирали нагрет током от трансформатора до яркого красного накала. Изменится ли накал спирали, если ее обдувать воздухом или погрузить в воду? Почему?»

Задача третьей команде: «Как, используя пламя спиртовки или кусок льда, вывести из равновесия весы, не касаясь их?»

II. Задания для конкурса капитанов.

1) Определить, до какой температуры была нагрета латунная гиря, имея весы и калориметр с водой массой 150 г. Потеря тепла на калориметр не учитывается.

2) В алюминиевом стакане нагрели воду. Имея весы и термометр, определить, на что больше и во сколько раз израсходовано энергии: на нагревание воды или сосуда.

3) Воду массой 90 г нагрели до температуры 90°C . Рассчитать, а затем экспериментально проверить, сколько надо в горячую воду добавить холодной воды, чтобы получить температуру смеси 50°C .

III. Задание для самостоятельной работы учащихся.

Воду в объеме 2 л нагрели от температуры 15°C до 50°C . Сколько керосина при этом сгорело? Теплопотерей пренебречь.

IV. Задания, определяющие развитие учащихся: а) составить рассказ по рисунку цветной вкладки учебника VII класса; б) провести соревнование на лучший вопрос по объяснению явлений сюжетов «Физика у нас дома» или «Физика на прогулке» (в пределах пройденной темы).

VIII класс

Решение задач по теме «Применение законов Ньютона».

I. Задания для разминки.

1) При каком подъеме кабины лифта — ускоренном, равномерном или замедленном — сила натяжения троса больше?

2) Груз помещен на платформу пружинных весов в кабине лифта. Что покажут весы во время свободного падения лифта? Что произойдет, если опрокинуть стакан с водой отверстием вниз во время свободного падения лифта?

3) На весах уравновешен человек, держащий в руке тяжелый груз. Что произойдет с весами, если человек быстро поднимет груз вверх; присядет?

II. Задания для конкурса капитанов.

1) Определить коэффициент трения дерева о дерево при помощи доски, бруска и динамометра. Предложить способ уменьшения коэффициента трения.

2) Имеется гиря с проволочной петлей, динамометр, нить, штатив с укрепленным на нем стержнем диаметром 8—12 мм, вазелин. Определить силу тре-



Рис. 2

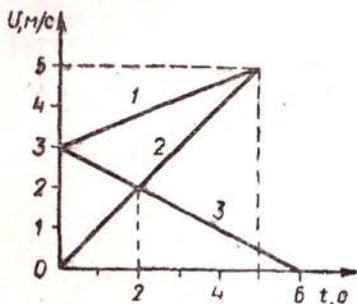


Рис. 3

$x=0$, т. е. тело проходит начало координат; 7) при $t > 1$ тело удаляется от начала отсчета; 8) $v = -5 + 6t$ — скорость в любой момент времени; 9) $s = -5t + 3t^2$ — перемещение и путь в любой момент времени.

V. Аукцион графиков.

Какие величины можно определить из графика (рис. 3)?

Ответ: 1) Тело 3 движется равнозамедленно с $v_0 = 3$ м/с; 2) тело 2 движется равноускоренно с $v_0 = 0$; 3) тело 1 движется равноускоренно с $v_0 = -3$ м/с; 4) через 2 с будут равны скорости движения тел 2 и 3; 5) $a_1 = \frac{5-3}{5} = 0,4$ м/с²; 6) через 5 с будут равны скорости тел 1 и 2; 7) $a_2 = \frac{5}{5} = 1$ м/с²; 8) $a_3 = \frac{0-3}{6} = -0,5$ м/с²; 9) $s_1 = 3t + 0,2t^2$; 10) $s_2 = 0,5t^2$; 11) $s_3 = 3t - 0,25t^2$; 12) через 6 с скорость тела 3 будет равна 0; 13) при $t=0$ тела находились в одном пункте; 14) через $t=10$ с тела 1 и 2 встретятся; 15) тела 1 и 3 встретятся через 4 с.

2. Одним из интересных способов закрепления материала является урок-соревнование «Защита темы». Например, в VI классе урок такого типа можно провести по теме «Первоначальные сведения о строении вещества». Здесь защищаются четыре темы: «Суть теории строения вещества», «Наличие промежутков между молекулами», «Силы взаимодействия молекул», «Движение молекул».

Одну из этих тем по указанию учителя или по жребию звеньевых за неделю до урока получает каждое звено. Члены звена распределяют между собой обязанности:

1) Библиографы подбирают литературу по теме.

2) Докладчики выделяют в полученной теме главные вопросы и составляют доклады на 3—5 мин.

ния нити о неподвижный стержень при равномерном подъеме гири, вес нити не учитывать. Показать на опыте роль смазки.

3) Шарик, лежащий на столе, толкают; он скатывается и падает на пол. Используя линейку, определить время падения шарика. Результат проверить с помощью секундомера.

III. Задание для самостоятельной работы учащихся.

С искусственной горки радиусом кривизны 10 м съезжает тележка массой 20 кг со скоростью 10 м/с (рис. 2). В каком месте надо положить наиболее прочные доски? Почему?

IV. Аукцион формул.

Какие сведения о движении тела можно получить из формулы, описывающей это движение: $x = 2 - 5t + 3t^2$?

Ответ: 1) Это уравнение описывает равноускоренное движение; 2) $x_0 = 2$ — координата тела в момент, когда время равно 0; 3) $v_0 = -5$ — начальная скорость тела; 4) $a = 6$ — ускорение; 5) тело приближается к началу отсчета; 6) при $t = 1$,

3) Экспериментаторы обеспечивают доклады наглядными опытами.

4) Оформители подготавливают чертежи, рисунки, схемы для докладов, подбирают диафильмы и диапозитивы.

5) Оппоненты данного звена готовят вопросы для команды противника.

При таком распределении обязанностей в защите темы участвуют все члены команды. На уроке нет пассивных слушателей. Каждый стремится вложить частицу своего труда в победу звена. Вместе с тем такой урок является массовой проверкой знаний учащихся по пройденному разделу.

Всей работой на уроке руководит учитель, а учет работы и подведение итогов соревнования проводит жюри из учащихся класса.

Проведение урока в виде соревнования имеет не только образовательное, но и воспитательное значение: на таких уроках учащиеся выступают не просто от своего имени, а от имени всего звена. Это заставляет их более ответственно относиться к подготовке к уроку. Кроме того, школьники учатся внимательно слушать своего товарища, критически анализировать его ответ. На таких уроках имеется возможность широкой постановки вопросов, связанных с историей физики.

Например, в VII классе после изучения темы «Сила тока, напряжение, сопротивление» на уроке «Защита темы» можно выбрать три темы и в каждой из них поставить доклады об Ампере, Вольте и Оме. Уроки «Защита темы» можно проводить во всех классах, но в старших классах следует предоставить учащимся большую самостоятельность в подборе научно-популярной литературы, анализе докладов товарищей.

Примерные планы таких уроков см. в таблицах 7—9.

УРОКИ-КОНФЕРЕНЦИИ

Опыт показывает, что наибольший интерес у школьников вызывают те уроки, в которых они принимают активное участие. В качестве таких уроков можно предложить уроки-монтажи и уроки-конференции. Первые мы предлагаем проводить при изложении нового материала. На таком уроке учащиеся делают небольшие сообщения по теме урока, демонстрируют опыты. Учитель объединяет эти сообщения своим рассказом, дополняет сообщения учащихся, заостряет их внимание на главном.

Примером урока-монтажа в VII классе может быть урок на тему «Электрические явления в атмосфере». После короткого рассказа учителя о существовании электрического разряда в газе при больших напряжениях учащиеся выступают с сообщениями на темы: «Природа молнии», «Виды молнии», «Защита от молнии». Каждое сообщение длится 5—7 мин. Оно сопровождается необходимыми опытами, зарисовками на доске. Урок заканчивается демонстрацией кинофильма «Молния». Во время его показа звук отключается, и один из учеников класса комментирует фильм, обязательно ссылаясь на сообщения своих товарищей.

Таблица 7

№ п/п	Тема	Доклады	Демонстрация	Оформление	Вопросы оппонентов
I	Атомно-молекулярное строение вещества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Строение вещества и размеры молекулы 2. Промежутки между молекулами 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Окрашивание воды малым количеством краски 2. Сжатие шара с воздухом 3. Смешивание воды и спирта 4. Колба с воздушным шаром над плитой 5. Расширение 5-копеечной монеты при нагревании 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Модели молекул водород и воды из пластилина 2. Портрет М. В. Ломоносова 3. Рисунки опытов в интерпретации учащих 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Молекулу можно разделить на атомы. Почему же тогда молекула мельчайшая частица данного вещества? 2. На линии телеграфа Ленинград—Москва каждую зиму «пропадают» 100 м провода. Кто похититель?
II	Движение молекул	<ol style="list-style-type: none"> 1. Диффузия, ее применение 2. Броуновское движение 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Диффузия паров аммиака 2. Диффузия в твердых телах (кristаллический йод и парафин) 3. Диффузия бриллиантовой зелени и воды 4. Модель броуновского движения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрагмент из кинофильма «Молекулы и молекулярное движение» 2. Рисунки характера броуновского движения на доске 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Почему мы не видим движения молекул? 2. Почему вода испаряется при нагревании?
III	Взаимодействие молекул	<ol style="list-style-type: none"> 1. Силы притяжения между молекулами 2. История развития представлений о строении вещества 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слипание мокрых листов бумаги 2. Слипание двух полированных стёкол 3. Две капли воды на парафине (колоскоп) 4. Пайка металла 5. Применение замазки 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рисунки опытов 2. Фрагмент из кинофильма «Молекулы и молекулярное движение» 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Растягиваем резинку, пока она не порвется. Почему это происходит? 2. Если сжимать поршень газ, то сначала он движется легко, а потом сжимать газ все труднее. Почему?

№ п/п	Тема	Доклады	Демонстрации	Оформление	Литература
I	Атмосферное давление	<ol style="list-style-type: none"> 1. История открытия атмосферного давления 2. Опыт, доказывающий его существование 3. Значение атмосферного давления 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подъем воды за поршнем 2. Магдебургские полушария 3. Падение яйца в бутылку 4. Тяжелая газета 5. Фонтан в пустоте 6. Разрыв кальки 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема фонтана в саду 2. Портреты Герике и Торричелли 3. Д/ф «Атмосферное давление» 4. Рисунки опытов на доске 	<p>Кудрявцев П. С. История физики. Т. 1. М., Учпедгиз, 1959</p> <p>Владимиров А. В. Рассказы об атмосфере. М., Просвещение, 1974</p> <p>Покровский С. Ф. Наблюдай и исследуй сам. М., Просвещение, 1971</p>
II	Давление жидкостей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закон Паскаля 2. Применение сообщающихся сосудов 3. Давление столба жидкости 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Шар Паскаля 2. Передача давления жидкостью 3. Давление жидкости на дно и стенки сосуда 4. Существование давления снизу вверх 5. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая карта мира 2. Схема римского водопровода 3. Схема современного водопровода 4. Портрет Паскаля 5. Рисунки опытов 	<p>Перельман Я. И. Занимательная физика. Кн.: 1, 2. М., Наука, 1971</p> <p>Голованов Я. Этюды об ученых. М., Молодая гвардия, 1970</p> <p>Гальперштейн Л. Здравствуй, физика. М., Детская литература, 1974</p> <p>Рачлис Х. Физика в ванне. М., Мир, 1972</p>
III	Плавание тел	<ol style="list-style-type: none"> 1. Действие выталкивающей силы 2. Плавание тел 3. Применение законов плавания тел 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Действие жидкости на погруженное тело 2. Плавание тел в зависимости от плотности (2 опыта) 3. Картезианский водолаз 4. Игрушка «Водолаз» 5. Действие понтонов 6. Плавание игрушечных кораблей 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема подводной лодки 2. Рисунки из истории подводных лодок 3. Рисунок человека, плавающего в Мертвом море 4. Схема устройства водолозного костюма 	<p>Ергомышева - Алексеева М. Н. Физика юным. М., Просвещение, 1969</p> <p>Опыт в домашней лаборатории. Серия «Библиотечка «Квант», вып. 4. М., Наука, 1980</p>

№ п/п	Доклад	Демонстрации	Оформление	Литература
I	1. Спор Аристотеля с Галилеем 2. Суть I закона Ньютона 3. Применение закона	1. Движение шарика по песку и по стеклянной поверхности 2. Опыты по инерции монеты, куклы на тележке и т. д. 3. Наблюдение за траекторией шарика, на пути которого магнит	1. Рисунок, показывающий прыжок могоциклста через пропасть 2. Дорожные знаки ограничения скорости 3. Кадры из диафильма «Система отсчета и относительность движения»	Григорьев В. И., Мякишев Г. Я. Силы в природе. М., Наука, 1976 Липсон Г. Великие эксперименты в физике. М., Мир, 1972 Спасский Б. И. Физика в ее развитии. М., Просвещение, 1979 Бублейников Ф. Д., Веселовский И. Н. Физика и опыт. М., Просвещение, 1970
II	1. Основные понятия механики Ньютона 2. Суть II закона 3. Применение закона	1. Опыт с трибометром и грузами (практический вывод формулы: $a = \frac{F}{m}$) 2. Удар молотка по стальной плите со стеклом	1. Рисунки к опытам 2. Рисунок: танки, разбивающие препятствия за счет ударной силы	Билимович Б. Ф. Законы механики в технике. М., Просвещение, 1975 Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе / Под ред. А. А. Покровского. Ч. 1. М., Просвещение, 1978
III	1. О жизни и деятельности Ньютона 2. Суть III закона 3. Применение закона	1. Демонстрация действия внутренних и внешних сил 2. Взаимодействие двух динамометров, тележек и т. д. 3. Перегибание каната	1. Взаимодействие в зубчатых колесах 2. Самолеты с реактивными двигателями (плакат) 3. Кадры из кинофильма «Закон Ньютона»	Перельман Я. И. Занимательная физика. Кн. 2. М., Наука, 1974 Билимович Б. Ф. Физические викторины. М., Просвещение, 1977

Большая самостоятельность, непосредственное участие в объяснении нового материала, разнообразие применяемых методов — все это делает урок интересным для всех учеников. В классе могут оказаться очевидцы действия ленточной или даже шаровой молнии. Их выступления вызовут большой интерес, помогут закрепить полученные на уроке знания.

Приведем некоторые возможные темы уроков-монтажей: «Движение и сила», «Плавание тел», «Применение сообщающихся сосудов» (VI класс); «Равновесие тел, имеющих площадь опоры», «Невесомость и перегрузки» (VIII класс); «Виды газовых разрядов при атмосферном давлении», «Применение электролиза в технике» (IX класс) и др.

Уроки-конференции чаще всего проводятся при закреплении учебного материала и являются итогом работы старшеклассников по изучению большой темы курса физики. Такие уроки учат самостоятельности мышления, вырабатывают умение выступать перед большой аудиторией, дают возможность самостоятельно готовить и проводить эксперимент, воспитывают ответственность перед классом, позволяют за сравнительно короткий промежуток времени повторить большой материал.

Уроки-конференции можно разделить на три типа.

1. Тематические конференции, цель которых обобщить, систематизировать и расширить знания по теме. Методика проведения таких конференций подробно описана в книге А. В. Усовой, В. В. Завьялова «Учебные конференции и семинары по физике в средней школе» (М., Просвещение, 1975). Однако необходимо остановиться на вопросе активизации всех учащихся класса на уроке. Конечно, непосредственно в уроке участвует большое количество школьников — докладчики, их заранее подготовленные оппоненты, экспериментаторы, оформители докладов. И все-таки в классе остаются еще 15—20 учащихся. С целью повышения активности восприятия доклада следует предложить всем учащимся класса по ходу урока заполнить таблицу. Это заставит их внимательнее слушать докладчиков, активнее мыслить на протяжении всего урока. Известно, что эффект учебной работы во многом зависит от установки на полное усвоение знаний в ходе урока. Одной из эффективных мер интенсификации труда учащихся и явится заполнение таблицы. Кроме того, такие таблицы будут хорошими помощниками ученикам при подготовке к экзаменам. Например, на конференции на тему «Шкала электромагнитных волн» все учащиеся заполняют такую таблицу:

Таблица 10

Название электромагнитных волн	Диапазон	История открытия	Свойства электромагнитных волн	Практическое применение

Результаты заполнения таблицы дают возможность оценить к концу урока работу каждого ученика.

Тематические конференции можно организовать в виде диспута. В этом случае для конференции выбирается небольшая конкретная тема, по ней читаются 2—3 доклада, которые на конференции обсуждаются и дополняются слушателями.

Для успеха организации диспута на конференции нужно правильно спланировать постановку первых докладов. Необходимо, чтобы они содержали проблемные вопросы, которые зададут тон диспуту. Например, на уроке в VIII классе может быть выбрана тема «Борьба за скорость в природе и технике». Активное обсуждение всегда вызовет сообщение о достоинствах машущих крыльев птиц и аналогичных проектах в технике. В споре между сторонниками машущего и парящего крыла вскроются важные биологические и физические вопросы. Свободный обмен мнениями позволяет осветить их глубже и шире. На конференции интересно пригласить специалистов: биологов и инженеров, лучше родителей учащихся, которые смогут стать арбитрами в спорах учеников.

2. Конференции с целью про ори ен та ц и и, показывающие практическую значимость изучаемого, позволяющие широко познакомиться учащихся с различными отраслями науки и техники и возможностями получения специальностей.

Проведению таких уроков предшествует большая работа по организации экскурсий учащихся на предприятия и в учебные заведения. Объекты выбираются в соответствии с темой конференции и учебной программой. Учащиеся посещают выбранные объекты группами по 5—6 человек из класса. (В параллельных классах эти группы следует объединять.) Каждому члену группы дается определенное поручение: подготовить доклад или опыты для урока, собрать на экскурсии возможные экспонаты, сделать оформление к докладу, составить вопросы к докладчику и т. д.

На уроке-конференции представители каждой группы рассказывают о результатах экскурсии. Таким образом, весь класс мысленно побывает на различных предприятиях. Можно предложить следующий план проведения урока-конференции:

- 1) Вступительное слово учителя.
- 2) Сообщения учащихся по основным вопросам изученной темы.
- 3) Доклады учащихся по итогам экскурсий и демонстрация опытов, иллюстрирующих увиденное на производстве.
- 4) Подведение итогов учителем.

Приведем возможные темы конференций: «Статика на службе строительной промышленности города», «Движение и силы» (VIII класс), «В мире тепла и холода», «Значение статического электричества в науке и технике» (IX класс), «Применение вибрации в технике», «Получение и применение электрического тока», «Практическое применение различных видов излучения» (X класс).

На уроках-конференциях большие образовательные цели сочетаются со своеобразной агитацией за ту или иную профессию. Очень важно, что эту агитацию проводит ученик, который сам

наблюдал практическую деятельность людей. В этом случае полученные на уроке знания становятся орудием познания действительности и научной основы труда, следовательно, основы их собственной будущей трудовой деятельности.

3. Конференции, проводимые с целью изучения нового материала. Такие конференции рационально проводить в старших классах. Основанием для этого является не только лучшая теоретическая подготовка старшеклассников, но и их часто уже сформировавшиеся интересы к определенному виду деятельности. В таком случае учитель физики имеет возможность развивать интерес к своему предмету за счет уже сложившихся интересов учащихся. Он может стать на таких конференциях равноправным ее участником, выступая с «докладом» по самым трудным вопросам урока. План конференции следует составлять так, чтобы в нем нашлось место для выступления любителей не только физики (теоретиков и экспериментаторов), но и тех, кто увлекается историей, биологией, медициной, живописью, музыкой и т. д.

Приведем пример урока-конференции на тему «Рентгеновские лучи».

Цели урока

Образовательные — расширение представлений учащихся о физической картине мира на примере рентгеновского излучения.

Воспитательные — формирование диалектико-материалистического мировоззрения, доказательство познаваемости мира.

Развивающие — развитие у учащихся умений сравнивать и обобщать изучаемые факты и явления.

План урока

1) Вступительное слово ведущего о необходимости дальнейшего изучения шкалы электромагнитных волн и места в ней рентгеновского излучения. (В роли ведущего здесь и на протяжении всей конференции может выступать ученик — «физик-теоретик».)

2) История открытия рентгеновских лучей (доклад «историков»).

3) Источники рентгеновского излучения (доклад «инженеров»).

4) Природа рентгеновских лучей (доклад учителя физики).

5) Свойства рентгеновских лучей (доклад «физиков-экспериментаторов»).

6) Применение рентгеновских лучей (с докладами выступают учащиеся, интересующиеся той или иной областью науки): в медицине, металлургии и машиностроении, живописи, археологии, криминалистике, биологии.

Литература: Власов П. Беседы о рентгеновских лучах. М., Молодая гвардия, 1977.

КОЛЛЕКТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Организация на уроке коллективной учебной деятельности имеет психологическое, социальное и дидактическое обоснования.

1. В процессе коллективного учебного труда на уроке могут быть созданы наиболее благоприятные возможности для интериоризации знаний и для наиболее полного психического развития каждого школьника. Кроме того, работа учащихся в группах учит школьников деловому общению. Общение начинается с социальной перцепции, т. е. с восприятия других людей, далее происходит оценка и анализ того, что воспринято, а это приводит к пониманию целей и мотивов действий вначале других людей, а затем —

собственных действий. Все это неизменно ведет к активизации деятельности учащихся и развитию их личности.

2. Социальное обоснование коллективной деятельности человека народная мудрость выразила в пословице: «Ум — хорошо, а два — лучше». Мысль человека по своему существу социальна. Она рождается и развивается в условиях взаимного сотрудничества членов коллектива. Поэтому необходимо на отдельных этапах урока предоставлять ученикам возможность общаться друг с другом: обмениваться мнениями, вступать в спор, дополнять, исправлять, оценивать друг друга.

Совместная работа в коллективе способствует сближению учащихся, улучшению их взаимоотношений. Создаются благоприятные предпосылки для развития как всего классного коллектива, так и личности каждого ученика.

3. Дидактические возможности коллективной работы учащихся на уроке заключаются прежде всего в активизации их познавательной деятельности. Причиной этого является выступление в качестве субъекта познавательной деятельности не только отдельного ученика, но и ученического коллектива в целом. Это приводит к изменению мотива деятельности членов коллектива, главным из которых становится чувство моральной ответственности перед своим коллективом.

У учащихся, даже слабо успевающих, появляются успехи в учении, так как в результате взаимопомощи восполняются пробелы в знаниях, развивается упорство и настойчивость в работе.

Коллектив учащихся, организованный и руководимый учителем, выступая в качестве субъекта познавательной деятельности, предоставляет всем его членам право и обязанность быть равноправными участниками достижения общей цели урока.

Коллективная познавательная деятельность предполагает вместо традиционной формулы обучения «учитель — ученик» более сложное соотношение: «учитель — коллектив — ученик».

Учитель физики в процессе коллективной работы на уроке сможет лучше узнать как тех учеников, которые увлекаются физикой, способных к ней, так и тех, у кого этот предмет вызывает особые затруднения, или тех, кто учится хорошо, но занимается физикой без увлечения.

Среди коллективных форм работы наиболее эффективна, на наш взгляд, групповая работа на уроке. Групповую работу характеризует непосредственное взаимодействие между учащимися, их совместно согласованная деятельность. Подобное общение вызывает интерес учащихся к самому процессу обучения.

При фронтальной организации работы на уроке каждый ученик попадает под непосредственный контроль учителя всего на 2—3 минуты. Он редко тренируется в связном рассказе и поэтому скучает на уроке или занимается посторонними делами. Групповая работа на уроке способствует интенсификации умственной деятельности учеников. В группах создается творческая обстановка, повышается умственная активность каждого ученика. Наиболее силь-

ные учатся формулировать вопросы, овладевая новыми умственными операциями, а слабые чаще дают осмысленные ответы на вопросы. Усиливается интеллектуальное наполнение урока¹.

Успех таких уроков во многом зависит от правильно сформированных групп (6—7 человек в каждой). Необходимо, чтобы группы были равносильны по уровню подготовки, чтобы в каждой группе был ученик, обладающий хорошими организаторскими способностями (который мог бы выполнить роль консультанта), чтобы члены группы были связаны отношениями взаимного уважения, симпатии, товарищества.

Лучше всего иметь в классе постоянные группы учащихся в течение всего учебного года. Особенно хорошо, если это их постоянные объединения: звенья в пионерских классах или бригады — в комсомольских. Формируя группы, выделяя консультантов, учитель должен стремиться расширить актив, усилить отношения взаимной ответственности и взаимопомощи.

Групповую работу можно использовать в различных звеньях учебного процесса: при изучении нового материала, при его закреплении и повторении и при проверке знаний.

Групповая работа учащихся при изучении нового материала. Такая работа может проводиться в трех направлениях:

1. Организация самостоятельной работы учащихся на уроке с учебником и другой литературой.
2. Подготовка и проведение уроков-семинаров и уроков-конференций.
3. Самостоятельная постановка эксперимента с последующим теоретическим обсуждением его результатов.

Рассмотрим примеры уроков.

Урок в X классе на тему «Экспериментальные методы регистрации заряженных частиц».

Каждая группа учащихся получает задание подробно ознакомиться с использованием камеры Вильсона, или счетчика Гейгера, или пузырьковой камеры, или метода толстослойных фотоэмульсий. Остальные группы в классе получают индивидуальное задание (подробно изучить по учебнику физики § 100 или составить его развернутый план). Для первых четырех групп на доске пишется план работы на предложенную тему: 1) Физические основы метода. 2) Устройство прибора. 3) Принцип действия прибора. 4) Применение метода (преимущества и граничные возможности прибора).

Приборы выдаются группам учащихся соответственно заданию. Кроме учебника, учащиеся могут пользоваться и дополнительной литературой, которая либо имеется в кабинете физики, либо приносится консультантом.

Общий план урока может быть таким:

- 1) Постановка учителем познавательной задачи урока.

¹ Естественно, что групповая работа на уроке не должна быть преобладающей и проводиться не чаще 1—2 раз в четверть.

2) Инструктаж о последовательности работы, раздача дополнительной литературы для урока.

3) Групповая работа:

а) распределение заданий консультантам;

б) выполнение задания;

в) обмен информацией, согласование точек зрения, подготовка к отчету.

4) Отчеты групп. Вопросы к выступающим.

5) Анализ выполнения познавательной задачи.

6) Общее задание на дом.

Содержание отчетов учащихся группы для всех остальных в классе является новой информацией. Значит, от качества выполнения задания каждой группой зависит то, насколько хорошо все ученики усвоят материал. Здесь групповая форма работы переходит в коллективную. Более общественно направленной становится и индивидуальная работа. Это уже не просто усвоение материала, исходя из личных интересов или страха перед плохой оценкой, а усвоение с учетом дальнейшей совместной работы.

Урок в IX классе на тему «Самостоятельный разряд в газе»¹. Форма урока — пресс-конференция.

Цели урока

Образовательные — ознакомление учащихся с природой, свойствами и техническим применением различных видов газового разряда.

Развивающие — развитие навыков работы учащихся с дополнительной литературой (выделение главного, составление плана, изложение материала в письменной форме).

Воспитательные — воспитание любознательности, привитие навыков коллективной работы и товарищеской взаимопомощи.

Подготовка к уроку начинается примерно за неделю с общего сбора консультантов, на котором учитель объясняет, что для проведения урока все группы превращаются в представителей прессы — сотрудников различных газет. На столе перед каждой группой должно быть название ее газеты. К концу урока группа должна выпустить газету, отражающую содержание конференции. Вместе с тем в данную группу входят специалисты, глубоко компетентные в области одного из видов самостоятельного газового разряда. Они и выступят на уроке с докладом, покажут опыты, отрывки из кинофильмов, диафильмы и т. д.

Степень развития в нашей стране области техники, связанной с самостоятельным газовым разрядом, выявится в ходе общей дискуссии по докладам. Поэтому все члены группы разбираются на докладчиков, экспериментаторов, демонстраторов, корреспондентов (последние заранее подготавливают вопросы представителям других групп). Каждая группа получает одну из тем: «Дуговой, искровой, тлеющий и коронный разряды»².

¹ Урок пройдет более успешно, если он будет сдвоенным. Далее даются указания для такого урока.

² Несмотря на то, что этот материал изучается в осведомительном плане, мы считаем его очень важным в политехническом отношении, особенно в области использования новой техники в машиностроении.

Докладчикам предлагают общий план выступления: вид разряда и явления, его сопровождающие; природа разряда и его свойства; применение, место данного явления в природе. Одна из групп учащихся выступает в роли организаторов конференции: члены этой группы являются ведущими, оценивают качество подачи темы, выпущенные газеты. Они же готовят класс к конференции. Кабинет можно оформить лозунгами, плакатами, написать правила проведения пресс-конференции, например, такие: «Докладчика не перебивать. Шум не создавать. Вопросы задавать». Организаторы обеспечивают группы всем необходимым для выпуска газет: бумагой, ножницами, клеем, фломастерами.

Урок начинается с вступительного слова ведущего: «Уважаемые участники пресс-конференции, ее организаторы рады приветствовать вас в этом зале. Через несколько минут вы сможете прослушать доклады об интересных, практически важных, но порой еще загадочных явлениях, происходящих в газах. Докладчики представят вам современную научную точку зрения на явление газового разряда».

Далее ведущий напоминает правила проведения пресс-конференции и сообщает план работы.

1. Рассказ ведущего о сущности самостоятельного разряда в газе (5 мин).

2. Выступления представителей групп (доклад, сопровождающийся экспериментом и различными демонстрациями) (50 мин).

3. Вопросы представителей редакций выступающим (10 мин).

4. Окончательное оформление газет в группах (10 мин).

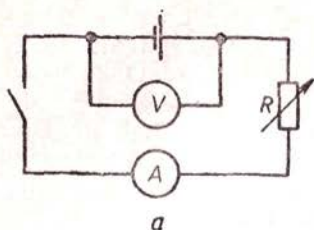
5. Представление группами газет (т. е. фактически отчет групп о знаниях, полученных на уроке) (10 мин).

6. Подведение итогов урока (5 мин).

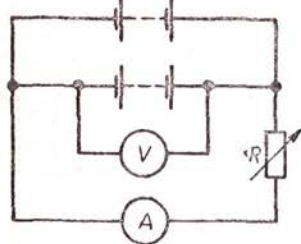
Самое трудоемкое в этой работе — написание заметок в газету. Консультант может организовать работу по-разному: дать задание членам группы конспектировать каждый доклад, делать зарисовки опытов и т. д. или распределить доклады между членами группы, или каждому записывать только то, что ему больше понравилось в докладе, а затем смонтировать заметки. Коллективная творческая работа, желание сделать групповую газету лучшей вызовут инициативу учащихся. В целом необычная форма урока делает коллективную познавательную деятельность учащихся активной и творческой, стимулирует их самостоятельность, интерес к самому процессу деятельности и в итоге позволяет успешнее решать образовательные, воспитательные и развивающие задачи урока.

Урок в IX классе на тему «Закон Ома для полной цепи». В данной теме групповая работа занимает только часть урока. Центральное место на уроке может занять эксперимент, непосредственно приводящий к формуле закона Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$.

Для этого учитель предлагает учащимся следующие опыты (рис. 4, а, б).

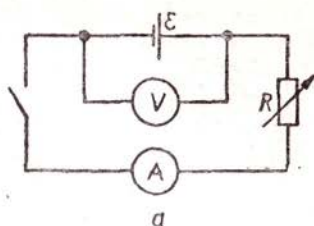


a

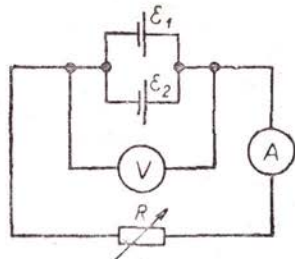


б

Рис. 4



a



б

Рис. 5

В первом случае вольтметр при разомкнутой цепи показывает \mathcal{E} вольт, во втором случае — $2\mathcal{E}$ вольт. Соответственно в замкнутых цепях сила тока — I и $2I$ ампер. Можно увеличить ЭДС в 3 раза, тогда сила тока в цепи также увеличивается в 3 раза.

Совместно с учащимися учитель приходит к выводу, что $I \sim \mathcal{E}$. Аналогично измеряют силу тока в другой цепи (рис. 5, а, б), рассчитывают внешнее и внутреннее сопротивления ($\mathcal{E} = \text{const}$; $r_2 = \frac{1}{2} r_1$; $R_2 = \frac{1}{2} R_1$; $I_2 = 2I_1$) и приходят к выводу $I \sim \frac{1}{R+r}$. Учитель объединяет выводы опытов и записывает формулу $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$.

Во время демонстрации опытов внимание учащихся обращалось только на показания приборов. Теперь необходимо ответить на вопросы: «Почему изменялась ЭДС в первой серии опытов и внутреннее сопротивление во второй? Почему можно было говорить о пропорциональности силы тока в цепи ЭДС источника, ведь при изменении ЭДС источника меняется и его внутреннее сопротивление? (Аналогичный вопрос для второй серии опытов.) Какие условия надо выполнить, подбирая источники для данных опытов? Каково должно быть соотношение между внешним сопротивлением в цепи и внутренним сопротивлением источника?» Иначе говоря, необходимо теоретически обосновать правомерность экспериментальной установки, использованной для демонстрации закона Ома. После обсуждения (3—5 мин) каждая группа дает ответы на поставленные вопросы. На уроке создается атмосфера свободной дискуссии, в ходе которой решаются важные учебные задачи. От этого возрастает эффективность всего занятия.

Урок в VIII классе на тему «Первый закон Ньютона (закон инерции)». Ранее указывалось, что плохое понимание учениками закона инерции происходит от того, что суть закона воспринимается ими как самоочевидное. Именно поэтому необходимо начать урок с рассказа о «споре» Аристотеля с Галилеем. Вопрос о правоте Аристотеля, утверждавшего, что без силы нет движения, должен стать проблемным вопросом урока.

Совместный поиск ответа на вопрос может проходить в группах. Он будет заключаться в выдвижении гипотезы каждым из членов группы (прав или неправ Аристотель), в проверке этих гипотез на опытах (с помощью подготовленного на столах оборудования), в обсуждении примеров на различные случаи проявления инерции. Подводя итог поисковой деятельности учащихся, учитель сформулирует закон, который и явится ответом на проблемный вопрос урока.

Опыт показывает, что коллективный поиск увлекает большинство учащихся, уменьшает число равнодушных.

Групповая работа в этом плане может быть связана с широкой постановкой эксперимента в группах, но об этом мы подробно расскажем в разделе об уроках-исследованиях.

Групповая работа учащихся при повторении и обобщении учебного материала. Опыт показывает, что групповая работа является наиболее действенной именно на этом этапе изучения темы. Здесь ученики могут вести эффективную работу, оказывая нужную помощь друг другу, осуществляя взаимный контроль.

Учитель обычно ориентируется на среднего ученика. Поэтому хорошие ученики часть урока просто не работают, а для слабых учащихся этот темп урока высок. Работа учеников в группах обеспечивает высокий темп работы для всех учащихся, так как каждый из них имеет свои права и обязанности. Непрерывно общаясь с товарищами, любой ученик отстаивает свое мнение, высказывает его, учится анализировать, сравнивать, обобщать. Опишем подробнее два разных по форме урока с одной и той же дидактической целью: обобщить и повторить пройденную тему.

1. Урок повторения большой темы курса (например, «Законы постоянного тока» (IX класс). Перечень вопросов для повторения (подробный, развернутый план темы, включающий материал, пройденный в VI—VII классах) заранее сообщается консультантам. В беседе с ними разрабатывается план урока.

1. Вступительное слово учителя о значении темы и организации работы на уроке (2 мин.).

2. Работа в группах (28 мин). Во время работы открыты учебники, тетради и любая дополнительная литература. Задание в группе считается выполненным, если каждый член группы осмыслил его и может дать ответ по любому пункту плана. В случае отставания кого-нибудь из учащихся работа над темой для него переносится на дом и в обязанности консультанта входит помощь и контроль за этой работой.

3. Отчеты консультантов об итогах деятельности групп (15 мин). Здесь необходимо отметить не только качество знаний учащихся и их основные ошибки, но и уровень активности и самостоятельности каждого члена группы.

План данного урока допускает различные варианты. Например, в третьей части урока учитель может провести опрос или дать письменную проверочную работу.

Общение, организованное на данном уроке, не имеет ничего общего с нарушением правил поведения (подсказки, списывание, громкие разговоры и т. д.). Коллективная познавательная деятельность позволяет товарищам помогать друг другу в интеллектуальном труде. Такая возможность увлекает школьников, делает для них процесс обучения более интересным, содержательным, насыщенным.

II. Урок повторения темы «Электрический ток в различных средах» (IX класс). Форма урока — конференция представителей различных лабораторий научно-исследовательского института. Каждой группе учащихся за два урока до конференции дается задание: подготовить доклад-отчет по одной из тем (электрический ток в металлах, электролитах, газах, вакууме, полупроводниках). Выдвигаются требования к докладу: наиболее полное представление темы с четким выделением главного, оформление темы чертежами, схемами. Особенностью доклада должно быть наличие в нем нескольких ошибок.

Каждая группа-лаборатория имеет свое название: «Электрон», «Плазма», «Транзистор» и т. д. Представители лабораторий по очереди выступают с докладами, которые становятся предметом обсуждения остальных «сотрудников» НИИ. Право выступать первым после доклада предоставляется группам «по кругу», так как первые, естественно, имеют преимущества в обнаружении ошибок. Каждая ошибка может принести очко либо той лаборатории, которая ее найдет и исправит, либо тому, кто вставил ее в доклад так удачно, что никто не смог ее обнаружить. Для подсчета ошибок доска делится на пять частей с названиями групп, и докладчик фиксирует указанные или найденные ошибки в определенной части доски.

Подобный урок следует проводить после зачета по теме, когда каждый из учащихся уже разобрался в материале и может активно включиться в работу. Большое познавательное и воспитательное значение урока определяется обобщением содержания большой и важной темы курса. Опыт показывает, что процесс нахождения ошибок увлекает учащихся. Они очень внимательны на уроке и к концу его осознают, как много важного и интересного узнали за полтора месяца учебы. Урок проходит в хорошем темпе, на эмоциональном подъеме.

На данном уроке изменилась мотивация поиска ошибок: их надо найти не только для того, чтобы показать свои знания, но и во имя общего успеха. Изменение мотивов поисков ошибок ведет к тому, что ученики активнее учатся замечать и свои собственные

ошибки, критически анализировать свой ход мысли, свои успехи и промахи.

Групповая работа при решении задач. Если на предыдущем уроке проводилось индивидуальное решение задач, то групповая работа на уроке начинается с проверки домашнего задания внутри группы. Затем учитель выдает консультантам список номеров задач для решения в классе. По сравнению с решенными на предыдущем уроке задачи отличаются от типовых, но несущественными признаками. Далее могут быть два варианта работы в группе:

1. После выполнения первой задачи всеми членами группы один из учеников сообщает свой результат. Если результат у всех одинаковый, сразу переходят к решению другой задачи. Если кто-либо получил иной результат, чем другие, он должен объяснить товарищам, как решал, и по возможности отыскать ошибку. В случае если кто-то из членов группы не справляется с решением задачи, ему помогают товарищи. При получении разных ответов все члены группы еще раз анализируют свой ход решения, а затем консультант или по его распоряжению любой ученик проводит общий анализ задачи. Хорошо, если более слабым учащимся будут заданы вопросы по ходу решения. Затем группа приступает к решению следующей задачи.

2. Учащиеся группы решают разные задачи из предложенного учителем списка, а затем обсуждают и анализируют все предложенные решения. Во время работы групп учитель наблюдает за деятельностью учащихся и в случае необходимости включается в работу той или иной группы. Таким образом учитель может больше внимания уделить слабым ученикам.

В конце урока выделяется время (15 мин), когда групповая работа переходит во фронтальную. Учитель вызывает представителей разных групп либо для решения наиболее интересных задач, которые решали не все группы, либо с целью проверки умения решать типовые задачи. Последний этап урока можно провести и как письменную проверочную работу.

УРОКИ-ИССЛЕДОВАНИЯ

Предметом ученического исследования является «переоткрытие» уже открытого в науке. Вместе с тем для ученика выполнение исследовательского задания является познанием еще непознанного. Можно выделить следующие структурные элементы исследовательской деятельности учащихся: накопление фактов, выдвижение гипотезы, постановка эксперимента, создание теории.

Выделение именно этих основных моментов при организации исследований учащихся связано с особенностями творческого процесса. Процесс научного творчества является циклическим, состоящим из звеньев: исходные факты → гипотеза → следствия → эксперимент → исходные факты¹. В современных условиях обучения

¹ См.: Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике.— М., Просвещение, 1975.

представляется возможным осуществить изучение некоторых тем, используя не только логику и язык науки, но и ее исследовательский момент. Именно знакомство учащихся с методами исследования природы является одной из основных задач учителя физики.

Задания исследовательского характера вызывают усиленный интерес у учащихся, что и приводит к глубокому и прочному усвоению материала. При традиционной системе обучения практическая работа учащихся проводится, как правило, с целью закрепления теоретического материала и выполняется в соответствии с предложенной учителем инструкцией.

Необходимость активизировать умственную деятельность учащихся и развить их самостоятельность привела к использованию практических работ в качестве источника новых знаний. В этом случае создается конкретная возможность говорить о субъективном присвоении знаний, так как теперь самостоятельная работа учащихся носит не исполнительский, а исследовательский характер. Итогом работы на уроке становятся выводы, самостоятельно полученные школьниками как ответы на проблемный вопрос учителя. Активность учащихся определяется внутренними побудительными силами. Причем умственную активность сопровождает эмоциональный настрой, что приводит к развитию интереса к знаниям.

Приведем примеры конкретных уроков, целиком посвященных исследовательской деятельности учащихся, используемой на уроке в качестве источника новых знаний.

I. VI класс. Тема урока «Действие жидкости на погруженное тело».

Во время объяснения нового материала учащиеся ставят в ситуацию исследователя. Учитель демонстрирует обычный опыт по растяжению пружины под действием груза, находящегося сначала в воздухе, а затем в воде. В беседе с учащимися выясняется существование выталкивающей силы. Именно теперь учитель предлагает перейти к серьезному научному исследованию, т. е. выяснить, от чего зависит выталкивающая сила.

Всякое исследование начинается со сбора и обсуждения фактов. Такие факты постепенно накапливаются в ходе беседы, когда учащиеся вспоминают различные явления природы и случаи из повседневной практики. Это помогает им сформулировать проблему урока и выдвинуть гипотезу.

Учащиеся предполагают, что выталкивающая сила зависит от объема погруженного тела, от его веса (или массы), от плотности жидкости, от глубины погружения тела, от формы тела. Учителю не следует отбрасывать неверные предположения: каждая из гипотез нуждается в экспериментальной проверке. Для этого на каждом столе приготовлены: рычаг, укрепленный на штативе, 2 стакана с водой, тела одного объема, но разной массы (калориметрические тела), поваренная соль, линейка, тела одинаковой массы, но разного объема (алюминиевый цилиндр из набора калориметрических тел и картофелина, предварительно обвязанные ниткой).

Учащиеся постепенно подвешивают тела к рычагу, добиваются его равновесия, а затем, погружая тела в воду, проверяют все выдвинутые гипотезы. При этом ученики, самостоятельно исследуя характер зависимости между физическими величинами, анализируют свои наблюдения, делают выводы, которые и приводят к окончательному построению теории (выводу формулы). За теоретическим толкованием формулы архимедовой силы может следовать экспериментальная проверка формулы с помощью опыта с ведром Архимеда. В конце урока учащиеся снова анализируют факты, предлагаемые либо учителем, либо самими учениками, например: «На какое из тел действует бо́льшая выталкивающая сила?» (рис. 1), «Почему все водяные растения обладают мягкими, легко сгибающимися стеблями?» и т. д. Приводимые факты и их объяснения можно снова проверить на опыте.

Таким образом, цикл научного исследования, на путь которого вступили ученики, оказывается замкнутым. Активность учащихся при проведении данного исследования способствует осознанию зависимости между конкретным и абстрактным содержанием темы, между практической и теоретической сторонами деятельности.

Аналогичны по методике проведения уроки в VII классе при исследовании, от чего зависит количество теплоты, необходимое для нагревания тела, или в X классе при изучении законов колебания математического маятника. Естественно, что в X классе уровень теоретических обобщений и математической обработки результатов эксперимента должен быть значительно выше.

II. VII класс. Тема урока «Последовательное соединение проводников» (аналогичен методу проведения урока на тему «Параллельное соединение проводников»).

Структура данного урока, как и предыдущих, определяется звеньями цикла научного исследования, причем главную часть урока занимает экспериментальная проверка выдвигаемых гипотез и их теоретическое толкование. Надо стремиться к тому, чтобы проводимое на уроке исследование стало действенным стимулом познавательного интереса для каждого учащегося. Для этого необходимо создать в процессе работы условия, способствующие раскрытию пути исследования. С этой целью учитель разбивает все исследование на три этапа, соответствующие обнаружению зависимости между основными характеристиками электрической цепи. Учащимся предлагается на каждом этапе исследования записывать результаты в таблицу (см. с. 70).

Здесь справа — цель каждого этапа работы, в других колонках — обработка результатов эксперимента и оформление теоретических выводов.

Заполнение таблицы на доске проводит учитель после тщательного обсуждения с учащимися каждого результата на данном этапе работы.

Завершающим этапом урока-исследования является анализ приводимых учащимися примеров практического использования последовательного соединения проводников.

Какова сила тока в различных участках цепи?	$I =$ $I_1 =$ $I_2 =$	$I = \text{const}$
Как связано напряжение на участке AB с напряжениями на последовательно включенных проводниках?	$U_{AB} =$ $U_1 =$ $U_2 =$	$U = U_1 + U_2$
Как связано сопротивление участка AB с сопротивлением различных проводников?	$R_1 = \frac{U_1}{I}$ $R_2 = \frac{U_2}{I}$ $R = \frac{U}{I}$	$R = R_1 + R_2$

В целях более активного привлечения внимания к результатам этого урока и следующего («Параллельное соединение проводников») учащимся дается задание изучить электропроводку в комнате, квартире; определить число потребителей, способы их включения; номинальные токи и напряжения, на которые они рассчитаны. Это позволит каждому ученику внести вклад в анализ фактов и выдвижение гипотезы исследования на каждом этапе урока.

III. IX класс. Тема урока «Газовые законы».

Этот урок предполагает дедуктивный путь изучения темы. При этом, используя физическую модель идеального газа, из уравнения Клаузиуса получают закон Менделеева — Клапейрона, а из него все газовые законы.

Учащимся предлагается самостоятельно получить, аналитически и экспериментально исследовать уравнение состояния идеального газа при неизменности одного из параметров. Класс разбивается на три группы, каждая из которых получает следующие задания (для одного из законов):

1. Вывести закон аналитически.
2. Предложить геометрическую интерпретацию закона в различных системах координат (p, V ; p, T ; V, T).
3. Экспериментально проверить правильность закона.
4. Подготовить доклад по истории открытия закона (это задание переносится на домашнюю работу).

План урока

1) Вступительное слово учителя о задачах урока. Объяснение значения исследовательской работы учащихся и порядка выполнения работы (5 мин).

2) Самостоятельная работа учащихся (учащиеся в течение урока работают парами — 30 мин).

3) Групповое обсуждение результатов работы. Распределение обязанностей в группах для участия в конференции, посвященной истории открытия газовых законов (проводится на следующем уроке — 10 мин).

Для участия в конференции ученики получают задания по интересам. «Теоретики» на конференции должны показать вывод уравнения «своего» газового закона и объяснить его с точки зрения МКТ. Кроме того, они должны преобразовать уравнение для случая, когда температура измеряется по шкале Цельсия, и объяснить физический смысл входящих в формулы коэффициентов.

«Экспериментаторы» — подробно рассказать о газовом законе и показать опыты по его проверке.

«Математики» — дать геометрическую интерпретацию закона.

«Историки» — рассказать об истории открытия закона и его авторах.

«Инженеры» — рассказать о применении газовых законов.

Итак, от каждой группы на уроке-конференции выступит 5—6 человек с подробным изложением результатов классного и домашнего исследования.

Опыт показал, что самостоятельное исследование по определенной теме, особенно в том случае, если за ним следует отчет о его результатах перед всем классом, вызывает глубокий интерес учащихся и желание работать. Сама методика построения урока способствует поддержанию и развитию интереса к познавательной деятельности: есть «свой» закон, который надо получить, обосновать, подтвердить опытом, определить его жизненную значимость, и сделать все это достоянием всех учащихся класса. Причем желательнее сделать не хуже, чем другие группы, а даже лучше. Разумное соревнование приводит к «присвоению» учащимися не только деятельности, но и результатов ее.

§ 4. Организация познавательной деятельности учащихся при проведении учебных экскурсий

Решение проблемы активизации познавательной деятельности учащихся в обучении предполагает поиск методов, которые в максимальной степени вызвали бы у них активное отношение к усваиваемым знаниям и формировали рациональные приемы умственной деятельности. Одним из таких методов и является проведение учебных экскурсий.

Эффективность экскурсии во многом зависит от качества ее подготовки и умения учителя организовать работу учащихся во время экскурсии. Составляя план или конспект урока-экскурсии, учитель должен предусмотреть формы включения учащихся в активную деятельность на уроке и способы подведения итогов экскурсии.

Вступительная беседа или повторительный урок перед экскурсией будут более эффективными, если учащимся дано проблемное

задание, которое нацеливает их на действия, вызывающие появление познавательной потребности в новых знаниях, без которых задание не может быть выполнено. Возникает интерес к решению проблемы, вызывающий активный поиск решения и стимулирующий приобретение новых знаний. При этом возрастает активность ученика во время экскурсии. С момента включения ученика в проблемную ситуацию для него важным становится и сам процесс познания.

Приведем примеры возможных форм организации деятельности учащихся при подготовке и проведении уроков-экскурсий. Как показывает опыт, во всех описанных случаях происходит «присвоение» учащимися не только результата деятельности, но и ее процесса. Только тогда производственные экскурсии приближают изучение физики к жизни, дополняют обучение в классе и способствуют развитию стойких познавательных интересов к физике.

1. Для организации экскурсии учащихся VI класса к электронному микроскопу целесообразно организовать поход-поиск за новыми знаниями.

На уроке, завершающем тему «Первоначальные сведения о строении вещества», учитель еще раз обращает внимание учащихся на то, что на основании знаний о строении вещества можно создавать новые, нужные человечеству вещества, не подбирая их состав длительное время опытным путем. Затем учитель объясняет возможность похода-поиска за новыми, еще не известными учащимся сведениями о таких веществах. Кроме того, предполагается выяснить, какими способами ученые узнают о составе вещества, о размерах молекул и т. д.

Для организации поиска все учащиеся класса разбиваются на три группы: экспериментальная, теоретическая и инженерная. Члены первой группы должны будут подробно узнать и рассказать в классе о различных приборах, с помощью которых изучают строение вещества. Члены второй группы должны подобрать примеры для объяснения ряда физических явлений с точки зрения молекулярной теории строения вещества. Члены третьей группы должны привести примеры практического использования полученных в лаборатории сведений для создания новых веществ с заданными свойствами и рассказать об их применении в технике. Организация групп поиска научных сведений не только придает работе учащихся во время экскурсии направленный характер и заинтересовывает их самой формой игры-поиска, но и обеспечивает интересное проведение заключительного урока с активными выступлениями учащихся.

2. Учащиеся VII класса могут организовать исследовательскую экспедицию в природу по теме «Теплопередача и работа».

Цель работы экспедиции — установление взаимосвязи и единства различных способов передачи теплоты в природе. Маршрут экспедиции: школа — поле (вспаханное и целина) — водоем — школа. В составе экспедиции три партии. Первая исследует тепловой баланс почвы и воздуха; теплоемкость различных почв; влияние

влажности на теплоемкость почвы и солнечного излучения на тепловой режим почвы.

Вторая исследует тепловой баланс воды и воздуха; производит сравнение температуры воды в различных участках водоема, изучает влияние излучения солнца на тепловой режим воды в водоеме.

Третья проводит опыты у костра с целью исследования роли конвекционных потоков, особенностей явлений теплопроводности и излучения.

Каждая партия выполняет определенные задания, соответствующие объекту исследования.

I. 1. Измерить температуру:

- а) у поверхности земли;
- б) на уровне верхушек трав (15—20 см);
- в) на высоте 1,5—2 м над землей.

Сравнить показания, объяснить результаты.

З а м е ч а н и е. Измерения проводить так, чтобы прямые солнечные лучи и дыхание человека не исказили показания термометра.

2. Измерить температуру вспаханной и твердой, светлой и темной почвы на поверхности и в глубине (10—15 см); одновременно измерить температуру прилегающего к почве слоя воздуха; объяснить результаты, сделать вывод.

3. Исследовать, какие почвы прогреваются меньше: сухие или влажные, черным или песок, камни. Почему различные участки почвыгреваются неодинаково?

4. За счет какой энергии нагревается земля, что способствует передаче тепла в глубь почвы?

5. В каких случаях поверхность почвы отдает прилегающему воздуху больше тепла? Как уменьшить расход тепла на нагрев воздуха?

6. Путем изменения каких физических свойств почвы возможно регулирование потока тепла в почву?

II. 1. Сравнить температуру воды: на поверхности и в глубине; на тенивых и освещенных местах, прозрачной и в гуще водяных растений. Объяснить различия в показаниях. Сравнить с температурой воздуха.

2. Объяснить, почему при приближении к водоему (в безветренную погоду) ощущается легкий ветерок. В каком направлении он дует?

3. Дать прогноз направления ветра около водоема ночью.

4. Исследовать причины образования различных ветров.

III. 1. Держа деревянный прут за один конец, другой внести в огонь; то же самое проделать с железным прутком. Почему во втором случае рука ощущает, что прут нагрелся, а в первом нет?

2. Если поднести руку к костру, то ощущается его жар, что это:

а) теплопроводность воздуха (а если заслонить руку от костра листом бумаги, ощущается жар)?

б) конвекция (загородить предполагаемые потоки, а в этом случае жар ощущается)?

в) излучение?

Д о п о л н е н и е: вынуть из костра нагретый камень, тепло ощущается и сверху, и сбоку от камня. Почему?

3. Подержать горящую лучинку зажженным концом вверх и вниз. Когда она гаснет быстрее? Почему?

4. Два стержня, деревянный и железный, плотно обмотать бумагой, внести в пламя костра на короткое время. Объяснить, почему на деревянном стержне бумага обуглилась, а на железном нет.

Итоги работы экспедиции подводятся в отчетах каждой исследовательской партии на общем собрании экспедиции. Здесь же

исследования обсуждаются и выносятся их научная оценка. В этом случае учитель выступает в качестве начальника экспедиции.

3. Организация групповой работы учащихся с целью повышения эффективности проведения экскурсий.

Такая форма проведения экскурсии целесообразна тогда, когда объем информации, которую получают учащиеся, достаточно велик для того, чтобы каждый ученик класса подробно вник в суть основных вопросов.

Все учащиеся класса осматривают объект в целом, но подробные осмотры и записи в каждом случае делают лишь члены той группы, которая имеет соответствующее задание.

В данном случае умелое сочетание коллективной и групповой форм работы способствует воспитанию учащихся, усиливает их интерес к содержанию экскурсии. Большое значение имеет при этом соревнование между группами, стремление собрать наиболее ценную информацию, лучше оформить отчет, использовать наибольшее число иллюстраций и т. д.

Каждую группу возглавляет один из учащихся класса, который и распределяет обязанности членов группы: назначает докладчика, его помощника (для подготовки литературы по теме), ответственного за составление вопросов для проверки знаний у учащихся всего класса по теме доклада, оформителя, ответственного за сбор материала на экскурсии (чертежи, фотографии, образцы изделий, спектрограммы, рентгенограммы и т. д.). В группе выделяют учащихся для письменного оформления отчета по своему разделу экскурсии. При распределении обязанностей между членами группы обязательно учитываются интересы учащихся к различным видам деятельности. Например, на экскурсии в пожарную часть по теме «Физика и техника» (VI класс) «теоретики» будут рассказывать о том, какие физические законы положены в основу устройства пожарных машин. «Инженеры» расскажут об устройстве самих установок. Оформители подберут плакаты, диафильмы, фрагменты кинофильмов, иллюстрирующие доклад. Экспериментаторы покажут опыты со школьными приборами, помогающие понять сообщения докладчиков. «Изобретатели» могут представить на урок модели машин и установок, которые произвели на них наибольшее впечатление. «Историки» соберут сведения о традициях этой пожарной части, истории ее основания, действия пожарников в годы Великой Отечественной войны, о лучших людях части.

В X классе при проведении экскурсии на радиопередающую и приемную станции или радиотрансляционный узел целесообразно разбить класс на группы, число которых соответствует числу блоков в схеме передачи и приема радиопрограмм. Каждая группа на заключительном уроке отчитывается за «свой» участок радиолинии. Причем в качестве отчета учащиеся готовят не только устное сообщение, но и демонстрационный материал: схемы, графики, рисунки. Совокупность ответов, обобщенных учителем, позволит всем учащимся осознать суть ответа на поставленный перед ними вопрос: «Каким образом звук, произнесенный в радио-

студии перед микрофоном, мгновенно доносится к нам за сотни и тысячи километров?»

ЗаклЮчить данную экскурсию можно проведением конференции на тему «Радиоволны на службе связи», на которую можно вынести ряд вопросов без предварительного изучения их на уроках физики.

Другими примерами подобных экскурсий могут быть обзорная экскурсия учащихся VII класса в цех завода по разделу «Электричество», экскурсия учащихся X класса в центральную заводскую лабораторию по теме «Излучение и спектры», экскурсия учащихся IX класса по теме «Электрический ток в различных средах».

Анализ тенденций научно-технического прогресса в машиностроении показал, что к ведущим научно-техническим направлениям в этой отрасли следует отнести электрохимические и электрофизические методы обработки машиностроительных материалов. Эти направления имеют непосредственную связь с предметами школьной программы. Поэтому учителя физики, химии и обществоведения смогут использовать на уроках политехнические знания, полученные учащимися на экскурсии.

Подведение итогов данной экскурсии рациональнее всего провести на комплексной конференции учащихся IX—X классов, организуемой учителями физики, химии, обществоведения совместно с учителями литературы. На конференции учащиеся расскажут об основных направлениях научно-технической революции в области машиностроения, об облике современного рабочего.

Результативность уроков-экскурсий определяется тем, насколько их материалы использованы в деятельности учащихся на других уроках физики.

Ряд примеров подобного использования уже приводился выше. Кроме того, материалы экскурсий можно использовать как основу для составления задач с техническим содержанием. Практическая направленность условий таких задач всегда вызывает интерес учащихся. Большая работа в этом направлении может проводиться после экскурсии в метрополитен, к гидравлическим прессам, на подъемный кран, для изучения технического применения электролиза, работы электростанции и т. д.

Экскурсии могут способствовать развитию детского технического творчества. Так, после посещения строительной площадки учащиеся могут изготовить модели подъемного крана, простых механизмов и т. д. Изучив водоснабжение района или школы, учащиеся создадут действующие модели водопровода или фонтана. Все эти модели могут быть эстетически интересно оформлены. В этом плане необходимо отметить, что на ряде экскурсий следует обращать внимание на вопросы технической эстетики, на работу дизайнеров. Это может придать творчеству многих учащихся направленный характер. Возможность творческой работы после экскурсии учитель должен предусматривать в индивидуальных заданиях для учащихся.

По материалам экскурсии интересно провести урок-семинар. Для этого в кабинете физики заранее вывешивают вопросы, охватывающие определенную тему курса физики, например «Основы кинематики». Цель вопросов — показать большую практическую значимость материала, изученного в теме. Ответы на вопросы должны привести в систему и знания учащихся, полученные на уроках, и впечатления от экскурсии в диспетчерскую железнодорожного вокзала с выходом к локомотиву.

Каждый ученик выбирает один вопрос, ответ на который он обдумывает заранее. Во время обсуждения по каждому вопросу выступают 2—3 человека. Ученики активно обсуждают сообщения, вносят добавления. Следует особенно поощрять ответы, которые осмысливаются в свете знаний, полученных на экскурсии. Например, практическое использование уравнений движения, физический смысл графиков движения, величины, характеризующие движение транспорта, и др. Таким образом, знания, полученные на уроках, систематизируются, углубляются и закрепляются интересным практическим материалом.

Итак, уроки-экскурсии имеют большие возможности для развития познавательных интересов учащихся: выполнение ими проблемных заданий, проведение экскурсий отдельными группами, каждая из которых получает задания, дифференцированные согласно интересам и возможностям учащихся, организация групп поиска научных сведений, участие самих школьников в проведении экскурсий, развитие детского технического творчества и самостоятельности.

Глава III
ПУТИ ПОБУЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ
ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ ШКОЛЬНИКОВ

**§ 1. Создание занимательной ситуации
на уроках физики**

Сформировать глубокие познавательные интересы к физике у всех учащихся невозможно и, наверное, не нужно. Важно, чтобы всем ученикам было интересно заниматься физикой на каждом уроке. Это особенно важно в наше время, при всеобщем среднем образовании.

У многих учеников первая, ситуативная заинтересованность предметом перерастет в глубокий и стойкий интерес к науке физике. В этом плане особое место принадлежит такому эффективному педагогическому средству, как занимательность. Следует различать две составляющие занимательности: внутреннюю, т. е. возможности содержания самого предмета, и внешнюю — методические приемы учителя (элементы соревнования на уроке, дидактические игры, разнообразие форм и методов урока). В любом из этих случаев занимательность ничего общего не имеет с развлекательностью, желанием упростить предмет.

Можно дать определение понятию занимательности, исходя из первоначального смысла слова «занимательный», которое толкуется как способность занять, привлечь внимание, заинтересовать. Занимательность — это свойство предметов, явлений, процессов, которое способно вызвать у учащихся чувство удивления, обострить внимание. Вместе с тем занимательность — это прием учителя который, воздействуя на чувства ученика, способствует созданию положительного настроения к учению и готовности к активной мыслительной деятельности у всех учащихся независимо от их знаний, способностей и интересов.

Рассмотрим вопрос о требованиях, которые следует предъявить к занимательному материалу, чтобы его использование дало прочный обучающий эффект.

1. Занимательный материал должен привлекать внимание ученика постановкой вопроса и направлять мысль на поиск ответа. Используя на уроке занимательный материал или советуя его прочесть, учитель должен обязательно поставить вопрос: «Как?», «Почему?», «Отчего?». В этом случае занимательный материал не станет развлекательной иллюстрацией к уроку, а вызовет познавательную активность учащихся, поможет им выяснить причинно-следственные связи. В противном случае занимательность может стать «антистимулом» устойчивых познавательных интересов, что

и происходит, когда на одном из первых уроков в VI классе учащимся демонстрируют многочисленные эффектные опыты, не давая им объяснения и вызывая у учащихся лишь ситуативный интерес.

Занимательный материал, приводимый учителем на уроке, должен требовать напряженной деятельности воображения в сочетании с умением использовать полученные знания. Примером такого вида занимательных материалов и заданий являются рассказы-загадки, задачи-шутки, кроссворды по пройденной теме, рассказы и картинки с ошибками, некоторые виды дидактических игр. Подобные задания могут быть составлены самими учащимися, и это, несомненно, повышает их ценность.

2. Иногда для ответа на вопрос, содержащийся в тексте, занимательный материал должен требовать достаточно обширных знаний. Это побуждает учащихся читать дополнительную литературу, самостоятельно искать ответы за рамками учебника. Так, вводя понятие о различных физических величинах (например, о времени, сопротивлении, напряженности магнитного поля и др.), учитель может обратить внимание учащихся на историю развития метрологии и предложить школьникам подробнее ознакомиться со всевозможными способами измерений по научно-популярной литературе.

3. При использовании занимательного материала необходимо учитывать возрастные особенности учащихся и уровень их интеллектуального развития. В любом случае такой материал не должен быть слишком легким. При изучении темы «Тепловые явления» в VII классе со средним уровнем успеваемости можно использовать такие статьи из «Занимательной физики» Я. Перельмана (кн. 1), как «От чайного стакана к водомерной трубке», «Почему дует от закрытого окна?». В классе с более высоким уровнем знаний можно предложить проанализировать и экспериментально проверить материалы статей «Почему лед скользкий?», «Задача о ледяных сосульках».

4. При выборе того или иного дополнительного материала для урока учителю следует учитывать увлечения и интересы школьников. Это имеет двоякую цель. Во-первых, дает возможность учителю формировать интерес к физике через уже имеющийся интерес к другому предмету; во-вторых, помогает сделать особенно интересными повторительно-обобщающие уроки, на которых ученики приводят примеры использования физических законов в интересующих их областях. Например, на уроке «Защита темы «Строение вещества», рассказывая о диффузии, ребята, увлекающиеся литературой, приводили примеры из книг «Трое в лодке, не считая собаки» Дж. К. Джерома, «Севастопольские рассказы» Л. Н. Толстого; ученики, занимающиеся в зоологическом кружке, — о роли диффузии в жизни животных; те, кто интересуется историей, рассказывали о жизни и деятельности Броуна.

5. Использование занимательности требует минимума временной затраты, но должно внести яркий, эмоциональный момент в

урок. Как показывает опыт, разумнее привести на уроке один-два примера, чем перечислять ряд интересных и эффектных фактов, которые своей многочисленностью не только не решат поставленной учителем задачи, но, наоборот, отодвинут ее на второй план. Так, например, в VI классе при изучении темы «Первоначальные сведения о строении вещества» учащимся трудно представить размеры молекулы и атомов. Аналогии, яркие образные примеры помогают шестиклассникам прочувствовать размеры микромира. Но, если учитель хочет, чтобы эти примеры прочно остались в памяти ученика, следует выбрать лишь одно-два наиболее ярких сравнения, заострить на них внимание. Каждый пример должен сопровождаться красочными рисунками, диапозитивами и т. д.

6. Несомненно, что учитель не должен побуждать к учению только занимательными средствами. В противном случае мы вынуждены будем признать, что «вряд ли есть что-нибудь противнее, чем тот легкий шутовской оттенок, который стараются придать учению некоторые педагоги, стремящиеся позолотить ребенку горькую пилюлю науки» (К. Д. Ушинский).

Место занимательности на уроке может быть различным.

Обычно занимательность связана с элементами неожиданности, в ней привлекает новизна материала. Поэтому уместно использовать занимательность при создании проблемной ситуации. С этой целью можно использовать различные приемы:

проведение занимательных опытов, например с бумажной «кастрюлей», движение тела вверх по наклонной плоскости, попадание яйца в узкую бутылку и т. д.;

сообщение учащимся фактов, поражающих своей неожиданностью, странностью, несоответствием прежним представлениям.

В VIII классе при изучении темы «Движение планет» можно рассказать о планетах, открытых на «кончике пера», — Нептуне и Плутоне. Еще более неожиданным является открытие в наши дни спутника ближайшей к нам звезды Барнарда.

Во всех перечисленных примерах занимательность является первоначальным толчком к углубленной познавательной деятельности учащихся.

Учитель использует занимательность как своеобразную разрядку напряженной обстановки в классе при объяснении большого по объему или объективно трудного материала.

Так, при изучении в IX классе конденсаторов с интересом воспринимается история открытия лейденской банки и возникновения своеобразной моды на электрические опыты, превосходно рассказанная автором книги «Приключения великих уравнений» В. Карцевым (М., Знание, 1975).

Занимательность может служить эмоциональной основой для запоминания наиболее трудных вопросов изучаемого материала. Большую помощь здесь оказывают своеобразные аналогии. Интересна аналогия, которая может быть использована при изучении закона сохранения энергии. Разбор одного из фундаментальных законов природы американский физик Р. Фейнман в учебнике по

физике¹ начинает с рассказа о детских кубиках мальчика по имени Монтигомо — Ястребиный Коготь. Число их всегда остается постоянным, как бы мальчик не играл с ними.

Решение задач в большей степени, чем любая другая форма проведения урока, нуждается в разнообразии используемого материала.

Подбирая задачи, учитель может использовать различные софизмы и парадоксы, особенно те, которые отражают жизненную ситуацию. Примерами таких задач могут служить задачи из сборника В. Н. Ланге «Физические парадоксы и софизмы» (М., Просвещение, 1978), П. Н. Маковецкого «Смотри в корень» (М., Наука, 1976).

С целью повышения интереса учащихся при решении количественных задач можно использовать задачи, составленные ими самими. В этом случае занимательность задания будет заключаться в том, что учащимся предлагается облечь задачу в интересную форму стихотворения, детективного рассказа и т. д.

Большой интерес учащихся вызывает постановка экспериментальных задач в занимательной форме, например: № 1, 3, с. 39, № 2, с. 82, № 1, с. 49 из книги Рачлиса «Физика в ванне» (М., Мир, 1972) и др.

Обобщая все вышесказанное, можно сделать вывод: использование занимательности дает на уроке надежный эффект. Это возможно в том случае, когда учитель правильно понимает занимательность как фактор, определенным образом влияющий на психические процессы, когда он ясно осознает цель использования занимательности в данный момент. Естественно, что для успешного усвоения знаний учащимися и развития их познавательных стремлений занимательность должна применяться на уроке обязательно в сочетании с другими дидактическими средствами.

§ 2. Дидактические игры на уроках физики

Советская педагогика внесла большой вклад в разработку проблемы игры и признала настоятельной необходимостью использование детских игр на уроках и занятиях кружка.

С. А. Шамаков очень образно выражает значение игры, называя ее восьмым чудом света: «О знаменитой пирамиде Хеопса знают все... А игра?! Игра — одно из интереснейших явлений культуры... Игра, как тень, родилась вместе с ребенком, стала его спутником, верным другом. Она заслуживает большого человеческого уважения, гораздо большего, чем воздают ей люди сегодня, за те колоссальные воспитательные резервы, за огромные педагогические возможности, в ней заложенные»².

Игра, учение, труд — вот три основных вида деятельности человека. Игра готовит ребенка и к учению, и к труду, при этом са-

¹ См.: Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. — М., Мир, 1965, с. 12.

² Шамаков С. А. Игра и дети. М., 1968, с. 4.

ма игра всегда — немного учение и немного труд. Глубоко ошибаются те педагоги, которые представляют игру лишь как забаву и развлечение.

Для учителя игра является средством изучения детей. К. Д. Ушинский писал: «Мы придаем такое важное значение детским играм, что если бы устраивали учительскую семинарию, то сделали бы там теоретическое и практическое изучение детских игр одним из главных предметов»¹.

Утверждение некоторых педагогов и психологов, что игровая деятельность для школьников — пройденный этап, неправильно. Мы считаем, что дидактические игры могут и должны быть использованы на уроках физики в целях развития познавательных интересов учащихся и повышения эффективности обучения.

Дидактические игры по содержанию и методике их проведения разрабатываются учителем. Задача учителя заключается в том, чтобы, учитывая значение игры, найти ей надлежащее место в школе (на уроках и во внеклассной работе).

Дидактические игры, применяемые на уроке или на занятиях кружка, должны быть очень разнообразными как по содержанию предлагаемого материала, так и по форме проведения. Большинство предлагаемых нами игр предназначено для учащихся VI—VII классов, приступающих к изучению физики.

Однако, как показал наш опыт, проведение некоторых видов игр (творческие игры) возможно и в IX—X классах. Старшеклассники с удовольствием участвуют в игре, относятся к ней очень серьезно.

Классифицируя физические игры в зависимости от игровой цели, мы выделяем 4 типа игр.

1. Творческие игры, основанные на внесении элементов воображаемой ситуации и используемые с целью повторения и обобщения изучаемого материала.

Примеры таких игр — «Суд над физическими понятиями», «Защита темы».

2. Игры-соревнования, связанные с выявлением победителя. Здесь могут быть индивидуальные и коллективные победители (команда, звено). Это эстафеты на знание формул, единиц измерения и др.

3. Игры, направленные на выполнение занимательного задания, например начертить на доске горизонтальную прямую с помощью сообщающихся сосудов, опустить яйцо в бутылку и т. д.

Сюда же относятся сюжетные «магнитные» игры: «Физика за чайным столом», «Физика на рыбной ловле».

4. Игры с раздаточным материалом: лото, «квартиры» и др.

В настоящее время подобные игры почти не выпускаются промышленностью (исключение составляют «Чудо-огонек» и «Физическая магнитная викторина», которые содержат большое количество интересных физических вопросов). Поэтому все предлагаемые

¹ Ушинский К. Д. Избр. пед. соч. Т. 1, М., Учпедгиз, 1953, с. 591.

ниже игры являются самодельными. Их изготовление следует поручать желающим учащимся. Можно организовать в школе кружок по изготовлению настольных физических игр для учащихся всех классов. Работа кружка будет наиболее плодотворной, если основными организаторами работы в нем будут старшие школьники.

Идея игры может исходить и от учителя, и от членов кружка. В картах для игр могут быть использованы рисунки из учебников старых изданий, журналов. Составление контрольных карт к игре следует поручать учащимся IX—X классов. Можно объявить в классе или школе конкурсе на лучшую игру по физике. Работа учащихся по изготовлению игр не менее полезна, чем их последующее использование, так как требует от создателей хорошей подготовки в области выбранной темы и значительных усилий в плане подбора содержания игры. Именно поэтому эта работа должна оцениваться учителем.

Рассмотрим подробнее творческие игры учащихся. Иногда их называют имитационно-процессуальными, потому что их содержание заимствовано детьми из окружающей среды. Именно эти игры многие психологи относят к числу игр, в которых наиболее сильно проявляется фантазия детей, использование ими мнимых ситуаций и переносных значений.

Важно отметить, что эти игры в своей основе являются творческими, а не искусственным или шаблонным воспроизведением действительности.

Примером творческих игр может быть суд над каким-нибудь физическим явлением или физической величиной.

Можно «судить» Инерцию, Трение (VI класс); Сопротивление (VII класс); Резонанс (X класс). Подробнее об этом см. в книге И. Я. Ланиной «Внеклассная работа по физике» (М., Просвещение, 1977).

Эта игра организуется следующим образом: за несколько дней до игры класс делится на две группы — свидетелей защиты и свидетелей обвинения. Выбирают главного судью, народных заседателей, прокурора, адвоката, подсудимого и ученого секретаря суда.

Учебная цель данной игры — повторить физические законы, лежащие в основе данного явления, и как можно больше узнать о его значении в жизни людей. В творческой игре все действия ученика определяются той ролью, которую он в этой игре выполняет. В такой игре раскрывается характер учащихся, понимание ими явлений, фактов окружающего мира, физических законов.

Место игры на уроке физики может быть различным.

I. При опросе учащихся. Однообразие методов индивидуального опроса в значительной мере обедняет этот очень важный этап урока. С целью разнообразить опрос и одновременно научить школьников применять полученные знания можно провести такую игру.

Вызванного к доске ученика просят выйти из класса. Учитель называет какое-либо положение теории или закон, например: между молекулами различных тел существуют промежутки. В течение

1—2 мин ученики придумывают примеры, подтверждающие это положение молекулярно-кинетической теории. Затем в класс приглашают вызванного ученика и для него приводят эти примеры. Задача ученика — обобщить эти примеры, т. е. отгадать физический закон, положенный в их основу, и привести доказательства в пользу своего ответа.

Опыт показал, что такая игра дает хорошие результаты при изучении основных положений молекулярно-кинетической теории, различных видов механического движения, условий плавания тел, видов теплопередач и т. д. При опросе могут быть использованы и другие игры, составленные учащимися, например «Физическая викторина».

II. При закреплении знаний можно использовать игру «Третий лишний». Учитель раздает ученикам «физические комплексы», заготовленные по отдельным темам школьного курса физики, например по темам «Простые механизмы» (VI класс), «Теплопередача» (VIII класс), «Изменение агрегатного состояния» (VII класс). На каждой из карт три рисунка, изображающие различные физические явления, приборы или установки. Два явления из трех логически связаны; третий рисунок изображает явление, непосредственно не связанное с предыдущими. Так, на одной из карт можно изобразить два рисунка, отражающие демонстрацию явления теплопроводности, и третий рисунок, иллюстрирующий явление конвекции (рис. 6).

Задача ученика — определить «лишний» рисунок в данном комплексе. Тому, кто сделает это первым и правильно объяснит установленную закономерность, засчитываются очки.

Эта игра развивает умение устанавливать логическую связь между отдельными фактами, выделять из ряда явлений то, которое характеризуется отличными от других физическими законами. Неоднократное использование подобных игр приводит не к простому заучиванию материала учебника, а к выработке у учащихся умения анализировать факты и логически мыслить, обосновывать выдвигаемые положения.

III. В процессе повторения пройденного. Ряд игр, преследующих эту цель, может составляться на одном и том же фак-

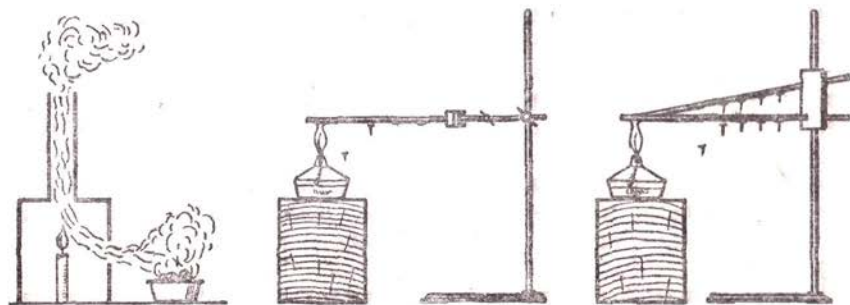


Рис. 6

тическом материале. Одни и те же физические явления, законы, опыты, понятия, формулы, встречаясь ученику в двух-трех играх, заставляют его вспоминать, сравнивать, устанавливать сходство и различие и тем самым способствуют активному, а не механическому закреплению знаний.

Приведем примеры некоторых игр, которые рекомендуем использовать при повторении учебного материала.

Знаешь ли ты физические приборы? В эту игру с успехом могут играть ученики любого класса. Играющим раздают поровну карточки с характеристиками приборов. В «котле»— 30—40 чистых фишек. По жребию определяют, кто первый будет зачитывать вслух характеристику прибора. Сидящий слева от него должен дать ответ. Если ответ правильный, игрок берет фишку из котла и сам зачитывает характеристику следующего прибора. Если ответ неверный, отвечает следующий игрок. Выигрывает набравший большее число фишек.

При проведении этой игры в классе можно устроить выставку приборов. Тогда ученик, кроме правильного ответа, должен показать этот прибор всем играющим.

Лото. Большой интерес у школьников VI—VII классов вызывает игра, построенная по принципу парных картинок (лото). Такие лото следует применять в целях проверки и закрепления знаний учащихся по большой теме курса; для упражнения в использовании физических законов, формул; для развития у учащихся умения логически правильно и связно обосновывать высказываемые мнения.

На каждую парту раздают карты с четырьмя рисунками, изображающими физическое явление, рисунок опыта, схему, физический прибор и т. д.

Перемешивают маленькие карточки, на которых написаны или название явления, или формулировка закона, или соотношение между величинами и т. д. Учитель выбирает одну маленькую карточку и громко читает название физического явления. Играющий, у которого на большой карте есть соответствующий рисунок, должен ответить ему формулировкой закона и объяснить рисунок. Если ведущий называет закон, то играющий отвечает названием явления или соотношения между величинами и т. д.

При правильном ответе маленькая карточка закрывает большую. При неправильном — карточка отбирается. Выигрывает тот, у кого не остается незакрытых полей на большой карте. Жюри (из учащихся класса) в течение урока выставляет учащимся оценки, которые после согласования с учителем переносятся в журнал.

Тематические викторины. На доске вывешивают большой плакат с формулами какой-нибудь темы. Для игры изготавливают 15 рисунков различных физических явлений (например, рис. 7 и 8).

Цель игры: указать для данного рисунка формулу, позволяющую рассчитать изображенное на нем действие.

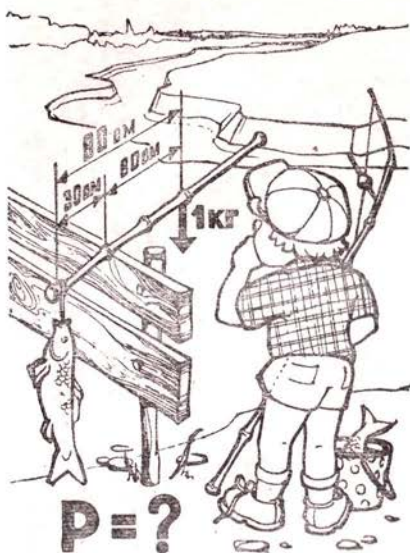


Рис. 7

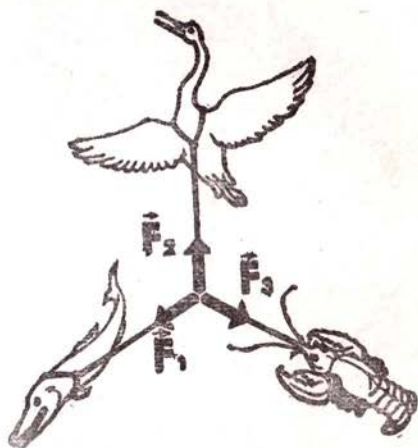


Рис. 8

Ход игры: учитель вывешивает на доску по очереди три рисунка. Учащиеся должны рассказать содержание рисунка, составить задачу по рисунку, выбрать формулу для решения и по возможности решить задачу. Жюри выставляет оценки каждому отвечающему. Если эта игра проводится при групповой работе класса, то оценки идут в копилку как очки. В этом случае ответ каждого может обсуждаться в группе, но время обсуждения строго ограничивается (1—1,5 мин).

Гусек «Незнайкины вопросы» (рис. 9). Полотно для игры укрепляют вертикально на доске, кружки с номерами, сделанные из жести, наклеивают на полотно. Тогда играющие могут использовать для ходов керамические магниты разного цвета.

Игра организуется в виде соревнования между колонками или звеньями. Команды поочередно бросают кубик и передвигают фишки в соответствии с количеством очков на кубике. Если фишка попала на желтый кружок, игрок пропускает ход, если на красный или синий — играющий должен ответить на Незнайкин вопрос, соответствующий номеру кружка. Ответив правильно на вопрос, игрок с красного кружка передвигает фишку вперед по направлению стрелки, а с синего не идет, оставаясь на месте. При неправильном ответе играющий оставляет фишку на месте, если она стоит на красном кружке, и идет назад по направлению стрелки, если фишка стоит на синем кружке. Попадая на кружки 71, 73, 79 и 81, игрок пропускает ход, а следующий ход делает по кругу по часовой стрелке.

Подобные игры целесообразно проводить в последние дни учебного года или четверти, когда оценки уже выставлены. Лучше все-

го изготавливать такие игры по определенной теме курса с целью ее повторения и закрепления.

Приведем примеры вопросов Незнайки:

4. Незайка сомневается: труба — это вещество или физическое тело?
10. Почему лодка пришла в движение?
19. Почему мы чувствуем запах вещества?
21. Ой, почему это я вылетел?
30. Почему вода набирается в шприц?
31. Как измеряют кровяное давление?
38. Почему Незайке труднее передвигать ящик?
48. Откуда у Горопыжки столько сил?
51. Как летают воздушные змеи?
56. Почему Незайка с друзьями летит вверх, а не падает вниз?
63. Почему так тяжело идти Незайке?
83. Какой лопатой работать легче и почему?
87. Как можно облегчить труд коротышек? Хорошо ли работает блок?

Сюжетная игра-путешествие. С самого начала урока, желая повторить учебный материал темы «Давление жидкостей и газов», шестиклассники отправляются в путешествие по Физическому океану на остров Эврика. Победит та команда, корабль которой преодолев все препятствия, первый прибудет на остров. Каждое препятствие — это физический вопрос. За правильный ответ выдается жетон, соответствующий по цвету кораблю команды. По количеству предъявленных жетонов в конце игры определяется личное и командное первенство.

Содержание игры

Для того чтобы попасть на корабль (рис. 10), необходимо предъявить пропуск. Этим пропуском является рассказ о человеке, который, возгласом «Эврика!» известил о величайшем открытии (можно задать вопрос, прочитав стихотворение В. Шефнера об Архимеде). Итак, путь открыт. Сейчас мы все вступили на палубу корабля «Сиракузы». Здесь нас уже встречает капитан — «давление», штурман — «сила давления», и их команда «масса», «плотность», «объем», «сила тяжести», «площадь», «высота» и молодой юнга «9,8 Н/кг». Казалось бы, что проще, познакомиться с такой немногочисленной командой, но здесь-то и началась путаница. Все члены команды у нас перепутались. Наша задача: навести порядок среди моряков — найти формулы, которые связывают эти физические величины.

Порядок наведен, корабль снялся с якоря. Мы отправились в путь по просторам Физического океана. Путь предстоит долгий, и капитан предложил изучить снаряжение корабля. Он показал нам штурманскую рубку, навигационные приборы. В углу корабля мы натолкнулись на какие-то металлические цилиндры. «Это насосы, — пояснил капитан, — но объяснить не буду, уж очень сложно». Стоп. Мы люди гордые, не мешает нам «утереть» нос капитану и рассказать, что мы знаем о насосах. Капитан, конечно, был приятно удивлен, но решил задать нам еще один вопрос: «Какое преимущество у пожарного насоса?»

Продолжая нашу экскурсию по кораблю, мы увидели водолазное снаряжение. Многим членам нашей команды захотелось узнать подробнее о работе бесстрашных водолазов. Но капитан сказал нам, что расскажет об этом только тогда, когда убедится в том, что имеет дело со знатоками методов исследования океана. Приходится нам рассказывать ему об этом. И тогда капитан рассказывает нам о приемах свободного погружения на глубины.

В награду за рассказ капитан просит нас рассчитать давление на глубине 30 м. Мы продолжаем экскурсию по кораблю. Увидели барометр (следует рассказ о его устройстве) и немного испугались: он показывал «к буре».

Через два часа действительно все вокруг потемнело, усилился ветер. И вот уже ничего не видно и не слышно за грохотом морской волны. Помощи ждать не приходится, в Физическом океане мы одни. Спасение возможно, если найдем связь между цифрами.

Путь свободен. В минуты отдыха капитан читает нам рассказ «Как мы пьем?» (Перельман Я. Занимательная физика, ч. 1). Только дочитали, новое препятствие: нас окружили пираты. Здесь уже шутить не приходится. Может быть, как-то удастся откупиться. Главарь пиратов задает вопрос «Как выйти сухим из воды?», и в случае правильного ответа мы спасены.

Мы ответили правильно и вырвались из плена пиратов, подняли паруса и поплыли дальше. А интересно, как вычислить силу давления воздуха на паруса?

Путешествие подходит к концу. Наши друзья-моряки выстроились на палубе, приветствуя лучших знатоков физики. Но... Черные вопросительные знаки помешали им. Давайте поставим вместо этих знаков нужные величины. Наконец корабль-победитель пришвартовался к берегам острова Эврика. Подведем итоги и вручим грамоты первооткрывателям острова.

IV. При выполнении домашнего задания. Важнейшей задачей учителя является поддержание у учащихся интереса к предмету не только во время уроков, но и при выполнении домашних работ. Главным условием достижения этой цели является разнообразие домашних заданий.

Одной из форм выполнения домашнего задания может быть подбор материала для различных физических игр. Самыми распространенными из них стали кроссворды, чайнворды, головоломки. За правильно составленный чайнворд или кроссворд учитель выставляет оценки, а лучшие из них предлагает для проигрывания всему классу. Здесь же проверяется правильность составленных игр.

Самостоятельное составление игр заставляет даже сильных учеников неоднократно обращаться к учебнику. Очень важно, что ученик это делает добровольно, просматривая по учебнику больший, чем обычно, по объему материал.

Подобные домашние задания дают возможность учителю соединить в единый процесс закрепление нового материала и повторение пройденных ранее тем.

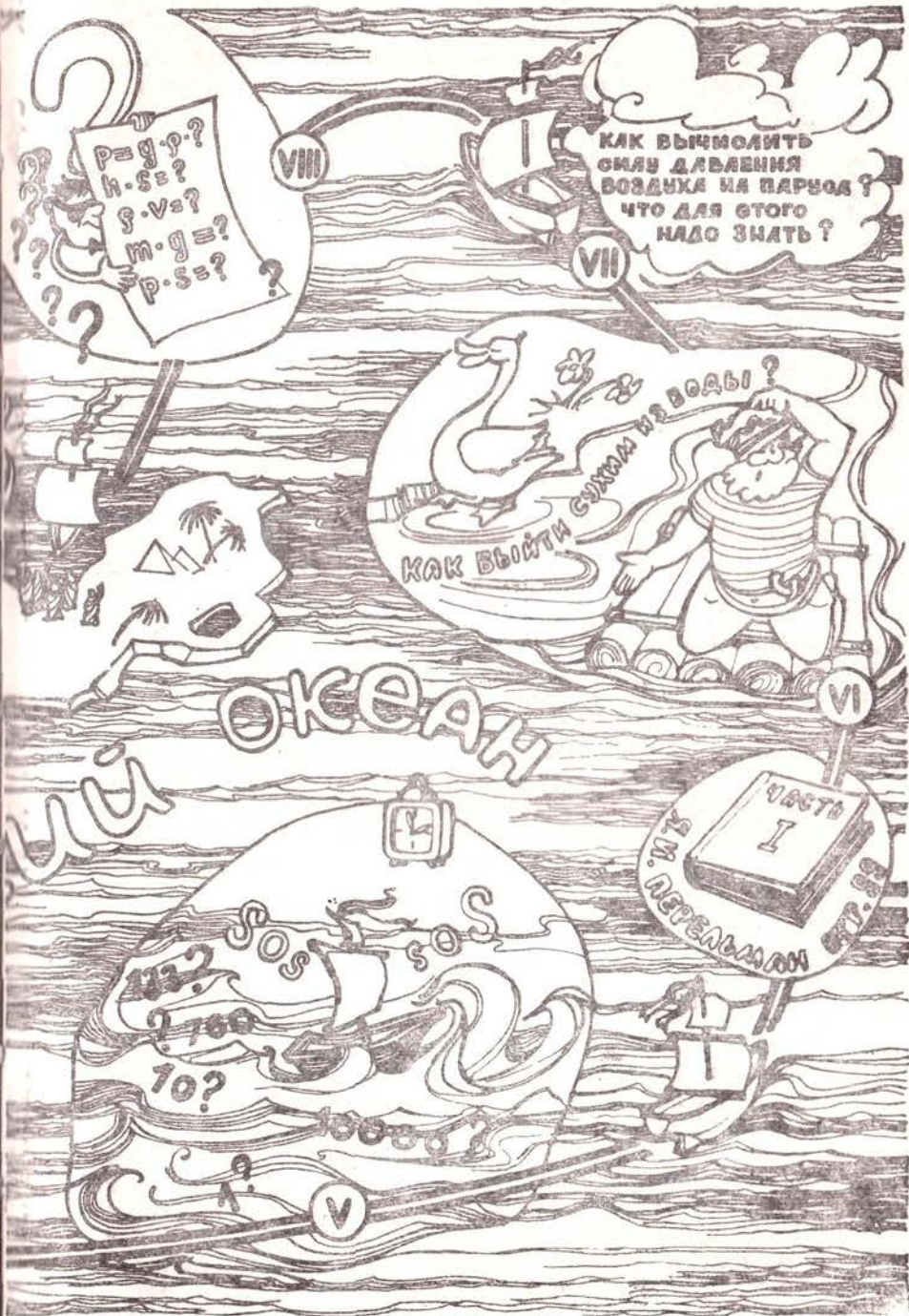
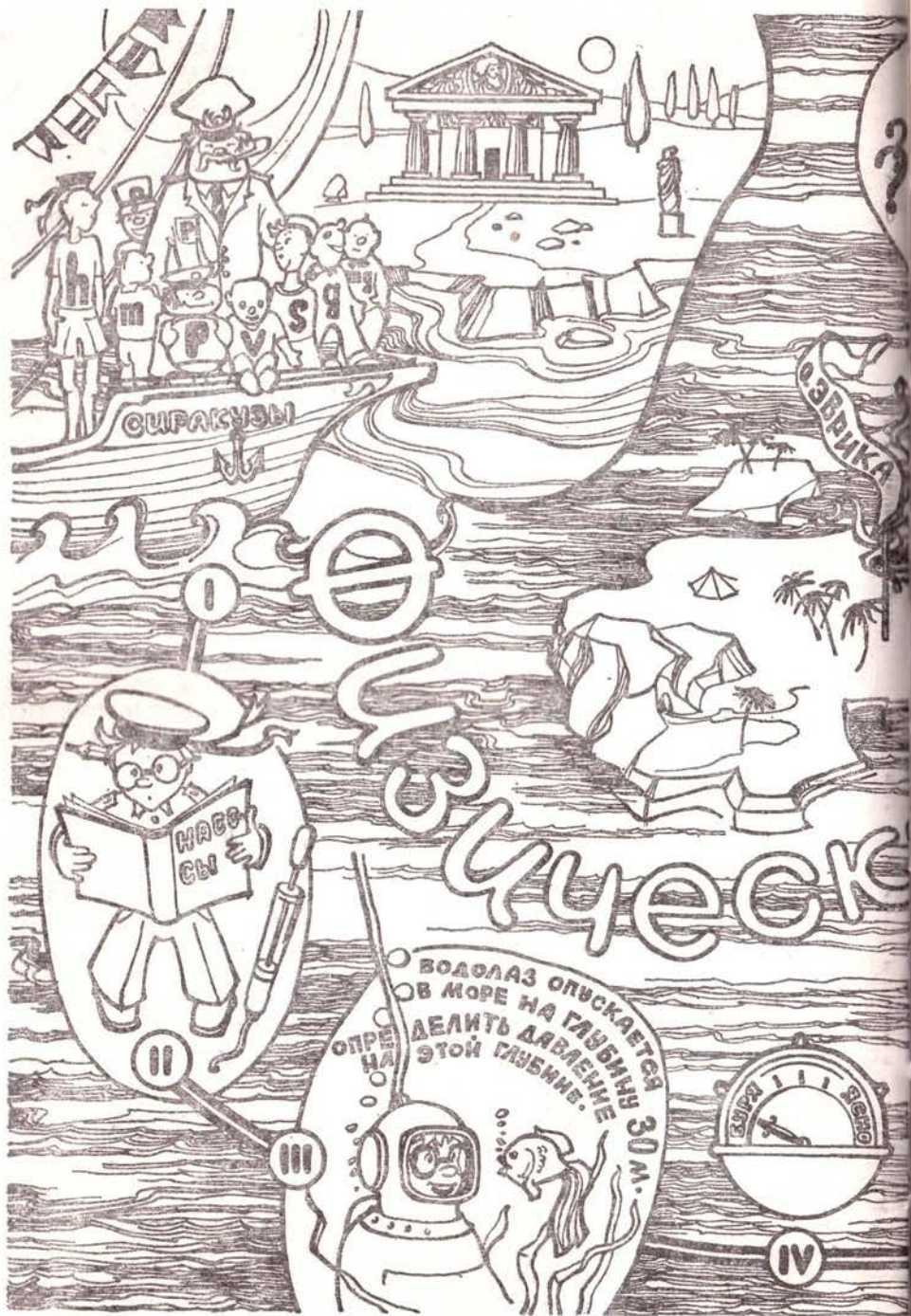
По мере того как физические игры все чаще используются на занятиях кружка и на уроках, учитель может отойти от роли ведущего, уступая ее хорошо успевающим ученикам.

Учитель всегда должен помнить о большом воспитательном значении игр. Под его руководством в играх воспитывается дисциплинированность учащихся, самоконтроль, ответственное отношение к делу, к четкому соблюдению установленных правил.

§ 3. Использование детских игрушек на уроках физики

Для создания интереса к урокам физики, особенно в младших классах, можно, например, продемонстрировать на уроках детские игрушки, которые часто проще в обращении и эффективнее.

При изучении некоторых тем курса игрушки будут почти единственными наглядными пособиями. Примерами таких игрушек мо-



УЧЕБНИК

ОКЕАН

гут быть различные «Неваляшки» и «Клоуны на проволоке». С помощью «летающего самолета» можно показать учащимся роль винта, создающего силу тяги, и необходимый для полета профиль крыла самолета. Инерционные игрушки (самолеты, трамваи, машины) красиво оформлены и всегда привлекают внимание учащихся. С их помощью можно объяснить смысл понятий «масса», «инерция», зависимость между массой и ускорением. При изучении темы «Применение электродвигателей» незаменимы различные электрические игрушки: электровозы, тракторы, вездеходы и т. д.

Игрушки могут быть использованы учителем при проведении любого вида работы: при объяснении, при решении задач, при фронтальном эксперименте.

В VIII классе, используя игрушки, можно объяснить физический смысл уравнения координаты. На торце демонстрационного стола начертить ось, и начало отсчета совместить с игрушечным регулировщиком движения; определить координату машины относительно регулировщика. Из опыта наглядно видно, что при совпадении направления движения машины с направлением оси Ox в уравнении координаты надо писать плюс. Если машина движется в противоположную сторону, в уравнении будет минус. Использование учителем этих же игрушек при изучении графиков механического движения поможет учащимся за каждым графиком увидеть реальное движение.

Изучая в VII классе тему «Работа и энергия», можно на примере заводных игрушек объяснить учащимся процессы превращения энергии. Игрушки «Свирель» или «Поющие птички» могут быть использованы для объяснения зависимости высоты тона от частоты колебаний. Магнитная кукла «Наташа» явится хорошим пособием для семиклассников при знакомстве с ферромагнитными веществами. Принцип действия рычага и условие его равновесия наглядно демонстрируются с помощью интересной игры «Катание с гор».

Используя игрушки, можно решать такие, например, задачи:

1. Определить среднюю скорость электрической машины, движущейся с остановками.
2. Начертить электрическую схему планетохода.
3. Определить объем полости «Водолаза», считая толщину стенок очень малой (двумя способами).

Примером использования игрушек как раздаточного материала для самостоятельного эксперимента могут служить строительные кубики. С их помощью легко проверить и рассчитать зависимость давления от силы давления и площади опоры тела.

Содержание всех опытов, проводимых на уроке физики, должно с полной ясностью доводиться до понимания каждого из присутствующих. Поэтому к игрушкам, как и к демонстрационным приборам, нужно предъявить ряд требований.

1. Игрушка должна быть красочной, но без ненужных для опыта деталей. Она должна быть знакомой учащимся, так как повы-

шенный интерес к конструкции игрушки может заслонить суть самой демонстрации.

Например, нецелесообразно использовать планетоход для выяснения сущности понятия «средняя скорость». Красивое внешнее оформление, наличие четырех фар, радарных установок отвлекают учащихся. При решении задач на составление электрических цепей в VII классе все перечисленные детали не окажутся лишними, поэтому использование данной игрушки не только целесообразно, но и желательно.

2. Размеры игрушек, их расположение, освещение должно быть таким, чтобы со всех мест класса можно было видеть опыт, демонстрируемый учителем. Без этого демонстрация теряет свое назначение, становится бесполезной и чаще всего приводит сначала к нарушению дисциплины, а затем к потере интереса.

3. Следует заботиться о наглядности и выразительности опытов. Для этого нужно выбирать игрушки наиболее просто и наглядно демонстрирующие данное явление. Доказательством этого тезиса является использование детских машинок и других игрушек при объяснении темы «Относительность механического движения».

4. Опыт должен быть убедительным, не содержать не относящихся к данному уроку явлений и не давать повода к неправильному толкованию. Поэтому все побочные явления, сопровождающие основное, должны быть сведены к минимуму, быть незаметными и неотвлекающими внимание от главного. При демонстрации явления инерции не следует использовать самолет, в котором трение находящихся внутри двух кусочков кремня вызывает появление яркого снопа искр.

5. Каждый эксперимент, проводимый в классе, должен быть надежным, т. е. тщательно подготовленным, неоднократно испытанным. Неудавшаяся демонстрация с игрушками еще в большей степени, чем с любым прибором, нарушает ход урока, всегда вызывает разочарование и даже может зародить недоверие к учителю. Например, опыт «Картезианский водолаз» только тогда будет иметь смысл, когда вес водолаза с водой подобран надлежащим образом.

6. Нельзя перегружать урок большим количеством опытов. Каждая из демонстраций должна быть содержательной, хорошо и изящно оформленной. Так, при решении задач на определение средней скорости нужно использовать одну из игрушек (планетоход, танк или самолет), а не последовательно определять скорости всех трех игрушек.

Достаточно частое использование игрушек на уроке привело к необходимости систематизировать используемые игрушки по двум основным направлениям: физический принцип устройства самой игрушки; рекомендации к использованию их на уроке физики в VI—VIII классах. Кроме того, необходимо было рассмотреть место игрушек на уроке при решении различных дидактических задач. Результаты проделанной работы представлены в таблице 12.

№ п/п	Наименование игрушки	Физические основы устройства	Демонстрируемое физическое явление. Рекомендации к использованию
I	<p>Планетод (танк, электрические машины). Самоходная игрушка на гусеницах свободно движется в любом направлении.</p> <p>Грузовик. Игрушка представляет собой модель грузового автомобиля без двигателя.</p> <p>Самосвал. Модель самосвала двигателем не снабжена. Имеет узорчатые шины.</p> <p>Автомобили легковые</p>	<p>Игрушка перемещается за счет микроэлектродвигателя, установленного внутри корпуса. Питается электродвигатель от батареек.</p> <p>Узорчатый рисунок увеличивает шероховатость поверхности, увеличивая тем самым коэффициент трения, а значит, и силу трения между колесом и дорогой</p>	<p>Различные виды механического движения. Может быть использована в VI классе при решении задач на определение величин, характеризующих механическое движение тел.</p> <p>Рекомендуется в VI классе для демонстраций при формировании понятий массы; инерции; в VIII классе — для проверки II закона Ньютона. Может быть использована для демонстрации явления инерции; для демонстрации относительности движения в VI и VIII классах</p>
II	Самолет (автобус) инерционный	Игрушка снабжена инерционным двигателем. Движение автомобиля происходит за счет инерции вращения маховика. Маховик насажен на ось, соединенную с колесами самолета. Он обладает большой массой и, следовательно, будет долго сохранять состояние движения, которое ему сообщали	Можно использовать для проведения фронтальных лабораторных работ по определению средней скорости движения самолета
III	Кукольные качели		Рекомендуется для демонстрации колебательного движения в VI классе как одного из видов механического движения

Механика

4

3

IV	Ракетная установка. Миниатюрная копия ракетной установки	Стреляет за счет энергии сжатой пружины. Угол наклона установки к горизонту может меняться	Рекомендуется в VI классе при доказательстве возможности совершения работы за счет изменения потенциальной энергии, при объяснении движения тел, брошенных под углом к горизонту. Полезно использовать при решении задач по этой теме
V	Пневматический автомат «Биль-бок» или пружинный пистолет	При движении одного цилиндра в другой воздух сжимается, повышается его потенциальная энергия, и за счет ее изменения совершается работа по выталкиванию шариков	Рекомендуется при изучении движения тел, брошенных горизонтально, вертикально и под углом к горизонту
VI	Лодка с гребцом	Лодка плавает в сторону, противоположную движению весел. Гребец, ударяя по воде веслами, действует на воду с некоторой силой. Вода давит на лопасти с такой же силой	Полезна при демонстрации взаимодействия тел в VI и VIII классах и при изучении III закона Ньютона
VII	Реактивный самолет с воздушным шаром	Из надувного шарика через сопло выходит воздух. Самолет движется в противоположную сторону	Применяется для демонстрации III закона Ньютона и реактивного двигателя
VIII	Прыгающая лягушка	К лягушке присоединяется тонкая резиновая трубка. К одному концу трубки прикреплена резиновая груша, к другому — резиновый валик. При нажатии на грушу давление в валике увеличивается и он раздается. Лягушка «прыгает»	Демонстрирует действие и противодействие при объяснении III закона Ньютона. Если положить под лягушку лист бумаги, то при прыжке лист будет отлетать в сторону, противоположную движению лягушки

1	2	3	4
IX	Робот и другие заводные игрушки	Потенциальная энергия сжатой пружины переходит в кинетическую энергию движения игрушки	<p>Применяется для демонстрации:</p> <p>1) III закона Ньютона (физические основы ходьбы человека. Робот давит на пол с силой \vec{F}. Пол действует на робота с силой, равной и противоположной по направлению);</p> <p>2) явления трения (движение робота по различным поверхностям);</p> <p>3) устойчивости тел;</p> <p>4) закона сохранения и превращения энергии</p>
X	Мотоциклист		<p>С помощью игрушки можно продемонстрировать:</p> <p>1) переход потенциальной энергии закрученной пружины в кинетическую энергию движения тела;</p> <p>2) опыты по кинематике и динамике вращательного движения.</p> <p>В VIII классе используется для демонстрации явлений, происходящих при повороте тела, для определения угла наклона тела при решении экспериментальных задач</p>
XI	Акробат. Механическая модель акробата на турнике	Поступательное движение вертикальной рейки с помощью зубчатой передачи превращается во вращательное движение турника. Вследствие большого трения между руками акробата и турником акробат прикладывает усилие во вращение	<p>В VIII классе используется для демонстрации вращательного движения тела вокруг оси и различных видов равновесия тел</p>

XII Неваляшка	Центр тяжести игрушки расположен так, что не дает ей опрокинуться. В основании неваляшки находится свинцовый груз. При отклонении от положения равновесия центр тяжести поднимается и силы не уравновешивают друг друга. Возникает момент силы относительно точки опоры, возвращающей куклу в первоначальное положение	Рекомендуется для демонстрации в VIII классе по теме «Устойчивое равновесие под действием силы тяжести»
XIII Дюймовочка	Наличие зубчатой передачи приводит к превращению поступательного движения горизонтального стержня во вращательное движение оси тюльпана, лепестки которого раскрываются под действием центробежной силы	Рекомендуется для демонстрации действия сил в неинерционных системах отсчета
XIV Лук со стрелами	Потенциальная энергия растянутой резины превращается в кинетическую энергию движения стрелы. Резина стрелы прилипает к стене за счет того, что атмосферное давление много больше, чем давление воздуха внутри ее	Полезно использовать для демонстрации зависимости дальности полета от деформации и упругости тетивы. Может быть использована для демонстрации действия атмосферного давления
XV Подъемный кран. Модель подъемного крана на машине	Силы, действующие на стрелу. Их можно менять, изменяя наклон стрелы	Рекомендуется для демонстрации применения блоков и лебедки. С помощью динамометра можно определить выигрыш в силе. Для этого определяют силу, действующую на рукоятку лебедки, и сравнивают ее с весом груза; при изучении сложения сил на кронштейне

1	2	3	4
I	Хамелеон и другие надувные игрушки	Гидростатика и аэродинамика При накачивании воздуха игрушка становится объемной	Позволяет показать, что газы не имеют постоянной формы и объема. Зажав хвост хамелеона, его осторожно надувают. Воздух не проходит в изолированную часть игрушки. Эта часть остается ненадутой. Затем отпускают зажим. Воздух распространяется по всему объему игрушки; для демонстрации действия выталкивающей силы и ее зависимости от объема тела
II	Мяч резиновый		1) Можно продемонстрировать упругость воздуха в теме «Свойства газов»; 2) полезно с помощью мяча продемонстрировать закон Паскаля в VI классе. В мяче с помощью раскаленной иглки делают 5—6 отверстий и наполняют его водой. Вынув его из воды, мяч сжимают по разным направлениям. Струйки жидкости бьют из всех отверстий одинаково; 3) если в мяче сделать одно отверстие и заполнить мяч водой, то легко заметить, что при сбрасывании мяча с большой высоты, вода во время полета не вытекает — при свободном падении вода невесома
III	Игрушечная лейка		Можно использовать для демонстрации закона сообщающихся сосудов при изучении темы «Давление жидкостей и газов»

<p>IV</p> <p>Воздушный шарик, резиновый, надувной</p>		<p>Шар, наполненный теплым воздухом или водородом, летит вверх. Шар, наполненный углекислым газом, летит вниз. Вес шарика меньше (больше) выталкивающей силы, которая действует на него со стороны воздуха, поэтому он движется вверх (вниз). Полезно использовать его на уроке в VI классе для демонстрации закона Архимеда для газов, а также можно использовать при решении экспериментальных задач</p>
<p>V</p> <p>Водолаз, подводная лодка</p>	<p>Вес водолаза подобран так, что при заполнении полностью игрушки водой ее вес становится больше выталкивающей силы и водолаз погружается на дно. При заполнении полости воздухом выталкивающая сила становится больше веса и водолаз всплывает</p>	<p>Игрушка демонстрирует закон плавания тел. Применяется в VI классе для демонстрации погружения водолаза и как «картезианский» водолаз</p>
<p>VI</p> <p>Катера и другие суда</p>		<p>Игрушка демонстрирует закон плавания тел. наличие ватерлинии и грузоподъемность судна</p>
<p>VII</p> <p>Самолет ЯК-18. Модель самолета снабжена механическим двигателем, с помощью нити может летать по кругу</p>	<p>Один конец нити закреплен, к другому привязан самолет. Самолет движется по кругу, который служит основанием конического маятника</p>	<p>С помощью этой игрушки учащиеся VIII класса могут объяснять роль винта, создающего тягу. Нужно обратить внимание учащихся на форму крыла самолета</p>

1	2	3	4
VIII	Вертолет. Пластмассовая модель, снабженная одним или двумя винтами	Винту вертолета сообщается вращательное движение, за счет чего вертолет поднимается. Вынимаю леску, мы раскручиваем ре- зинку, жестко скрепленную со стержнем, на который намотана леска. Ось винта на- саживается на стержень, поэтому винт при- ходит во вращение	Позволяет продемонстрировать закон сохра- нения количества движения. Корпус верто- лета вращается в одну сторону, винт — в другую. Кроме того, может быть использо- ван для демонстрации роли винта
Электрические и магнитные явления			
I	Электровоз, планетол, самоходные модели с электродвигателями, же- лезная дорога	Превращение электрической энергии в ме- ханическую	Игрушки могут использоваться в VII клас- се при объяснении темы «Применение элект- родвигателей», а также при составлении схем для решения задач
II	Электроструктор		Используется для фронтальных классов или домашних опытов по сборке различ- ных электрических цепей
III	Детский телефон и теле- граф	Детский телефонный аппарат представляет собой копию действующего телефонного ап- парата (аналогично телеграфный аппарат)	Рекомендуется для объяснения в VII клас- се принципа действия телефона, микрофо- на и телеграфа

§ 4. Использование художественной литературы на уроках физики

Физику, как и математику, принято относить к точным наукам. И уж если прозвенел звонок на этот урок, то не только ученики, но и многие учителя считают, что все постороннее — литература, искусство, поэзия — должно уступить место точному эксперименту, строгому доказательству и формулам. Оставляя, естественно, за последними методами решающую роль, следует, однако, признать ошибочным мнение о несовместимости науки и искусства на уроках физики. Как подтверждение этому, достаточно вспомнить мыслителей Древней Греции, которые успешно совмещали поэзию и науку.

История физики богата примерами, которые доказывают, какую большую роль в творческом процессе ученых играли чувства, вызванные произведениями искусства.

Луи де Бройль, Н. Бор утверждали, что искусство приводит ученого к принципиально новому знанию¹.

«Биографы любили умиляться по поводу того, что великие ученые... находили время играть на скрипке или писать стихи и музыке. Но искусство не только и не столько хобби в жизни ученого, не только и не столько средство отдыха и приятного времяпрепровождения, сколько совершенно необходимая для самой научной деятельности «гимнастика ума», «тренировка» его способности рождать фантазии, находить новые связи и ассоциации»².

Как иначе можно объяснить увлечение Дж. Максвелла поэзией, неиссякаемую тягу С. И. Вавилова к гетевскому «Фаусту», любовь А. Эйнштейна к Моцарту и его знаменитое высказывание: «Достоевский дает мне больше, чем любой научный мыслитель, больше, чем Гаусс».

Вместе с тем необходимо указать, что Чарлз Сноу³ отмечает как характерный признак современности разделение «двух культур» — научной и художественной. Одна «культура» не испытывает никакого интереса к другой, не стремится вступить с ней в соприкосновение, более того, отталкивает ее.

Между тем в настоящее время новосибирские ученые ищут пути высокопроизводительного труда и один из них — посредством искусства. Это первый в истории науки «эстетический эксперимент», осуществляемый громадным коллективом ученых. Связь общего и эстетического развития была убедительно показана в ходе вильнюсского и таллинского экспериментов, в которых усиленные занятия больших групп школьников искусством (в Литве — музыкой, в Эстонии — изобразительным искусством) привели к значительному скачку в успеваемости по точным наукам.

¹ См.: Бор Н. Атомная физика и человеческое познание.— М., Иностранная литература, 1961; Бройль Л. По тропам науки.— М., Иностранная литература, 1962.

² Волков Г. Н. Социология науки.— М., Политиздат, 1968, с. 306.

³ См.: Сноу Ч. Две культуры.— М., Прогресс, 1973.

Влияние на учащихся произведений искусства объясняется большой ролью чувств и эмоций в формировании потребностей личности, мотивов деятельности. Не окрашенное положительными эмоциональными переживаниями сознание долга и ответственности перед обществом не дает надежного результата в формировании коммунистического отношения к труду, сознательной дисциплины, активной жизненной позиции подрастающего поколения.

Для создания и поддержания эмоционального настроения учащихся на уроках физики могут служить отрывки из произведений художественной литературы. Произведения художественной литературы богаты описаниями тех или иных физических явлений природы, интересными фактами. Здесь отражаются те явления, которые по-новому раскрывают уже известные физические понятия, изыскиваются (часто в фантастической форме) новые области применения физических законов. Эти описания прежде всего отличаются своей доступностью и образностью, именно этого иногда и недостает рассказу преподавателя.

Каково конкретное значение использования произведений художественной литературы на уроках физики?

Прежде всего это богатый иллюстративный материал к различным разделам курса физики, опираясь на который ученик создает для себя наглядные образы. Заключая в себе эмоциональный элемент, этот материал легко воспринимается школьниками.

Чтение отрывков из художественных произведений активизирует «лириков». Физика перестает быть для них сухой и отвлеченной наукой, так как помогает увидеть вокруг разнообразные физические явления, ранее не замеченные ими, помогает им быть более наблюдательными.

Итак, умелое и своевременное использование художественной литературы на уроках физики пробуждает у учащихся интерес к изучаемому материалу, помогает им осознать и лучше запомнить пройденное. Кроме того, учителю физики предоставляется еще одна возможность для эстетического воспитания школьников.

Отрывки из произведений художественной литературы могут быть по-разному использованы на уроках.

1. Постановка проблемы. На уроке в VI классе при изучении инерции тел учитель может напомнить ученикам один из эпизодов знакомой им сказки В. Гаршина «Лягушка-путешественница»: «Лягушка, дрыгая своими всеми четырьмя лапками, быстро падала на землю; но так как утки летели очень быстро, то и она упала не прямо на то место, над которым закричала и где была твердая дорога, а гораздо дальше».

Все занятие направлено на объяснение непонятого для героини сказки явления. В конце урока учитель может снова вернуться к приведенному выше отрывку, чтобы вместе с учениками убедиться, что поставленная им задача полностью решена.

2. Иллюстрация теоретических положений при объяснении учителя. В X классе, объясняя закон прямолинейного распространения света и комментируя в учебнике рису-

нок 124, изображающий образование тени, можно прочитать стихотворение А. Блока:

Шар раскаленный, золотой
Пошлет в пространство луч огромный,
И длинный конус тени темной
В пространство бросит шар другой.
Таков наш безначальный мир.
Сей конус — наша ночь земная.
За ней — опять, опять эфир
Планета плавит золотая...

Рассказывая в VI или VIII классе об относительности механического движения, можно привести стихотворение А. С. Пушкина «Движение»:

Движенья нет, сказал мудрец брадатый,
Другой смолчал и стал пред ним ходить.
Сильнее бы не мог он возразить;
Хвалили все ответ замысловатый,
Но, господа, забавный случай сей
Другой пример на память мне приводит:
Ведь каждый день пред нами Солнце ходит,
Однако ж прав упрямый Галллей.

Учеников X класса привлечет и заставит задуматься отрывок из рассказа В. Бианки «Музыкант», прекрасно иллюстрирующий важный вывод урока — всякое колеблющееся тело звучит: «Старик подкрался из-за елочки и видит: на опушке разбитое грозой дерево, из него торчат длинные щепки, а под деревом сидит медведь, схватил одну щепку лапой. Медведь потянул к себе щепку и отпустил ее. Щепка выпрямилась, задрожала и в воздухе раздалось: «Дзинь!»... — как струна пропела... Замолк звук, медведь опять за свое: оттянул щепку и отпустил».

Знакомя учащихся с диффузией, можно обратиться к повести Дж. К. Джерома «Трое в лодке, не считая собаки»: «Это был изумительный сыр, острый и со слезой, а его аромат мощностью в двести лошадиных сил действовал в радиусе трех миль и валил человека с ног на расстоянии двухсот ярдов».

Для урока в VII классе об электризации тел интересным примером может служить отрывок из книги К. Паустовского «Черное море»: «Воздух во время урагана так густо насытился электричеством, что я был свидетелем, как у негра — привратника Кодрингтонской коллегии искры сыпались из волос, как будто из трубы паровой машины».

Произведения художественной литературы необходимо использовать, рассказывая об ученых-физиках. Светлые, необыкновенно лиричные портреты А. Эйнштейна и Э. Ферми можно найти в книге И. Эренбурга «Люди, годы, жизнь», Н. Бора — в книге Д. Данина «Нильс Бор». Большую помощь учителю окажет прекрасная книга Я. Голованова «Этюды об ученых», очень интересны стихи В. Шефнера «Архимед», «Попов», Ф. Гусева «Курчатов» и др.

Бывает так, что учитель не имеет возможности провести эксперимент, подтверждающий действие данного закона. Тогда ему на

помощь могут прийти яркие, образные примеры из художественной литературы. Один из героев повести А. Беляева «Звезда КЭЦ», попав на маленькую планету, обнаруживает действие III закона Ньютона «в чистом виде»: «Я начал раздвигаться. И вдруг почувствовал, что физический закон — «сила действия равна силе противодействия» — обнаруживается здесь в чистом виде, не затемненный земным притяжением. Здесь все вещи и сам человек превращаются в «реактивные приборы». Я отбросил костюм, говоря по-земному «вниз», а сам, оттолкнувшись от него, подпрыгнул вверх. Получилось: не то я сбросил костюм, не то он меня подбросил».

Этот пример интересен еще и тем, что действие привычного закона проявляется здесь в необычных условиях и тем самым подтверждается универсальность закона.

3. Опро с уча щ и х с я. Интересным приемом при опросе является привлечение отрывков из произведений художественной литературы. Эти отрывки могут играть роль качественных задач или контрольных вопросов отвечающему.

При повторении темы «Электрический ток» учащихся VII класса можно попросить объяснить деду Митрию (рассказ К. Паустовского «Подарок»), что такое электрический ток: «Ты мне про лесничего не говори... Лесничий мужик хитрый, он когда в Москве жил, так, говорят, на электрическом току пищу себе готовил. Может это быть или нет?

— Может, — ответил Рувим.

— Может, может! — передразнил его дед. — А ты этот электрический ток видал? Как же ты его видал, когда он видимости не имеет, вроде как воздух?»

Особенно интересно выбрать такие отрывки, где имеется научная ошибка, неточность. Тогда перед учениками ставится более сложная задача: найти ошибку и правильно объяснить описанное явление.

Например, учащимся VIII класса после изучения темы «Закон всемирного тяготения» предлагается оценить проект Сирано де Бержерака, как достичь Луны (Э. Ростан. «Сирано де Бержерак»):

Я изобрел шесть средств
Подняться в мир планет!
...Сесть на железный круг
И, взяв большой магнит,
Его забросить вверх высоко,
Докуда будет видеть око;
Он за собой железо приманит, —
Вот средство верное!
А лишь он вас притянет,
Схватить его и бросить вверх опять, —
Так поднимать он бесконечно станет!

4. Решение задач. После изучения законов равноускоренного движения ученики с интересом воепримут отрывок из повести К. Э. Циолковского «Вне Земли». Им можно предложить определить ускорение ракеты и проверить, правильно ли названа автором

скорость в конце десятой секунды. «Они видели, как ракета сорвалась и устремилась в наклонном положении в пространство... Она быстро удалялась... В это же время она подымалась все выше и выше. Через 10 с она была от зрителей на расстоянии 5 км и двигалась со скоростью 1000 м/с».

Еще один пример: с помощью формул, установленных для свободного падения тел, интересно определить ускорение силы тяжести на других планетах. Герой повести А. Беляева «Звезда КЭЦ» утверждает, что, подпрыгнув на метр, он опустился через двадцать две секунды. Чему же равно ускорение свободного падения на этой планете?

5. Закрепление пройденного. Для определения глубины понимания учащимися объяснения учителя на уроке также можно использовать отрывки из произведений художественной литературы.

Сложный вопрос о невозможности изменить положение центра тяжести системы тел только за счет действия внутренних сил системы можно еще раз обсудить с учащимися, вспоминая героя Э. Распе Мюнхгаузена: «Схватив себя за косичку, я из всех сил дернул вверх и без большого труда вытащил себя из болота, и себя и своего коня, которого крепко сжал обеими ногами, как щипцами».

Мы от души смеемся над бароном-фантазером, но ведь примерно так же поступает велосипедист, желая въехать на тротуар и подтягивая к себе руль. При этом передняя часть велосипеда приподнимается, и он въезжает на тротуар без толчка. То, что не мог сделать Мюнхгаузен, выполняет велосипедист, а почему?

В VII классе после изучения зависимости точки кипения от давления можно прочитать учащимся отрывок из рассказа М. Твена «Странствия за границей» (см.: Перельман Я. И. Занимательная физика. М., 1971, кн. 2, с. 153.—«Суп из барометра»). Юмор и живой язык рассказа помогут учащимся надолго запомнить, как можно определить высоту места над уровнем моря.

Для определения глубины знаний шестиклассников по теме «Инерция» можно обсудить с ними отрывок из романа И. Ильфа и Е. Петрова «Золотой теленок»: «В одиннадцатом часу вечера молочные братья, кренясь под тяжестью двух больших гирь, шли по направлению к конторе по заготовке рогов и копыт. Паниковский нес свою долю обеими руками, выпятив живот и радостно пыхтя.

...Здоровяк Балаганов держал гирию на плече. Иногда Паниковский никак не мог повернуть за угол, потому что гирия по инерции продолжала тащить его вперед. Тогда Балаганов свободной рукой придерживал Паниковского за шиворот и придавал его телу нужное направление».

У учащихся может появиться желание проверить на опыте факты, приведенные в книгах любимых с детства писателей. Например: «Но кто же зажег огонь? — спросил моряк. «Солнце», — ответил Спилетт. Журналист не шутил. Действительно, Солнце доставило огонь, которым так восторгался моряк. Он не верил своим

глазам и был до того изумлен, что даже не мог расспрашивать инженера.

— Значит, у вас было зажигательное стекло? — спросил инженера Герберт.

— Нет, я его изготовил.

И он его показал. Это были просто два стекла, снятые инженером со своих часов и часов Спилетта. Он соединил их края глиной, предварительно наполнив водой, и таким образом получилась настоящая зажигательная чечевица, с помощью которой, сосредоточив лучи на сухом мхе, инженер добыл огонь» (Жюль Верн. «Таинственный остров»).

«Я позвал своего слугу, того самого, который слышал, как растет в поле трава, и спросил его, не слышит ли он топота ног моего скорохода. Он приложил ухо к земле и сообщил мне, к моему величайшему горю, что бездельник-скороход заснул» (Э. Распе. «Барон Мюнхгаузен»).

Приведенные примеры далеко не исчерпывают возможности учителя при использовании художественной литературы на уроках физики. Можно дать задание учащимся каждого класса при чтении книг выписывать примеры проявления физических законов. Особенно важно «приохотить» к этой работе любителей художественной литературы, равнодушных к физике. Для этого надо обсуждать на уроках найденные ими отрывки, обязательно выделяя наиболее интересные.

Иногда необходимо обращаться к учащимся с просьбой коротко передать содержание рассказа или повести для лучшего понимания сути обсуждаемого отрывка.

Большую помощь в проведении таких занятий учителю может оказать книга К. В. Власовой «Мир фантастики и приключений на уроках физики».

Естественно, что приведенные выше примеры можно использовать и в других частях урока.

**ЗНАЧЕНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА
В ФОРМИРОВАНИИ НРАВСТВЕННЫХ
УБЕЖДЕНИЙ УЧАЩИХСЯ**

**§ 1. Возможности содержания курса физики
в осуществлении нравственного воспитания**

Социальный смысл проблемы «наука и нравственность» не исчерпывается выяснением характера взаимоотношений этих двух форм общественного сознания. Данная проблема затрагивает важные вопросы коммунистического воспитания целостной, всесторонне развитой личности. Уровень знаний человека сам по себе не гарантирует высокого нравственного сознания. Важна мировоззренческая и нравственная ориентация знаний. В этой связи особую актуальность приобретает тезис В. И. Ленина, выдвинутый им в известной речи «Задачи союзов молодежи»: «Надо, чтобы все дело воспитания, образования и учения современной молодежи было воспитанием в ней коммунистической морали»¹. Здесь имеется в виду необходимость органического соединения обучения с развитием действительно творческой личности, ясно сознающей свое место в жизни общества.

Исходя из особенностей развития науки физики, можно выделить три основных направления, раскрытие содержания которых в процессе преподавания физики способствует решению задач нравственного воспитания учащихся.

1. Значение физики в развитии научно-технической революции в нашей стране, которая «открывает перед человечеством беспрецедентные возможности преобразования природы, создания огромных материальных богатств, умножения творческих способностей человека»². Можно доказать, что именно это направление закладывает идейно-политическую основу нравственности.

В. И. Ленин утверждал, что в «основе коммунистической нравственности лежит борьба за укрепление и завершение коммунизма»³. В этом, по мнению В. И. Ленина, и состоит основа коммунистического воспитания, образования и учения.

Демонстрируя учащимся преимущества нашего общественного строя, проявляющиеся в огромных успехах развития науки и техники, в научно-техническом прогрессе, мы воспитываем у них чувство гордости за свою страну, за свой народ.

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 41, с. 309.

² Международное Совещание коммунистических и рабочих партий: Документы и материалы.— М., Политиздат, 1969, с. 297.

³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 41, с. 313.

Физики нашей страны сделали многие научные открытия, которые легли в основу НТР. К их числу следует отнести установление новых закономерностей и ранее неизвестных явлений в области ядерной физики, астрофизики, физики плазмы, электроники, геофизики. СССР добился мирового первенства в ряде таких фундаментальных наук, как математика, астрономия, ядерная физика, физика высоких энергий, физика низких температур, физика твердого тела, квантовая механика, физика плазмы. Основополагающий вклад Советского Союза в исследования космического пространства признан всем миром.

В системе уроков физики становится возможным показать учащимся, что старт научно-технической революции был дан физикой и физиками. Бурное развитие физических наук, особенно после второй мировой войны, стимулировало развитие всех естественных наук.

Учащимся следует объяснить, что неизбежное проникновение физики во все разделы естествознания связано с тем, что предмет ее изучения являются как простейшие, так и наиболее общие свойства материи.

Прогресс физических наук оказывает непосредственное влияние на все основные элементы современного производства — на его энергетическую базу; на орудия труда и технологию. Это особенно очевидно сейчас, когда на наших глазах рождается атомная и ядерная энергетика, электронная и лазерная технология, техника на полупроводниках и интегральных схемах.

В тезисах о Фейербахе К. Маркс писал: «Философы лишь различным образом *объяснили* мир, но дело заключается в том, чтобы *изменить* его»¹. Само преподавание физики нужно строить так, чтобы учащиеся убеждались в том, что научное открытие, претворенное в техническом решении, активно изменяет действительность.

Приведем примеры. Формула Эйнштейна $E=mc^2$ заложила основу энергетике в эпоху НТР. При распаде одного ядра урана выделяется 200 млн. эВ энергии. Это в 3 млн. раз больше, чем выделяется при химической реакции сгорания топлива (1 г урана при распаде дает больше тепла, чем 3 т сгорающего угля). Термоядерная энергетика использует в 10 раз большую долю внутренней энергии частиц по сравнению с атомной энергетикой распада тяжелых ядер. Вместе с тем энергия, выделяемая при реакции аннигиляции, в несколько тысяч раз превышает количество энергии на единицу массы, выделяемой при ядерных реакциях.

Достижения квантовой механики явились теоретической основой развития электроники. Использование законов движения электронов в электрическом и магнитном полях позволило создать новые мощные и малогабаритные устройства для генерирования, усиления и преобразования сигналов. Все это повлекло за собой бурный прогресс в развитии связи, навигации, приборостроения,

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Собр. соч., т. 3, с. 4.

автоматики, вычислительной и лазерной техники. Лазеры обеспечили возникновение новой области техники — голографии.

Анализируя на уроках физики примеры, подобные приведенным, учащиеся должны понять, что каждый шаг научно-технической революции — это шаг на пути к созданию материально-технической базы коммунизма.

II. Гуманистическая сущность физической науки. Это направление предполагает доказательство учащимся широчайшего прикладного использования человеком научных знаний. Оно заложено в самом материале курса физики и глубже, чем любое другое направление, подчеркивает социальный смысл проблемы «наука и нравственность». Старшеклассники с интересом готовы обсудить такой вопрос: «С древнейших времен достижения науки использовались в военных целях. Закономерность ли это? Всегда ли так будет, раз всегда уже было так?»

С самого первого урока физики следует постоянно на конкретных примерах убеждать школьников: «Законы физики служат людям. Наука для человека!» Эти факты в большей степени, чем призывы учить уроки, не просто заинтересовывают школьников, но и обеспечивают учение с интересом.

Например, в самом начале изучения физики в VI классе в теме «Физика и техника» на примере прогресса пожарной техники можно показать учащимся, как развитие физики влияет на развитие техники, а связь науки и техники необычайно увеличивает возможности человека, повышает его власть над природой. Эти же вопросы можно решать с шестиклассниками и при изучении насосов и манометров, используемых в пожарной технике.

Люди не сразу научились побеждать огонь. И пожары опустошали целые города и села. Сохранились записи о событиях 1475 г. в Тбилиси, когда город горел 13 сут. В одной из летописей написано: «Меч лишил жизни 10 тыс. человек, а пожары поглотили вдвое больше». За первые 400 лет своего существования Москва горела около 100 раз, а дотла — 13.

В суровую зиму 1837 г. в Петербурге сгорел Зимний дворец. Руины дворца горели 7 сут., несмотря на то что на Дворцовую площадь непрерывно въезжали упряжки лошадей с бочками на телегах. Поддавали воду из этих бочек 16 ручных насосов. Но маломощные струи воды быстро превращались в пар и не могли погасить пламя, а кожаные рукава на морозе замерзали и не пропускали воду.

Во второй половине XIX в. появились паровые пожарные насосы и паровые пожарные машины, но перед первой мировой войной их в России было всего 15. За годы Советской власти пожарная техника значительно развилась. Современные пожарные насосы подают воду в шланги под давлением до 15 атм. Такой насос может накачать 2400 л воды в минуту.

Пожарные бранспойты являются прообразом мощных гидромониторов. В них, так же как и в машинах, которыми в шахтах добывают уголь, необходимо повысить мощность струи для обеспечения ее дальности. Чтобы увеличить дальность струи, ученые и инженеры Института горного дела Академии наук Казахстана предложили применить гидروимпульсатор. Это устройство образует гидравлические удары, которые превращают любую установку с непрерывной струей в импульсную водяную пушку. Гидроимпульсатор выстреливает воду отдельными порциями, многократно увеличивая дальность струи. Скорострельность водяной пушки можно регулировать от 100 до 3000 выбросов в минуту.

В последнее время широко применяются автоматические системы борьбы с огнем, которые позволяют справиться с пожаром в его начале и без участия людей. При появлении дыма или при повышении температуры автоматически включаются сигнальные системы (реле) и системы, которые подают воду, пену, газ или порошок.

В X классе, обобщая знания учащихся о шкале электромагнитных волн, можно показать широкое использование различных электромагнитных колебаний для лечения человека. В этом случае знакомые с детства явления получают научное обоснование: электротерапия (электрофорез, дарсонвализация, индуктотермия), УВЧ-терапия, применение кварцевых ламп и т. д.

Понимание учащимися гуманистической сущности физики значительно усилится, если рассказ учителя сочетать с экскурсиями в пожарную часть (VI класс), физиотерапевтический кабинет больницы или поликлиники (X класс) и т. д.

Еще один пример. Наука создала новые методы обработки машиностроительных материалов, необходимых для нужд промышленности и значительно облегчающих труд рабочих.

В IX классе в теме «Электрический ток в различных средах», а затем в X классе есть возможность ознакомить учащихся с различными способами обработки металла. В зависимости от используемого физического или химического процесса их можно разделить на четыре основные группы:

1. Электроэрозионные методы: электроискровой, электроимпульсный, электроконтактный и анодно-механический. Они основаны на использовании превращения энергии электрических разрядов, возникающих между инструментом и изделием, в теплоту.

2. Электрохимические и химические методы (основанные на явлении электролиза).

3. Лучевые способы обработки (применение лазеров для обработки материалов).

4. Метод импульсного, ударного механического воздействия на металл (ультразвуковая обработка).

Можно провести комплексную конференцию учащихся IX—X классов, организуемую совместно учителями физики, химии, обществоведения и литературы на тему «Научно-техническая революция и человек».

При отборе материала для докладов на конференции надо исходить прежде всего из возможности соединения сведений о новой технике и технологии с материалом изученных на уроках тем. Привлечение литературного материала повысит эмоциональное звучание конференции.

Учителя литературы помогут подготовить учащимся доклады, в которых труд предстанет как творчество, и рабочий человек, наш современник, будет показан достойным своей эпохи.

Раскрытие гуманистической сущности науки, т. е. использование ее достижений на благо человечества, не только значительно обогащает возможности курса физики в осуществлении нравственного воспитания учащихся, но и повышает эффективность работы

учителя физики по расширению политехнического кругозора и профориентации учащихся.

III. Воспитание учащихся на примере жизни и деятельности выдающихся физиков. Здесь можно выделить два интересных в нравственном плане положения.

1. Соответствие моральных поступков ученого гуманистическим идеалам человечества.

Материалы учебников, знакомящие школьников с выдающимися учеными-физиками прошлого и современности, естественно, малы по объему. Их ограниченный объем не позволяет рассказать о нравственном облике ученого, драме идей, характерной для его времени. Это предъявляет большие требования к рассказу учителя, раскрывающему перед учащимися истинное представление о моральном облике ученого.

Десятиклассникам будет интересно узнать о А. Г. Столетове не только как об авторе важнейших опытов по фотоэффекту, но и как о создателе русской научной школы физиков. Он был человеком большой души и широких интересов. Дружил с Тимирязевым, Танеевым, Чайковским. Восхищался Чернышевским, Писаревым, Добролюбовым.

В этом ученом жила постоянная потребность знать обо всем важном и талантливом и вместе с тем помогать важному занять свое место, доказывать очевидность талантливого. Он не был революционером, но его революционность была уже в том, что в годы страшной реакции в России он оставался порядочным человеком, принципиальным и непримиримым к злу.

Имя П. Н. Лебедева в школьной программе связано с изучением давления света. Надо обязательно рассказать десятиклассникам о Лебедеве-человеке. Тяжелый вопрос встал перед П. Н. Лебедевым в 1911 г. 124 лучших преподавателя покинули Московский университет в знак протеста против реакционной политики правительства. С уходом из университета Лебедев терял все: возможность самому и его ученикам продолжать любимую работу, средства для существования. И все-таки он уходит, поступив так, как должен был поступить гражданин. Он отвергает многочисленные предложения работать за границей. Не о своей славе и благополучии заботился П. Н. Лебедев. Восстановить школу, продолжать воспитание молодых ученых, доверивших учителю свои судьбы, развивать отечественную науку — вот что было главной заботой ученого.

Основным требованием к раскрытию образа ученого является рассказ о его нравственных убеждениях, взглядах и поступках.

2. Бескорыстная радость познания мира — основной мотив научной деятельности выдающихся физиков.

Одной из задач нравственного воспитания является искоренение в учащихся потребительского отношения к делу, которым он занимается. Большую помощь учителю в этом отношении могут оказать примеры беззаветной преданности науке крупнейших ученых мира.

Анализ творчества великих физиков показывает, что основным мотивом их научного труда была бескорыстная жажда постижения законов природы. Самозабвенный, упорный и тяжелый труд являлся для ученого радостью, источником счастья и смыслом жизни. Но нередко результаты этого труда, порой и сама возможность заниматься им требовали от ученого мужества поступать в соответствии с высокими нравственными принципами. Достаточно вспомнить имена Дж. Бруно, Г. Галилея, Л. Больцмана, А. Эйнштейна, И. В. Курчатова.

Важным направлением нравственного воспитания являются творческие задания для учащихся. В методических пособиях такие задания рассматриваются с позиций развития физического мышления учащихся, их творческих способностей. Вместе с тем учитель должен организовывать процесс выполнения этих заданий так, чтобы была возможность обратить внимание учащихся на радость, испытываемую от самого процесса познания, на стремление к познанию как источнику движущей силы творчества.

В этом случае правильно организованный процесс выполнения творческих заданий (и на уроке, и на внеклассных занятиях) может быть использован учителем в качестве метода исследования, позволяющего судить о степени сформированности нравственного сознания.

§ 2. Нравственные убеждения учащихся и познавательные интересы

В организации процесса нравственного воспитания следует исходить из единства двух его сторон: объективной, в которой выражены нравственные требования, предъявляемые к личности обществом, и субъективной — ее собственным отношением к обществу, труду, людям. В процессе обучения эта субъективная сторона воспитания определяется наличием интереса к учению.

Важная задача учителя состоит в том, чтобы объективное нравственное требование стало субъективной нормой для личности учащегося. В любой книге по методике физики обращается внимание учителя на формирование мировоззрения учащихся, однако основной акцент делается на логическую сторону обучения. Вместе с тем ученик как личность может быть недостаточно затронут этими знаниями, они могут не стать существенным мотивом в понимании жизни, не войти звеном в его мировоззрение, и тогда мы можем говорить о формальном знании. В данном случае мотивы долга, уверенности в общей значимости знаний не сделают эти знания его собственными. Поэтому задачи нравственного воспитания заключаются не просто в достижении знаний нравственных норм, а, главное, в формировании убеждений, мотивов и поступков.

Реализация этих задач на уроках физики может быть достигнута только тогда, когда ученикам интересно учиться, так как только в этом случае может быть получен эффект сопереживания,

пробуждающий определенные нравственные чувства и суждения учащихся, переходящие в их нравственные убеждения.

Таким образом, результаты нравственного воспитания непосредственно связаны с познавательным интересом к предмету. И познавательный интерес, и нравственные убеждения имеют один и тот же источник формирования — содержание школьного курса физики.

Познавательный интерес к предмету определяется прежде всего положительными эмоциями, например радостью от процесса познания, творчества. В свою очередь, именно радость познания мира, а не учеба ради отметок связана с формированием бескорыстного отношения к знаниям как мотива деятельности. Так воспитывается важнейшая черта нравственности. Как было показано выше, одним из источников познавательного интереса является активная деятельность учащихся на уроке. Именно эта деятельность помогает преодолеть гипертрофию словесных форм нравственного воспитания на уроке, которые никогда не давали надежного воспитательного эффекта.

Активная познавательная деятельность учащихся на уроке не только делает учение интересным, но и развивает пытливость, трудолюбие, готовность трудиться. В этом случае усвоение нравственных норм, формирование нравственных чувств, убеждений и поступков происходит в процессе учебной деятельности самих учащихся, при их непосредственном интересе к этой деятельности.

Опыт показывает, что решение нравственных проблем на уроках физики неизменно повышает интерес учащихся к этим урокам, особенно в старших классах. Причиной этого является присущий юношескому возрасту интерес к решению самых общих мировоззренческих проблем, причем такому решению этих проблем, где юноша может проявить себя, отстоять свое мнение, совершить поступок.

Наиболее эффективны в этом плане уроки-конференции, организованные на основе межпредметных связей учителей физики, литературы и обществоведения, и самостоятельное решение школьниками нравственных проблем, возникающих в определенных ситуациях.

О формировании нравственных убеждений на уроках физики можно говорить лишь в том случае, если в процессе обучения возникают ситуации, способствующие пробуждению определенных нравственных чувств и суждений.

Можно предложить три вида таких ситуаций: а) ситуация сопереживания, б) ситуация оценки, в) ситуация нравственного выбора.

Остановимся на них подробнее.

Ситуация сопереживания может возникнуть во время рассказа учителя, во время лекции или беседы, т. е. там, где есть возможность эмоционально-оценочной подачи материала. В этом случае акценты расставляет учитель, строя свой рассказ таким об-

разом, чтобы сопереживание учащихся было вызвано в соответствии с расставленными акцентами.

Пути решения ее могут быть разнообразны. О некоторых ученых стоит подробно рассказывать на уроках, жизни других можно посвятить занятие кружка. В большинстве случаев совершенно не обязательно давать исчерпывающее жизнеописание, достаточно несколькими яркими штрихами приблизить ученого к ученикам, оживить его облик, сделать его запоминающимся. В кратком историческом экскурсе можно отметить несколько характерных черт духовного облика ученого или обратить внимание на отдельные стороны мировоззрения, а может быть, разъяснить только методы работы ученого. А иногда достаточно привести одну-две фразы ученого или отзыв о нем других ученых. Все это не требует больших затрат времени, но очень оживляет урок.

Знакомя учащихся с деятельностью ученых, следует показывать наиболее примечательные черты мировоззрения ученого: его видение мира, философское кредо, мотивы научного творчества, методы получения научных знаний. Необходимо сформировать у школьников истинные представления о характере научного труда ученых, об их отношении к научному поиску истины как к высшему смыслу своей жизни. Нужно также раскрыть общественно-политические взгляды ученых, нравственные убеждения и единство этических взглядов и поступков.

Таким образом, умелое раскрытие какого-либо направления (из трех выделенных) дает возможность «почувствовать», представить себе образ ученого, и такое сообщение надолго запомнится учащимся.

В VIII—X классах сообщения учителя о творчестве и жизни выдающихся физиков могут быть заменены докладами учащихся, с которыми предварительно должна быть проведена подготовительная работа по отбору биографического материала.

Как показывает опыт ленинградской учительницы В. А. Фалдиной, этот период работы является наиболее интенсивным и оказывает большое воспитательное воздействие на учащихся, «соприкасающихся в процессе подготовки доклада с великой жизнью».

Нередко для достижения эффекта сопереживания, сопричастности (существенного в этой форме работы) В. А. Фалдина читает любимые учеными стихи, прослушивает с учащимися фрагменты из любимых учеными музыкальных произведений и т. д.

Ситуация оценки. Здесь могут быть различные варианты.

1. Эта ситуация возникает тогда, когда учитель или ученик рассказывают о жизни и творчестве какого-либо ученого, причем сами не ставят никаких акцентов, а остальных учащихся просят оценить создавшуюся ситуацию и мотивировать свою оценку.

2. Рассмотрение и оценка «неслучайных случайностей». Цель рассмотрения такого рода ситуаций — показать учащимся, что «счастливые случайности» помогают только очень трудолюбивым, ищущим людям. Когда у И. Ньютона спросили, как он открыл закон всемирного тяготения, он ответил: «Я давно думал о нем».

Для создания подобной ситуации учащимся могут быть даны следующие задания: рассмотреть исторически сложившиеся ситуации и доказать неслучайность открытия: гальванического электричества, действия электрического тока на магнитную стрелку, закона всемирного тяготения, явления естественной радиоактивности и т. д.

3. Оценка мировоззренческих суждений. Приведем пример для обсуждения с учащимися X класса:

«XX век — век атома». Можно ли согласиться с этим утверждением?

«Есть люди двух культур: науки и искусства, — которые чужды друг другу» (Ч. Сноу). Так ли это?

Что дает искусство ученому-физику? Можно ли говорить о его влиянии на нравственный облик ученого? Подтвердите свое мнение примерами.

Ситуация нравственного выбора. Она возникает чаще всего при проведении конференций, защиты темы, «судов», когда нужно, с одной стороны, отстоять свою точку зрения, позицию, проект, а с другой — справедливо оценить «противника». Поэтому целесообразно чаще предоставлять возможность каждому ученику оценивать выступления участников.

При изучении прикладных вопросов целесообразно давать задания, где необходимо выбирать между рентабельностью, перспективностью того или иного применения достижений науки и этическими убеждениями.

Например, при изучении темы «Электричество» предложить свой вариант уменьшения негативных эффектов от загрязнения воздушной и водной среды. Обсудить вопрос об отношении к электроэнергии: «Зачем экономить? Ведь на мой век энергетических ресурсов хватит».

В теме «Тепловые двигатели» рассказать о первых уже имеющих моделиях электромобилей. Мощность последних значительно меньше мощности двигателей внутреннего сгорания, которые загрязняют воздух. Как быть? Как можно, применяя двигатели внутреннего сгорания, сохранить окружающую среду?

Ситуация нравственного выбора может возникнуть на уроке в VIII классе при обсуждении (после просмотра) научно-популярного фильма «Постижение».

10-минутный фильм посвящен оценке работ Галилея по изучению законов равноускоренного движения и свободного падения тел. Большое значение занимает в нем разбор нравственной позиции Галилея в связи с его отречением от системы Коперника. Ученики Галилея напряженно ждут суда инквизиции, ждут и надеются на силу духа ученого.

В кинофильме нет вывода — его должны сделать зрители.

Разрешить данную ситуацию совсем не просто, особенно если усилить ее словами А. Эйнштейна: «Перед нами предстает человек незаурядной воли, ума и мужества, способный в качестве представителя рационального мышления выстоять против тех, кто, опираясь на невежество народа и праздность учителей в церковных об-

лечениях и университетских мантиях, пытается упрочить и защитить свое положение».

Можно предложить учащимся написать сочинение о Галилее, ответив на следующие вопросы:

1) Как ты думаешь, можно ли назвать отречение Галилея подвогом? Предательством по отношению к науке? Почему?

2) Почему, на твой взгляд, человечество бережно хранит исторически не подтверждаемую легенду о том, что, выйдя из зала суда, Галилей воскликнул: «А все-таки она вертится!»

Если в школе отсутствует возможность достать кинофильм «Постижение», ситуацию выбора можно создать, рассказав учащимся о двух редакциях пьесы Б. Брехта «Жизнь Галилея» (Брехт Б. Пьесы. М., Искусство, 1956, с. 518). Рассказ учителя можно заменить чтением диалога Галилея и Андреа (то же, с. 312—315).

Ситуация нравственного выбора может возникнуть и при использовании различных методических приемов на уроке. Например, при проведении опроса в форме взаимопроверки учитель может организовать различные ситуации:

за замеченные в работе товарища ошибки ученик получает «+» или оценка за его собственную работу повышается на балл;

проверяющий товарища получает «+» или дополнительный балл лишь в том случае, когда он поможет несправившемуся овладеть материалом и спросит его после того, как материал будет выучен.

Опыт показал, что вторая ситуация имеет гораздо большую воспитательную ценность.

Обобщая вышеизложенное, можно прийти к следующим выводам.

Необходимо так строить процесс обучения и нравственного воспитания, чтобы усвоение нравственных норм, формирование нравственных чувств, убеждений, поступков происходило в процессе учебной деятельности самих учащихся.

Определенную помощь в практической реализации этого оказывают общепедагогические требования (о недопустимости списывания, подсказок и т. п.) и создание предлагаемых ситуаций, в которых обсуждаются нравственные вопросы, связанные с процессом познания.

Создание подобных ситуаций может использоваться учителем и в качестве метода исследования, позволяющего судить о степени сформированности нравственного сознания.

Все рассмотренные ситуации возникают на уроке в том случае, если учитель включает в урок информацию, позволяющую задать вопросы, аналогичные рассмотренным, в качестве домашнего задания. Без систематических размышлений решение нравственных вопросов, связанных с процессом познания, окажется для школьников непосильным.

§ 3. Пути осуществления нравственного воспитания в процессе обучения физике

Система работы учителя. Система работы учителя по нравственному воспитанию на уроке может складываться из следующих взаимосвязанных элементов:

1. Четкая постановка задач.
2. Отбор и анализ учебного материала для решения этих задач.
3. Выбор методов раскрытия отобранного материала с целью реализации комплексного подхода к обучению и воспитанию учащихся.
4. Планирование различных форм самостоятельной работы учащихся с целью формирования нравственных убеждений.
5. Разработка методов, позволяющих судить о степени сформированности нравственного сознания.
6. Планирование и использование отобранного материала при дальнейшем изучении курса.

Рассмотрим эту систему на примере двух тем курса физики VI и IX классов, прослеживая реализацию на уроках каждого элемента системы.

VI класс. Тема: «Давление жидкостей и газов».

1. Прежде всего формулируются воспитательные задачи урока, которые можно решить в этой теме:

а) формирование представления о гуманистической сущности науки;

б) формирование представления о стремлении к познанию мира как источнику творческой деятельности ученого. С этой целью необходимо показать, что успех в научной деятельности во многом определяется трудолюбием и упорством ученого.

2. При отборе учебного материала темы необходимо учесть, что нравственное воспитание на уроке должно осуществляться в процессе учебной деятельности школьников, причем, как отмечалось выше, при их непосредственном интересе к этой деятельности. В первую очередь это относится к подбору материала, отражающего жизненную значимость изучаемого. Так, при прохождении атмосферного давления можно рассказать о том, как важно изучение физических явлений, происходящих в атмосфере, как используются выводы научных исследований атмосферного давления или прогноза погоды, о том, как работает «служба погоды». При обсуждении этих вопросов учащиеся убеждаются, что наука уже разгадала многие тайны природы и может не только объяснить их, но и предсказать заранее. Большими помощниками человека являются более 300 метеорологических спутников, которые позволяют обследовать все уголки околоземного пространства.

При изучении гидравлических прессов надо не просто ознакомить учащихся с применением закона Паскаля, но и показать, как научные выводы и расчеты помогают создавать машины, которые значительно облегчают труд человека в вагонных депо, в

раскройных и врубочных цехах обувной фабрики, на заводе граммофонных пластинок и т. д.

Архимедова сила широко используется при расчетах плавучести судов, их устойчивости и непотопляемости. Можно подобрать для уроков интересный дополнительный материал, например рассказать учащимся о лабораториях на морском дне с целью разработки сырьевых ресурсов моря. Некоторые из разведанных месторождений полезных ископаемых на дне морей и океанов уже отчасти используются. В различных районах побережья и прилегающих мелководных областях широко используются песчаные отложения, в которых встречаются титан, цирконий и торий, необходимые в металлургии и ядерной технике. В этих отложениях есть и железо, ванадий, олово, золото, платина, алмазы. Глубинные залежи полезных ископаемых в настоящее время еще не используются, однако советские экономисты оценили стоимость продукции минерального сырья, добываемого из моря, в 6,5 млрд. руб.

Советская подводная лаборатория «Черноморец» в 1968 г. работала на глубине 12 м, а рабочая глубина «Черноморца-3» — более 100 м.

3. Приведенный выше материал может быть раскрыт на уроках по-разному: в сообщении учителя и в докладах учащихся.

В учебнике физики VI класса помещена легенда об открытии Архимеда. У учащихся может сложиться неверное впечатление, что открытие сделано благодаря счастливой случайности. Опыт преподавания показывает, что эта легенда запоминается учащимися благодаря занимательности ее сюжета, причем запоминается ненадолго и формально, если учитель задает самостоятельно прочитать параграф. Для устранения этого «антистимула» познавательного интереса и формирования правильного представления о характере научного поиска необходимо познакомить учащихся с материалами из книги В. Азерникова «Неслучайные случайности» (М., Детская литература, 1976).

Трактат Архимеда «О плавающих телах» потребовал огромного труда ученого. Обоснование формулы выталкивающей силы здесь дано не только эмпирически: Архимед приводит геометрическое доказательство. И, кроме того, рассматривает сферическую поверхность жидкости, исходя из предположения о шарообразности Земли. Проницательный ум Архимеда позволял ему тонко разбираться в математике, механике, астрономии. Если бы не случай в бане, ученый все равно решил бы задачу царя Гиерона, может быть, наблюдая различную осадку по-разному нагруженных галер. Настоящий ученый не прекращает думать о предмете своего исследования ни дома, ни на отдыхе. Поэтому неважно, насколько правдива легенда, важно, что закон о выталкивающей силе, действующей на погруженное в жидкость тело, был открыт не случайно и не случайно его открыл выдающийся древнегреческий ученый Архимед.

Этот материал и поставленные воспитательные задачи делают возможным и целесообразным провести беседу с учащимися, в хо-

де которой будет выяснена нравственная оценка учащимися изложенной в учебнике легенды.

4. Для того чтобы отобранный для нравственного воспитания материал способствовал более осознанному и глубокому овладению темой, необходимо спланировать самостоятельную работу учащихся.

Это прежде всего могут быть доклады и сообщения учащихся по вопросам использования тех или иных устройств, действие которых основано на законах гидро- и аэростатики, где можно отметить достоинства и широкое применение в будущем некоторых новых изобретений (например, пневматических канавокопателей, воздушных построек и т. п.).

У учителя физики в данной теме имеется возможность формировать интерес к своему предмету за счет имеющихся у учащихся интересов к другим предметам или другим видам деятельности. Для этого доклады, предлагаемые учащимся, должны быть дифференцированы согласно интересам школьников. Например, при изучении атмосферного давления можно предложить учащимся следующие темы докладов:

- 1) Наука и религия о предсказании погоды.
- 2) История изобретения и применения первых метеорологических приборов.
- 3) Составление схем и рисунков современных метеоприборов.
- 4) Исследование космического пространства и прогноз погоды.
- 5) Демонстрация действия метеоприборов, имеющихся в кабинете физики.

При изучении темы «Условие плавания тел» могут быть предложены следующие доклады:

- 1) Физические основы постройки судов и их испытания.
- 2) История развития надводного флота.
- 3) Военно-Морской Флот СССР.
- 4) Создание теории непотопляемости корабля (работы адмирала С. О. Макарова и академика А. Н. Крылова).

Кроме сказанного выше, тема представляет большие возможности для обучения учащихся самостоятельному знакомству с научно-популярной литературой. В большинстве книг по теме интересно представлена работа выдающихся ученых, применение открытых ими закономерностей (гидравлические и пневматические машины, шлюзы, приборы для измерения давления, плотности и т. д.). Поэтому интерес учащихся к содержанию книги может перейти в интерес к самому чтению научно-популярной литературы.

Третье, на что может обратить внимание учитель, планируя самостоятельную работу учащихся, — экспериментальный метод исследования данной темы. Это даст возможность ознакомить учащихся с методами научного исследования. Опыт показал, как важно научить школьников осмыслению методологических вопросов для сознательного овладения способами и приемами поисковой деятельности, для развития интереса к учению. Для шестиклассников

здесь в первую очередь надо отметить выполнение фронтальных экспериментальных заданий. В книге В. А. Букова и др. «Фронтальные экспериментальные задания в 6—7 классах средней школы» (М., Просвещение, 1981) по данной теме содержится 9 работ, из которых большая часть поискового характера. Особенно большое значение имеют исследовательские работы учащихся (подробнее см. § 3, глава II).

5. Предложим методы проверки степени «присвоения» нравственных проблем, поднимаемых на уроках по исследуемой теме:

а) вопросы в контрольной работе по теме, аналогичные предложенным в § 2 «ситуациям оценки»;

б) учет насыщенности докладов и сообщений учащихся вопросами нравственного звучания;

в) уроки открытых мыслей (подробнее см. ниже) на темы: «Законы гидро- и аэростатики служат людям», «Сердца, отданные науке».

6. Отобранный учителем материал для нравственного воспитания должен не только способствовать более осознанному и глубокому овладению темой, но и влиять на дальнейшее изучение курса физики. Так, рассказ об исследованиях атмосферного давления Паскалем и Торричелли поможет ученикам уяснить важнейшую мировоззренческую идею о материальности мира.

ЛИТЕРАТУРА

- Азерников В. Неслучайные случайности.— М.: Детская литература, 1976, с. 7—8, 13—17.
- Билимович Б. Законы механики в технике.— М.: Просвещение, 1975, с. 84—125.
- Боровиков П. Лаборатория на морском дне.— Л.: Гидрометеиздат, 1977.
- Бронн Г. Атака на неизведанное.— М.: Знание, 1977.
- Владимиров А. Рассказы об атмосфере.— М.: Просвещение, 1974.
- Голованов Я. Этюды об ученых.— М.: Молодая гвардия, 1970, с. 9—13, 169—174, 221—225.
- Липсон Г. Великие эксперименты в физике.— М.: Мир, 1972.
- Погосян Х. Атмосфера и человек.— М.: Просвещение, 1977.
- Собесьяк Р. Шеренга великих физиков.— М.: Мир, 1977, с. 10—12, 25—28.
- Стрельникова Г. Блез Паскаль.— М.: Мысль, 1979.
- Эльшанский И. Законы природы служат людям.— М.: Просвещение, 1978, с. 121—127.

IX класс. Тема: «Основы молекулярно-кинетической теории».

Прежде чем говорить о системе работы учителя по нравственному воспитанию учащихся при изучении данной темы, необходимо указать, что в отличие от решения проблемы на первой ступени обучения (которое в основном заключалось в эмоционально-насыщенном рассказе учителя) на второй ступени обучения появляется еще одно существенное требование: отбор программного материала и его структурирование должны обеспечить для учащихся понимание приведенной в учебнике оценки творчества того или иного физика. Одно «воспитывающего» рассказа здесь мало,

необходимо, чтобы в процессе ознакомления с материалом учащиеся могли увидеть те трудности, которые вставали при создании МКТ строения вещества, и способы, которыми они разрешались. Оценочная функция знаний должна подняться на более высокую ступень.

Поэтому в структуре изучения МКТ должны быть выделены следующие блоки:

1. Предпосылки возникновения проблемы (невозможность объяснить необратимость тепловых процессов).

2. Поиски вариантов и решений (работы Ломоносова, Клаузиуса, Максвелла, Больцмана).

3. Отношение к этому поиску самих участников.

4. Оценка сделанного ими с точки зрения их современников и сегодняшнего дня.

Важно, что это требование к отбору и структурированию учебного материала соответствует выдвинутому В. Г. Разумовским принципу цикличности в обучении физике, реализация которого, как доказали его исследования, способствует развитию творческих способностей учащихся. Таким образом, в процессе обучения наблюдаем реальное единство обучения и воспитания, когда решение задач воспитания органически вплетается в процесс овладения учебным материалом.

В отличие от подростков старшеклассники в основном научились обоснованно излагать свои мысли, им свойственно не только декларировать, но и доказывать свои убеждения. Поэтому гораздо большее значение, чем на первой ступени, здесь придается самостоятельной работе учащихся с научно-популярной литературой. Материал книг будет использован не только в воспитательных целях, но и для создания более полного представления о структуре МКТ (одной из физических теорий, наиболее полно изучаемых в средней школе).

Не останавливаясь подробно на поэлементном анализе системы работы учителя, отметим следующее.

Важная задача изучения МКТ — познакомить учащихся с принципиально новым способом описания физических явлений — статистическим, показать им развитие физической мысли, сформировать представление о структуре физической теории.

В рамках МКТ следует показать значение научно-технического прогресса в деле создания новых материалов с заданными свойствами, применение, казалось бы, «чистой теории» к решению важных народнохозяйственных задач. Кроме того, необходимо продолжать формирование нравственных качеств личности учащихся на примере жизни и деятельности создателей МКТ, чье постоянное искание истины, бескорыстное служение науке, борьба за создание научной картины мира привели к торжеству МКТ.

При отборе содержания темы необходимым является приобщение учащихся к решению важнейших научных вопросов.

Например, как объяснить броуновское движение частиц? Накопленные человеческим опытом факты не могли быть объяснены

в рамках эмпирической науки. Исследователи строили разные предположения: одни утверждали, что это результат сотрясения жидкости, другие считали причиной тепловые воздушные течения, третьи — химические реакции, четвертые объясняли движение частиц сильным освещением пыльцы под микроскопом. Сейчас даже трудно поверить, что это «простое» явление долго оставалось необъясненным. Почти 60 лет отделяют открытие английского ботаника Р. Броуна от теоретических и экспериментальных исследований А. Эйнштейна и М. Смолуховского, обосновавших причину явления.

Еще один вопрос. Почему все реальные макропроцессы в природе происходят необратимым путем?

Ответ на этот вопрос, данный австрийским физиком Л. Больцманом, вытекал из статистических законов теплового движения молекул. Им была выведена формула, определяющая направление всех физических процессов, стремящихся к равновесию, как наиболее вероятному состоянию. Большое внимание учащихся привлекает рассказ о Людвиге Больцмане. За лаконичной формулой энтропии, выбитой золотом на белом мраморном памятнике в Вене, стоит история страстной борьбы ученого-материалиста против идеализма; борьбы, приведшей Больцмана к преждевременному трагическому концу.

Все творчество Л. Больцмана пронизывает идея атомной структуры материи, которую он отстаивал в борьбе с представителями «чистого» описания природных явлений, прежде всего Э. Махом и В. Оствальдом. Эти известные физики-идеалисты называли молекулярно-кинетическую картину состояния газа, предложенную Больцманом, «шабашем ведьм». Отказываясь признавать реальное существование молекул, Мах, Оствальд и их последователи основывали свои возражения на том, что эти частицы никто не видел.

Больцман много работал: занимался научными исследованиями, читал популярные лекции и преподавал. Прошло лишь несколько лет после трагической смерти Больцмана, и его атомистическое учение получило всеобщее признание в физике. Даже В. Оствальд в 1908 г. под напором экспериментальных фактов признал существование атомов.

Следующий важный вопрос — это современное состояние МКТ. Надо рассказать учащимся о новых способах наблюдения за составом вещества, о тех следствиях МКТ, которые положены в основу технологии создания новейших высокомолекулярных соединений и других веществ с нужными свойствами.

Объяснения учителя на уроке должны сочетаться с большой самостоятельностью учащихся. В IX классе качество выполнения самостоятельной работы и отношение к ней могут стать методами проверки степени сформированности нравственного сознания.

Большое значение имеют самостоятельные исследовательские работы старшеклассников.

В § 3 главы II данного пособия подробно описаны проведение урока-исследования газовых законов и завершающей этот урок

конференции учащихся, на которой ученики, проводившие теоретические и экспериментальные исследования, отчитываются о полученных результатах.

Большой интерес учащихся к мировоззренческим и нравственным вопросам обеспечивает эффективность заключительного урока, посвященного нравственному облику ученых — создателей МКТ.

Итак, мы показали, что нравственное воспитание является центрирующей составляющей учебно-воспитательного процесса. Это происходит в том случае, когда учитель не эпизодически, фрагментарно, формально «привязывая к теме», преподносит воспитывающий материал, а весь процесс изучения новой темы органически «пропитывает» решением нравственных задач.

ЛИТЕРАТУРА

- Блудов М. Беседы по физике.— М.: Просвещение, 1974, с. 162—173.— Ч. II.
Голлин Г. М. Классики физической науки.— Минск, Высшая школа, 1981.
Репин П. И. Люди и формулы.— М.: Молодая гвардия, 1977.
Спасский Б. И. Физика в ее развитии.— М.: Просвещение, 1979, с. 82—90.

Примеры коллективных творческих дел на уроках физики. В VI—VII классах интересно проходят «уроки открытых мыслей» (термин В. Ф. Шаталова). Тема таких уроков «Законы физики служат людям».

За неделю до урока учитель предлагает всем учащимся класса подготовить небольшие рассказы на предложенную тему, как правило, соответствующую пройденному материалу. Эти рассказы можно прочитать в научно-популярных журналах или составить самим, пользуясь собственным жизненным опытом или информацией, полученной из газет, телевидения, кино. Наиболее удачное время для таких уроков — конец 1-й и конец 4-й четверти. На уроке каждый желающий может выступить с подготовленным рассказом.

После прохождения большой темы курса физики в VIII—X классах можно провести заключительный урок на тему «Горячие сердца» или «Сердца, отданные науке». Этот урок посвящается выдающимся физикам, их жажде познания, любви к науке. Содержание рассказов учащихся должно соответствовать учебному материалу темы. Общий список ученых для данного урока заранее составляет учитель.

При подготовке к уроку учащиеся работают группами (эти группы могут быть специально для данного урока сформированы по желанию учащихся, но могут быть и постоянными, уже работавшими в старших классах). Каждая группа выбирает ученого, о котором ей хотелось бы рассказать остальным учащимся.

Ребята стараются как можно глубже познакомиться с его жизнью и деятельностью, читают научно-популярную и художественную литературу об этом человеке. Необходимо, чтобы учащиеся,

действительно «открыв» для себя этого ученого, захотели «открыть» его для других: показали, что это был за человек, его отношение к науке, к жизни, его общественные взгляды, нравственные позиции и убеждения.

В VIII классе в 4-й четверти урок «Горячие сердца» может быть посвящен таким ученым, как Архимед, Г. Галилей, И. Ньютон, К. Э. Циолковский, С. П. Королев.

В IX классе такие уроки можно посвятить в первом полугодии М. В. Ломоносову, Л. Больцману, Р. Клаузиусу, Ж. Перрену, С. Карно, Д. И. Менделееву, Я. И. Френкелю. В конце учебного года — А. Амперу, Г. Ому, М. Фарадею, А. Араго, Дж. Максвеллу, А. Ф. Иоффе, И. В. Курчатову.

В X классе список имен ученых могут предлагать сами учащиеся.

В конце 4-й четверти в X классе можно провести конференцию «Наука и нравственность», цель которой — формирование у учащихся представлений о роли науки в жизни человеческого общества, о гуманистической сущности науки, о значении нравственной позиции ученого для общества, о необходимости моральной ответственности ученого за последствия применения его научных достижений.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Возможности физики как учебного предмета для формирования познавательных интересов учащихся	7
§ 1. Оценка внутренних возможностей содержания школьного курса физики с целью формирования познавательных интересов школьников	7
§ 2. Содержание школьного курса физики — один из источников формирования познавательных интересов	9
§ 3. Особенности физики как учебного предмета, позволяющие формировать познавательные интересы школьников	18
Глава II. Организация познавательной деятельности учащихся на уроках физики	32
§ 1. Учебно-познавательная деятельность учащихся — источник возникновения и развития познавательных интересов	32
I. Лабораторные работы	32
II. Решение задач	38
III. Деятельность учащихся при восприятии нового материала	42
§ 2. Приобщение учащихся к методам научного исследования	43
§ 8. Разнообразие методики проведения урока	45
Разнообразные формы проверки знаний учащихся и домашних заданий	45
Организация соревнования на уроках физики	49
Уроки-конференции	53
Коллективная деятельность учащихся на уроках физики	59
Уроки-исследования	67
§ 4. Организация познавательной деятельности учащихся при проведении учебных экскурсий	71
Глава III. Пути побуждения и развития познавательных интересов школьников	77
§ 1. Создание занимательной ситуации на уроках физики	77
§ 2. Дидактические игры на уроках физики	80

§ 3. Использование детских игрушек на уроках физики . . .	89
§ 4. Использование художественной литературы на уроках физики	101
Глава IV. Значение познавательного интереса в формировании нравственных убеждений учащихся	107
§ 1. Возможности содержания курса физики в осуществлении нравственного воспитания	107
§ 2. Нравственные убеждения учащихся и познавательные интересы	112
§ 3. Пути осуществления нравственного воспитания в процессе обучения физике	117

ИРИНА ЯКОВЛЕВНА ЛАНИНА

**Формирование познавательных интересов учащихся
на уроках физики**

Зав. редакцией *Н. В. Хрусталь*
Младший редактор *Т. Л. Верпаховская*
Редактор *Л. Л. Величко*
Художник *Б. Л. Николаев*
Художественный редактор *В. М. Прокофьев*
Технический редактор *И. С. Поташникова*
Корректор *К. А. Иванова*

ИБ № 8375

Сдано в набор 07.09.84. Подписано к печати 18.01.85. Формат 60×90^{1/16}. Бум. типограф.
№ 2. Гарнит. литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 8. Усл. кр.-отт. 8,38. Уч.-изд.
л. 8,96. Тираж 102 000 экз. Заказ № 1019. Цена 25 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного
комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва,
3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирнова Смоленского облуправления
издательств, полиграфии и книжной торговли, 214000, г. Смоленск, проспект им. Ю. Га-
гарина, 2.