

К.Н.ЕЛИЗАРОВ

ОРГАНИЗАЦИЯ
УРОКА
ФИЗИКИ

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

УЧПЕДГИЗ • 1951

К. Н. ЕЛИЗАРОВ

ОРГАНИЗАЦИЯ УРОКА ФИЗИКИ

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

*ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД 1951 МОСКВА*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Борьба за повышение качества знаний учащихся по физике должна начинаться с повышения качества преподавания физики. В нашей советской школе принята урочная система организации занятий учащихся. Несомненно, что качество знаний учащихся находится в прямой зависимости от того, насколько правильно в методическом отношении построение уроков физики и проведение их.

Данные изучения работы школ по физике свидетельствуют о весьма значительных и общих ряду школ недочетах в деле организации и методики проведения урока физики.

Это обстоятельство служит признаком того, что учителя физики — и не только из числа начинающих — испытывают затруднения при проведении общих положений методики преподавания физики в практику своей повседневной школьной работы. С другой стороны, те же наблюдения над работой школы показывают, что многие недочеты в организации урока и в проведении его обусловлены тем, что нередко весьма существенные элементы педагогического процесса недостаточно освещены в существующей методической литературе или освещены в ней недостаточно конкретно, что опять является источником затруднений для учителя, недостаточно владеющего методикой своего предмета.

В соответствии с этим цель работы — оказать посильную помощь учителям физики в разрешении тех практических вопросов, с которыми они сталкиваются в своей повседневной деятельности.

Настоящая работа обсуждалась на заседаниях кафедры физики Ленинградского городского института усовершенствования учителей, на которых существенные и ценные замечания (учтенные автором в окончательной обработке книги) были сделаны проф. П. А. Знаменским. Особенно большая помощь советами и указаниями была оказана автору со стороны заведующего кафедрой физики упомянутого Института проф. М. Ю. Петровского.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

В течение ряда лет секция физики методического кабинета Ленинградского городского отдела народного образования, а с 1938 г., когда был создан Институт усовершенствования учителей, и кафедра физики этого института изучали работу школ по физике и обобщали опыт учителей физики.

Данные, полученные в результате этого изучения, с несомненностью свидетельствуют о том, что наша школа достигла в деле образования и воспитания подрастающего поколения больших успехов. Они особенно велики за последние послевоенные годы.

Все учителя физики много и упорно работают в области повышения своего идейно-политического и профессионального уровня. В связи с этим значительно возросла научность в изложении школьного курса физики, усилилась воспитательная работа в процессе преподавания физики, возросло методическое мастерство учителя. В соответствии с этим также значительно улучшилось качество знаний и навыков учащихся. Число учеников-второгодников из года в год уменьшается. Наша школа уверенно идет по пути своего дальнейшего совершенствования. Но достигнутый этап не может и не должен считаться предельным, необходимо дальнейшее движение вперед. Кроме того, до уровня, достигнутого лучшими учителями физики, должна быть поднята вся масса учителей физики. Между тем, данные, полученные в результате изучения работы школ, свидетельствуют о том, что в работе учителей физики довольно часто имеют место пробелы, наиболее существенные из которых следующие.

1. Учитель не всегда считает нужным тщательно готовиться к проведению урока, полагаясь на то, что его квалификация достаточна, чтобы с любым частным во-

просом справиться без предварительного обдумывания и планирования.

2. Подготовка к уроку часто сводится лишь к планированию содержания урока: что дать и как уложиться в отведенное время, но очень мало внимания уделяется методике вопроса: как дать этот материал.

3. Основное внимание учителя обычно концентрируется только на классной работе с учащимися — их домашняя работа остается почти без руководства и недостаточно контролируется.

4. Работа по физике недостаточно используется в целях воспитания у учащихся основ диалектико-материалистического мировоззрения.

5. Работа учащихся недостаточно активизируется.

6. Классный эксперимент не всегда стоит на должной высоте: опытов мало, а те, которые ставятся, зачастую недостаточно используются для борьбы за осознанные знания учащихся.

7. Часто отсутствует необходимая согласованность и взаимопомощь в работе преподавателей физики и математики.

8. Слабо поставлено дело с упражнениями, повторением и закреплением пройденного материала, вследствие чего усвоение материала учащимися оказывается очень непрочным.

9. Учащиеся не приобретают навыков в конспектировании прослушанного материала.

10. Как учащиеся, так и многие преподаватели слабо владеют техникой выполнения рисунков и чертежей.

Наконец, наряду с этими дефектами, связанными с самой техникой преподавания, следует указать еще на один дефект более общего характера.

Во многих случаях преподаватель склонен сводить всю задачу школьной физики только к накоплению у учащихся определенного запаса знаний по физике. Между тем, эта задача, хотя и является основной, поскольку речь идет именно о преподавании физики, все же не является единственной. Ученик, добросовестно усвоивший некую сумму знаний по физике, но не овладевший навыками самостоятельной работы, позволяющими ему непрерывно расширять свои знания, не овладевший навыками в применении своих знаний на практике, по окончании школы неизбежно отстанет от жизни, не сможет активно включиться в социа-

листическое строительство. В задачу учителя входит: выяснение методов, с помощью которых факты из области физики устанавливаются, обрабатываются и используются; ознакомление учащегося со всеми фазами работы — от конкретного опыта к теоретическому обобщению и от него к практике; сочетание самостоятельного искания с восприятием векового опыта, уже накопленного человечеством, т. е. личного опыта и работы над книгой. Все эти многосторонние задачи и должны найти отражение в работе преподавателя.

Поэтому, наряду с накоплением фактических знаний систематического курса физики, мы должны познакомить ученика с методами изучения природы, заложить у него основы диалектико-материалистического мировоззрения, привить ему навыки самостоятельной работы, умение применять свои знания в практической деятельности.

Этим целям должны удовлетворять, должны быть подчинены организация и методика всей учебной и воспитательной работы по физике, значит, и основная форма ее — урок.

Отсюда вытекает, что разрешение всех задач, стоящих перед преподаванием физики, учитель должен начинать с разрешения вопроса о том, как должен быть организован им урок, каково должно быть его построение, его структура.

У учителей физики весьма часто возникают затруднения и на отдельных этапах урока, причем они оказываются самого разнообразного характера — от узкотехнических до широчайших методологических. Как проверять выполнение учащимися домашнего задания? Какие требования надо предъявлять к записям учителя на доске и учащихся в тетрадях? Как добиться прочного усвоения учениками изученного материала? Как вовлечь учащихся в активную работу в классе? Как использовать изучение физики в целях развития у учащихся диалектико-материалистического миропонимания? и т. д. и т. д.

Поэтому надо считать целесообразным не только теоретически обоснованное решение этих вопросов, но и освещение и разбор их в связи с организацией урока, в связи со структурой его, оправданной практикой работы школ. Принимая во внимание, что наиболее распространенным в практике работы школ по физике является урок, основная задача которого — изучение нового материала, излагае-

мого учителем, надо считать целесообразным начать рассмотрение вопроса об организации урока физики вообще с урока именно этого типа.

Настоящая работа представляет собою попытку дать в первом приближении решение вопросов организации и методики проведения урока именно этого типа. Вопросы организации и методики проведения урока остальных типов затрагиваются в нашей работе в самых общих, основных чертах.

Глава I книги посвящена некоторым вопросам методики преподавания физики, рассмотрение которых необходимо для обоснования тех конкретных предложений по структуре уроков, которые содержатся в последующих главах. Кроме того, затронуты также те вопросы методики преподавания физики, в области которых наиболее часто наблюдаются пробелы в работе учителей физики и которые, вместе с тем, или недостаточно освещены в существующей методической литературе, или могут иметь иное решение. В остальных случаях делаются лишь ссылки на соответствующую литературу.

Глава II посвящена вопросам урочной системы организации занятий и основным типам уроков физики, практически ставящимся в нашей школе.

В главе III рассматривается структура урока, основная задача которого — изучение нового материала, излагаемого учителем, и в основных чертах — методика проведения этого урока.

Для большей конкретизации основных соображений по поводу урока этого типа в этой же главе дается конспект уроков физики в VII классе на тему: «Передача электрической энергии». Выбор темы из числа изучаемых в младших классах школы обусловлен желанием оказать помощь в первую очередь начинающему учителю.

В главе IV кратко рассматриваются вопросы организации и методики проведения уроков остальных типов.

ГЛАВА I

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

1. Повышение научного уровня преподавания физики и задачи формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся

Строго научное изложение школьного курса физики (так же, как и всякой другой дисциплины) может быть осуществлено только в том случае, если этот курс освещается с позиций диалектического материализма. Такое освещение курса физики средней школы должно содействовать формированию у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения. Поэтому повышение научного уровня школьного курса физики и формирование у учащихся правильного в научном отношении мировоззрения являются задачами, тесно связанными друг с другом. Разрешение этих задач учителем физики нашей средней школы может и должно идти многими путями. Среди них одним из основных является следующий: освещение программных вопросов школьного курса физики с диалектико-материалистической точки зрения, исключая возможность идеалистического толкования их.

Кратко остановимся на некоторых вопросах школьного курса физики, имеющих большое мировоззренческое значение.

VI класс

Уже на первом уроке физики в VI классе мы имеем возможность использовать учебный материал в интересующих нас целях, обратив внимание учащихся на методы исследования явлений природы, применяемые физикой: наблюдение, опыт, выводы (см. программу).

Особый интерес в рассматриваемом нами сейчас плане представляет создание у учащихся понятия о силе. Закладывается оно у учащихся в связи с темой «Сила и ее измерение». На этом этапе работы крайне существенно добиться того, чтобы учащиеся поняли, что обычно употребляемое нами выражение «к телу приложена сила» надо понимать в том смысле, что на одно тело действует другое тело. Преподаватель может подобрать для этого большое количество примеров, опирающихся на житейский опыт учащихся и подтверждающих несомненную справедливость приведенного утверждения. Трудно переоценить значение для развития у учащихся научного мировоззрения убеждения в том, что в природе нет сил, существующих обособленно от тел.

Во всем последующем учебном материале к этой мысли (по понятным и очевидным педагогическим соображениям) необходимо постоянно возвращаться. Например, в теме «Давление», говоря о силе давления (одно тело действует на другое), в теме «Закон Архимеда» (на тело действует выталкивающая сила — на погруженное тело действует жидкость или газ) и т. д.

Дальнейшее развитие понятия о силе мы осуществляем в связи с изучением I закона Ньютона в теме «Механическое движение». Рассматривая здесь силы в связи с движением тел, попрежнему представляя себе силу не существующей обособленно от тела, мы, вместе с тем, придем к убеждению, что действие одного тела на другое может проявляться в изменении состояния (покоя или движения) тел. Есть все возможности для того, чтобы именно в этом смысле учащиеся понимали термин «сила».

Не меньшее значение имеет и понятие об относительности движения и покоя, даваемое учащимся в связи с этой же темой «Механическое движение».

В теме «Работа силы» мы сталкиваемся с понятием о работе, а затем, несколько позже, в теме «Энергия» — с понятием об энергии.

Значение этих понятий в деле формирования у учащихся научного мировоззрения чрезвычайно велико. К сожалению, современные представления о работе и энергии могут быть даны на базе таких обширных и глубоких знаний, каких учащиеся в средней школе не получают. Поэтому, применительно к средней школе, задача сводится к выяснению таких моментов, связанных с этими понятиями, пред-

ставление о которых доступно учащимся средней школы и которые понадобятся им в последующем для окончательного более полного и глубокого формирования этих понятий. В соответствии со сказанным, в VI классе полезно во всех возможных случаях обращать внимание учащихся на то обстоятельство, что энергия связана с движением.

Особое внимание должно быть уделено закону сохранения энергии, который в этом классе рассматривается в применении к механическим процессам. Закон сохранения энергии выделен в программе самостоятельной темой, но существенно не забыть во всех необходимых случаях усматривать проявление его в изучаемых в школе физических явлениях. (Дальше по этому поводу будут приведены некоторые указания.)

Мы здесь остановились только на отдельных, наиболее существенных вопросах курса физики VI класса.

VII класс

Существует точка зрения, в соответствии с которой элементы молекулярно-кинетической теории, содержащиеся в программе физики VII класса, недоступны для понимания учащихся этого класса, и потому этот материал неуместен в данном классе. Довольно широкое знакомство с опытом работы многих школ свидетельствует об ошибочности такой точки зрения.

Эта тема дает нам возможность иллюстрировать мысль о том, что качественные изменения (изменения свойства тела), происходящие в результате перехода тела из одного состояния в другое, вызваны изменениями количественными (изменяется скорость движения частиц, изменяется величина междучастичных сил). Вообще весь курс теплоты в этом классе возможно рассматривать на основе молекулярно-кинетической теории.

В связи с понятием о количестве теплоты, учащихся VII класса необходимо познакомить с понятием о массе, как о количестве вещества в теле, имеющем первостепенное мировоззренческое значение.¹

В этом же отделе физики учащиеся второй раз встречаются с законом сохранения энергии. Мы уже говорили

¹ См. П е р ы ш к и н, Ф а л е е в, К р а у к л и с. Учебник физики для VII класса. Учпедгиз, 1950.

о чрезвычайно большом значении этого закона в деле формирования мировоззрения учащихся. В связи с этим особенно целесообразно обратить внимание учащихся на то обстоятельство, что в VI классе при изучении механики они обнаружили, что в механических процессах энергия не исчезает и не создается, она только переходит из одного вида в другой. Теперь, изучая отдел теплоты, мы видим, что этот закон имеет полную силу и в случае перехода механической энергии в тепловую и при обратном переходе — тепловой энергии в механическую.

Не меньшее значение в отношении формирования мировоззрения у учащихся имеет и другой отдел физики, проходящий в этом классе, — электричество.

Так, например, для этого естественно использовать понятие об электрическом токе, предусмотренное программой в теме «Электрический ток», и начальные представления о магнитном поле, учтенные в программе в теме «Электромагнитные явления».

В целях дальнейшего использования закона сохранения энергии при рассмотрении явления электромагнитной индукции существенно выяснить, за счет какого другого вида энергии появляется энергия индукционного тока.

Этот же закон следует вспомнить и при изучении вопроса о переходе электрической энергии в тепловую.

Изучая заключительный раздел курса VII класса «Свет», необходимо подвести учащихся к заключению, что свет — энергия.

VIII класс

Уже на первом уроке в этом классе, отводимом программой на вводную беседу, мы знакомим учащихся с ценным в воспитательном отношении вопросом — методами исследования природы, применяемыми физикой: наблюдение, опыт, гипотеза, теория.

Немало таких вопросов и во всем последующем курсе: понятие об относительности покоя и движения, которое может быть усвоено учащимися этого класса значительно более осознанно и углубленно, нежели в VI классе; закон сохранения энергии в механических процессах и многие другие. Остановимся несколько подробнее на тех программных вопросах этого класса, которые, как нам ка-

жеётся, имеют особенно большое мировоззренческое значение.

Прежде всего, в связи с изучением законов динамики мы имеем возможность подвергнуть дальнейшему развитию созданное у учащихся в VII классе представление о массе. В VII классе мы вынуждены были определять массу тела как количество вещества в нем. В VIII классе, опираясь на I и II законы динамики, мы определяем массу тела как меру инертности его. Установив это понятие, полезно еще раз (в дополнение к тому, что было сделано в этом отношении в VII классе) разграничить понятие о весе тела от понятия о массе его. Решение этой задачи в VIII классе, естественно, много легче, нежели в VII. Учащимся VIII класса доступно представление о том, что наличие связи между весом тел и их массой не есть признак того, что эти понятия тождественны. Вместе с тем, теперь для учащихся должно быть ясно, почему определение массы, данное им в VII классе, надо считать недостаточным.

В этом же классе получает свое дальнейшее развитие понятие о силе, начальные представления о котором были созданы у учащихся в VI классе. В связи с формулировкой I закона Ньютона — всякое тело находится или в состоянии относительного покоя, или в состоянии равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока какие-либо силы не выведут тело из этого состояния — приходим к заключению, что под силой надо понимать причину, изменяющую механическое состояние тела. Затем, анализируя несколько примеров изменения механического состояния тела (переход из состояния относительного покоя к движению, переход из равномерного прямолинейного движения к криволинейному или к прямолинейному, но ускоренному), приходим к заключению, что под силой в механике понимают причину, изменяющую величину или направление скорости, или, что то же, причину, сообщающую телу ускорение. Дальше, имея в виду недостаточность этих определений, остановившись на ряде простых и убедительных для учащихся примеров, показываем, что обычно и часто применяемое в механике выражение «к телу приложена сила» надо понимать в том смысле, что на одно тело действует другое тело. Здесь надо еще раз (после того, как это сделано было в VI классе) основательно остановиться на мысли о том, что сила не существует обособленно от тела.

Дальнейшее развитие понятия о силе осуществляем в связи с рассмотрением II и III законов Ньютона. В связи со II законом устанавливаем, что ускорение, приобретаемое данным телом, прямо пропорционально силе.

IX класс

Очень незначительная часть учебного времени в этом классе (8 ч.) отводится на дальнейшее изучение механики; все же остальное время — на изучение молекулярной физики и теплоты. Применительно к механике ограничимся следующими замечаниями.

При изучении закона всемирного тяготения очень полезно дать учащимся историческую справку о том логическом пути, которым пришел Ньютон к утверждению, что сила тяжести, проявляющаяся на Земле, есть частный случай тяготения. По понятным соображениям целесообразно указать, что во всех случаях, когда идет речь о тяготении, имеет место взаимодействие тел. И, наконец, в связи с этим же законом всемирного тяготения, существенно обратить внимание учащихся на то обстоятельство, что свойство вещества, определяемое нами термином «масса», в данном случае проявляется не инертностью, а тяготением.

Перейдя после изучения механики к рассмотрению теплового движения, существенно установить качественные различия механической и тепловой форм движения. Движение одной в отдельности взятой молекулы не связывается нами с теплотой. Массовость же участников движения и хаотичность этого движения приводят к тому, что эта форма движения оказывается: 1) более сложной, чем механическая, 2) не может быть сведена к движению только механическому и 3) обладает новыми качественными признаками. Существенно обратить внимание учащихся на то, что появление новых качественных признаков обусловлено изменениями количественными. Эта же мысль подтверждается и тем обстоятельством, что измерение температуры влечет за собой изменение агрегатного состояния тел — переход твердого вещества в жидкое, жидкого в газообразное.

Рассмотрение всех остальных программных тем отдела теплоты (свойства газов, жидкостей, твердых тел), с точки зрения молекулярно-кинетической теории, будет способ-

ствовать решению все той же задачи — развития у учащихся подлинного научного мировоззрения.

Закон сохранения энергии в этом классе рассматривается в применении к механическим и тепловым процессам. При изучении этого закона необходимо подчеркнуть его применимость ко всем явлениям природы, практическую ценность этого великого закона природы. Здесь представляется возможным, имея в виду превращение тепловой энергии в механическую, обратить внимание учащихся на то, что этот процесс сопровождается работой, что величина этой работы определяет величину превращенной энергии.

Х класс

Переходя к краткому разбору материала этого класса в интересующем нас плане, необходимо отметить, что возраст, развитие и знания учащихся этого класса дают нам возможность значительно более глубоко вскрывать и анализировать физическую сущность рассматриваемых явлений.

С другой стороны, программный материал этого класса в значительно большей мере, чем в младших классах, насыщен моментами, которые могут быть особенно эффективно использованы в деле формирования у учащихся диалектико-материалистического мышления и мировоззрения.

Электричество. В теме «Электростатика», в связи с имеющимися у учащихся этого класса сведениями о строении атома, есть возможность объяснить учащимся, что во всех случаях электризации тел электрические заряды не создаются и не уничтожаются и что всякая электризация сводится к такому воздействию на тело, в результате которого нарушается электрическое равновесие между уже имеющимися в теле зарядами.

Необходимо указать, что в разделе, посвященном изучению электрического поля, осуществляется взаимодействие электрических зарядов через материальную среду — электрическое поле. Это взаимодействие есть физический процесс, протекающий в среде, окружающей взаимодействующие заряды. Следовательно, электрическое поле есть материальное образование. Естественно сказать учащимся, что эта материальная среда не молекулярного (в обычном для нас смысле этого слова), а какого-то иного строения.

Говоря о движении этой материальной среды, ценно сказать учащимся о том, что термин «движение» мы понимаем в смысле изменения, а не в смысле механического движения, что механическое движение — только одна из форм движения. Применительно к электрическому полю мы и говорим о движении именно в этом смысле.

В процессе изучения электрического тока имеется возможность в большом количестве случаев обнаружить проявление закона сохранения энергии. Так, например, вполне явно для учащихся он проявляется в законе Джоуля-Ленца. Эту же идею о сохранении и неуничтожаемости энергии полезно акцентировать при рассмотрении трансформатора. При изучении электромагнитной индукции полезно более подробно остановиться на вопросе о том, за счет какой энергии появляется индукционный ток, показав что и здесь действует закон сохранения энергии.

При изучении закона Ленца полезно показать учащимся, что если бы проводник, движущийся в магнитном поле, испытывал со стороны поля силу, совпадающую с направлением его движения, а не противоположно направленную, то раз начавшийся процесс возбуждения индукционного тока продолжался бы, так сказать, сам по себе, что явно противоречило бы закону сохранения энергии. С той же точки зрения, очевидно, можно трактовать и возбуждение противодействующей э. д. с. в обмотке якоря электрического мотора: если бы возникающая э. д. с. совпадала с направлением приложенного к обмотке якоря напряжения, то раз начавшееся вращение якоря продолжалось бы с нарастающей скоростью и без подвода энергии извне, что, очевидно, также противоречит закону сохранения энергии.

Явление движения проводника с током в магнитном поле довольно часто представляется учащимся как процесс чисто механический, а употребляющееся иногда выражение «проводник с током в магнитном поле выталкивается из поля более сильного в поле менее сильное» понимается упрощенно, как чисто механический процесс. Необходимо указать, что «выталкивание» есть следствие сложных процессов, происходящих в результате взаимодействия электрического и магнитного полей.

Вопрос о магнитном поле может быть освещен подобно тому, как это было сделано по отношению к полю электрическому.

Нередки ошибочные представления, связанные с явлением самоиндукции при замыкании и размыкании цепей. Считают, что при этом явлении в проводнике, кроме тока, вызванного приложенным к проводнику напряжением, возникают «экстратоки», вызванные э. д. с. самоиндукции. Во избежание таких представлений при разборе этого явления целесообразно говорить о возникновении э. д. с. самоиндукции, совпадающей по направлению или противоположного направления по отношению к приложенному к проводнику напряжению, от суммарного значения которых и зависит величина тока (при постоянстве сопротивления проводника).

Особого внимания заслуживает тема X класса «Электромагнитная индукция».

Говоря об условиях возбуждения э. д. с. индукции, следует иметь в виду не только необходимость для этого пересечения проводником магнитных линий, но и изменение магнитного потока, охватываемого контуром проводника. Без этого нельзя будет в дальнейшем обосновать появление э. д. с. индукции во вторичной обмотке трансформатора, которая магнитными линиями не пересекается, но внутри которой изменяется магнитный поток. Кроме того, в этой теме существенно очень кратко рассказать учащимся о связи между электрическим и магнитным полем. Надо сказать о том, что изменяющееся магнитное поле охватывается кольцеобразно замкнутыми линиями изменяющегося электрического поля и что в связи с этим при изменении магнитного потока, охватываемого контуром проводника, свободные электроны в нем под действием электрического поля перемещаются. С помощью проводника, в котором появляется электрический ток, мы только обнаруживаем факт существования электрического поля. Если проводника и не будет, электрическое поле все равно появится. Освещение этого вопроса даст учителю возможность правильно описать явление электромагнитной индукции и поможет в последующем изложить учащимся процесс распространения электромагнитного поля.

Тема «Электромагнитные колебания и волны» начинается с ознакомления учащихся с колебательным контуром и, следовательно, с высокочастотным переменным током. В связи с этим надо всемерно рекомендовать преподавателю не только рассказать учащимся, но и показать опыты (с трансформатором Тесла), характеризующие свой-

ства высокочастотного переменного тока, обратив внимание учащихся на то обстоятельство, что новые (по сравнению с низкочастотным током, например, с частотой в 50 герц) качества этого тока вызваны количественными изменениями — изменением частоты тока.

Рассматривая процессы в колебательном контуре, полезно привлечь внимание учащихся к переходу электростатической энергии конденсатора в энергию магнитного поля и наоборот, связав его с законом сохранения энергии.

Чрезвычайно большое значение имеют те представления об электромагнитном поле, которые будут созданы у учащихся в процессе изучения этой темы. Существенно учесть, что магнитное и электрическое поле, совокупность которых мы и называем электромагнитным полем, 1) связаны друг с другом, 2) периодически изменяются, 3) представляют собою две стороны единого процесса. Эти представления об электромагнитном поле логично подводят нас к заключению о том, что электромагнитное поле есть материальное образование, ибо не может протекать тот или иной физический процесс там, где нет материи в той или иной ее форме.

К вопросу о материальности электромагнитного поля целесообразно вернуться вновь, когда будет установлен факт конечной скорости распространения электромагнитных волн.

Понятие об электромагнитных волнах встречает со стороны учащихся большие трудности. Они проистекают из того, что в курсе физики, изучаемом ими до этой темы, электрическое поле, а следовательно, и электрические силовые линии были связаны с электрическими зарядами и электрические силовые линии до сих пор были для учащихся линиями, прерывающимися на зарядах; здесь же совершенно неожиданно и никак не обоснованно для учащихся оказывается: 1) что электрическое поле существует при отсутствии заряда, 2) электрические силовые линии являются замкнутыми и 3) изменения этих полей оказываются тесно связанными между собой. Вопрос о взаимосвязи между электрическим и магнитным полем — основной в учении об электромагнитных волнах, и он должен играть роль фундаментального и отправного в создании у учащихся представления об электромагнитных волнах, поэтому он и должен быть кратко рассмотрен, как на это

уже указывалось выше, в теме «Электромагнитная индукция».¹

Рассмотрение шкалы электромагнитных волн надо связать с вопросом об изменении качественных особенностей волн в зависимости от длины волны.

Оптика. Основным представлением в курсе оптики, значение которого в деле формирования мировоззрения учащихся трудно переоценить, является представление о двойственной природе света. Им заканчивается изучение курса оптики в X классе. В темах: «Введение»; «Явления, подтверждающие волновую природу света»; «Излучение» учащиеся знакомятся с различными теориями света: корпускулярной, волновой теорией Гюйгенса — Юнга — Френеля, электромагнитной и, наконец, квантовой.

Существенно осветить учащимся эти теории в плане исторического хода их развития, останавливаясь на тех затруднениях, с которыми сталкивалась каждая из них в связи с развитием наших знаний о природе и на том, как эти затруднения преодолевались в последующем развитии теорий. В частности, указываем учащимся, что корпускулярная теория, господствовавшая в науке около 150 лет, удовлетворительно объясняла известные тогда световые явления, но оказалась бессильной в трактовке таких явлений, как интерференция, дифракция, поляризация света. В связи с этим, около середины XIX в. корпускулярная теория потерпела крах, решительную победу одержала волновая теория Гюйгенса—Юнга—Френеля, блестяще обосновавшая и упомянутые выше явления, а также и прямолинейное распространение света. Однако и эта теория встретила ряд трудностей, которые и были преодолены новой теорией света — электромагнитной.

Созданная (1867 г.) теория электромагнитного поля позволила (1875 г.) выдвинуть предположение о том, что свет представляет собою электромагнитные волны.

Дальше (1888 г.) опытным путем было доказано: 1) что скорость распространения электромагнитных волн равна скорости распространения света, 2) что они преломляются и отражаются по законам преломления и отражения света.

¹ Указания на методику изложения темы «Электромагнитные колебания и волны» см. К. Н. Е л и з а р о в. Электромагнитные колебания и волны. Ленинградский городской институт усовершенствования учителей, 1948, а также в одноименной статье того же автора в журн. «Физика в школе», № 5, 1948.

Эти опыты свидетельствовали о том, что природа электромагнитных волн и света одинакова, различие состоит лишь в том, что волны света короче. Дальнейшее и решающее подтверждение электромагнитная теория света получила в работах выдающегося русского ученого П. Н. Лебедева (1866—1912 гг.). Факт получения П. Н. Лебедевым электромагнитных волн всего в 6 мм длиной имел большое научное значение, так как приближал экспериментально получаемые электромагнитные волны к волнам света. Но еще большее значение имело другое обстоятельство. В оптике было известно явление так называемого двойного преломления в кристаллах исландского шпата, в общих чертах состоящее в том, что луч света, падающий на грань кристалла, разделяется в нем на два луча. Используя полученные им короткие электромагнитные волны, П. Н. Лебедев опытным путем обнаружил, что они, как и световые волны, обладают способностью к двойному преломлению.

Необходимо рассказать о замечательных работах П. Н. Лебедева по световому давлению.

Таким образом было установлено тождество электромагнитных и световых волн.

В заключение по поводу электромагнитной теории света укажем учащимся, что с точки зрения этой теории свет представляет собою электромагнитные волны. В наше время под волновой теорией света и понимают именно эту электромагнитную теорию света.

Дальше, в теме «Излучение», в связи с рассмотрением явления фотоэффекта, снова возвращаемся к электромагнитной теории света и обращаем внимание учащихся на то обстоятельство, что и эта теория столкнулась с непреодолимыми для нее затруднениями в толковании явления фотоэффекта, строения атома и связанного с ним лучеиспускания и поглощения. Эти затруднения в значительной мере преодолевались теорией квантов, появление которой относится к 1900 году.

Взгляды на природу света и световые явления изменились («все течет, все изменяется»). Такие явления, как распространение света, отражение его и преломление, а также и другие рассматриваются с точки зрения волновой, явление же фотоэффекта, испускания и поглощения — с точки зрения квантовой. В связи с этим физики вынуждены были считать, что свет вне атома ведет себя, как волна,

но как только вступает во взаимодействие с веществом, что имеет место при излучении и поглощении и в явлениях фотоэффекта, свет проявляет себя в виде квантов. Эта двойственность света присуща его природе. В этом нет ничего необычного, и как раз на этом примере подтверждается положение диалектического материализма о единстве противоположностей.

Строение атома.¹ В краткой вводной беседе, с которой естественно начать изучение этой темы, полезно указать учащимся, что наши знания и представления о природе не неизменны, но претерпевают изменения, что они, так же как и окружающий нас мир, развиваются в противоречиях и через противоречия, обуславливающие это их развитие.

В связи с ознакомлением учащихся с ядерной моделью атома Резерфорда, очень часто ссылаются на сходство ее с нашей солнечной планетной системой. Но вместе с тем нетрудно видеть, что, наряду с элементами сходства, между ними имеются и существенные различия: 1) массы планет различны, электроны же всех атомов тождественны, 2) планеты притягивают друг друга, а электроны отталкивают.

Рассказав учащимся об ядерной модели атома Резерфорда, следует остановиться на противоречиях, которые обнаружились в классической физике. Движущийся электрон должен непрерывно излучать энергию в виде электромагнитных волн. Причем, в связи с уменьшением радиуса его орбиты, должна была бы непрерывно изменяться и частота, и длина волны его излучения.

Следовательно, светящийся газ, состоящий из огромного количества излучающих атомов, должен был бы давать непрерывный спектр с разнообразными длинами волн. В действительности же известно, что светящийся газ дает спектр линейчатый. Таким образом применение основных положений классической электродинамики к атому вызвало явные противоречия. Выводы теории явно противоречили опытным данным. Так как экспериментальные данные не вызывали никаких сомнений, становилось ясным, что закономерности классической физики, установленные применительно к макромиру, оказались недостаточными

¹ Более подробные указания на методику изложения этой темы можно найти в одноименной статье К. Н. Елизарова в журн. «Физика в школе», № 2, 1949.

в применении к микромиру. Очевидно, в области микромира существуют другие закономерности, и поэтому на микромир нельзя просто механически переносить законы макрофизики. Эту мысль нам кажется полезным иметь в виду и в дальнейшем изложении темы.

В связи с учением о квантах, полезно указать учащимся, что ученье о квантах резко изменило представления ученых о течении физических процессов. Раньше в физике господствовал взгляд на явления в природе, как на процессы, развивающиеся плавно, непрерывно. Еще древние ученые утверждали, что «природа не терпит скачков». В световых явлениях, а также в ряде других мы обнаруживаем скачкообразное течение процессов.

Большое мировоззренческое значение имеют такие вопросы, как энергия звезд, космические лучи. В программу они не входят. Постановку на эти темы докладов в порядке внеклассной работы следует считать крайне желательной.

В процессе изучения строения атома учащиеся знакомятся с несколькими элементарными частицами. С точки зрения научной и, вместе с тем, с точки зрения формирования у учащихся правильного мировоззрения, нам представляется необходимым подчеркнуть факт взаимной превращаемости элементарных частиц, являющийся величайшим достижением физики XX в. и ярким подтверждением справедливости положений диалектического материализма.

На некоторой ступени развития физики ей было свойственно искать некоторые вечные и неизменные «кирпичи мироздания» — постоянные и неизменные частицы. Роль таких «кирпичей» одно время играли электрон и протон. Дальнейшее изучение атома показало всю несостоятельность этих попыток: нет вечных, неизменных частиц, нет ничего застывшего. Материя находится в вечном движении, изменении, развитии. Мир атома оказался значительно более сложным и многообразным, чем это представлялось нам прежде.

Таким образом, знакомя учащихся с основами научных теорий, мы покажем им, что научные теории развиваются в противоречиях и через противоречия, которые и обуславливают их развитие, и что наши знания не неизменны, но растут количественно и качественно и что они также безграничны, как безграничен окружающий нас мир.

2. Воспитание советского патриотизма в процессе преподавания физики

Преподавание физики в нашей школе не должно сводиться только к задаче накопления у учащихся фактических знаний. В процессе преподавания физики мы должны воспитывать у учащихся чувство советского патриотизма, любви к Родине, гордости за нее, готовности отдать ей всего себя, все свои силы и знания. Необходимость осуществления этой воспитательной работы в процессе преподавания физики предусмотрена и программами по физике Министерства просвещения. Задача преподавателя физики состоит в выполнении этих указаний программы.

Воспитание у учащихся чувства советского патриотизма в процессе преподавания физики может осуществляться следующими основными путями.

1. Курс школьной физики должен излагаться таким образом, чтобы в нем был достаточно полно представлен приоритет русских и советских ученых как в области науки, так и техники.

2. В процессе преподавания физики необходимо не только констатировать многочисленные достижения русских и советских ученых, но и убедительно показать значение их трудов в развитии мировой науки.

3. Осуществляя связь физики с техникой, нужно широко использовать достижения советской техники.

4. Освещая исторический ход развития физики и применяемых ею методов в зависимости от производственных отношений, нужно убедительно показать учащимся преимущества социалистического строя перед капиталистическим в деле развития физики как науки и в деле использования ее на благо человечества.

Очень кратко остановимся на вопросе о том, как могут быть эти пути использованы преподавателем физики.¹

Применительно к первым двум путям надо сказать, что вклад русских и советских ученых в дело развития науки настолько велик, что дает полную возможность в соответ-

¹ Объем настоящей работы не дает возможности подробно рассмотреть затронутый вопрос, что было бы связано с разбором в этом плане программных тем. Кроме того, такое подробное рассмотрение этого вопроса выходит за пределы основной темы работы — организация урока физики.

ствующих местах курса убедительно показать учащимся значение их трудов в мировой науке. Вопросы приоритета русских ученых, а также работы советских ученых в настоящее время нашли очень широкое освещение в многочисленной как научной, так и популярной литературе.¹

Большое количество статей в популярной периодической литературе посвящено достижениям советской техники. Они дают учителю ценный материал для иллюстрации связи физики с техникой. Желательно, чтобы эта связь вскрывалась на последних достижениях техники. Поэтому существенно, чтобы преподаватель физики следил за достижениями техники, пользуясь периодической литературой. Немалое количество свежих сведений по этим вопросам учитель физики может найти и в наших газетах. Такие «последние новости» с фронта советской техники особенно ярки и убедительны для учащихся.

Чрезвычайно широки возможности, предоставляемые учителю нашей действительностью в отношении выявления преимуществ социалистического строя перед капиталистическим как в отношении развития физики, так и в отношении использования ее достижений на благо человека.

Бурный рост физики в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции может быть проиллюстрирован на учебном материале всех классов школы и особенно ярко и убедительно в старших классах, в частности, на материале темы «Строение атома», касающейся той области физики, значение в которой трудов советских ученых особенно велико.

Выше указывалось, что в осуществление связи физики с техникой необходимо использовать достижения советской техники. Они поистине колоссальны: мощнейшие гидроэлектростанции на Волге, Дону, Аму-Дарье, огромные лесозащитные полосы, грандиознейшие оросительные каналы. Есть полная возможность показать учащимся, что в условиях нашего государства достижения техники, буквально преобразующие лицо Земли, имеют своей целью благо человека.

¹ Она очень велика и широко известна. Напомним только о томе ХХХІІІ, вып. 1 «Успехов физических наук», все статьи которого посвящены достижениям советской физики за 30 лет. Журналы «Техника молодежи», «Природа», «Наука и жизнь», «Физика в школе», «Знание — сила».

Таким образом, в процессе изучения физики, пользуясь программным материалом школьного курса физики, мы убедительно показываем учащимся преимущества социалистического строя перед капиталистическим и, как следствие отсюда, воспитываем у учащихся любовь к своей Родине, желание служить ей, отдать все свои силы служению тем благороднейшим идеалам, которым служит и весь наш народ. Но для того, чтобы быть полезным Родине, нужно много знать. Отсюда — учащиеся должны прийти к выводу, что первый их патриотический долг — хорошо учиться.

Таким образом, воспитывая у учащихся чувство советского патриотизма, любви к своей Родине, мы вместе с тем будем содействовать тому, что учащиеся, отправляясь от своего отношения к науке, осознают общественное и государственное значение науки вообще и физики в частности.

3. Активизация работы учащихся в классе

Одно из зол, не изжитых еще окончательно и в нашей советской школе, — формализм в знаниях учащихся. Данные изучения работы школ по физике заставляют нас прийти к выводу, что одна из основных причин этого — малая активность учащихся в процессе классной работы.

Такому положению вещей благоприятствует нередко встречающаяся в практике работы школ такая организация урока, при которой изучение нового материала производится почти исключительно в форме рассказа учителя или, в лучшем случае, в форме беседы учителя с классом, сопровождающейся привлечением к ней отдельных учащихся. Такое построение занятий не может обеспечить активное участие всего класса (или во всяком случае большей части учащихся), так как доля участия учеников в рассказе учителя по необходимости не может быть большой. Учащиеся неизбежно оказываются в положении только слушателей. В этих условиях очень трудно добиться глубоко осознанных и твердо усвоенных знаний учащихся.

Даже очень хороший рассказ, с хорошо поставленным экспериментом трудно воспринимается учащимися младших классов (VI, VII) средней школы, если они являются только слушателями и зрителями — учащиеся в этом случае быстро утомляются и не в состоянии следить за ходом

мысли учителя. Это — типичная форма работы со взрослой аудиторией.

Таким образом, активное участие в классной работе является необходимым условием для сознательного усвоения учащимися изучаемого материала. Кроме того, при этом условии возможно наиболее эффективное разрешение задачи привития учащимся навыков практической деятельности.

Пути активизации работы учащихся в классе в процессе изучения нового материала чрезвычайно разнообразны. В соответствии с целями настоящей работы мы остановимся на одном, как нам кажется, основном соображении по этому поводу, имея в виду урок, основная задача которого — изучение нового материала, излагаемого учителем.

Активное участие класса в изучении нового материала может быть обеспечено такой постановкой занятий, при которой изучение идет в плане разработки нового материала учителем вместе с учащимися, в плане совместного разрешения тех вопросов, проблем, которые возникают перед преподавателем и учащимися, в связи с прежде изученным материалом.

Осуществление такой организации изучения нового материала может идти следующим путем.

Прежде всего надо создать у учащихся перспективу в предстоящей им работе. С этой целью преподаватель, опираясь на материал, ранее изученный, выдвигает новую очередную проблему, подлежащую разрешению. Чаще всего, как это будет показано дальше, это можно будет сделать с помощью учащихся. Затем опять-таки с помощью учащихся намечаются пути и способы разрешения выдвинутой проблемы. Только после того как создана перспектива в работе, можно приступить к совместному разрешению той задачи, которая естественно и логично возникла перед учителем и классом.

Опыт свидетельствует, что такая организация изучения нового материала дает возможность учителю добиться вовлечения в работу всех учащихся.

Индивидуализацией работы учителя в классе необходимо добиться того, чтобы участие в разработке нового материала не было монополизировано сильными учениками. Это обстоятельство преподавателю необходимо учесть.

Прежде всего учитель должен хорошо знать всех своих учеников. Во время урока необходимо держать в поле

своего зрения весь класс и участие в разборе нового материала необходимо согласовать со знаниями, индивидуальными особенностями отдельных учащихся. Например, основную мысль может подать наиболее сильный ученик, к детализации ее могут быть привлечены учащиеся и послабее. В случае очень больших затруднений у отдельных учащихся полезно предложить им повторить и объяснить вывод, сделанный наиболее сильным учеником.

Такой способ проработки нового материала требует от учащихся хорошего знания изученного прежде материала. Поэтому надо убедиться путем предварительной проверки, знают ли учащиеся из старого то, что необходимо для изучения нового.

Закончив изучение нового материала, производим анализ полученных результатов и обобщение их. Следует подчеркнуть, что даже и при такой активной форме организации работы необходимо тут же на уроке проверить усвоение учениками только что изученного. Этим самым будет разрешена и другая задача — закрепление в памяти учащихся нового материала.

Таким образом урок должен быть организован так, чтобы структура его обеспечивала:

а) проверку подготовки учащихся к разрешению новой проблемы;

б) привлечение учащихся к выдвижению этой новой проблемы;

в) установление путей и способов разрешения выдвинутой проблемы преподавателем вместе с учащимися;

г) разрешение вместе с учащимися выдвинутой на данном уроке проблемы;

д) привлечение учащихся к анализу полученных результатов;

е) проверку усвоения учащимися нового материала.

О школьной лекции

Организация и методика проведения урока должны быть подчинены тем целям преподавания физики в средней школе, о которых нами не раз уже упоминалось. Одна из них — подготовка учащихся к самостоятельной работе вообще и к самостоятельному расширению круга своих знаний в частности.

Подготовка учащихся к самостоятельному расширению круга своих знаний, в основных чертах, должна быть закончена в средней школе. По окончании средней школы учащиеся столкнутся с другой формой приобщения их к знаниям — с научными лекциями, докладами. Этот переход от форм занятий в средней школе к формам, применяемым вне ее, должен быть для учащихся естественным и посильным. Отсюда — необходимость подготовить учащихся к работе и при такой форме организации занятий.

По мере постепенного расширения круга знаний и умений учащихся, в целях выработки у них нужных для слушания лекции навыков, надо считать возможной и необходимой в старших классах средней школы организацию уроков-лекций. Лекции должны быть вводимы в разумных пределах, определяемых знаниями и навыками учащихся каждого данного класса. Результаты каждой лекции должны быть тщательно проверены учителем.

Переходной к уроку-лекции в его чистом виде может служить лекция, которая в наиболее трудных для учащихся местах переходит в беседу с учащимися.

Лекция должна удовлетворять достаточно высоким требованиям в отношении ясности и четкости изложения, логики рассуждений, целесообразного и полного использования эксперимента, записей на доске и т. д., вообще всем тем требованиям, которые предъявляются учителю методикой преподавания физики. Для достижения осознанного восприятия учениками материала изложение лекции должно развертываться не в плане констатации положений курса физики, а в плане обоснованного и логичного разрешения проблем, выдвигаемых преподавателем в процессе изложения материала данной темы. Этот прием, оживляя лекцию, дает возможность преподавателю не терять контакта с аудиторией, поддерживать интерес и внимание учащихся и непрерывно вести их за собой.

Введение эпизодических лекций, так же как и количество их, не может быть определено на основе какого-либо общего рецепта. Разрешение этих вопросов находится в зависимости от ряда факторов, связанных не только с особенностями каждого данного класса, изучаемой темы, но и с особенностями учителя физики, с особенностями его стиля работы. Как свидетельствует опыт работы школ, введение эпизодических уроков-лекций вряд ли может иметь место раньше IX класса.

4. Классный эксперимент на уроке физики

Техника и методика классного эксперимента довольно подробно рассмотрены в методической литературе.¹

Поэтому мы остановимся только на некоторых дополнительных соображениях, которые нам кажутся существенными по следующим причинам.

1) В практике работы школ очень часто классный эксперимент фигурирует только как иллюстрация к рассказу учителя. Данные эксперимента недостаточно полно используются. Только в отдельных случаях имеет место такая постановка классного эксперимента, которая приближает учащихся к методам современного научного исследования, с которыми мы обязаны знакомить учащихся.

2) Методика классного эксперимента должна содействовать той активизации работы учащихся в классе, о которой говорилось выше. Классный эксперимент по физике ставится нами или для обоснования выдвинутой рабочей гипотезы, или в целях получения ответа на выдвинутый нами вопрос, или для установления некоторых физических закономерностей и проверки вытекающих из них следствий.

В связи с этим, основные требования, предъявляемые к классному эксперименту, могут быть сведены к следующим.

1) Классный эксперимент должен быть органически связан с изучаемым материалом. Каждый эксперимент содержит в себе элементы исследования, поэтому он ставится в процессе разрешения поставленной проблемы.

2) Эксперимент появляется только тогда, когда вполне выяснена цель, преследуемая данным экспериментом.

3) Эксперимент в целом и отдельные этапы его планируются при активном участии класса. Выясняется, что и как нужно сделать, мотивированно выбираются нужные приборы.

4) Результат каждой промежуточной операции обсуждается при деятельном участии класса. Столь же подробному анализу подвергается и конечный результат.

¹ П. А. Знаменский. Методика преподавания физики в средней школе. Учпедгиз, 1947; Е. Н. Горячкин. Методика преподавания физики в семилетней школе. Учпедгиз, 1948, т. II; Зибери др. Методика и техника демонстрационных опытов по физике. Учпедгиз, 1934; Галанин и др. Физический эксперимент в школе. Тт. I—VI и др.

В тех случаях, когда эксперимент не может быть показан, нужно дать учащимся принципиальную схему опыта, описать ход его, сообщить полученные результаты. К такому приему приходится прибегать довольно часто, например, в IX классе при описании опыта с прессом Эндрьюса, опыта Джоуля по определению механического эквивалента теплоты, опытов по определению скорости распространения звука и света и др.

Если схема опыта и описание его выходят за пределы курса или не могут быть поняты учащимися, необходимо все же сообщить им, что рассматриваемое положение может быть проверено на опыте.

Когда новое положение устанавливается математическим путем, следует указать на необходимость проверки полученных результатов на опыте.

Сущность всех сделанных выше замечаний по отношению к классному эксперименту сводится к уяснению учащимися значения эксперимента в современном научном исследовании.

В процессе изучения нового материала необходимо использовать житейский (бытовой) опыт учащихся. Он может быть привлечен при прохождении большого количества тем.

Сошлемся в качестве маленькой иллюстрации к сказанному только на отдельные темы, в которых использование бытового опыта учащихся особенно желательно.

VI к л а с с: измерение длин, площадей, веса, закон Архимеда, атмосферное давление.

VII к л а с с: тепловое расширение тел, теплопроводность и др., испарение, тепловые действия тока, электрический звонок, телефон, прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, изображение в плоском зеркале, цвет прозрачных тел и др.

VIII к л а с с: скорость равномерного движения, инерция, масса, сила, трение, простейшие механизмы, условия равновесия тел и др.

IX к л а с с: теплоемкость тел, тепловое расширение тел, капиллярные явления, испарение и конденсация и др.

X к л а с с: тепловые действия тока, простейшие явления радиотехники, вопросы освещенности, отражение и преломление света и др.

5. Значение математики в курсе физики

В соответствии с целями настоящей работы нет необходимости подробно рассматривать этот большой вопрос. Кратко остановимся на той области применения математики на уроках физики, которая в практике работы школ встречается затруднения. Мы имеем в виду использование в изучении нового материала аналитического способа выражения функциональной зависимости величин в физических формулах.

Математические выкладки не должны заслонять для учащихся физическую сущность рассматриваемых явлений.

Без осуществления этого условия нельзя говорить об осознанном усвоении учащимися курса физики.

С другой стороны, необходимо добиться правильного понимания учащимися той функциональной зависимости величин, с которой они сталкиваются, имея дело с физическими формулами.

Весьма часто учащиеся не видят в физических формулах способа выражения зависимости между входящими в формулу величинами, плохо понимают их и потому обнаруживают тенденцию осилить физические формулы заучиванием.

Так, например, большие недоумения вызывают у учащихся IX класса формулы центростремительной силы:

$$F = \frac{mv^2}{R},$$

$$F = \frac{4\pi^2 mR}{T^2},$$

в которых в первом случае центростремительная сила обратно пропорциональна радиусу, а во втором прямо пропорциональна.

Таких примеров можно привести много. Все они свидетельствуют о том, что учащиеся плохо представляют себе аналитический способ выражения зависимости между величинами. Преподаватель должен систематически работать с учащимися по разъяснению физического смысла вводимых на уроках формул и функциональной зависимости между величинами, входящими в них.

Осуществление этой задачи можно начать с VII класса, сохранив за формулами VI класса арифметический смысл.

Уравнение $S = \frac{at^2}{2}$ читается учащимися следующим образом: путь в равномерноускоренном движении без начальной скорости прямо пропорционален квадрату времени (надо объяснить учащимся на простом числовом примере, как надо понимать эту зависимость).

Используя данные учащимся представления о независимых и зависимых переменных, объясняем им те кажущиеся противоречия, которые можно усмотреть в приведенных выше формулах центростремительной силы.

Формулу закона всемирного тяготения

$$f = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

используем для ознакомления учащихся со значением в формулах коэффициента пропорциональности и способами выявления физического смысла, который может быть ему приписан. Приравнивая в данном случае m_1 , m_2 и r единице, получаем, что k численно равен силе тяготения двух масс, из которых каждая равна единице массы при расстоянии между ними, равном единице длины. Отсюда легко показать учащимся зависимость численного значения коэффициента пропорциональности от выбора системы единиц для измерения величин, входящих в формулу.

В IX и X классах продолжаем дальнейшее закрепление представлений учащихся о физических формулах как выражении зависимости между величинами, характеризующими изучаемое явление. Типичной особенностью работы преподавателя в IX и X классах можно считать подчеркивание значения коэффициента пропорциональности в формулах и зависимости численного значения его от выбора системы единиц для измерения величин, входящих в данную формулу. Во всех необходимых случаях устанавливается физический смысл коэффициента пропорциональности.

Не меньшее образовательное значение имеет и другой способ выражения функциональной зависимости величин — графический. Основное требование к использованию графиков при изучении нового материала то же, что и к формулам: они должны в глазах учащихся служить средством изображения той или иной зависимости.

Первые представления о графическом способе выражения зависимости даются учащимся в VII классе на примере графиков плавления и отвердевания, ссылаясь на которые, мы объясняем учащимся, как по графику можно судить об изменении температуры нагреваемого тела с течением времени.

Более близкое знакомство учащихся с этим способом осуществляется позже, в VIII классе, когда, в связи с изучением кинематики, мы вынуждены к графикам прибегать довольно часто. При первой возможности следует показать учащимся, что график служит той же цели, что и формула. В результате такой работы мы сможем подвести учащихся к ценной мысли о том, что зависимость между величинами может быть выражена или словами, или формулой (аналитически) или же графиком (графически). Это существенно для всей последующей работы с учащимися по физике, так как в старших классах мы часто имеем дело не только с формулами, но и с графиками.

Таким путем может идти использование аналитического и графического способов выражения функциональной зависимости величин в процессе изучения нового материала.

Осуществление этой задачи несколько осложнено тем, что к моменту появления в курсе физики формул и графиков учащиеся еще не имеют нужных знаний и навыков в области математики. В связи с этим, с техникой построения графиков учащихся знакомит учитель физики. Опыт показывает, что и преподаватель физики, и учащиеся с этой задачей справиться в состоянии. Что касается аналитического способа выражения зависимости, то надо сказать, что он также может быть в указанных выше размерах и последовательности воспринят учащимися.

6. Упражнения по физике

Упражнения по физике являются одной из основных форм самостоятельной работы учащихся на уроке, в процессе которой учащимся прививаются навыки, необходимые для выполнения ими уже вполне самостоятельной, аналогичной работы дома. Кроме того, упражнения используются нами для закрепления пройденного на уроке. Часто учителя мало уделяют внимания этой работе учащихся в классе, перенося центр тяжести ее на внеурочное время.

На уроках физики учащиеся выполняют всевозможные графические упражнения, решают примеры и задачи, иллюстрирующие применение общих положений физики к частным случаям.

Графические упражнения

К этому виду упражнений относятся следующие: а) выполнение разнообразных чертежей и рисунков (чертежи динамомашины и электрического мотора в VII и X классах, в этих же классах различные чертежи по оптике и др.); б) вычерчивание графиков (например, в IX классе — графики газовых процессов) и в) выполнение схем различных электрических цепей (в VII и X классах).

Навыки в решении задач приобретаются учащимися на уроке. Что же касается навыков в области графики, то этот участок работы очень часто выпадает из поля зрения учителя. Поэтому навыки учащихся в этой области очень невелики, неустойчивы, выполняемые ими чертежи далеки от таких, которые удовлетворяли бы нужным техническим и педагогическим требованиям. Поэтому необходимы тренировка и возможное расширение графических навыков учащихся путем соответствующих упражнений на уроке.

Так, например, в VI классе возможна тренировка в выполнении чертежей самых разнообразных приборов: барометров, насосов и т. д.

В VII классе при изучении принципа действия электрического мотора во время урока дается довольно сложный чертеж. Целесообразно дать его учащимся в виде упражнения. В том же классе учащиеся должны уметь пользоваться условными обозначениями элементов электрической цепи, чертить с помощью их схемы различных электрических цепей. В порядке упражнений можно дать им ряд заданий: начертить схему установки — гальванический элемент, звонок, кнопку, или ту же схему со включенными в цепь амперметром и вольтметром, или динамомашину, лампу, выключатель и т. п.

В VIII классе при изучении кинематики мы чертим, например, график пути в равномерноускоренном движении. В порядке упражнения можно задать учащимся график для того же движения с начальной скоростью.

В IX классе довольно часто возникают у учащихся затруднения в вычерчивании изотермы. Целесообразно в порядке тренировки предложить учащимся еще раз повторить чертеж, выполненный в классе, самостоятельно.

В X классе материал для упражнений особенно велик: схемы всевозможных электрических цепей с последовательно и параллельно включенными приемниками тока и электроизмерительными приборами; построение изображений, даваемых зеркалами и линзами; ход лучей в оптических приборах; чертежи, имеющие особенно существенное значение в изложении изученного на уроке материала, например, чертеж, нужный для вывода формулы линзы и т. п.

Решение примеров и задач

Другой формой упражнений учащихся по физике является решение примеров и задач. Методика решения задач — вопрос сложный, большого значения.¹ Здесь мы остановимся лишь на некоторых основных соображениях в этой области, связанных со структурой урока и содержанием различных этапов его.

Навыки учащихся в решении задач за последние годы значительно возросли, но в ряде случаев продолжают еще оставаться недостаточными. Основные недочеты в этой работе учащихся состоят в том, что учащиеся нередко слабо разбираются в физической сущности задач, попытки решить задачу часто сводятся к подысканию подходящей формулы и к соответствующим математическим выкладкам. Эта тенденция учащихся свести физическую задачу к чисто математической хорошо известна учителям физики. Причины этого кроются в том, что знания учащихся иногда формальны, недостаточно полно осознаны ими.

Очень часто учитель физики упускает из виду, что основной задачей надо считать выработку у учащихся навыков в применении полученных ими знаний, в использовании общих положений физики в частных случаях. В этом — первая ступень связи теории с практикой, путь в подготовке учащихся к практической деятельности, и здесь нужна некоторая последовательность в упражнениях. Решение расчетных задач не должно быть первым звеном

¹ См. Александров и Швайченко. Методика решения задач по физике в средней школе. Учпедгиз, 1947.

в цепи упражнений. Вычислительная часть расчетной задачи в глазах учащихся выдвигается на первый план, заслоняет ее физическую сущность.

В связи с этим, упражнения учащихся по материалу только что изученной темы должны начинаться с решения примеров и вопросов-задач, не связанных с вычислениями.

Такого рода упражнения в довольно большом количестве имеются в учебниках и задачниках, и подбор их вряд ли может вызвать затруднения у учителя. Значение их очень велико. Упражнения такого рода способствуют закреплению в памяти учащихся рассмотренного на уроке материала, чрезвычайно способствуют осознанному восприятию учениками физической сущности рассмотренных на уроке вопросов и служат прекрасным средством для выработки навыков в применении общих положений физики к частным случаям. Между тем, результаты ознакомления с работой школ по физике приводят нас к выводу, что такие упражнения как в классе, так и в порядке домашнего задания даются учащимся очень редко. Это существенный пробел, и надо думать, что в недооценке упражнений указанного вида кроется одна из причин того формализма в знаниях учащихся и тех затруднений у них в решении расчетных задач, которые довольно часто имеют место. За последние годы в среде преподавателей физики все большее распространение получает тенденция привлекать к решению расчетных задач эксперимент. Этот интересный и бесспорно ценный в педагогическом отношении прием особенно полно, естественно и обоснованно может быть применен к решению примеров и вопросов-задач, не связанных с расчетами. Решение той или иной задачи тут же проверяется соответствующим экспериментом. Учащиеся проявляют к таким задачам совершенно исключительный интерес, благодаря возможности тут же, опытным путем проверить найденное решение. Постановку таких задач надо всячески приветствовать. Осуществление их нетрудно. Приведем по этому поводу два примера.

В VI и VIII классах может быть использована следующая задача:

На чашке весов стоит уравновешенный стакан, в который налита вода. На пружине или резинке висит гиря, растягивая пружину. Останутся ли весы в равновесии и пружина попрежнему растянутой, если гирию погрузить в воду в стакане? (Рис. 1)

В VII и X классах можно, например, решить такую задачу:

Как можно при помощи электроскопа определить, каким электричеством заряжено тело?

Следующей ступенью в упражнениях учащихся является решение расчетных задач. Подбираемые нами задачи, во-первых, должны иллюстрировать практическое применение физических закономерностей в технике и, во-вторых, не должны быть очень громоздкими и сложными, с большим количеством вопросов (для тренировки уча-

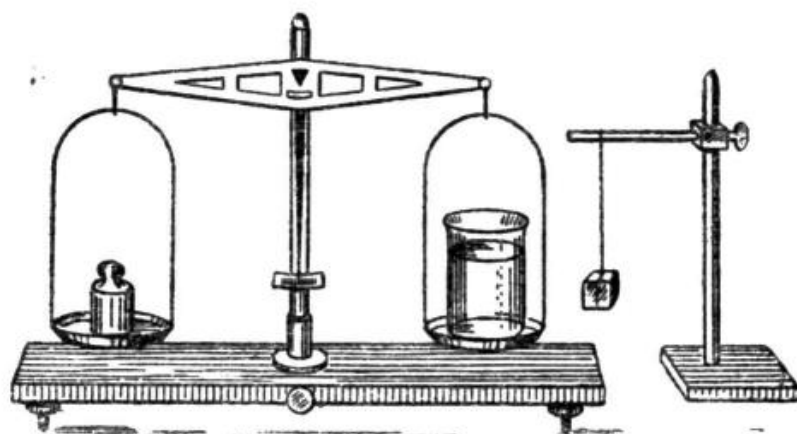


Рис. 1.

щихся в решении более трудных и сложных задач мы обыкновенно отводим весь урок).

Подбор таких задач несложен. Например, рассмотрев на уроке в IX классе закон Бойля-Мариотта—Гей-Люссака, можно остановиться на решении следующей задачи:

Сколько весит водород, наполняющий воздушный шар, если объем шара 1400 м^3 , давление 720 мм рт. ст. и температура 7° C ?

Или в X классе, в связи с изучением закона Ома для полной цепи, берем такую задачу:

Динамомашинa с внутренним сопротивлением $0,95 \text{ ом}$ дает ток в цепь, состоящую из проводов с сопротивлением в $0,15 \text{ ом}$, дуговой лампы, сопротивление которой $3,3 \text{ ом}$, и добавочного сопротивления в $2,6 \text{ ом}$. Определить электродвижущую силу динамомашины, если сила тока в цепи равна 10 а .

Учитывая положительный опыт работы школ по физике, мы считаем методически обоснованным и целесообразным следующий план решения той или иной физической задачи:

1) начинаем решение задачи с рассмотрения физической сущности того явления, о котором идет речь в задаче;

2) записываем условие задачи с помощью буквенных обозначений;

3) делаем рабочий чертеж, если по условиям задачи это возможно;

4) устанавливаем физические закономерности, которым подчиняется явление, о котором идет речь в задаче;

5) намечаем ход решения задачи;

6) решаем задачу;

7) оцениваем реальность полученного результата.

Кратко остановимся на этом плане.

Первые два пункта его вряд ли вызывают сомнения. Остановимся на третьем. Создание рабочего чертежа к задаче имеет крайне существенное значение. Отметим прежде всего, что речь идет именно о рабочем чертеже, выполняемом от руки, но все же с возможным соблюдением масштаба. Правильное выполнение чертежа служит признаком того, что ученик понял условие задачи, и, кроме того, чертеж облегчает установление хода решения ее.

Настойчивое требование к учащимся применять чертеж при решении задач имеет большое практическое значение: выполнение этого требования учащимися, естественно, вызовет закрепление и расширение их графических навыков.

На основании приведенных соображений надо считать чертеж обязательным при решении всех задач, за исключением таких, в которых он оказался бы искусственно привлеченным.

Для примера остановимся на следующей задаче для VIII класса:

Из двух точек А и В, расположенных на расстоянии 90 м друг от друга, одновременно начали движение два тела по линии АВ в направлении от А к В. Тело,двигающееся из А, имеет скорость в 5 м/сек и тело,двигающееся из В, — скорость в 2 м/сек. Через сколько времени первое тело нагонит второе? Какие расстояния пройдут тела?

Опыт показывает, что затруднения, которые вначале эта задача вызывает у учащихся, отпадают, если выполнить чертеж, в этом случае особенно простой (рис. 2).

На чертеже легко усмотреть, что путь первого тела равен пути, пройденному вторым телом, плюс 90 м. Таким образом чертеж помогает ученику наметить ход решения задачи путем составления уравнения

$$v_1 t = v_2 t + 90.$$

Данная задача легко решается арифметическим путем, которым, казалось бы, и надо идти, но решение этой задачи в более общем виде, пригодное и для случаев, когда движения тел неравномерны, весьма целесообразно для дальнейшего.

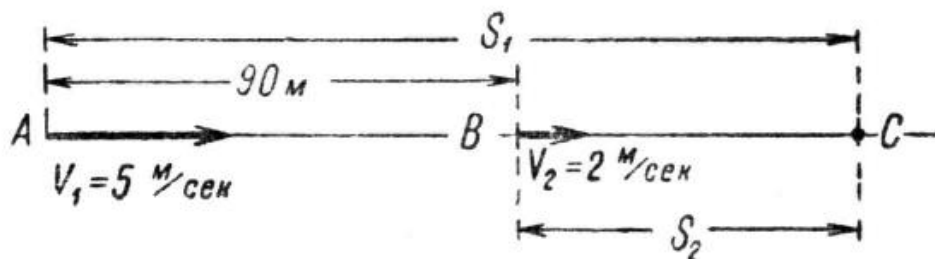


Рис. 2.

Ту же роль чертежа можно усмотреть и в задаче для учащихся X класса, приведенную нами в этом разделе в качестве примера упражнения. Применительно к этой

задаче чертеж может быть выполнен в одном из двух приведенных вариантов (рис. 3 и 4). Имея перед глазами

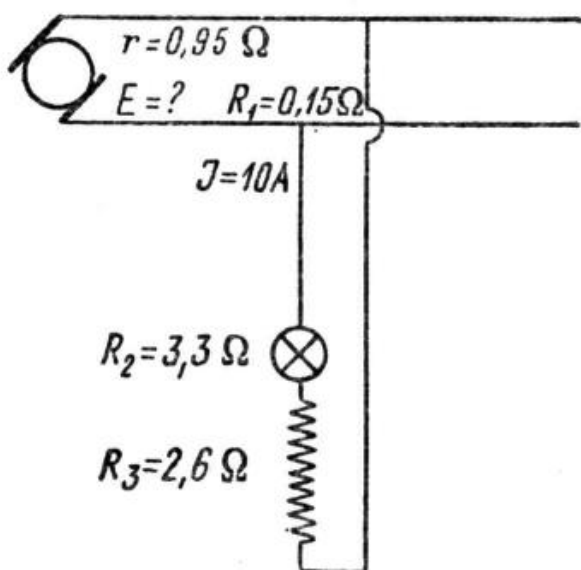


Рис. 3.

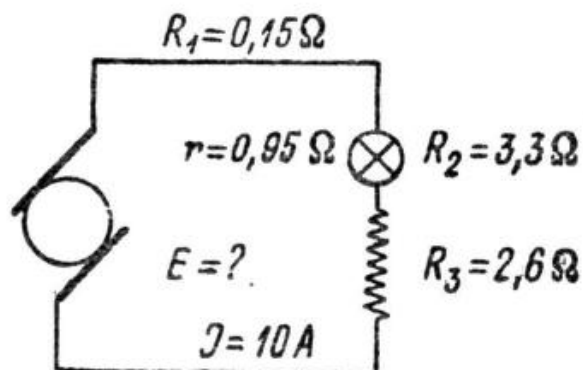


Рис. 4.

чертеж, учащийся легко может представить себе потери напряжения на отдельных участках цепи.

Необходимость четвертого этапа в рассматриваемом плане решения задач очевидна.

По отношению к пятому, заметим, что перейти к решению задачи возможно только после того, как намечен, обсужден и понят всеми учащимися ход решения ее. В этом случае решение задачи не будет носить характер неопределенных исканий и попыток, а каждое действие будет обосновано и логично.

Во время решения задачи мы помогаем учащимся целесообразно разместить запись в тетради или на доске, соблюсти систематичность и порядок в записи.

Решив задачу, надо не забыть предложить учащимся обдумать ответ, оценив его с точки зрения соответствия полученного результата действительности, условиям, оговоренным в задаче. По отношению, например, к приведенной на стр. 38 задаче вряд ли мы вправе ожидать э. д. с. динамо порядка многих сотен, а тем более, тысяч вольт или, наоборот, порядка нескольких вольт. С этой точки зрения и надо оценить полученный результат. Нам известны случаи, когда учащиеся в соответствии с условиями задачи, определяя температуру воды, в результате арифметической ошибки, получали ответ -120°C . Ученики считали задачу правильно решенной, не замечая всей нелепости полученного результата только потому, что они его не осознали.

Поэтому подвергнуть ответ задачи оценке крайне существенно.

Как уже было указано, упражнения, даваемые учащимся на уроке, способствуют осознанному восприятию ими материала, рассмотренного на данном уроке, закреплению его в памяти и, кроме того, служат целям привития и закрепления соответствующих навыков и умений учащихся, необходимых для их самостоятельной работы и последующей их практической деятельности.

7. Записи учителя и учащихся на уроке

Записи учителя на доске

Наглядность в преподавании физики — одно из существеннейших средств, способствующих пониманию учащимися физической сущности изучаемых явлений, сознательному усвоению ими материала. Наглядность в преподавании должна выявлять этапы логического мышления в процессе изучения физики.

Для осуществления наглядности в преподавании физики учитель привлекает разнообразный материал. Частью его являются записи — чертежи, рисунки, схемы, графики, производимые учителем на доске во время урока.

Остановимся несколько более подробно на тех целях, которым служат записи на доске во время урока физики:

а) записи на доске должны отражать последовательность рассмотрения того или иного вопроса;

б) чертежи, схемы, рисунки и графики должны помогать учителю вскрывать физическую сущность рассматриваемого явления, этим самым обеспечивая возможность сознательного усвоения материала учащимися;

в) записи должны закреплять в памяти учащихся изучаемый материал;

г) записи служат целям выработки у учащихся навыков в самостоятельной работе, в частности, навыков в самостоятельном выполнении чертежей, схем, рисунков и графиков;

д) записи служат целям привития учащимся навыков фиксации изучаемого материала.

Указанные цели, преследуемые записями на доске, определяют и те требования, которые мы должны предъявлять к записям.

В процессе изучения нового материала на доске появляются обычно выполняемые учителем чертежи, рисунки, схемы и графики. По отношению к этой (графической) части записей учителя на доске ограничимся отдельными замечаниями.

Из приведенных выше целей записей на доске ясно, какое большое значение имеют чертежи в уроке физики. Современная же методическая литература не дает сколько-нибудь полного освещения вопроса о значении, технике и методике педагогической графики (в широком смысле этого слова) на уроке физики. В то же самое время в практике работы учителей физики имеются очень существенные недочеты: чертежи, схемы, рисунки и графики, выполняемые не только учащимися, но часто и учителями, принципиально неправильны, не удовлетворяют элементарным педагогическим и техническим требованиям. Это особенно неприятно потому, что в числе навыков, которые учитель физики должен привить учащимся, входит и навык в выполнении учащимися столь необходимых при изучении физики чертежей, схем, рисунков и графиков. По своему значению, сложности и большому объему, обусловленному потребностью в большом количестве иллюстраций, вопрос о педагогической графике выходит за пределы настоящей работы.

В настоящей работе мы ограничимся конкретными указаниями только на то, как можно использовать излагаемый учителем материал для привития учащимся навыка выполнения чертежей, рисунков, схем, графиков. Решение этого вопроса дается нами ниже в разделе «Привитие учащимся умений и навыков».

В процессе изучения физики мы довольно часто (в старших классах) прибегаем к математическому исследованию.

Если не соблюсти некоторых условий, то колонка математических преобразований, записываемая учителем на доске, может казаться учащимся «сухой» и мало им говорящей; они часто не усматривают в ней логики преобразований, связанной нередко не только с математическими соображениями, но и с физической сущностью того явления, которое подвергается математической обработке. В таких условиях запись вывода формулы производится учащимися механически и в дальнейшем оказывается для них непонятной и бесполезной. Во избежание этого может быть использован следующий путь:

а) вывод формулы производится не только преподавателем, но и всеми учащимися, для чего прежде всего при участии класса намечается план вывода формулы, необходимый потому, что без него учащиеся будут лишены перспективы в работе и неизбежно станут на путь механического списывания;

б) запись каждого этапа вывода на доске производится только после того, как она обоснована соображениями, выдвинутыми тем или иным учащимся по указанию учителя;

в) если нет уверенности в том, что знания учащихся по математике достаточны, не следует избегать в записи вывода формулы мелких промежуточных действий, обычно производимых нами в уме;

г) запись на доске должна вестись четко и в определенной системе, например, «колонкой»;

д) в целях отражения последовательности процесса вывода формулы может быть употреблен такой прием: в запись вывода формулы в нужных местах вводятся вставки-фразы, которые в сочетании с математическими выкладками восстановят в памяти учащихся логику рассуждений.

В пояснение сказанного сошлемся на такой пример: в IX классе выводится уравнение состояния газа; в результате совместной работы учителя и класса по выводу

уравнения на доске, значит и в тетрадях учащихся, обычно появляется следующая запись:

$$V \quad p \quad t \quad V_t p_0 = Vp$$

$$V_0 \quad p_0 \quad t_0 \quad V_t = \frac{Vp}{p_0}$$

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t)$$

$$V_0 = \frac{V_t}{1 + \alpha t}$$

$$V_0 = \frac{Vp}{p_0(1 + \alpha t)}$$

$$V_0 p_0 = \frac{Vp}{1 + \alpha t}$$

$$V_0 p_0 = \frac{V_1 p_1}{1 + \alpha t_1}$$

$$V_0 p_0 = \frac{Vp}{1 + \alpha t} = \frac{V_1 p_1}{1 + \alpha t_1} = \text{const.}$$

К этой записи могут быть сделаны следующие добавления:

$$\frac{V}{V_0} = ? \quad \frac{p}{p_0} = 76 \text{ см рт. ст.}; \quad \frac{t}{t_0} = 0^\circ \text{C.}$$

1) $t = \text{const}$; давление изменяем с p на p_0 . Находим объём V_t . Применив закон Бойля-Мариотта, находим:

$$V_t p_0 = Vp$$

$$V_t = \frac{Vp}{p_0}$$

2) $p_0 = \text{const}$; изменяем температуру с t на t_0 . Находим объём V_0 . Применяя закон Гей-Люссака, получаем:

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t)$$

$$V_0 = \frac{V_t}{1 + \alpha t}$$

$$V_0 = \frac{Vp}{p_0(1 + \alpha t)}$$

$$V_0 p_0 = \frac{Vp}{1 + \alpha t}$$

3) Начальное состояние газа другое. $(V_1; p_1; t_1)$ V_0 — тот же.

$$V_0 p_0 = \frac{V_1 p_1}{1 + \alpha t_1}.$$

$$4) \boxed{V_0 p_0 = \frac{V p}{1 + \alpha t} = \frac{V_1 p_1}{1 + \alpha t_1} = \text{const.}} \quad \text{Ур-ние состояния газа.}$$

Проф. М. Ю. Пиотровским предложен следующий вариант записи:

«Как зависят друг от друга V , p и t для одного и того же количества данного газа, если все три эти величины изменяются одновременно?»

$$\left. \begin{array}{l} \text{I) } V_1 \ p_1 \ t_1 \\ \text{II) } V_1 \ p_2 \ t_2 \end{array} \right\} V_1 \cdot p_1 \neq V_2 \cdot p_2, \text{ так как } t_1 \neq t_2.$$

Приводим газ в обоих случаях к одинаковой температуре, равной 0° , не изменяя давлений.

$$\text{I')} \frac{V_1}{1 + \alpha t_1}; p_1; 0^\circ.$$

$$\text{II''')} \frac{V_2}{1 + \alpha t_2}; p_2; 0^\circ.$$

Теперь температуры одинаковы; можно применить за-

кон Бойля-Мариотта $\frac{V_1}{1 + \alpha t_1} \cdot p_1 = \frac{V_2}{1 + \alpha t_2} \cdot p_2$. Но состоя-

ния (I) и (II) взяты произвольно; значит, при любых

условиях $\frac{V p}{1 + \alpha t} = \text{const}$ (для данного количества данного газа). Это — объединенный закон Бойля-Мариотта — Гей-Люссака.

В зависимости от уровня знаний и навыков учащихся того или иного класса, количество приведенных нами вставок может быть уменьшено.

В отдельных случаях может оказаться достаточным сохранение в соответствующих местах только трех следующих вставок: 1) $t = \text{const}$; применяем закон Бойля-Мариотта; 2) $P_0 = \text{const}$; применяем закон Гей-Люссака и 3) начальное состояние газа другое.

По понятным соображениям, мы остановились на примере с относительно большим количеством «вставок». В ряде других случаев окажется достаточным ввести одну-две «вставки». Место и характер их преподавателем легко могут быть установлены.

Говоря о выводе формул, следует оттенить тот момент в работе учащихся по физике, когда они впервые сталкиваются с физическими формулами. Начинается знакомство учащихся с формулами в VI классе в теме «Удельный вес». Дается формула $d = \frac{P}{V}$. И эту формулу следует «выводить», опираясь на логические рассуждения, связанные с понятием об удельном весе (в целях осмысленного восприятия учащимися этой *первой* для них формулы, мы даем ее после того, как учащиеся уже тренировались в решении задач на определение удельного веса). В результате вывода этой формулы появится на доске следующая запись:

$$\text{удельный вес} = \frac{\text{вес тела}}{\text{объем тела}}$$

$$\begin{array}{l} \text{удельный вес} \text{ — } d \\ \text{вес тела} \text{ — } P \\ \text{объем тела} \text{ — } V \end{array}$$

$$d = \frac{P}{V} \left(\frac{\Gamma}{\text{см}^3} \right)$$

По отношению к записям выводов формул этими замечаниями можно и ограничиться.

Кроме вывода формул, в процессе урока на доске появляются и другие записи числового и расчетного порядка, к которым надо отнести запись отдельных числовых данных (преимущественно разнообразных констант) и запись отдельных математических выкладок, характера примеров, небольших задач, возникающих во время изучения той или иной темы; например, в VI классе — отношение удельных весов двух каких-либо тел, в VII — отношение удельных сопротивлений, в X — расчет числа Фарадея и т. п. Требования к этим записям аналогичны требованиям к выводу формул.

Следующая часть записей учителя физики на доске — записи во время упражнений учащихся на уроке. Обычно упражнения учащихся состоят из графических работ (вы-

полнения всевозможных чертежей, рисунков, схем и графиков) и из решения задач.

Во время упражнений учащихся на уроке записи на классной доске будут производиться главным образом учащимися и лишь в отдельных случаях учителем. С точки зрения установления содержания записей на классной доске и тех требований, которые к ним нужно предъявлять, это обстоятельство сейчас не имеет для нас существенного значения, так как требования эти одинаковы как в том, так и в другом случае.

По давно установившейся традиции, запись решения физических задач производится следующим образом: пишется нужная для решения того или иного вопроса задачи формула; затем в нее производится подстановка численного значения величин. Дальше, где-то в стороне производятся нужные математические расчеты, обычно мгновенно после этого стираемые, наконец, возвращаются ко временно оставленной систематичной записи, продолжая ее выписыванием полученного в стороне результата.

По поводу целесообразности такой системы записи у нас возникают серьезные сомнения.

Такая система записи внешне, разумеется, выигрышна. Но, по сути дела, в школьной практике она влечет за собой весьма серьезные недочеты. Во-первых, нет возможности проверить как промежуточные, так и конечный результаты решения задачи; во-вторых, у учащихся закрепляется отрицательный навык, будто бы опрятно и систематично должна вестись только запись хода решения задачи, все же расчеты могут выполняться где угодно и как угодно;¹ в-третьих, систематичность в записи решения задачи бесспорно нарушается.

Такое положение вещей трудно согласуется с той культурой вычислений, которую нужно привить учащимся средней школы. Нам кажется необходимым, если и не утверждать категорически о недопустимости такого отступления от систематичности в записи решения задачи, то, во всяком случае, поставить этот вопрос в порядке обсуждения. Возможные возражения «территориального» порядка—

¹ Кому из преподавателей физики неизвестно, что учащиеся, аккуратно и тщательно выписывающие ход решения задачи в тетради, расчеты норовят производить на отдельных клочках бумаги, сразу же после расчета выбрасываемых, на промокательной бумаге и даже на своих столах!

Малая площадь классной доски — нельзя считать достаточно вескими. Надо увеличить площадь доски (это необходимо и по ряду других соображений), но если она все же мала, то почему должна «страдать» вычислительная часть задачи? В этом случае все равно приходится решать задачу «по частям», стирая с доски первые этапы решения задачи.

Мы перечислили наиболее распространенные в практике работы школ записи на доске, производимые учителем. В итоге содержание этих записей таково:

- а) чертежи, схемы, рисунки, графики;
- б) числовые данные, отдельные математические выкладки, выводы формул;
- в) решение задач.

Заметим, что приведенным перечнем не исчерпываются все записи учителя на доске. Рассматривая вопрос о записях учащихся в тетрадях, мы приходим к выводу о необходимости для учителя несколько расширить содержание своих записей на доске. Об этом будем говорить дальше, в связи с записями учащихся в тетрадях.

Записи учащихся в тетрадях

После введения стабильных учебников получила довольно широкое распространение точка зрения, сводившаяся к утверждению о ненужности записей учащихся на уроке. В качестве обоснования приводилось указание на то, что изучаемый материал имеется в учебнике. В настоящее время такая точка зрения значительно менее распространена, но все же не изжита еще и имеет сторонников. С другой стороны, изучение работы школ показывает, что в отдельных случаях мы сталкиваемся с другой крайностью — с чрезмерным увлечением записями на уроке, иногда сводящимися даже к подробному конспектированию учебника. Все это говорит о том, что вопрос о записях учащихся на уроке не потерял своей актуальности и в наше время.

«Известно, — говорит И. И. С о к о л о в, — большое значение моторного чувства для запоминания. Запись за преподавателем вводит ученика в общую работу с преподавателем, активизирует его, содействует сосредоточению внимания на излагаемом. Превращение ученика только в слушателя-зрителя постепенно переводит его в более пассивное состояние и ведет за собой рассеяние внимания.

Домашний просмотр произведенной на уроке записи позволяет, благодаря ассоциациям, лучше вспомнить урок, проведенный преподавателем, и осветить многие моменты его, чего не может сделать книга, не участвовавшая в создании первых впечатлений.

Ни математику, ни физику на глаз и на слух не возьмешь; необходимыми орудиями для усвоения их являются бумага и перо».¹

Отсюда ясны те требования к записям учащихся, которые, как нам кажется, должны быть к ним предъявлены, т. е. в основном они:

а) являются результатом совместной активной работы учащихся с учителем, служа целям закрепления в памяти изученного материала;

б) во время урока должны *способствовать оформлению* в представлениях учащихся изучаемого на уроке материала, приведению его в некоторую логичную систему;

в) должны содействовать учащемуся в восстановлении им в памяти во время его домашней работы не отдельных отрывков изученного на уроке материала, а *основных моментов* его в их естественной и логической последовательности;

г) должны содействовать приобретению учащимися навыков самостоятельной работы, в частности, таких, как самостоятельное выполнение чертежей, схем, рисунков, графиков, как фиксация изучаемого материала.

Эти требования к записям учащихся определяют и содержание их.

Прежде всего в тетрадях учащихся появляется все то, что пишется учителем на доске: чертежи, схемы, рисунки, графики, числовые данные, математические выкладки, выводы формул, решение задач. Это, так сказать, «неизбежная» часть записей учителя и учащихся — «неизбежная» в том смысле, что это записи тех элементов изучаемого материала, которые не могут быть сведены только к словесному изложению их учителем и вынужденно появляются на доске учителя. С другой стороны, если учащиеся активно работают над новым материалом вместе с учителем, эти записи также неизбежно («вынужденно») появятся и в тетрадях учащихся.

¹ И. И. Соколов. Методика физики. Учпедгиз, 1936, стр. 112.

Чтобы записи отражали некоторую систему изучаемого материала, необходимо прибегнуть к введению в них названий отделов курса физики, *названий тем, основных положений, наиболее существенных определений, основных выводов*. Здесь уместны также термины, новые для учащихся слова, фамилии ученых, даты из их жизни и деятельности. Эти записи надо считать целесообразными, несмотря на то, что они в том или ином размере имеются и в учебнике. Особенно существенна запись того материала, который учитель вводит в дополнение к учебнику или в порядке некоторых коррективов к нему. В целом такие записи зафиксируют основные моменты урока в их логической последовательности и тем самым будут способствовать закреплению на уроке изучаемого материала, развитию у учащихся навыков в фиксации изучаемого материала, восстановлению в памяти учащихся во время их домашних занятий основных моментов работы на уроке.

Во избежание неправильных толкований приведенных положений, надо оговорить, что было бы ошибкой ставить перед учащимися задачу зафиксировать *весь* материал — речь идет о фиксации только основных его моментов, основных вех, определяющих содержание данного урока. Записи учащихся в тетрадях служат тем целям, о которых нами уже неоднократно говорилось. Отсюда ясно, что *классные записи учащихся не должны подменять учебник*. Недопустимо снижение роли и значения учебника в домашней работе учащегося.

Использование тетради — первый этап в работе учащегося дома. Тетрадь поможет ученику лучше вспомнить основные положения, установленные на уроке и нужные для достаточно глубокого и широкого разбора материала по учебнику; тетрадь — связующее звено между работой ученика в классе и работой его по учебнику дома. Таким образом, тетрадь не подменяет собою учебника, а, наряду с учебником, служит основным пособием в работе учащихся дома.

В итоге содержание записей учащихся в классе обнимает:

- 1) названия отделов курса физики и тем,
- 2) числовые данные, математическую обработку их, вывод формул,
- 3) чертежи, рисунки, схемы, графики,
- 4) основные положения, наиболее существенные определения, основные выводы,

5) решение задач,

6) эпизодические вставки справочного характера (фамилии ученых, даты).

Записи в тетради надо использовать для того, чтобы научить учащихся фиксировать изучаемый материал. Учитель должен помогать в этом учащимся. Во-первых, в процессе урока нужно помочь учащимся научиться отделять главное от второстепенного, научиться устанавливать на том или ином этапе урока основные, руководящие идеи, во-вторых, необходима помощь учащимся в самой технике ведения записей.

Учитель должен рассказать учащимся, как надо вести запись, обратить их внимание на необходимость целесообразно размещать записываемое в тетради; указать на целесообразность выделения отдельных слов, например, в определениях, курсивом, на использование рамок, подчеркивания.

Очень распространенный недостаток в записях учащихся — «слепой» текст: непрерывная, утомительная своим однообразием, вплотную, строка за строкой запись, не дающая возможности быстро проследить за ходом рассуждений или быстро найти нужную справку.

До появления у учащихся некоторых начальных навыков необходимо помочь учащимся овладеть системой и техникой записи показом на классной доске. С этой целью следует отдельные части записей, которые должны сделать учащиеся, воспроизводить на доске, здесь же выписывать термины, трудные для написания слова.

Размеры помощи учащимся в такой форме весьма различны. Они зависят от характера изучаемого материала и от того, с каким классом занимается учитель. Естественно, что в VI и VII классах помощь в такой форме должна быть оказываема учащимся в весьма широких размерах. Запись, которую учащиеся должны сделать в своих тетрадях, иногда придется учителю целиком сделать на доске. Помогая учащимся записать сформулированный вывод, мы приходим к необходимости продиктовать его.

Позже возможно ограничиться только словесными указаниями на то, как надо сделать ту или иную запись, и дать на это время.

Следует отметить, что выписывание учителем на доске некоторых элементов записи учащихся имеет место и в старших классах.

Тренируя учащихся, закрепляя постепенно их навыки, преподаватель, разумно регулируя свою помощь учащимся, постепенно уменьшает ее, этим самым постепенно снимая с учащихся ставшую им в ряде случаев ненужной опеку.

Самостоятельность учащихся в записях в довольно большом размере может практиковаться преимущественно в старших классах, особенно в X, где она в отдельных случаях на уроках-лекциях окажется просто неизбежной. Разумеется, эти записи учащихся нуждаются в проверке их учителем.

Кроме записей в классе, учащиеся ведут записи и дома, во время выполнения домашних заданий. Надо считать целесообразным ведение учащимися двух отдельных тетрадей: классной и домашней. Такое решение вопроса диктуется следующими соображениями: в связи с недостаточным количеством времени, приходящимся на изучение каждой очередной темы, в практике работы школ очень распространен прием, применяемый учителями физики, когда, перейдя к изучению новой очередной темы, он включает в домашнее задание учащимся упражнения, связанные с предыдущей темой. Кроме того, в процессе повторения прежде пройденного учащимся даются упражнения, связанные с темами, относительно давно рассмотренными, иногда даже в курсе физики предыдущих лет обучения. Включение такого материала в классную тетрадь сильно нарушает систематичность записей, целостность картины изучаемого материала и затрудняет пользование учащимися тетрадью. Поэтому, несмотря на соблазнительность такого варианта записей, при котором в одном месте была бы фиксирована вся классная и домашняя работа учащихся по каждой данной теме, от него, к сожалению, приходится отказаться.

В качестве некоторой иллюстрации приведем пример записей учащихся VI класса на уроке, посвященном рассмотрению закона Архимеда.

Чертежи выполняются учителем на доске, а учащимися в тетрадях, в процессе разбора темы. Процесс выполнения чертежей используется учителем для привития ученикам соответствующих графических навыков. Кроме того, во время домашней работы по этим чертежам учащиеся смогут восстановить в памяти опытную часть урока. Далее следуют записи расчетной части урока, записи характера

справок и, наконец, заключительный момент темы — формулировка закона Архимеда.

Давление жидкости на погруженное в нее тело

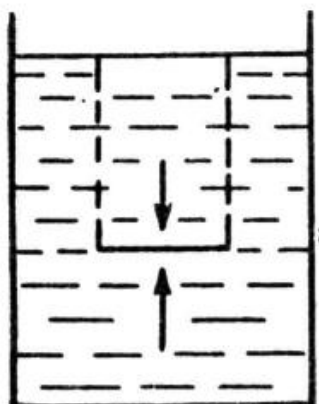


Рис. 5. Давление сверху и снизу одинаково.

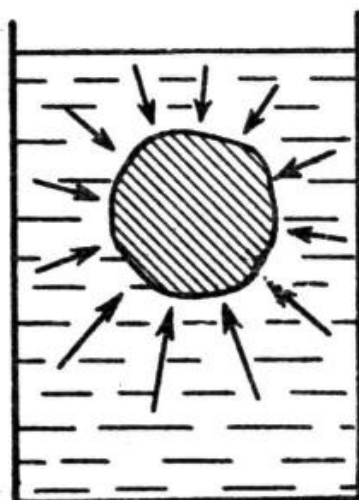


Рис. 6.

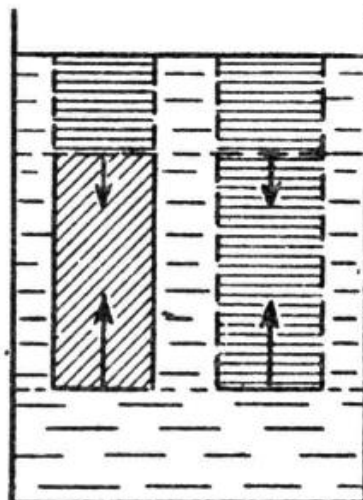


Рис. 7. Давление снизу вверх больше давления сверху вниз.

Кусок стекла в воде:

Объем стекла	20 см ³
Вес в воздухе	48 Г
» » в воде	28 Г

Давление снизу больше на 20 Г; $1 Г \times 20 = 20 Г$

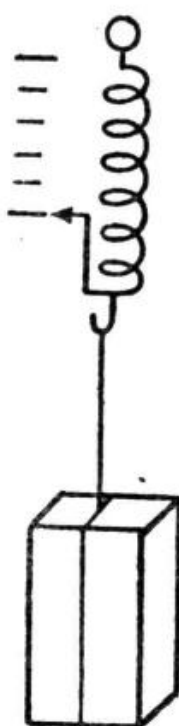


Рис. 8. Кирпич в воздухе весит 4,1 кг.

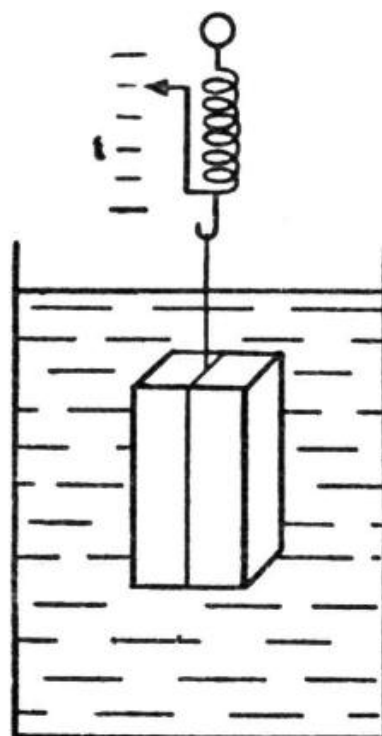


Рис. 9. Кирпич в воде весит 1,8 кг.

Кусок стекла в растворе медного купороса:

Объем стекла	20 см ³
Вес в воздухе	48 Г
» » растворе медного купороса	24 Г

Давление снизу больше на 24 Г; $1,2 \text{ Г} \times 20 = 24 \text{ Г}$

Кусок стекла в спирте:

Объем стекла	20 см ³
Вес в воздухе	48 Г
» » спирте	32 Г

Давление снизу больше на 16 Г; $0,8 \text{ Г} \times 20 = 16 \text{ Г}$

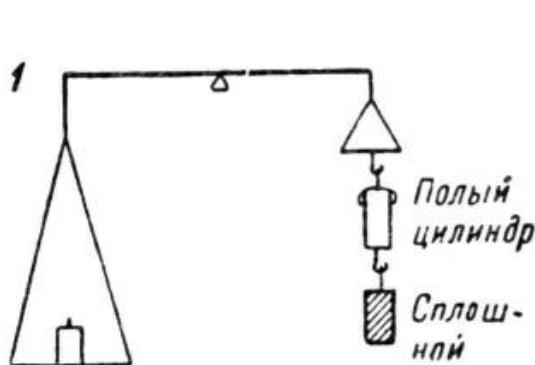


Рис. 10.

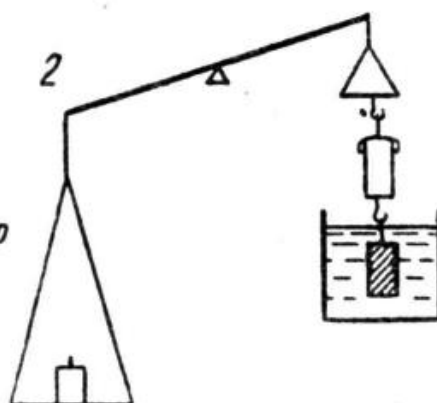


Рис. 11.

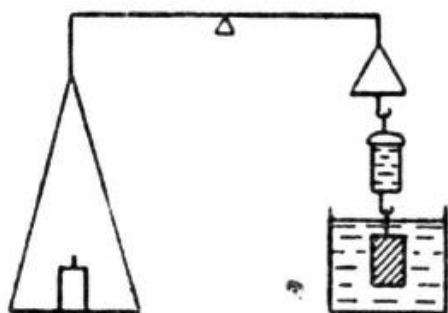


Рис. 12. Давление снизу больше на столько, сколько весит вытесненная телом жидкость.

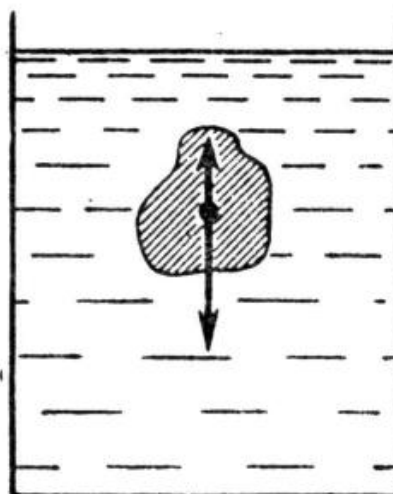


Рис. 13.

Архимед (287—212 г. до н. э.). Греция. Остров Сицилия, г. Сиракузы. «Эврика» — нашел.

Закон Архимеда. Тело, погруженное в жидкость, испытывает со стороны жидкости избыточное давление снизу вверх, равное весу вытесненной телом жидкости.

Требования, какие учитель физики должен предъявлять к тетрадям учащихся, ясны из всего, что сказано о роли

и значении записей учащихся.¹ Учителю физики надлежит следить за выполнением учащимися этих требований. Беглый просмотр тетрадей осуществляется во время проверки выполнения учащимися домашних заданий, более тщательный — просмотром тетрадей учителем физики дома.

Крайне существенна систематичность в ведении учащимися записей в тетрадях. Нужно требовать от учащихся, чтобы на каждом уроке физики они имели тетради с собой и при вызове к доске предъявляли их учителю.

Для удобства выполнения графической части записей следует рекомендовать учащимся пользоваться тетрадями с бумагой, разлинованной в клетку.

Техника ведения записей на доске

Площадь классной доски должна быть достаточно велика и хорошо видима с мест учащихся. Подъемные доски, как правило, не обладают достаточно большой площадью. Доски на треногах, особенно если они сколько-нибудь велики, очень неустойчивы и потому неудобны. Надо считать наиболее приемлемой большой площади доску, прикрепляющуюся непосредственно к стене. Большая площадь доски необходима для того, чтобы можно было сохранить на доске если не все записи, появившиеся во время урока, то наиболее существенную их часть. Сохранившиеся записи, в частности, чертежи, схемы, рисунки и графики, используются при проверке усвоения и закрепления пройденного на уроке. Это чрезвычайно экономит время и сильно упрощает проведение этой части урока.

Если в классе две доски, одну из них можно использовать для записей того, что должно сохраняться на весь урок.

И учащиеся, и преподаватель физики должны в достаточной мере владеть навыками в выполнении записей, в частности, чертежей, поэтому доска может быть не графленой, но покрыта черной, матовой (во избежание бликов) краской.

¹ Не следует поощрять применяемую иногда учащимися ненужную раскраску и разрисовку тетрадей и записей в них. Это отвлекает внимание учащихся от содержания записей. Разумеется, это замечание не распространяется на целесообразное использование красок (обычно цветных карандашей) в виде подчеркивания заголовков, отдельных слов, деталей чертежей и т. п.

Чрезвычайно большое значение имеет хорошее освещение доски. Наиболее рационально освещение доски лампами в софитах, расположенных над доской, вдоль ее верхнего края. При таком положении софитов доска освещается заливающим светом, скользящим вдоль доски. При хорошей краске блики отсутствуют совершенно, так что написанное на доске видно совершенно отчетливо. Освещение доски должно быть самостоятельное, независимое от освещения класса, демонстрационного стола и «подсвета» для приборов.

Отчетливая, хорошо видимая запись на доске может быть сделана только хорошим, мягким горным мелом. Кроме белого мела, нужны цветные мелки.

Целесообразное использование учителем площади классной доски определяется правильно выбранным масштабом записей, в том числе и чертежей. Масштаб не должен быть очень мелким — записи плохо будут видны учащимся; с другой стороны, он не должен быть очень крупным — на доске поместится мало записей. Выбор масштаба должен определяться требованием хорошей видимости записей со всех мест учащихся.

Преподаватель физики должен уметь достаточно быстро, уверенно и правильно чертить. Преподавателю, так же как и учащимся, эти навыки даются не сразу. Поэтому можно рекомендовать учителю в начале своей работы при выполнении на доске чертежей прибегать к помощи линейки, треугольника, циркуля, транспортира. В этом случае на чертежи уйдет, конечно, больше времени. По овладении преподавателем техникой чертежа надобность в чертежных принадлежностях сильно сократится.

Закончим рассмотрение этого вопроса указанием на необходимость для учителя такие же требования предъявлять и к записям учащихся как в тетрадях, так и на доске во время их ответов.

8. Привитие учащимся умений и навыков

Разбор отдельных вопросов методики преподавания физики не будет полным, если не остановиться на вопросе о привитии учащимся умений и навыков, нужных для их самостоятельной работы.

Привитие учащимся твердых навыков самостоятельной работы является одним из путей решения задачи подго-

товки учащихся к практической деятельности — задачи, в наше время столь широко поставленной перед советской школой. Опыт показывает, что у учителя физики в этой области возникают весьма большие затруднения. Не ставя перед собой задачи разрешения этой проблемы целиком, мы кратко остановимся на ней в пределах, касающихся нашей темы.

Прежде всего заметим, что само содержание систематического курса физики в общеобразовательной школе служит целям подготовки учащихся к их последующей практической деятельности, ибо очень многие общие положения физики понадобятся учащимся в самых разнообразных областях труда, активными участниками которого они окажутся по окончании школы. При современном состоянии техники учащиеся не только на производстве, но и в любом другом виде труда неизбежно столкнутся с применениями основных положений физики, с использованием их в практических целях. Таким образом подготовка учащихся к практической деятельности, в процессе преподавания физики, должна начинаться с установления путей и способов практической реализации положений физики, с установления связи теории с практикой — связи физики с техникой.

С другой стороны, преподавание курса физики дает возможность познакомить учащихся с методами современного научного исследования. И, наконец, в процессе преподавания физики мы прививаем учащимся умения и навыки в выполнении разнообразных чертежей, рисунков, схем и графиков, столь ценных и необходимых не только в области физики, но и в любой отрасли труда, в той или иной мере связанной с техникой.

Таким образом, содержание курса физики дает широкие возможности учителю физики сочетать преподавание физики с задачей подготовки учащихся к практической деятельности. Осуществление этой цели должно преследоваться преподавателем физики на всех этапах педагогического процесса: при изучении нового материала, во время лабораторных работ, при проведении экскурсий, при решении задач и т. д. Эта группа умений и навыков принадлежит к числу таких, которые вытекают из самого существа физики и методов, ею применяемых.

Кроме того, преподаватель физики так же, как и все остальные учителя школы, прививает учащимся целый

ряд умений и навыков, не связанных явно со спецификой данного предмета: умение организовать свое рабочее место, умение связно и логично излагать свою мысль, умение давать четкие, краткие и исчерпывающие формулировки, определения, умение пользоваться учебной книгой, справочниками и т. д.

С чего же и как следует начинать учителю физики привитие учащимся умений и навыков, необходимых им для их самостоятельной работы, а, значит, и для их будущей практической деятельности? В частности, что и как надо делать учителю в этом направлении на уроке, отводимом под изучение нового материала? Остановимся на этом последнем вопросе несколько подробнее, так как он является основной темой настоящей работы.

В педагогической среде весьма распространена точка зрения, сводящаяся к тому, что привитие учащимся умений и навыков возможно только на тех уроках или на отдельных его этапах, которые посвящены разрешению этой задачи (упражнения, практические работы учащихся и др.).

Такую точку зрения следует признать ошибочной.

Начальным этапом в этом направлении должно быть приобщение учащихся к опыту руководителя всей их работы, к опыту учителя. В такой же мере, в какой учитель передает учащимся свои знания, он может и должен передавать им и свой опыт, свои навыки в работе.

Привитие учащимся начальных умений и навыков должно нами осуществляться, начиная с изучения нового материала. Это приобщение учащихся к опыту учителя может быть наиболее эффективным, если при изучении нового материала между учителем и учащимися существует возможно больший контакт, если преподаватель не просто «рассказывает» новый материал, а в ходе рассуждений ставит перед собой и классом проблемы, разрешение которых ищет не только учитель, но и весь класс; если преподаватель каждый этап проводимого им урока использует не только для развития кругозора учащихся, но и для привития им соответствующих содержанию данного этапа урока умений и навыков. Если преподаватель физики, излагая материал, не только ведет за собой в своих рассуждениях и во всей своей работе весь класс, но и вовлекает учащихся в активную вместе с ним работу, то этим путем он прививает учащимся начальные навыки самостоятель-

ного логического мышления, навыки последующей самостоятельной работы в тех ее формах и в том содержании, какие имеют место на данном уроке (навык формулировок, определений, навыки применения методов исследования явлений, используемых физикой, навыки выполнения чертежей, рисунков, графиков, навыки фиксации изучаемого материала и т. д. и т. д.).

Приведем пример. При изучении физики большое значение, как известно, имеют чертежи, графики, рисунки. Преподаватель физики, часто прибегая к ним в процессе изложения нового материала, использует их также и в целях привития ученикам навыков в самостоятельном выполнении чертежей, рисунков и графиков.

Проиллюстрируем на примере, взятом из темы X класса «Оптика».

Преподаватель рассказывает учащимся о том, как можно построить изображение предмета, даваемое двояковогнутой линзой. Для этого он чертит на доске линзу, предмет (обычно стрелку) и известным способом строит изображение. Такой же чертеж делают учащиеся в своих тетрадях. Если преподаватель преследует только одну цель, сводящуюся к тому, чтобы учащиеся поняли, как идут лучи света через линзу и как он, преподаватель, строит на доске изображение, то задача разрешается тут относительно просто: выполнение преподавателем чертежа должно сопровождаться достаточно подробным рассказом, объясняющим ход лучей и полученный конечный результат.

Но если преследовать и цели привития учащимся умений и навыков, необходимых для их самостоятельной работы, то, кроме рассказа, следует дать указания к технике изготовления чертежа, предложить учащимся и самим сделать аналогичный чертеж в своих тетрадях.

В этом последнем случае работа на уроке может идти двумя следующими путями.

1-й вариант. Внимание учащихся фиксируется на учителе, на доске, на которой он выполняет чертеж. Ученики сами пока не чертят. Преподаватель, беря два известных луча, строит сначала изображение одной крайней точки предмета (стрелки) (рис. 14). Затем таким же образом он строит изображение другой крайней точки предмета. Дальше, указывая, что изображения остальных точек

предмета расположатся между двумя найденными, учитель чертит изображение всего предмета (стрелки).

Здесь существенно обратить внимание учащихся на следующие основные положения: для построения изображения предмета необходимо построить сначала изображения двух крайних точек предмета. Для получения изображения одной точки светящегося (или освещенного) предмета мы из бесконечно большого количества испускаемых ею лучей берем два, ход которых после линзы нам известен. На месте пересечения этих двух преломленных линзой лучей пересекутся и все остальные лучи, исходящие из этой точки и проходящие через линзу. Здесь мы и получим

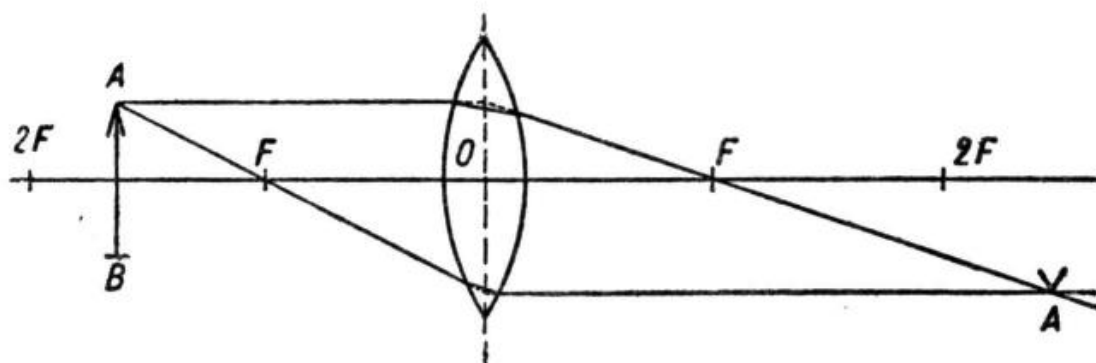


Рис. 14.

изображение данной точки предмета. Таким же образом строим изображение другой крайней точки предмета.

Только после этого предлагаем учащимся сделать чертеж в своих тетрадях, строго руководствуясь указанными положениями. Во время выполнения чертежа учениками учитель следит за их работой, помогая тем из учащихся, у которых возникают затруднения.

2-й вариант. Ученики делают чертеж в своих тетрадях одновременно с преподавателем, выполняющим его на доске. Элементы чертежа в тетрадях появляются в такой же строгой и логичной последовательности, как и на классной доске, под непрерывным руководством учителя. Чертеж выполняется последовательными этапами.

Первый из указанных вариантов может быть использован по отношению к учащимся, которым преподаватель привил уже некоторые навыки в выполнении чертежей, второй же — по отношению к учащимся, которые нуждаются в большей, чем первые, помощи. Во всяком случае, одно нам кажется бесспорным — нельзя давать учащимся

слепо копировать чертеж, сделанный учителем, что, кстати, является весьма распространенной ошибкой со стороны учителя. Кому из преподавателей физики не известно, что учащиеся имеют обыкновение чертить сначала из двух точек лучи, параллельные главной оптической оси, а затем, опять-таки из двух точек, лучи, идущие через главный фокус. В их копировке очень часто первый этап изготавливаемого чертежа выглядит так, как на прилагаемом рисунке (рис. 15). Эта часть урока в таком виде, само собой, не согласуется с задачей привития учащимся навыков самостоятельной работы.

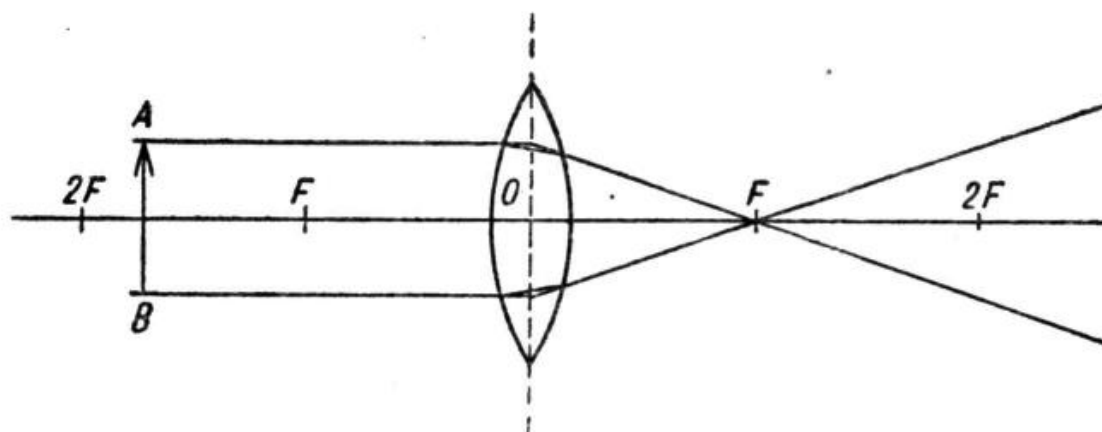


Рис. 15.

Нетрудно усмотреть, что в приведенном нами примере построения изображения, даваемого двояковыпуклой линзой, по сути дела, речь идет не о самостоятельной работе учащихся, а об использовании этого материала для выработки у учащихся нужных начальных навыков для такой работы. Приведенный нами пример — первый опыт построения учащимися изображения. Дальше, при рассмотрении второго случая получения изображения, когда предмет помещен на расстоянии, большем двойного фокусного расстояния, элементы самостоятельной работы учащихся могут и должны быть значительно усилены. В этих целях преподаватель, прежде чем производить построение, путем ряда целесообразно подобранных вопросов получает от класса определенные указания, *что именно и как надо строить*. Только после этого построение осуществляется на доске учителем или одним из учащихся, но опять-таки под руководством учителя.

Нам кажется, что приведенного примера достаточно для уяснения основной нашей мысли, что задача привития

учащимся умений и навыков, необходимых для их самостоятельной работы, может разрешаться на протяжении всего педагогического процесса, осуществляемого учителем физики.

Заметим, что основные соображения по отдельным вопросам методики преподавания физики, изложенные нами выше, находятся в соответствии с рассматриваемой сейчас задачей привития учащимся навыков самостоятельной работы.

Использование курса физики для выработки у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения (п. 1 настоящей работы) — основная предпосылка в деле подготовки учащихся к труду в условиях социалистического общества.

Основные соображения, высказанные в п. 3 (стр. 25), — борьба за осознанные знания учащихся и активизация их работы в классе — подчинены той же цели. Говорить о практическом использовании знаний можно только в том случае, если учащиеся материал осознали и твердо его знают. С другой стороны, активизация работы учащихся в классе создает обстановку, в которой возможно приобщение их к опыту работы учителя.

Классный эксперимент на уроке физики подводит учащихся к использованию эксперимента в современном научном исследовании (стр. 29).

Решение физических задач не должно являться самоцелью. В процессе решения задач учащиеся овладевают навыками в применении общих положений физики в конкретных практических случаях (стр. 36).

Записи учащихся на уроке используются для привития навыков в конспектировании изучаемого материала (стр. 48). Домашняя работа учащихся есть логическое продолжение их классной работы как в отношении расширения круга знаний, так и закрепления и расширения круга умений и навыков учащихся, приобретаемых ими в классе.

Мы уже отмечали, что передача ученикам опыта учителя в процессе изложения нового материала, в целях привития им навыков самостоятельной работы, является начальным этапом в разрешении этой проблемы. Остановиться только на этом нельзя. Кроме того, что круг навыков учащихся будет невелик, что навыки эти будут неустойчивы, есть другая опасность — у учащихся может выработаться отрицательный навык слепо следовать за учителем.

Систематическим расширением круга умений и навыков, применением форм работы, обеспечивающих в большей степени самостоятельность в работе учащихся (упражнения в классе, лабораторные работы, работа с книгой, решение задач), руководством домашней работой учащихся учителю надо добиться как закрепления и расширения умений и навыков учащихся, так и критического отношения их к рассматриваемым вопросам.

Такими путями, нам кажется, должна вестись работа по привитию учащимся умений и навыков как связанных, вообще, с культурой всякого труда, так и вытекающих из существа физики.

Необходимость осуществления задачи развития у учащихся навыков самостоятельной работы должна сказаться и на организации и структуре урока, отводимого под изучение нового материала.

9. Домашняя работа учащихся

Домашняя работа учащихся является в практике преподавания элементарной физики одним из наиболее слабых мест. На нее мало обращают внимания многие преподаватели-практики, и в то же время формы домашней работы и содержание ее очень мало освещены в существующей методической литературе. Между тем, значение этого вида работы очень велико. Она должна быть тесно увязана с классной работой; нельзя планировать классную работу без учета того, что уже сделано в работе домашней, и без ориентации на то, что надлежит проделать в домашней работе в дальнейшем. Поэтому остановимся на содержании домашней работы учащихся и на взаимосвязи между нею и их классной работой.

Значение домашней работы учащихся и связь ее с работой в классе

При оценке значения домашней работы учащихся в образовательно-воспитательном процессе надо учесть ограниченность времени, имеющегося в распоряжении учителя физики, обилие материала, подлежащего изучению, многообразие целей, преследуемых преподаванием физики. В связи с этим:

1) полученные учащимися знания по физике в классе необходимо закрепить и расширить за счет самостоятельной их работы;

2) привитые учащимся в классе разнообразные умения и навыки самостоятельной работы являются навыками *первичными*, нуждающимися в дальнейшем *закреплении и расширении*.

Эти положения реализуются домашней работой учащихся.

Отсюда вытекает, что домашняя работа учащихся является *естественным и логичным продолжением* их классной работы.

В связи с этим, можно установить следующие цели, преследуемые организацией домашней работы учащихся:

а) закрепление в памяти материала, изученного в классе, и, в отдельных случаях, более углубленная и расширенная проработка его;

б) повторение ранее пройденного материала;

в) закрепление и расширение разнообразных навыков самостоятельной работы путем выполнения соответствующих заданий.

Таким образом, путем домашней работы учащихся мы добиваемся закрепления и расширения знаний учащихся по физике; закрепления и расширения навыков самостоятельной работы учащихся в области планирования и организации своей работы, пользования учебной, научно-популярной и справочной литературой по физике, выполнения чертежей, рисунков, схем и графиков, нужных при изучении физики; применения общих положений физики к частным случаям путем разбора примеров, задач-вопросов и решения расчетных задач.

Значение домашней работы учащихся в их общей учебной работе очень велико. Качество домашней работы учащихся может служить критерием оценки работы учащихся и учителя в классе. Поэтому недооценка этой части работы учителем или учащимися безусловно опасна.

Изучение работы учителей физики показывает, что именно эта часть урока наименее благополучна. Если в классной работе по физике можно отметить за последние годы большие сдвиги и достижения, то этого нельзя сказать о домашней работе учащихся. Она очень часто продолжает оставаться неорганизованной. Руководство этой работой недостаточно, и поэтому она часто бессистемна и

мало эффективна. В заданиях учащимся на дом имеют место принципиально неправильные приемы: задание часто дается под звонок, а иногда и после него и носит случайный характер; часто учителем не делается указаний на то, как надо работать ученику в процессе выполнения задания. Все эти недочеты объясняются тем, что преподаватель, готовясь к уроку, упускает из виду домашнее задание, не подготавливает его, не ведет систематической проверки выполнения его. Поэтому иногда оказывается, что заданные ученикам задачи по физике «не выходят», «не решаются» или потому, что они трудны, а указаний учителем в порядке помощи ученикам дано не было, или потому, что, в результате случайного подбора задач, они потребовали знаний, еще не имеющих у учащихся.

Содержание домашней работы

В домашнее задание обычно включаются следующие работы учащихся:

а) изучение пройденного на данном уроке материала по учебнику и записям в тетради и в отдельных случаях некоторое расширение и углубление его;

б) повторение по учебнику и тетради ранее пройденного материала и, в частности, нужного для изучения нового материала на следующем уроке;

в) выполнение различных графических работ (чертежей, рисунков, схем, графиков);

г) решение задач по новому и прежде изученному материалу.

Это, разумеется, не значит, что каждое домашнее задание должно содержать в себе все перечисленные элементы. Характер и объем задания целиком определяются характером изученного на данном уроке материала. Несомненно, что в каждом задании будет иметь место первый из перечисленных видов работ, если на уроке пройден хотя бы очень небольшой материал. Что касается графических работ и решения задач, то наличие или отсутствие их в задании зависит от того, какой новый материал рассмотрен на данном уроке. Графические работы, задаваемые учащимся, встречаются довольно часто.

Задачи даются в порядке возрастающей сложности, начиная с простых, цель которых — закрепление в памяти установленной на уроке той или иной формулы, закономер-

ности, и кончая так называемыми «комбинированными» задачами, для решения которых необходимы знания нескольких отделов физики.

Опыт подтверждает целесообразность решения учащимися на дому задач (расчетных и в виде вопросов) не только по теме данного урока, но и по темам, прежде пройденным, и, в частности, по предыдущей теме. Это вызывается тем, что времени, отводимого на каждую данную тему, мало и увеличивать его нет возможности; если же ограничиться решением задач только во время прохождения данной темы, то знания и навыки учащихся окажутся недостаточно закрепленными. Между тем, включение в домашнее задание задач, связанных с материалом, значительно раньше изученным, является одной из эффективнейших и наиболее экономичных по времени форм повторения.

Говоря о содержании домашнего задания, можно указать еще на следующие дополнительные, необязательные занятия, рассчитанные на наиболее успевающих или наиболее интересующихся физикой учеников: а) чтение дополнительной литературы; б) самостоятельные наблюдения и даже опыты, которые учащиеся могут провести на простейших самодельных приборах.

В работе школ такие задания практикуются редко. Данных для окончательного суждения по этому вопросу пока нет.

Из сказанного вытекает, что домашнее задание учащимся необходимо тщательно подобрать, обдумать, а задачи предварительно решить и самому учителю.

Один из трудных вопросов — дозировка домашнего задания. Объем и содержание его должны быть согласованы с возрастом и развитием учащихся и с характером данного урока. Кроме того, необходимо решение этого вопроса не одним учителем физики, но всеми учителями, ведущими занятия с данным классом. К сожалению, школы мало уделяют внимания этому вопросу, поэтому учитель физики на практике руководствуется только первым из приведенных двух критериев, не учитывая времени, необходимого ученику на выполнение заданий по другим предметам.¹

¹ Ориентировочное время домашней работы учащихся определено программами Министерства просвещения РСФСР. (Программы по физике. Учпедгиз, 1951.)

Опыт показывает, что задание по физике обычно в среднем состоит из 2—3 параграфов учебника и 2—4, в зависимости от сложности, задач. В отдельных случаях задач может и не быть, но могут быть графические работы учеников. Иногда задание состоит только из проработки нового материала. В тех случаях, когда для изучения нового материала на следующем уроке понадобятся знания из ранее пройденного, в задание включаются элементы повторения. В отношении домашнего задания нельзя и не нужно устанавливать ту или иную рецептуру: объем и характер задания определяются особо для каждого конкретного случая, в зависимости от характера изучаемой темы и состава класса.

Домашние задания следует, в меру возможного, индивидуализировать: наиболее сильным учащимся даются более сложные и более трудные задания. Опыт показывает, что, давая сильным ученикам особое задание, не следует подчеркивать, что оно недоступно остальным учащимся — это производит на них неблагоприятное впечатление. Практически мы даем одно общее задание, но, имея в виду группу сильных учащихся, добавляем к нему одно-два упражнения посложнее, посерьезнее. Учащихся мы предупреждаем, что эти дополнительные упражнения труднее остальных и для них не обязательны, но интересно попробовать на них свои силы. Опыт показывает, что учащиеся обычно на такую «пробу сил» идут с удовольствием, охотно. При проверке выполнения учащимися этой необязательной части задания (на следующем уроке) учитель должен проявить нужный такт: подбодрить не справившихся, поощрить осиливших задание.

Индивидуализацию задания необходимо осуществить не только по отношению к сильным учащимся, но и применительно к слабым, если такие в классе имеются. Сохраняя для этих учащихся обязательное общее для всего класса задание и имея в виду учащихся послабее, мы указываем классу, что если в выполнении заданных упражнений (обычно задач) у учащихся возникнут затруднения, им следует сначала решить такую-то задачу (по сложности переходную к основной заданной).

В отдельных случаях может понадобиться индивидуальная беседа с тем или иным учащимся для оказания ему помощи в выполнении задания, кроме общей беседы учителя с классом.

В связи с домашней работой учащихся остановимся в нескольких словах на заучивании учащимися некоторых моментов курса, например, определений, законов, правил и т. п. Одно из основных требований, которые мы должны предъявлять к знаниям учащихся, состоит в том, чтобы ученики осознали полученные знания и твердо их запомнили. Ведя борьбу с наследием старой школы — зубрежкой, часто изгоняли всякое заучивание учащимися материала. Такое положение вещей ненормально и должно быть изжито. Разумно поставленное заучивание глубоко и правильно понимаемых учащимися определений, законов и правил тренирует память учащихся, вырабатывает волю и настойчивость и дает образцы коротких, четких и исчерпывающих формулировок. Разумеется, заучиваемые учениками формулировки должны быть действительно образцовыми и тщательно подбираться преподавателем. Ведя борьбу за сознательное усвоение учениками всего учебного материала, надо, вместе с тем, научить их толково и ясно излагать свою мысль, научить давать сжатые и исчерпывающие формулировки, сначала поручая ученикам заучивать их. По мере овладения учениками стилем и характером определений, запоминание их будет даваться ученикам совершенно легко, без всякого напряжения. Этого можно и нужно добиться.

Руководство домашней работой учащихся

Учитывая цели, преследуемые организацией домашней работы учащихся, а также отсутствие возможности прибегнуть к помощи учителя, мы домашнее задание сопровождаем указаниями на то, как его надо выполнить (обычно в этом бывает необходимость в начале работы с данным классом): в каком плане следует учащимся вести работу, как пользоваться учебником, записями в тетрадях, как выполнить тот или иной чертеж или решить ту или иную задачу, если есть основание думать, что выполнение этой части работы встретит затруднения у учащихся. Учитель, знающий своих учеников, в состоянии предусмотреть те трудности, в преодолении которых на первых порах ученику нужна помощь учителя. Эти указания мы по возможности иллюстрируем примерами, ссылками на соответ-

ствующие моменты работы в классе. При наличии таких указаний учащиеся не будут чувствовать беспомощности и выполнение дополнительной для них работы доставит им удовлетворение, стимулирующее их дальнейшую самостоятельную работу.

Мы уже указывали, что общие и довольно широкие указания, связанные с домашней работой учащихся, практически мы даем в течение некоторого промежутка времени в начале работы с новым для нас классом. В последующем обычно приходится только иногда делать указания, связанные с решением отдельных трудных для учащихся задач или с тем, что выбранная учителем задача требует от них знаний, относительно давно полученных ими.

Остановимся на нескольких примерах.

В VII классе последовательно решаются задачи на расчеты количества теплоты, идущей на нагревание тела, на плавление его, на парообразование. Закончив расчеты последнего типа, преподаватель дает, положим, следующую задачу учащимся на дом:

Сколько требуется тепла, чтобы 2 кг льда при температуре 10° обратить в пар при 100° ?

Может оказаться, что для данного класса при решении этой задачи дома (если подобного рода задачи не решались в классе) окажется необходимой помощь учителя. В таких случаях мы читаем условия задачи, кратко устанавливаем с помощью класса физические процессы, происходящие при нагревании льда, а затем получившейся воды. Предлагаем учащимся эту последовательность процессов учесть при решении задачи дома. Никаких записей и расчетов при этом не ведем.

В VIII классе на дом дается следующая задача:

На нитке, перекинутой через блок, подвешены два груза по 245 г каждый. Какой перегрузок надо повесить на один из грузов, чтобы получилось движение, при котором в 10 сек. будет пройден путь в 100 см?

Опыт показывает, что подобного рода задача обычно встречает у учащихся затруднения и ошибки. Объясняется это тем, что, как правило, учащиеся при решении этой задачи принимают в расчет массу одного груза или даже двух, но не учитывают массы перегрузка. Если задача подобного рода дается впервые и если есть опасения, что

она окажется трудной для данного класса, учитель предусмотрительно оказывает помощь учащимся. С этой целью прочитывают условия задачи, делается чертеж на доске, после чего преподаватель системой вопросов, обращенных к классу, устанавливает правильность представлений учащихся в нужном направлении, не подвергая задачи дальнейшему рассмотрению. Возможны и другие формы помощи, зависящие от особенностей класса: преподаватель ограничивается только кратким указанием учащимся на то, что при решении этой задачи им необходимо тщательно обдумать вопрос о том, какая масса приводится в движение силой тяжести перегрузка.

В том случае, если преподаватель рассматривал на уроке в X классе вопрос о соотношении между напряженностью электростатического поля и потенциалом $E = \frac{U_1 - U_2}{d}$, задается, положим, следующая задача:

Шарик весом в 10 Г имеет заряд в 30 электростатических единиц. Как изменится вследствие электризации ускорение его падения, если принять, что земной шар заряжен отрицательно и что напряжение земного электростатического поля равно 1 в на 1 см ?

Можно ожидать затруднений у учащихся в восстановлении в памяти II закона Ньютона (проходилась в VIII классе) и в определении силы поля, действующей на заряд.

Пути оказания учителем помощи учащимся в этом случае очень разнообразны и зависят от состава учащихся в данном классе. Возможно, что понадобится тут же в классе восстановить в памяти II закон движения и наметить способ определения величины силы, действующей на заряд. Возможно, что для данного класса достаточно будет только указать на те трудности, которые, вероятно, встретят учащиеся. В отдельных случаях придется добавить, что для решения задачи учащиеся должны будут восстановить в памяти II закон движения и физический смысл напряженности электростатического поля.

Существенно, чтобы помощь со стороны учителя не уменьшала значения самостоятельности в работе учащихся дома, а предусматривала только те трудности, которые для учащихся при полном отсутствии помощи могут оказаться непреодолимыми и снизить настойчивость учащихся в преодолении их.

Самостоятельная работа дома часто затрудняет учащихся, так как она очень трудоемка, требует настойчи-

ности. Отсюда известная нам тенденция отдельных учащихся «заимствовать» результаты работы у сильных учеников.

Изучение работы школ показывает, что часто навыки учащихся слабы, неустойчивы. Возникает опасность, что знания учащихся могут быть формальными, заученными (при слабых навыках в самостоятельной работе легче заучить, чем добиться полного понимания), что отдельные учащиеся могут оказаться бессильными в самостоятельном расширении круга своих знаний, в применении их в практической деятельности, не обладая в нужной степени навыками самостоятельной работы. В связи с этим, одна из основных задач учителя — привить учащимся крепкие, устойчивые навыки. Отсюда — необходимость систематической и неукоснительной проверки выполнения учащимися *буквально каждого*, крупного и мелкого, задания учителя. Только в этом случае можно быть уверенным, что учащиеся приобретают нужные навыки.

В соответствии со всем сказанным мы приходим к следующим основным выводам.

1. Домашняя работа учащихся является естественным и логичным продолжением их классной работы.
 2. Домашней работой учащихся учитель должен в такой же мере руководить, как и классной их работой.
 3. Домашняя работа учащихся должна быть в такой же мере систематической, как и классная.
 4. Домашняя работа учащихся должна *тщательно и систематически* проверяться учителем.
 5. Организация урока должна обеспечивать нормальные условия как для домашнего задания, так и для проверки преподавателем выполнения задания учащимися.
-

ГЛАВА II

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ УЧАЩИХСЯ

1. Урочная система организации занятий

Урочная система организации учащихся введена в нашей школе после постановления ЦК ВКП(б) от 5 сентября 1931 г. и от 25 августа 1932 г.

При урочной системе основной формой организации занятий учащихся является урок. При этом, каково бы ни было содержание урока (прохождение нового материала, практические работы учащихся и т. д.), руководящая роль остается за учителем. Учитель осуществляет непрерывное наблюдение за всеми учащимися, оказывает им помощь, непрерывно руководит их работой, прививая им навыки самостоятельной работы.

Урок является главнейшей формой организации занятий в школе. Наряду с разнообразием содержания различных уроков и методов изучения материала, применяемых на уроках, они органически связаны друг с другом, представляют собою органически целый педагогический процесс, обеспечивающий систематичность в изучении курса физики.

В связи с этим, основными признаками урочной системы организации занятий являются следующие:

1) основной и ведущей формой организации учебно-воспитательного процесса является урок с постоянной по своему составу группой учащихся;

2) определение объема и содержания изучаемого материала, планирование изучения его во времени и организация занятий на уроке производится учителем;

3) занятия учащихся по каждому предмету производятся по твердому расписанию;

4) разработка учащимися учебного материала производится всем классом в одно и то же время на базе однотипных учебных пособий;

5) формы организации занятий учащихся на уроке (индивидуальная и коллективная работа учащихся) и применяемые методы преподавания разнообразны.

Урочная система организации занятий дает возможность преподавателю не только добиться хороших, осознанных знаний у учащихся, но и научить их самостоятельно работать, научить их планировать свою работу.

Мы останавливаем внимание учителя физики на этом соображении потому, что, обычно, когда производится сравнение систем организации занятий, указывается как на наиболее существенный недостаток урочной системы на серьезные затруднения в осуществлении задачи привития учащимся навыков самостоятельной работы и привития им навыков в планировании своей работы, возникающие у учителя при организации занятий по этой системе.

Урочная система организации занятий не только не исключает, но и безусловно включает в себя такие уроки, на которых учащиеся развивают в полной мере свою активность. Такими являются уроки, отводимые под самостоятельную работу учащихся — практические работы, графические и расчетные (задачи по физике), лабораторные работы, самостоятельное изучение материала по учебнику и другой литературе.

Урочная система обеспечивает учащимся возможность проявить свою активность в различных формах, начиная с участия в разработке нового материала вместе с учителем на уроках-беседах, посвященных разбору нового материала, и кончая наиболее полной активностью и самостоятельностью на уроках, отводимых под практические работы учащихся. Предоставляемая этой системой полная возможность учителю в самых широких размерах варьировать свою помощь учащимся обеспечивает привитие ученикам первичных навыков самостоятельной работы и неуклонное последующее закрепление и расширение этих навыков, осуществляемое путем разумного уменьшения опеки над учащимися со стороны учителя, вплоть до вполне самостоятельной работы их.

Кроме того, самостоятельная работа учащихся, связанная с пользованием учебником и другой литературой, осуществляется путем домашних их занятий, которыми

также руководит учитель. Довольно большое число уроков физики отводится под различные самостоятельные работы учащихся, поэтому учащиеся, не планируя во времени всей своей работы по физике на протяжении года (это делает учитель), на указанных уроках приобретают навыки планирования во времени отдельных этапов своей работы. Эти же навыки приобретаются учащимися в процессе повторения пройденного, которое практически организуется учителями физики так, что учащиеся получают задание повторить относительно большой материал в течение одной, двух, трех недель, в зависимости от их возраста. Наконец, каждодневная работа учащихся по выполнению домашних заданий служит тем же целям. Важно только, чтобы учитель физики умело руководил и этой работой учащихся.

Как показывает опыт работы наших школ, *урочная система организации* занятий, обеспечивая изучение систематического курса учебных дисциплин в средней школе и действительное и полное руководство работой учащихся со стороны учителя, при условии достаточно умелого и правильного использования ее дает возможность преподавателю добиться осуществления воспитательно-образовательных целей, поставленных перед преподавателем физики, и тем самым подготовить учащихся к практической деятельности.

2. Основные типы уроков

Урок может преследовать цели: изучение нового материала, повторение и обобщение пройденного, упражнения учащихся, проверку учителем знаний и навыков учащихся и т. д.

Обычно на одном уроке учитель физики разрешает не одну какую-либо задачу, а несколько. Так, например, на одном и том же уроке излагается новый материал, производится частичное повторение пройденного материала, проверяются знания учащихся, прививаются им навыки самостоятельной работы.

Это естественно, так как многообразие целей, преследуемых преподаванием физики, в значительной мере предопределяет и формы организации занятий, которые, очевидно, должны быть гибкими и соответствовать целям, которые имеет в виду учитель на каждом данном этапе урока.

Вместе с тем, несмотря на то, что на одном и том же уроке учителем может разрешаться несколько задач, в подавляющем большинстве случаев учителем на каждом данном уроке разрешается та или иная *основная задача*, достаточно ясно выраженная. Этой основной задачей обуславливаются цель и содержание данного урока.

На таком уроке осуществление задач, *сопутствующих основной задаче*, по времени будет занимать меньше места, нежели осуществление основной задачи.

Основная задача урока может быть в большинстве случаев легко обнаружена, так как длительность урока, как правило, не дает возможности учителю разрешать несколько основных задач.

Заметим, что выдвинутая основная задача не предрешает еще *форм организации занятий*, которые при одной и той же преследуемой уроком цели могут быть различными.

Так, задача изучения нового материала может разрешаться учителем различными путями: или совместным с учащимися разбором нового материала, или постановкой лабораторной работы учащихся, или путем организации самостоятельной работы учащихся по учебнику, или, наконец, путем экскурсии.

Естественно, что в этом случае *формы организации занятий* учащихся на уроке будут *существенно различны*. Это различие в формах организации занятий по необходимости скажется и на *методах работы учителя физики*.

Для удобства исследования вопроса об организации урока физики и методики его проведения представляется целесообразным произвести некоторую типизацию¹ уроков, практически осуществляемых в нашей школе.

Типизация уроков физики может иметь большое практическое значение, ибо осуществление ее поможет учителю физики более четко разрешать на практике вопросы организации занятий, от чего в значительной степени зависят и конечные результаты работы учителя; рассмотрение же

¹ Этот термин использован в данном случае взамен термина «классификация» ввиду того, что предлагаемое распределение по группам не удается провести по одному признаку, что является непременным условием всякой научно построенной классификации. Таким образом «типизация» должна означать некое «первое приближение» к классификации, не отвечающее всем требованиям научной систематики, но достаточное для тех практических целей, которые ставит перед собою автор в данной работе.

вопросов методики проведения уроков может быть полезно преподавателям физики, испытывающим затруднения в применении общих положений методики физики в отдельных конкретных уроках, организационное построение которых весьма различно.

Опыт работы наших школ по физике дает возможность установить следующие основные типы уроков физики:

- 1) изучение нового материала, излагаемого учителем;¹
- 2) практическая работа учащихся;²
- 3) повторение и обобщение пройденного;
- 4) учет знаний и навыков учащихся;
- 5) подготовка, проведение или завершение экскурсии.

Приведенная типизация уроков физики обосновывается и оправдывается практикой работы наших школ по физике. Эта типизация может быть применена к большинству уроков физики, исключением явятся единичные уроки. Поясним это некоторыми соображениями.

Возможен такой урок, на котором изучение нового материала, словесно излагаемого учителем, сочетается с лабораторной работой учащихся. Допустим, что и та, и другая часть урока преследуют общую цель — изучение нового материала. Тогда формы организации занятий и методы работы учителя на этих частях урока будут различны, и в этом случае урок нельзя отнести к категории уроков одного какого-либо типа.

Так как элементы повторения, закрепления, учета знаний учащихся и другие имеют место в тех или иных

¹ Название, употребленное нами для урока этого типа, нуждается в оговорке. Строго говоря, оно не соответствует современному уроку физики, на котором разбирается, обсуждается и при участии учащихся разрешается тот или иной вопрос. Название это ведет свое начало от того периода в развитии школы, когда урок, действительно, характеризовался тем, что учитель излагал, а учащиеся слушали и тем самым изучали излагаемый материал. С другой стороны, в наше время в это выражение вкладывается другое, более широкое содержание, не исключающее активного участия и учащихся в разборе нового материала на уроке. Поэтому с такой оговоркой условимся считать такое выражение приемлемым и во всем последующем изложении, в то же время не считая эту терминологию единственно возможной.

² К практическим работам мы относим все те виды занятий (лабораторная работа учащихся, работа их с учебником, решение физических задач и др.), которые характеризуются одним общим признаком формы организации этих занятий — относительно большой самостоятельностью учащихся в работе (подробнее об уроках этого типа см. дальше, стр. 157).

размерах на очень многих уроках, вполне возможно сочетание элементов уроков нескольких типов на одном и том же уроке (что чаще всего не лишает этот урок основных черт, характерных для урока того или иного типа).

Подавляющее большинство практически ставящихся в школе уроков физики может быть полностью отнесено к урокам перечисленных выше типов.

Это дает возможность разрешать вопрос об организации и методике проведения уроков, объединяя их в группы уроков одного и того же типа.

Практически из перечисленных типов уроков наиболее часто имеет место первый из них, основная задача которого — изучение нового материала, излагаемого учителем.

Из уроков остальных типов наиболее часто ставятся уроки, отводимые под практические работы учащихся; из них наиболее распространены лабораторные работы и решение задач.

Повторение и обобщение пройденного, вообще говоря, ведется почти на каждом уроке, так что эта форма работы сливается с другими без выделения для нее особого времени. Целиком под повторение и обобщение пройденного отводятся отдельные уроки только эпизодически. То же самое надо сказать об учете знаний и навыков учащихся. Отдельные уроки с этой целью ставятся обычно по окончании более или менее крупных тем.

В связи с тем, что объекты экскурсий, как правило, удалены от школы, экскурсии проводятся во внеурочное время, на уроке же время используется для обсуждения планов и итогов экскурсий, которых на класс в среднем за год бывает одна-две.

УРОК, ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА КОТОРОГО—ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА, ИЗЛАГАЕМОГО УЧИТЕЛЕМ

1. Структура урока

В соответствии с целями преподавания физики урок должен обеспечить успешное изучение учениками систематического курса физики.

Правильное в методологическом отношении изложение материала должно обеспечить выработку у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения. Кроме того, урок физики должен прививать учащимся умения и навыки самостоятельной работы.

Решая вопрос об организации урока, необходимо учесть, что каждый данный урок является частью целого и не может рассматриваться вне связи с предыдущими и последующими уроками. Организация и методика проведения его должны обеспечить взаимосвязь между уроками, обеспечить непрерывность и систематичность разрешения задачи образования и воспитания учащихся на протяжении всей совокупности уроков, а не только на отдельных из них.

Опыт работы школ по физике позволяет остановиться на следующей структуре урока:

1) Проверка выполнения учащимися домашнего задания.

2) Проверка усвоения учениками предыдущего материала и подготовка их к разрешению следующей очередной проблемы.

3) Изучение нового материала, куда входят:

а) выдвижение очередной проблемы;

б) установление путей и способов разрешения поставленной проблемы;

- в) осуществление разрешения выдвинутой проблемы;
- г) анализ полученных результатов и обобщение их.
- 4) Проверка усвоения и закрепление нового материала.
- 5) Упражнения.
- 6) Домашнее задание.

Приведенная структура урока не должна рассматриваться как стандартная — она является примерной.

Во время урока элементы его естественно и логично переходят один в другой.

Время, отводимое на отдельные элементы урока, колеблется в широких пределах, в зависимости от особенностей аудитории и изучаемой темы. Отдельных элементов на отдельных уроках может и не быть.

Чем же вызывается необходимость устанавливать типы уроков и структуру их?

Необходимость эта вызвана тем, что довольно часто организация урока выпадает из поля зрения учителя физики, и многообразные цели, которые должен осуществлять преподаватель физики на уроке, часто сводятся только к одной — рассказу учителем нового материала. В результате — нет сознательного усвоения материала учениками; мало дается упражнений, вследствие чего плохо прививаются ученикам навыки самостоятельной работы; часто нет места для закрепления тут же на уроке пройденного; выпадает руководство учителем домашней работой учащихся.

Значение приведенной структуры урока состоит в том, что она может быть использована учителем физики в процессе подготовки его к уроку и поможет ему держать в поле внимания всю сумму задач, которые учитель должен разрешать систематически, из урока в урок.

2. Проверка выполнения учащимися домашнего задания

Как правило, очередной урок учителя заканчивается домашним заданием ученикам. Домашняя работа учеников является одной из основных (по времени и объему) форм их самостоятельной работы.

Поэтому мы считаем, что первым этапом урока является проверка выполнения учащимися домашнего задания, данного учителем на предыдущем уроке.

Нередко проверка учителем выполнения учащимися домашнего задания делается формально: нет проверки качества работы учащихся, не всегда ведется упорная систематическая проверка выполнения каждого задания, данного учителем; слабо проверяется степень усвоения учениками ранее пройденного материала. Отсюда — отсутствие систематической работы учащихся, работа их от случая к случаю, частое невыполнение заданий и, как следствие, пробелы в знаниях учащихся, слабые навыки.

Остановимся на том, как надо организовать проверку выполнения домашнего задания.

Домашнее задание по физике чаще всего состоит из углубленной проработки учениками по учебнику материала, рассмотренного на уроке, и упражнений в виде графиков, чертежей и решения задач.

Исполнение этой работы учениками и подлежит проверке учителем.

Сначала преподаватель, предложив ученикам раскрыть свои тетради, обходом по классу проверяет выполнение задания с внешней, формальной, если так можно выразиться, стороны: выполнены ли чертежи, графики, имеются ли записи решения задач и т. п. После этого преподаватель проверяет качество выполнения задания. Если все задачи решены всеми учащимися, он обычно ограничивается проверкой хода решения одной-двух из заданных задач, не производя решения задач на доске. С этой целью, напомнив учащимся условия задачи, учитель предлагает отдельным учащимся рассказать о ходе решения этой задачи. Вопросы ставятся всему классу, отвечают отдельные учащиеся. Если та или иная задача решена не всеми учащимися, решение ее проверяется вызовом ученика к доске. И в этом случае задача решается с привлечением внимания всего класса и с участием многих учащихся. Основательно разбираются места, вызвавшие затруднения. Тетради учащихся в это время должны быть открыты, так как основное не столько в математических выкладках, сколько в физической сущности задачи, в логике хода решения задачи, что у учащихся в записях не фигурирует явно.

В таком же плане производится проверка выполнения учениками упражнений: графиков, чертежей, схем и т. п.

После этого преподаватель проверяет усвоение учащимися теоретического материала, не затронутого в связи

с проверкой решения задач. Осуществляется оно или вызовом отдельных учащихся к доске (при участии и всех остальных учащихся) или опросом всего класса. В последнем случае вопрос ставится всему классу, отвечает с места один вызванный учителем ученик. Во время всей работы на уроке необходимо приучать учащихся связно излагать свою мысль, уметь пользоваться применяемыми в физике терминами. Осуществление этой задачи надо начинать с требования от учащихся *полного* ответа на поставленный учителем вопрос. Нельзя мириться с таким положением вещей, когда учитель, по сути дела, сам отвечает на поставленный им же вопрос, а ученик лишь вставляет одно-два слова в фразу, произносимую учителем. (Учитель: Тело, погруженное в жидкость, испытывает со стороны жидкости... что? — Ученик: Давление. Учитель: Откуда? — Ученик: Со всех сторон и т. д.)

Кроме такой формы опроса, надо практиковать и другую, при которой учащийся, отвечая на вопрос, дает краткий *рассказ* по той или иной теме. Такой прием надо применять начиная с VI класса. Естественно, рассказ ученика VI класса на первых порах будет весьма кратким, состоящим из двух-трех фраз, но существенно то, что этим самым ученику будет прививаться умение связно излагать материал, толково описывать то или иное физическое явление, правильно употреблять физические термины. Требования свои мы систематически повышаем по мере продвижения ученика к X классу.

На уроке рассматриваемого типа, в связи с ограниченностью времени, нет возможности широко применять разбираемый нами прием, но и отказываться от него целиком нельзя. Такую форму опроса мы используем и на уроках остальных названных нами типов, особенно на уроках повторения и обобщения пройденного, и на уроках, отводимых под учет знаний и навыков учащихся.

Во время опроса ученики держат учебники и тетради закрытыми.

Только после того, как преподаватель убедился, что домашнее задание выполнено учащимися вполне сознательно, материал понят и усвоен ими, можно двигаться вперед. Во всех случаях затруднений учеников учителю необходимо остановиться на этих вопросах и добиться полного понимания обязательного материала всеми учащимися.

Эта часть работы учителя, как показывает опыт, нередко вызывает большие затруднения. В самом деле, план урока учителем составлен, время распределено; между тем, выясняется, что учащиеся чего-то не поняли, не усвоили. Перед учителем возникает вопрос: как тут быть?

Мы считаем, что если отдельные ученики не усвоили материала потому, что не были на предыдущем уроке, то таким учащимся надо помочь разобраться в материале во внеурочное время, не задерживая из-за них всего класса. Но если хотя бы у небольшого количества учащихся имеются затруднения по вопросам, связанным с усвоением нового материала, намеченного учителем на данный урок, учитель обязан отказаться от объяснения нового по курсу, обязан разрешить с учащимися все неясности, все их затруднения. Это нам кажется бесспорным потому, что отсюда обычно начинается отставание отдельных учащихся, а также и потому, что неясности у учащихся могут быть следствием дефектов в организации и методике предыдущего урока. Эти дефекты надо учителю установить и постараться избежать их в дальнейшем.¹

Обычно указывается, что такая тщательная проверка выполнения учащимися домашнего задания отнимет столько времени, что на нее уходит весь урок или большая часть его, и на изучение нового материала времени остается слишком мало. Здесь кроется очевидное недоразумение, в котором необходимо разобраться. Указанная выше тщательная проверка домашнего задания вначале действительно занимает много времени, главным образом, потому, что навыки учащихся в работе по физике невелики и домашнее задание выполняется неудовлетворительно. Поэтому вначале иногда приходится на проверку задания тратить львиную долю урока, а в отдельных случаях — и почти весь урок целиком. Но если учитель физики правильно в методическом отношении ведет свои уроки, навыки учащихся будут непрерывно расти и крепнуть, а, в связи с этим, время на проверку задания будет резко

¹ Только в том случае, если затруднения возникают у очень небольшого числа учащихся по вопросам второстепенным, не связанным с темой предстоящего урока, а с другой стороны, если учитель крайне ограничен временем и потому не в состоянии разрешить затруднения отдельных учащихся с помощью класса, в виде исключения, можно отложить разговор с этими учащимися на время после урока.

снижаться, приближаясь к некоторому минимуму. При правильной дозировке задания, при наличии у учащихся навыков самостоятельной работы на проверку задания не будет уходить много времени. В среднем на это уходит около 10 минут.

Систематически, из урока в урок, тщательная проверка выполнения домашнего задания способствует закреплению навыков учащихся и неизбежно побуждает их к систематической же работе дома. Класс начинает хорошо и ровно работать. В этих условиях задача проверки работы учащихся значительно облегчается, но этих условий указанными мерами надо учителю добиться.

Тщательная проверка выполнения учащимися домашнего задания должна производиться во всех классах, начиная с VI. Снижение контроля за домашней работой учащихся, как показывает опыт работы школы, влечет за собой нарушение систематичности работы отдельных учащихся, у которых в связи с этим появляются пробелы в знаниях и навыках. Эти учащиеся, все больше и больше отставая от класса, создают ту категорию неуспевающих учеников, которая питает второгодничество. В результате борьба с неуспеваемостью становится делом чрезвычайно трудным, а в случаях наибольшей запущенности в знаниях просто безрезультатным.

Поэтому если и возможны некоторые отступления от указанной схемы проверки выполнения учащимися домашнего задания (отказ от беглого просмотра записей в тетрадях, сокращение опроса), то, как нам кажется, они должны применяться в тех случаях, когда преподаватель убежден и неоднократно проверил на опыте, что учащиеся, по тем или иным причинам не подготовившие целиком или частично домашнего задания, безусловно заявят об этом в самом начале урока.

Необходимо упорством и настойчивостью, вызывая живой интерес учащихся ко всем видам их работы, создавать у учащихся чувство ответственности, добиваясь именно такого положения вещей, что в значительной степени упростит технику проверки и сократит время, нужное для нее.

Все данные текущего учета знаний и навыков учащихся заносятся преподавателем в журнал. Нам кажется существенным, чтобы учащиеся знали выставляемые им отметки и представляли себе, какими соображениями учителя они обоснованы. Учитель четко указывает, какие требо-

вания он предъявляет учащимся в отношении их работы, знаний и навыков. Ученики, со своей стороны, должны совершенно ясно представлять себе, как они должны работать, чтобы эти требования были ими выполнены. Тогда справедливость и объективность выставленной учителем отметки для них будут очевидны. Четкость учителя в этом отношении вызовет четкость и в работе учащихся.

3. Проверка усвоения учащимися предыдущего материала и подготовка их к разрешению следующей очередной проблемы

Мы уже указывали, что отдельные этапы урока не могут и не должны быть резко разграничены, что между ними существует естественная и логическая связь. Она особенно велика между 1-м и 2-м элементами урока. Часть проверки выполнения учениками домашнего задания составляет проверка усвоения учениками материала предыдущего урока. Эту проверку надо использовать для подготовки изучения новой темы, намеченной на данный урок. С этой целью опрос учащихся по материалу предыдущего урока ведется так, что в нем используются все моменты, нужные для последующего развития темы или для изучения новой темы. Эта подготовка необходима для обеспечения активного участия класса в разработке нового материала.

Приведем пример из работы с X классом. На уроке должен рассматриваться закон Ома для полной цепи. На предыдущем уроке рассмотрено последовательное включение в цепь приемников тока. Производя опрос учащихся по этой теме, надо основательно акцентировать распределение потерь напряжения между включенными последовательно приемниками. Это обстоятельство учитель в дальнейшем использует для сознательного усвоения учащимися целого ряда вопросов, как, например, распределение потерь напряжения между внешней и внутренней цепями, э. д. с. и напряжение на полюсах замкнутого источника тока, принцип устройства и действия вольтметра.

Учителям физики хорошо известны те затруднения, нередко и путаница, которые возникают у учащихся в области этих вопросов. Эти «подводные камни» нужно и можно учителю заранее учесть.

Если изучение на данном уроке новой темы связано с материалом не предыдущего урока, а с материалом, изученным раньше, он должен быть включен в домашнее задание к данному уроку и знания учащихся по нему также должны быть проверены учителем.

Если опрос по пройденному материалу охватывает не только элементы, нужные для прохождения новой темы, но и ряд других, мы прибегаем к подведению итогов опроса, выделяя системой вопросов все те положения из пройденного, которые необходимы для изучения нового материала.

4. Изучение нового материала

Выдвижение очередной проблемы

Подготовив базу для изучения нового материала, преподаватель с помощью учащихся выдвигает новую очередную проблему, подлежащую разрешению.¹ Роль учащихся в постановке новой проблемы чаще всего будет не очень велика, но привлечь их к этому, в меру возможного, необходимо. Доля учащихся в этой части работы колеблется в очень больших размерах, в зависимости от характера темы, возраста и подготовки учащихся. Она, естественно, растет от младших классов к старшим.

Сошлемся на пример работы с учениками IX класса, в котором доля участия их в выдвижении новой проблемы относительно велика.

Преподаватель должен перейти к изучению закона Бойля-Мариотта — Гей-Люссака. На предыдущих уроках усвоены законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака. В процессе подготовки базы для новой темы преподаватель ответами учащихся на вопросы выяснил, что первый из законов устанавливает зависимость объема данной массы газа, находящегося при постоянной температуре, от давления и что второй закон устанавливает зависимость объема данной массы газа, находящегося при постоянном давлении, от температуры. Легко видеть, что возникновение новой проблемы — изучение зависимости объема данной массы газа и от давления, и от температуры, — если эти

¹ Обоснование этого, а также и последующих этапов дано в главе I, в разделе «Активизация работы учащихся в классе».

факторы изменяются одновременно, настолько очевидно и логично вытекает из предыдущих, что легко может быть установлено самими учащимися в форме ответа на вопрос учителя.

Выдвинутая задача формулируется, дается название темы занятия.

По поводу названия выдвигаемой новой темы в среде методистов существуют разные точки зрения. Одна из них сводится к тому, что название новой темы дается лишь в том случае, если оно вскрывает для учащихся содержание предстоящей работы. Например, в VI классе пройдены темы «Передача давления в жидкости», «Давление внутри жидкости», «Давление жидкости на дно и стенки сосуда» и необходимо перейти к следующей теме. В соответствии с рассматриваемой точкой зрения эту следующую тему следует назвать так: «Давление жидкости на погруженное в нее тело», заголовок же «Закон Архимеда», который ничего еще не говорит учащимся, давать не следует.

Эти соображения нам кажутся крайне существенными. Во всех возможных случаях необходимо давать теме такое название, которое удовлетворяет приведенному выше требованию. Если такое название дать нельзя или оно окажется искусственным или очень громоздким, то вряд ли целесообразно из-за этого совершенно отказываться от названия. Для иллюстрации используем приведенный уже пример из курса X класса. Нужно проходить закон Ома для полной цепи. Подобрать название темы, достаточно краткое и удовлетворяющее целиком указанному требованию, трудно. В данном случае название «распределение потерь напряжения между внешней и внутренней цепями» искусственно и громоздко, включать в название темы термин «электродвижущая сила» нельзя, так как он неизвестен учащимся; название «зависимость силы тока в цепи от свойств источника тока и внешней цепи» очень громоздко. Отказаться вовсе от заголовка нецелесообразно, так как тогда записи учащихся в тетрадях будут крайне бесформенны и ими будет трудно пользоваться при работе дома, при повторении, при наведении справок. Введение в тетрадях названия закона после его установления — паллиатив, так как название появится после того, как закон установлен, а все остальные положения, схемы, данные опыта будут впереди. Найти начало темы в таких условиях трудно. Поэтому в разбираемом нами случае следует

указать учащимся, что разрешение выдвинутой задачи приведет нас к закону, установленному ученым Омом, и выдвинуть название темы: «Закон Ома для полной цепи».

Возможно и другое решение вопроса. В тех случаях, когда заглавие, понятное для учащихся, подобрать не удастся, мы предлагаем им оставить место для названия темы; заглавие вписывается потом, когда содержание урока для учащихся уже вполне выяснилось.

Установление путей и способов разрешения поставленной проблемы

Устанавливаем вместе с учащимися пути и способы разрешения той задачи, которая возникла перед классом и учителем.

Участие учащихся в создании плана работы очень различно, что определяется характером темы, особенностями класса.

Остановимся на трех, основных вариантах его.

1. Продолжим приведенный выше пример из работы учителя в IX классе. Тема «Закон Бойля-Мариотта — Гей-Люссака». Надо наметить план. Работа в этом направлении может идти таким путем.

Преподаватель сообщает учащимся, что для установления зависимости между объемом данной массы газа, его давлением и температурой, необходимо решить физическую задачу на определение объема какого-либо газа, переведенного из одних условий давления и температуры в другие, причем известны первоначальный объем газа, его температура и давление, а также конечные давление и температура. Надо определить объем этого газа в новых условиях.

Вопрос. Много ли можно предложить задач такого рода?

Ответ. Сколько угодно.

Вопрос. Целесообразно ли решать такую задачу, имея дело с численными значениями величин?

Ответ. Нет, так как ход решения всех подобного рода задач будет одинаковый, различие будет лишь в численных значениях величин. Целесообразнее решать такую задачу, пользуясь буквенными обозначениями величин.

Вопрос. Чего мы вправе ожидать в результате такого решения задачи?

Ответ. Формулы, дающей зависимость объема газа от его давления и температуры.

Вопрос. Как же найти новый объем газа, если одновременно изменяются и давление, и температура?

Ответ. Надо предположить, что эти изменения происходят не одновременно, а раздельно, например, сначала происходит изменение состояния газа при постоянной температуре, а затем при постоянном давлении.

Вопрос. Каков же тогда ход решения задачи?

Ответ. Найдем сначала объем газа, если изменится только давление. Для этого надо применить закон Бойля-Мариотта. Затем найдем конечный объем газа, если изменится температура, для чего применяем закон Гей-Люссака.

Вопрос. Каков же план нашей работы?

Ответ. Наметим задачу и решим ее, пользуясь буквенными обозначениями и применяя последовательно законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака.

Приведенная система вопросов и ответов, разумеется, примерная. На отдельные вопросы учащиеся могут не дать сразу нужного ответа. Тогда необходима помощь учителя в форме дополнительных вопросов. Приведенный пример касается вывода закона и его формулы, в других случаях намечаемые пути разрешения проблемы могут быть иными.

2. Особый интерес представляют такие случаи, когда содержание планируемой темы позволяет выдвинуть ту или иную *рабочую гипотезу*, проверяемую дальше посредством соответствующего эксперимента. В таких случаях преподаватель вместе с учащимися идет следующим путем:

1) На основании уже известного учащимся и только что возобновленного в их памяти материала выдвигается рабочая гипотеза, намечается *логически-ожидаемое решение* вопроса.

2) Планируется эксперимент как *проверка выдвинутого предположения*.¹

Таких тем, планирование работы по которым может идти только что указанным путем, в курсе физики средней школы довольно много. Для иллюстрации приведем один пример:

VI и VIII классы. Закон Архимеда. Наличие давления внутри жидкости и способ подсчета его учащимся известны. Имеется представление о зависимости давления жидкости от глубины.

Пользуясь чертежом, останавливаемся на примере погружения в жидкость какого-либо твердого тонущего тела, проще всего — кубической формы.

¹ Этот большой ценности путь исследования, мало еще распространенный в школе, обоснованно настойчиво рекомендуется проф. М. Ю. Пиотровским.

Кратко, в самых общих чертах, без каких-либо расчетов, устанавливаем наличие избыточного давления на тело, направленного снизу вверх. Вводим предположение о том, что при погружении тела в жидкость мы должны обнаружить кажущуюся потерю в весе его по сравнению с весом тела в воздухе. Введя, таким образом, пока еще только рабочую гипотезу, устанавливаем путь опытной проверки ее, именно: надо взвесить твердое тело в воздухе, взвесить это же тело в жидкости и по полученным результатам судить о правильности выдвинутого нами предположения (если преподаватель в соответствии с намеченным им планом не предполагает сразу же производить взвешивание тела, а имеет в виду сначала тарирование его, то от этого сущность намечаемой опытной проверки выдвинутого предположения не изменится).

Таким путем может намечаться разработка многих вопросов курса физики, особенно в VIII, IX, X классах. Но они имеются и в младших классах, например, в VI: измерение объема твердых тел с помощью мензурки (рабочая гипотеза: твердое тело, погруженное в жидкость, вытеснит жидкость в объеме, равном объему тела); атмосферное давление (рабочая гипотеза: атмосферный воздух, благодаря своему весу, производит давление на все тела). В VII классе: закон Ома для участка цепи (рабочая гипотеза: сила тока, видимо, должна зависеть от напряжения на концах проводника и от сопротивления проводника); закон Джоуля-Ленца (рабочая гипотеза: количество выделяющейся в проводнике теплоты, вероятно, зависит от силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока); индукция тока магнитом (рабочая гипотеза: если проводник с током движется в магнитном поле, то можно предполагать, что при движении в магнитном поле проводника в нем появится электрический ток); сложение спектральных лучей в белый свет и ряд других.

Определение таких тем в старших классах для преподавателя физики не представит особых затруднений. Ценность такого приема состоит в том, что он приближает учащихся к пути обычного современного научного исследования.

3. Приведенные выше примеры планирования программных тем характеризуются наличием рабочей гипотезы, проверяемой затем опытным путем. Состояние развития и уровня знаний учащихся не всегда позволяет нам выдвигать ту или иную рабочую гипотезу при планировании темы, рассмотрение которой сопровождается экспериментом. Поясним эту мысль на следующем примере: в VII классе после рассмотрения явления Эрстеда выдвинута

очередная проблема: изучение магнитного поля тока. При намечении путей разрешения этой проблемы не представляется целесообразным выдвигать ту или иную рабочую гипотезу *о характере* этого поля (в данном случае гипотеза должна была быть именно такой, так как весьма общее предположение о существовании вокруг провода с током магнитного поля уже проверено на предыдущем уроке, на котором рассмотрено явление Эрстеда). Не выдвигая того или иного предположения об ожидаемом характере магнитного поля, мы вместе с учащимися планируем эксперимент, имея в виду, что результаты его дадут нам ответы на возникшие у нас вопросы.

В заключение заметим, что не следует пытаться разработать детальный план. Это невозможно по недостатку времени и не является необходимым. Нужно наметить основные вехи в предстоящей работе, добиться того, чтобы учащиеся видели перспективу в осуществлении поставленной задачи, чтобы они представляли себе цель и, в общих чертах, ход того или иного эксперимента. Вопросы же, связанные с деталями, с техникой дела, в частности, с техникой того или иного эксперимента, устанавливаются позже, на следующем этапе урока, к которому и можно теперь перейти.

Осуществление разрешения выдвинутой проблемы

Разрешение выдвинутой основной проблемы может идти самыми разнообразными путями, с применением учителем самых разнообразных методов. Подробное освещение этого вопроса связано с изложением методики всего курса физики в средней школе. Эта задача осуществляется современной методической литературой по физике. Упомянутые в начале настоящей работы книги П. А. З н а м е н с к о г о, Е. Н. Г о р я ч к и н а и другие содержат методические анализы отделов курса физики и отдельных тем его. Там же и в других уже упомянутых нами книгах содержатся указания на технику и методику классного эксперимента. В этих книгах преподаватель физики найдет ценные указания применительно к изложению нового материала.

Основные недочеты, встречающиеся в работе учителей физики на данном этапе урока:

1. Довольно часто отсутствуют четкий план в изложении нового материала и нужная последовательность,

не подчеркивается основная мысль, не выделяется главное.

2. Недостаточно акцентируется физическая сущность рассматриваемого явления. Иногда за математическими формулами исчезает для учащихся физический смысл явления. Например, в X классе изучен закон Ома для полной цепи; учащиеся этого класса, правильно представляя себе, что формула есть способ выражения функциональной зависимости величин, автоматически распространяют это представление на формулу $E = I (R + r)$, делая вывод (не исправленный учителем), суть которого в том, что э. д. с. источника тока есть функция силы тока и полного сопротивления цепи (!).

3. Не всегда используется новый изучаемый материал для формирования у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения.

4. Уроки по физике часто недостаточно наглядны. Классный эксперимент ставится реже, чем это нужно, осуществление его подчас методически неправильно. Результаты эксперимента неполно используются.

5. Чертежи, рисунки, схемы и графики, выполняемые учащимися, а часто и учителями физики, не удовлетворяют научным, педагогическим и техническим требованиям.

6. При изучении нового материала недостаточно вовлекается в работу весь класс.

7. Наконец, что особенно существенно отметить, изложение нового материала мало используется учителем физики для привития ученикам навыков самостоятельной работы, для подготовки учащихся к практической деятельности.

Одним из основных средств к изжитию указанных недостатков может служить тщательная подготовка учителя физики к уроку, в результате которой должен быть составлен подробный рабочий план. Этот план после каждого урока подвергается учителем критической оценке. В процессе разработки плана этой части урока могут быть использованы идеи, изложенные в существующей методической литературе, и те основные соображения по вопросам методики преподавания физики, которые приведены в I главе настоящей работы.

Конкретный пример осуществления рассматриваемого этапа урока преподаватель физики найдет ниже, в конспекте уроков по теме VII класса «Передача электрической энергии».

В результате изучения нового материала мы приходим к определенному заключению. Указываем учащимся, что наше заключение подтверждается рядом научных исследований и рядом фактов из различных областей практики; приводим соответствующие примеры. Обобщая заключения, приходим к известному общему выводу, правилу или закону. Даем их формулировку. Если название правила или закона связано с именем того или иного ученого, даем о нем краткую историческую справку. Производим возможный анализ полученного вывода, закона. Насколько это возможно в средней школе, указываем на области применения полученного вывода в науке и технике и степень точности его. В заключение устанавливаем место полученного вывода, его взаимоотношения с той суммой знаний, которые учащиеся уже получили до данного урока.

Объем материала, даваемого учителем по этим вопросам, зависит и от характера изученной темы, и от возраста и развития учащихся. Приведем два примера.

В IX классе (тема урока — «Закон Бойля-Мариотта — Гей-Люссака») в результате решения выдвинутой задачи преподаватель с учениками получил следующее уравнение:

$$V_0 p_0 = \frac{V p}{1 + \alpha t} = \frac{V_1 p_1}{1 + \alpha t_1} = \text{const.}$$

Схема заключительной части этого этапа урока нам представляется в следующем виде.

1. Сообщаем учащимся, что опытные данные дают результаты, очень близкие к полученным нами путем теоретических рассуждений: произведение объема газа на его давление, деленное на бином объемного расширения, оказывается численно равным произведению объема той же массы газа, взятого в новых условиях, на его давление, деленному на бином объемного расширения. В связи с некоторым расхождением опытных данных с теоретически полученным результатом, ссылаемся на известные уже учащимся представления об идеальном и реальном газах.

2. Приходим к заключению, что установленное нами положение применимо к различным газам. Сообщаем учащимся, что полученный нами вывод, являющийся обобщением двух уже известных учащимся законов, носит

название закона Бойля-Мариотта — Гей-Люссака (исторические справки по поводу работ этих ученых даны раньше). С помощью учащихся даем известную формулировку закона.

3. Обычно сами учащиеся обращают внимание на кажущееся противоречие между только что сформулированным законом и написанным уравнением: произведение $V_0 p_0$ не делится на бином расширения. Если учащимся это обстоятельство не бросается в глаза, следует на нем остановить их внимание и разъяснить это кажущееся противоречие обычным способом (выражение $\frac{V_0 p_0}{1 + \alpha t_0}$ применено к газу, находящемуся при нормальных условиях и, следовательно, имеющему температуру в 0°C ; при этих условиях бином расширения $1 + \alpha t_0$ обращается в единицу).

При изучении закона Бойля-Мариотта было установлено, что произведение Vp есть величина, постоянная для данной массы газа при $t = \text{const}$. Тогда же следовало указать, что численное значение Vp зависит от массы газа, от рода взятого газа и от того, какими единицами измеряются объем и давление. Применительно к полученному уравнению указываем, что в более общем случае, когда и температура является величиной переменной, постоянное значение сохраняет уже не произведение Vp , а частное от деления этого произведения на бином расширения. Опыт показывает, что сами учащиеся легко приходят к выводу,

что численное значение $\frac{Vp}{1 + \alpha t}$ зависит от тех же факторов — от рода газа, от его количества и от выбора единиц. Обратив на это внимание учащихся необходимо для того, чтобы подготовить учащихся к углубленному изучению этого вопроса в вузе (выяснения физического значения газовой постоянной и вычисления ее), а также подготовить почву для практического применения учащимися этого уравнения при решении задач.

4. Далее указываем, что полученное уравнение устанавливает зависимость между объемом, давлением и температурой данной массы газа. Поэтому выведенное уравнение называют уравнением газового состояния.

Пользуясь этим уравнением, можно найти любую величину, входящую в него, при условии, что остальные величины известны: в частности, можно найти объем газа

В нормальных условиях, если известны его объем, давление и температура в условиях, отличных от нормальных. В этих случаях целесообразно брать уравнение в таком виде:

$$V_0 p_0 = \frac{V p}{1 + \alpha t}.$$

Такую операцию называют приведением газа к нормальным условиям. К ней прибегают во всех случаях, когда необходимо произвести сравнение объемов газов. Естественно, что такое сравнение можно произвести лишь в том случае, если газы взяты в одинаковых условиях. В качестве таковых обычно берутся нормальные условия. К приведению газа к нормальным условиям, между прочим, прибегают при сравнении объемов различных газов, выделяющихся при электролизе.

Применяя это уравнение к газу, находящемуся в условиях, отличных от нормальных, целесообразно брать уравнение в таком виде:

$$\frac{V p}{1 + \alpha t} = \frac{V_1 p_1}{1 + \alpha t_1}.$$

5. В заключение указываем учащимся, что, строго говоря, изученный нами закон имеет в виду идеальный газ, но его можно применять и к реальным газам, находящимся при условиях, близких к нормальным. В других случаях при значительных давлениях в уравнение вводятся поправки, о которых учащиеся узнают в дальнейшем.

В отдельных случаях эта часть урока—анализ полученных результатов и обобщение их — по объему и по времени, отводимому на нее, может оказаться весьма большой, требующей подчас времени больше, нежели установление самого вывода, правила или закона. Это определяется характером изученного материала. В качестве второй иллюстрации к этой части урока продолжим развитие примера, уже прежде взятого из работы учителя в X классе.

На уроке рассмотрен закон Ома для полной цепи: введено понятие об э. д. с. Нам кажется, что если в средней школе и не следует для определения э. д. с. прибегать к сторонней энергии, то, во всяком случае, не следует определять э. д. с. как разность потенциалов на полюсах

разомкнутого источника тока; в таком случае э. д. с. следует определять как величину, измеряемую упомянутой разностью. Установлен закон, он сформулирован, дана его формула:

$$I = \frac{E}{R + r}.$$

Рассмотрим схематично следующий элемент урока — анализ полученных результатов и обобщение их.

1. Решив приведенное уравнение относительно E , устанавливаем, что э. д. с. численно равна сумме потерь напряжений во внешней и внутренней цепях.

2. Останавливаемся на вопросе распределения потерь напряжения между внешней и внутренней цепями при различных сопротивлениях внешней цепи, прибегая к численному примеру. Примеры есть в учебнике (И. И. Соколов. Курс физики, ч. 3, Учпедгиз, 1950, стр. 62). Следует избегать брать в качестве примера только численные значения величин, не связывая их с конкретными вещами. Надо, насколько возможно, конкретизировать задачу, вместе с тем, беря ее максимально простой, так как речь идет лишь об иллюстрации к вопросу. Например, элемент Лекланше, имеющий э. д. с. = 1,4 в и внутреннее сопротивление 0,5 ом, замкнут на электрический звонок, сопротивление которого 1,5 ом. Определить напряжение на внутренней и внешней цепях.

Сообщаем, что вольтметр, присоединенный к полюсам разомкнутого источника тока, дает э. д. с.; вольтметр, присоединенный к полюсам замкнутого источника тока, дает напряжение на внешней цепи. Далее демонстрируем уменьшение напряжения, показываемого вольтметром, присоединенным к полюсам того или иного разомкнутого источника тока, при замыкании его на внешнюю цепь. Для этого очень удобно пользоваться в качестве источника тока динамомашинной (если она имеется в кабинете), а в качестве нагрузки — ламповым реостатом. Пускаем динамо. Внешняя цепь разомкнута, вольтметр показывает, положим, 100 в. Включаем нагрузку — напряжение падает на некоторое число вольт. Увеличиваем сопротивление внешней цепи, вывинчивая из реостата некоторое число ламп — обнаруживаем увеличение напряжения, все же остающееся меньшим э. д. с. Если есть опасения, что

изменения сопротивления путем вывинчивания ламп, соединенных в реостате параллельно, могут быть не осознаны учащимися, следует прибегнуть к нагрузке в виде одной лампы (возможно большей мощности, значит, возможно меньшего сопротивления), а затем к двум, соединенным последовательно. В этом случае несколько больше затруднений возникнет в подборе вольтметра, достаточно чувствительного и с пригодной для этих целей шкалой.

Если динамо в кабинете физики не имеется, эту же демонстрацию можно осуществить, воспользовавшись гальваническим элементом (аккумулятор мало пригоден вследствие очень малого внутреннего сопротивления), а в качестве нагрузки — реостатом со скользящим контактом или магазином сопротивлений; вольтметр в этом случае нужен со шкалой, дающей доли вольта.

3. Опираясь на предыдущее, приходим к выводу, что э. д. с. больше напряжения на полюсах замкнутого источника тока на величину, равную потере напряжения во внутренней цепи.

4. Объясняем сделанное учащимся на одном из предыдущих уроков указание на то, что вольтметр — прибор с большим сопротивлением, имеющий сопротивление настолько большое по сравнению с внутренним сопротивлением источника тока, что, в случае присоединения вольтметра к полюсам разомкнутого источника тока потерю напряжения на внешней цепи, которой в данном случае является цепь вольтметра, можно рассматривать как э. д. с., пренебрегая потерей напряжения внутри источника тока, очень небольшой вследствие малого внутреннего сопротивления его по сравнению с сопротивлением вольтметра.

5. Затем сообщаем о том, что э. д. с. источников тока зависит от свойств самого источника тока, в частности, э. д. с. гальванических элементов зависит от рода веществ электродов и электролита, а не от размеров элемента. Попутно отметим, что введение самого общего представления о сторонней энергии дало бы возможность легко обосновать эти соображения.

Останавливаемся на соображениях, непосредственно связанных с рассмотренным законом. Устанавливаем влияние размеров элемента (электродов, а для аккумулятора — и числа пластин) на внутреннее сопротивление источника тока, на полное сопротивление цепи при неизменном внеш-

нем сопротивлении, значит, и на силу тока, наконец, на распределение потерь напряжения между внешней и внутренней цепями. Отсюда учащимся станет ясно значение размеров гальванического элемента или аккумулятора.

6. Дальше представляется существенным согласовать сообщенное о напряжении и э. д. с. с энергетическими представлениями, связанными с понятием о потенциале.

Напряжение (разность потенциалов двух каких-либо точек цепи) численно равно работе электрических сил по перемещению единицы количества электричества из одной точки в другую (это должно быть хорошо известно учащимся из электростатики). Отсюда, применяя практическую систему единиц, получаем, что напряжение в вольтах на внешней цепи определяет работу в джоулях электрических сил по перемещению одного кулона электричества во внешней цепи. С другой стороны, напряжение на внутренней цепи определяет работу в джоулях по перемещению одного кулона электричества во внутренней цепи. Таким образом э. д. с. определяет работу в джоулях электрических сил по перемещению одного кулона электричества во внешней и внутренней цепи.

7. Нет необходимости подробно указывать учащимся на громадное значение рассмотренного закона в электротехнике, но следует привести краткие, понятные учащимся справки, подтверждающие это: расчет обмоток якорей динамомашин, расчет проводов на потерю напряжения, т. е. определение сечения провода, исходя из допускаемой потери напряжения. Тут, может быть, учителю будет полезно напомнить учащимся о том, что практически после расчета провода на потерю напряжения сечение его проверяется на безопасность от нагревания.

8. В заключение останавливаемся на связи нового изученного материала с предыдущим: с законом Ома для участка цепи, с вопросом о падении потенциала в цепи, с распределением потерь напряжения в полной цепи.

Если у учащихся возникнет вопрос о том, почему вольтметр, по своему устройству измеряющий силу тока, показывает напряжение, то по необходимости учителю придется кратко сказать о градуировке вольтметра. (Зная сопротивление вольтметра и силу тока, пропускаемого через него при градуировке, можно по закону Ома для участка цепи вычислить напряжение на зажимах вольтметра.) Более

подробное освещение этого вопроса предусмотрено программой позже в теме «Магнитное поле».

Такой подробный анализ закона Ома оправдывается большим значением полученных результатов для сознательного усвоения его учениками и для подготовки их к решению задач практического характера.

Анализ полученного вывода, ссылка на значение его в науке и технике являются логическим завершением всей предыдущей работы на уроке.

Большинство выводов может быть сделано самими учащимися при условии, что преподаватель руководит их рассуждениями, направляя их к нужной цели.

Справки и дополнения научного и технического характера даются учителем.

5. Проверка усвоения и закрепления нового материала

В соответствии с современным состоянием физики круг знаний, которым должны обладать учащиеся, довольно велик. Параллельно с ростом развития учащихся из года в год растет и сложность изучаемого курса физики. Поэтому овладение знаниями из области этой науки требует от учащихся определенного постоянного напряжения. Оно усиливается тем обстоятельством, что за острым недостатком времени материал по физике изучается в весьма быстром темпе. Домашняя работа учащихся часто не ведется ими в достаточно большом размере, да и по самому своему характеру (отсутствию непосредственного руководства со стороны учителя) она не заменяет работы на уроке, а лишь дополняет ее.

Отсюда ясны те требования, которые предъявляются нами к той части урока, к рассмотрению которой мы перешли. На этом этапе урока необходимо проверить, насколько рассмотренный материал понят и усвоен учащимися, и закрепить знания, полученные учащимися на данном уроке.

Эта часть урока обычно осуществляется в таком плане: очень кратко восстанавливается ход работы на уроке, выделяются основные положения, степень же усвоения их проверяется беглым опросом учащихся.

Без такой проверки нельзя быть уверенным в том, что учащиеся разобрались в рассмотренном вопросе. Сами учащиеся вряд ли в состоянии представить себе, что для

них менее ясно, что нужно подвергнуть проверке. Опыт показывает, что когда учащиеся слушают учителя, им кажется все достаточно ясным и понятным, проверка же обнаруживает иное. Вряд ли есть необходимость доказывать, что очень распространенный способ проверки усвоения в форме вопроса, обращенного к классу, «Все поняли?», не ведет к желаемой цели.

Практически одновременно с проверкой усвоения осуществляется и закрепление нового изученного материала в памяти учащихся. Основной вывод, правило или закон повторяются, формулировка их, даваемая учащимися, отшлифовывается. Объем этой части урока очень незначителен и сводится на практике к небольшому числу вопросов, но значение этой части урока, систематически осуществляемой учителем, очень велико: в нем — один из основных моментов борьбы за устойчивые, осознанные знания учащихся.

В процессе проверки усвоения и закрепления в памяти изученного материала особенно существенно обратить внимание на более слабых учащихся, по отношению к которым особенно необходимы как проверка усвоения ими материала, так и закрепление его в их памяти.

6. Упражнения

Как уже указывалось, изучение нового материала по физике сопровождается привитием учащимся некоторых умений и навыков (чертежи, рисунки, схемы, графики, применение установленных на уроке общих физических закономерностей к частным случаям).

Эти навыки необходимо на уроке закрепить путем упражнений.

Указания на содержание и методику упражнений учащихся на уроке даны нами в главе I.

Кратко остановимся на решении задач, имея в виду организацию этого вида упражнений.

Так как одна из целей, преследуемых решением задач, — привитие ученикам соответствующих навыков, учитель привлекает к решению задачи весь класс, непрерывно руководя его работой. Преподаватель в организации работы может идти различными путями. Так, например, класс может решать задачу «синхронно» с учеником, вызванным

к доске. С этой целью преподаватель предлагает учащимся решать задачу постепенно, по частям, не забегая вперед. Решение задачи проводится в плане, нами уже указанном (стр. 38). Каждый этап задачи предварительно разбирается при участии класса. Запись каждого этапа решения задачи учеником на доске, а остальными учениками — в тетрадях производится только после того, как классом выбрано то или иное решение данного частного вопроса задачи.

Этот путь, как и всякий другой, имеет и свои достоинства, и свои недостатки. Достоинство его в том, что если удастся осуществить нормальный ход работы, преподаватель получает возможность действительно руководить работой всего класса, недостатки же заключаются в трудностях сохранения «синхронизма» и в опасности механического списывания с доски отдельными учащимися. Возможен и другой путь. Первые задачи по данному разделу решает преподаватель сам, но все, что он пишет на доске, предварительно сформулировано учащимися (по наводящим вопросам). Учащиеся никаких записей при этом не делают. В дальнейшем задачи того же типа решаются учащимися в тетрадях. Преподаватель, обходя класс, проверяет работу учащихся и помогает им. Разумеется, что по мере развития навыков учащихся, самостоятельность их будет расти, а помощь со стороны учителя постепенно уменьшаться. В последующем большинство их сможет решать задачи самостоятельно.

Такая кропотливая работа в области решения задач вначале отнимает много времени, но, во-первых, без такой «черновой» работы трудно найти другие пути для привития навыков в решении задач, во-вторых, довольно скоро время, отводимое на решение задач в классе, будет резко уменьшено. Опыт работы показывает, что в конечном счете такой путь — один из наиболее экономичных по времени.

В заключение заметим, что упражнения, являющиеся лишь элементами урока, основная цель которого — изучение нового материала, по времени, естественно, не будут длительны. Они являются начальной стадией в подготовке учащихся к самостоятельной работе. Как уже указывалось, для осуществления самостоятельной работы учащихся в более широких по времени и по содержанию размерах под нее отводятся отдельные уроки целиком.

7. Домашнее задание

Надо считать естественным и логичным завершение урока предложением учащимся домашнего задания.

Этот этап урока должен удовлетворять тем требованиям, которые указаны в главе I. Останавливаться на них мы не будем, а ограничимся лишь замечаниями организационного характера.

В такой же мере, в какой домашняя работа учащихся является естественным и логичным продолжением их работы в классе, дача домашнего задания должна быть естественной, логичной и органической частью урока.

Урок должен быть так спланирован преподавателем во времени, чтобы предложение домашнего задания не делалось под звонок об окончании урока (или даже после звонка, как это довольно часто делается), ибо в этих условиях говорить об индивидуализации задания, о сопровождении его указаниями на то, как учащимся выполнить задание, вообще, говорить о руководстве учителем домашней работой учащихся, разумеется, нельзя.

В связи со значением, какое имеет домашняя работа учащихся, и для экономии времени, нужного на самый процесс задавания на дом, необходимо, чтобы и содержание домашнего задания, и сопровождающие его указания учащимся были тщательно обдуманы преподавателем во время подготовки его к данному уроку. Домашнее задание должно быть четко и кратко сформулировано, чтобы оно легко могло быть записано учащимися в дневники.

Задавание учащимся на дом отнимает вначале относительно много времени. Нужно и в этом случае, со всей настойчивостью подчеркнуть, что, во-первых, иной путь привития ученикам нужных навыков указать трудно, во-вторых, по мере укрепления и расширения навыков учащихся, время, нужное для задавания на дом, значительно уменьшится: довольно скоро отпадет необходимость общих указаний, останутся только в некоторых случаях замечания, связанные с возможными отдельными затруднениями учащихся. Кроме того, и проверка выполнения задания учениками будет требовать очень немного времени, так как это будет, на самом деле, только проверка, а не выполнение фактически задания в классе, которое дома оказывается непосильным учащимся вследствие слабых их навыков. Наиболее естественно дать домашнее задание в конце

урока, что даст возможность преподавателю иллюстрировать указания учащимся, как выполнить задание, примерами, взятыми из только что проведенного урока, и исключит необходимость возможных изменений в нем. Эта необходимость может возникнуть, если домашнее задание дано в начале урока, а план данного урока по тем или иным причинам оказался невыполненным преподавателем.

8. Особенности урока, проводимого в форме лекции

Заканчивая рассмотрение структуры урока по физике, необходимо еще остановиться на тех изменениях, которые должны быть внесены в эту структуру в том случае, если урок предполагается проводить в форме лекции.

1. Под лекцию мы отводим 3-й этап упомянутой структуры урока — изучение нового материала. Лекция ведется в плане, совпадающем с планом этого этапа урока, осуществляемом на «обычном» уроке (обоснование дано в разделе «О школьной лекции», стр. 27).

2. Для осуществления других целей, преследуемых преподаванием физики в средней школе, кроме накопления учащимися фактических знаний, остальные этапы урока проводим, привлекая учащихся к активному участию в работе. В связи с тем, что усвоение нового материала, подносимого в форме лекции, дается учащимся, особенно на первых порах, с трудом, особое внимание необходимо обратить на 2-й, 4-й и 5-й (если этот последний, вообще, на данном уроке имеет место) этапы урока.

3. При достаточно высоком уровне развития учащихся, при наличии у них хороших знаний и навыков прибегаем к *сокращению* всех элементов урока за счет увеличения третьего этапа. На такой путь надо переходить очень осторожно, каждый раз тщательно проверяя эффективность урока-лекции.

4. Надо иметь в виду возможность осуществления в широких размерах уроков, *переходных* к уроку-лекции в его чистом виде. Как уже указывалось, на таких переходных уроках лекция в наиболее трудных для учащихся местах переводится в беседу с учащимися.

5. При чтении лекции надо учитывать, что учащиеся должны успеть вести запись основных моментов ее. Надо поэтому помочь учащимся отделить главное от второсте-

пенного, а основные положения, определения и выводы давать в несколько замедленном темпе.

На этом мы заканчиваем рассмотрение структуры урока, основная задача которого — изучение нового материала, излагаемого учителем.

Высказанные нами соображения по вопросу организации и методики проведения урока физики имеют в виду все классы средней школы. В отдельных существенных случаях вопрос о классах оговорен, в подавляющем же большинстве случаев интерпретация высказанных соображений применительно к отдельным классам не может встретить сколько-нибудь существенных затруднений у преподавателя физики.

Для более полной иллюстрации к положениям, выдвинутым нами применительно к уроку рассмотренного типа, ниже (стр. 111) приводится конспект уроков физики в VII классе на тему «Передача электрической энергии». Конспект представляет собою обработанную стенограмму уроков.

9. Планирование урока во времени

Одна из первых задач, которую практически решает учитель физики, — это планирование содержания урока во времени.

Совершенно естественно, что давать какой-либо общий для всех уроков рецепт планирования их по времени нельзя, да и нет в нем необходимости.

Время, отводимое на отдельные элементы урока, колеблется в довольно широких пределах, а на некоторых уроках и вовсе отсутствуют отдельные элементы. Эти колебания могут быть особенно значительны в начале работы учителя физики с данным классом, когда он сталкивается с необходимостью усилить тот или иной элемент урока: задание ученикам на дом или проверку выполнения ими домашнего задания. Отметим, что усиление таких элементов урока, как более длительные упражнения учащихся или повторение материала, изученного значительно раньше, практически разрешается выделением для этой работы целого урока, о чем мы скажем дальше, в главе IV «Уроки остальных типов».

Говоря о планировании, нельзя не коснуться так называемого сдваивания уроков, весьма распространенного в практике работы наших школ, причем 3 часа в неделю

разбиваются на 2 сдвоенных часа в один день и 1 час — в другой; иногда же сдваиваются часы даже при наличии в данном классе всего 2 часов в неделю. В этом последнем случае преподаватель физики видит учащихся один раз в неделю, что надо считать недопустимым, независимо от того, о каком классе идет речь. Принимая во внимание особенности возраста и развития учащихся VI, VII и VIII классов, надо считать нежелательным сдваивание уроков в этих классах даже при 3 уроках в неделю. В старших классах возможно сдваивание уроков, но при условии, что общее число часов в неделю не меньше 3. Нам кажется это возможным потому, что возраст и развитие учащихся IX и X классов допускают столь относительно длительное занятие одним и тем же предметом; преподаватель имеет возможность существенно разнообразить формы и содержание работы, ослабляя утомляемость учащихся; программные темы этих классов относительно сложны, изучение их несколько страдает от мелкого дробления, и лабораторные работы в этих классах сложнее, чем в младших, так что в ряде случаев уложить их в один час трудно.

В связи с тем, что по существующему в наших школах в последние годы учебному плану в IX классах на физику отводится 2 часа в неделю, приведенные соображения надо отнести только к X классу. Здесь они подкрепляются также соображениями о том, что сдвоенные часы, как и уроки-лекции, способствуют подготовке учащихся к дальнейшим занятиям в вузах.

Подчеркивая невозможность и ненужность установления стандартной дозировки времени по элементам для всех уроков, хотя бы и одного типа, мы все же считаем нужным указать, что в практике работы учителей физики в среднем и приблизительно на отдельные элементы урока отводится следующее время.

	При одном уроке	При двух сдвоенных уроках
1. Проверка выполнения домашнего задания	10 мин.	15 мин.
2. Проверка усвоения предыдущего материала и подготовка к разрешению очередной проблемы		
3. Изучение нового материала	20 »	45 »
4. Проверка усвоения и закрепление нового материала	5 »	10 »
5. Упражнения	5 »	15 »
6. Задание на дом	5 »	5 »

Приведенное распределение времени на двухчасовой урок влечет за собой некоторое неудобство: перерыв (перемена) между уроками разбивает изучение нового материала на две части. При достаточном внимании к планированию со стороны учителя всегда возможно построить сдвоенный урок так, что перерыв между уроками явится более или менее естественной передышкой между двумя частями одного и того же этапа урока — изучения нового материала, тем более, что в этом случае речь может идти только о X классе.

При примерном распределении времени, какое указано выше, на изучение нового материала и работы, связанные с ним (пункты 3, 4 и 5), отводится при наличии одного академического часа 30 мин., а при сдвоенных часах (те же 3, 4 и 5 пункты) — 70 мин.

В VI и VII классах, учитывая возраст и развитие учащихся, целесообразно за счет времени на изучение нового материала увеличить время на упражнения учащихся при одиночном уроке до 10 мин.

Кроме того, по мере роста навыков учащихся и повышения качества их работы как в классе, так и дома, в IX и X классах окажется возможным в ряде случаев сократить такие этапы урока, как проверка усвоения, закрепление нового материала и упражнения по нему на уроке. Это дает возможность увеличить время, отводимое на изучение нового материала.

Некоторой экономии времени окажется возможным добиться довольно скоро путем целесообразного сокращения такой трудоемкой части урока, как планирование предстоящей на уроке работы по изучению той или иной темы. Разумеется, прибегать к таким приемам следует осторожно и только тогда, когда есть основания считать, что они соответствуют уровню знаний и навыков учащихся и способствуют дальнейшему росту качества и темпов их работы.

10. Подготовка учителя к уроку

В связи с теми разнообразными и высокими требованиями, которые предъявляются к уроку физики в советской школе, решающее значение приобретает подготовка преподавателя к уроку. Значение ее особенно возрастает в связи с недостатком времени на изучение курса физики,

заставляющим дорожить буквально каждой минутой времени на уроке.

В соответствии с планом настоящей работы мы кратко рассмотрим подготовку учителя к уроку по изучению нового материала по той структуре урока этого типа, которая приводилась выше.

Прежде всего учитель детально обдумывает план проверки выполнения учащимися домашнего задания. Применительно к проверке усвоения учащимися материала предыдущего урока устанавливает моменты, которые надо будет акцентировать для подготовки учащихся к разрешению очередной проблемы данного урока; чрезвычайно существенно при этом наметить учащихся, работа которых нуждается в более тщательном контроле.

Учитель определяет объем и содержание фактического материала, который он предполагает рассмотреть на данном уроке. Здесь он столкнется с вопросом о дозировке материала — с вопросом, в области которого наиболее часты ошибки.

Программы и рабочий план учителя содержат указания на число часов, отводимых на изучение каждой темы. Задача преподавателя физики, разрешающего вопрос о дозировке материала, сводится к определению объема и глубины содержания материала данного урока, которые соответствовали бы имеющемуся на данном уроке времени.

Надо сказать, что в этом отношении совершенно невозможно установление каких-либо норм. Решение этого вопроса зависит от ряда факторов, учесть которые в состоянии лишь сам преподаватель физики. Некоторые нормы в дозировке материала вырабатываются преподавателем в результате опыта. Чтобы ускорить этот процесс, необходимо после каждого урока проверять правильность сделанных предположений и устанавливать причины возможных отступлений от них. Результаты такой проверки учитываются преподавателем при составлении плана следующего очередного урока.

Объем материала определяется программами и в некоторой степени учебником. Преподавателю физики (особенно начинающему), готовясь к уроку, следует прежде всего обеспечить ясное и четкое изложение *обязательного материала*, предусмотренного программами и учебниками, а затем уже возможное углубление материала. Это необходимо потому, что программный материал по физике

велик, время же на изучение его весьма ограничено. Недостаточно продуманное и не согласованное с имеющимся временем значительное расширение материала отдельных тем, иногда практикуемое преподавателями физики, влечет за собою невыполнение программы.

Подготовка самого учителя к изложению нового материала не должна сводиться к просмотру только учебника. Научное освещение материала в доступной для учащихся форме, удовлетворение запросов их, выходящих за пределы программы, возможны лишь в том случае, если преподаватель знаком с освещением данного вопроса современной физикой и достаточно глубоко и широко разбирается в изучаемом учащимися материале. Поэтому в процессе подготовки к уроку преподаватель прибегает к фундаментальным курсам физики и к другой научной литературе. Значение такой подготовки учителя к уроку в любом классе, в том числе и в младших, нельзя недооценивать.

Дальше, преподаватель тщательно обдумывает, готовит и проверяет классный эксперимент по теме. Этот этап подготовки учителя практически осуществляется не дома, а в кабинете физики. Поэтому преподаватель физики готовит обыкновенно демонстрационные опыты к данному уроку после окончания предыдущего урока. Учитывая это обстоятельство, следует если не весь план урока, то его экспериментальную часть обдумать не накануне данного урока, а несколько раньше. Безусловно существенно, чтобы каждый демонстрационный опыт был проверен преподавателем физики до *урока* — только в этом случае можно рассчитывать, что опыт во время урока пройдет успешно.

Затем подбираются упражнения по закреплению нового материала.

После того как установлен фактический материал предстоящего урока, т. е. установлено, *что* надо дать учащимся на уроке, преподаватель переходит к разрешению вопроса о том, *как* надо будет повести на уроке изучение учащимися подобранного материала и закрепление его в памяти учащихся.

Разрешение этого вопроса идет путем обдумывания учителем своей предстоящей работы и способов привлечения к ней учащихся. Для начинающего учителя необходима заблаговременная подготовка тех вопросов, с помощью которых учащиеся на уроке будут вовлечены в рассмотрение

материала. Эта часть подготовки учителя может идти в плане структуры урока, приведенной выше.

Преподавателем применительно к материалу данного урока разрабатываются следующие элементы его:

- а) подготовка учащихся к рассмотрению очередной проблемы,
- б) формулировка проблемы,
- в) пути и способы разрешения ее,
- г) разрешение поставленной проблемы и использование подготовленного эксперимента,
- д) анализ полученных результатов,
- е) проверка усвоения учащимися нового материала,
- ж) использование подготовленных упражнений для закрепления нового материала.

Подготовленный к данному уроку материал тщательно рассматривается преподавателем с точки зрения использования этого материала для выработки у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения и привития им умений и навыков. В частности, надо преподавателю обдумать те записи, которые должны появиться на доске в процессе урока. В выполнении наиболее ответственных и сложных рисунков, схем и графиков надо потренироваться.

Заключительным моментом в подготовке учителя к уроку явится подбор материала для домашнего задания учащимся. После этого необходимо учителю попытаться предусмотреть возможные для учащихся трудности в выполнении его и определить в целесообразных размерах ту помощь, которую нужно будет оказать учащимся, сопроводив задание на дом необходимыми указаниями на то, как его надо выполнить. Кроме того, учителю надо не забыть включить в домашнее задание то из прежде пройденного материала, что понадобится для изучения на следующем уроке нового материала.

Закончив подготовку к уроку, учитель еще раз проверяет соответствие содержания его имеющемуся времени.

Как видим, подготовка учителя физики к уроку по необходимости сложна и многообразна. Только путем тщательной работы над каждым уроком возможно избежать крупных ошибок и непроизводительной траты времени. Встречающиеся недочеты по преподаванию физики очень часто обусловлены недостаточной подготовкой преподавателя к уроку.

В результате тщательной подготовки учителя к уроку, у него появится довольно подробный рабочий план проведения данного урока.

Мы не считаем целесообразным установление какой-либо стандартной формы плана урока; он может носить индивидуальные черты его составителя. Существенно лишь, чтобы план включал в себя перечень всего фактического материала урока, а в некоторой части и самое содержание материала и всевозможные замечания преподавателя, связанные с методикой и техникой использования материала. Степень подробности плана, если исходить из единственного назначения его служить руководством для данного преподавателя, а не отчетом о подготовке к уроку преподавателя, может быть очень разнообразна. Например, известный для автора плана фактический материал может быть зафиксирован им очень кратко, в других же необходимых для автора плана случаях может быть записан очень подробно. То же самое можно сказать и о демонстрациях: в одних случаях они будут только названы, в других (применительно к демонстрациям, техникой которых автор плана еще недостаточно овладел) могут сопровождаться весьма детальными техническими указаниями — напоминаниями, чертежами, схемами. Еще большие колебания могут быть в части методических замечаний в плане, степень подробности которых также может находиться в прямом соответствии с индивидуальными потребностями автора плана. Весьма разнообразны могут быть в плане записи задач. В одних случаях это будет только ссылка на номер задачи, взятой из задачника или учебника, в других — все содержание задачи, взятой из другого источника, возможно, и различные способы решения ее.

Рекомендуемые обычно формы плана представляют собою сочетание вертикальных граф, заполнение которых и использование крайне громоздко и неудобно, так как расположение их не соответствует последовательности элементов того урока, для обслуживания которого они предназначены. Подробное заполнение таких граф крайне неудобно, особенно при наличии чертежей.

В соответствии со всем сказанным целесообразно вести план урока в виде обычной построчной записи. План включает в себя содержание всех элементов урока,

а также домашнее задание в той их последовательности, которая фактически имеет место на данном уроке. Для удобства следует так располагать запись, чтобы последовательные этапы урока легко было находить.

На практике учитель физики обычно готовится не к одному уроку, а к нескольким. Естественно, что в этом случае и план будет составлен также на несколько уроков. Опыт работы преподавателей физики говорит о том, что не следует составлять детальные планы на большое число уроков — практика может заставить вводить коррективы в отдельные элементы плана (упражнения, домашнее задание).

Подготовка к уроку начинающего преподавателя будет требовать от него много времени, а рабочие планы по необходимости будут весьма детальными.

Настойчиво рекомендуем учителю сохранять эти конспекты. После каждого урока следует отметить выполнение его и указать на причины возможного расхождения плана с действительным уроком. Крайне существенно после каждого урока ввести в план те коррективы, которые выдвигаются практикой проведенного урока и ведут к совершенствованию конспекта. Учтя это обстоятельство, не следует располагать записи в плане слишком тесно, надо вести их свободно, оставляя побольше места для возможных в дальнейшем не только изменений написанного, но и некоторых дополнений, иначе конспектом будет трудно пользоваться или же его придется переписывать. Вообще говоря, все, что пишется с расчетом на дальнейшее использование, следует всегда писать на одной стороне листа, с тем чтобы можно было, в случае надобности, разрезать текст и вклеить нужные добавления или произвести необходимые перестановки, не повреждая остального текста.

Тщательная подготовка к уроку, систематическое корректирование рабочих планов будут способствовать накоплению у преподавателя педагогического опыта, благодаря чему значительно облегчится его работа по составлению следующих очередных планов. А по истечении учебного года преподаватель накопит ценнейший для себя материал, который уже на втором году его работы значительно упростит подготовку его к уроку, очень сократит нужное для этого время, обеспечив дальнейший рост и совершенствование преподавателя.

При составлении планов уроков преподаватель принимает во внимание годовой (или полугодовой) учебный план,

составляемый до начала учебного года. Годовой учебный план распределяет изучение всего программного материала на протяжении учебного года. Учебный план может быть кратким. Он должен содержать название темы, количество часов, отводимых на изучение ее, поурочную разбивку материала и сроки (дату) проработки материала.

Таким образом, основными документами, организующими работу учителя физики во времени и в отношении содержания и методики ее, являются *учебный план на год* (или отдельно на каждое полугодие) и *планы отдельных уроков*. Кроме того, очень полезно иметь значительно более краткие и схематичные *планы на тему*. Они являются первым приближением к детальному рабочему плану отдельных уроков и очень облегчают составление их.

*Конспект уроков физики в VII классе на тему
«Передача электрической энергии»¹*

Основная задача, разрешаемая на уроках. Уроки на тему «Передача электрической энергии» имеют цель исследовать в доступной для учащихся VII класса форме вопрос о способах уменьшения потерь при передаче электрической энергии на значительные расстояния, рассмотреть устройство трансформатора с происходящими в нем явлениями, а также применение трансформаторов и значение их в деле электрификации нашей страны.

Наряду с этой основной задачей, на данных уроках, так же как и на всех остальных, продолжается разрешение ряда задач, сопутствующих основной.

Рассматриваемая тема дает достаточный материал для разрешения этих задач.

Явления, подлежащие изучению на данных уроках, представляют большой интерес потому, что, во-первых, они дают крупный и яркий пример практического использования положений, изученных в теоретическом курсе; во-вторых, вопрос о передаче энергии логически увязывается с вопросами электрификации нашей страны, с социалистическим строительством и, таким образом, дает возможность внести в урок ценный элемент идейно-политического воспитания.

¹ Конспект рассчитан на 3 урока, из которых 2 первых сдвоены.

Связь изучаемого материала с предыдущим. Данные уроки, являясь отдельными звеньями общего образовательно-воспитательного процесса, осуществляемого учителем физики, тесно связаны с предыдущими. Эту связь следует прежде всего видеть в том, что на этих уроках учитель продолжает разрешение тех задач, которые поставлены перед преподавателем физики средней школы и которые разрешались им на всех предыдущих уроках. Сюда мы относим изучение систематического курса физики, привитие учащимся разнообразных умений и навыков, нужных для их самостоятельной работы, формирование у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения.

Тема «Передача электрической энергии» своим содержанием естественно и логично увязана с темой «Генераторы переменного и постоянного тока», завершает изучение принципа генерирования электрической энергии рассмотрением соображений, связанных с канализацией ее. Наконец, материал, подлежащий изучению на данных уроках, тесно связан с материалом, прежде изученным учащимися.

Так, учащиеся должны уметь вычислять количество теплоты, выделяющейся в проводнике при прохождении по нему тока,¹ уметь подсчитывать энергию и мощность тока; для понимания явлений, происходящих в трансформаторе, нужно чтобы учащиеся представляли себе явление электромагнитной индукции. Весь этот материал изучен уже учащимися раньше. Значение его в деле сознательного усвоения учащимися нового материала очень велико.

В связи с этим, в домашнее задание учащихся к первому уроку по данной теме необходимо включить повторение расчетов теплоты, выделяющейся в проводнике при прохождении по нему тока, формул энергии и мощности тока, закона Ома и явления электромагнитной индукции; иначе придется затратить много времени на восстановление в памяти учащихся этого материала на первом уроке по новой теме, вследствие чего времени на изучение темы может оказаться недостаточным.

Назвав темы, которые нужно повторить, следует указать учащимся соответствующие параграфы учебника.²

¹ Для учителя может быть чрезвычайно полезна статья В. В. Крауклиса «Закон Ома в средней школе», журн. «Физика в школе», 1950, № 5.

² См. Перышкин, Фалеев, Крауклис. Физика, ч. 2-я, Учпедгиз, 1950, § 97—100, 102 и 128.

Имея в виду, что учащиеся VII класса не обладают еще навыками, нужными для повторения относительно большого по размерам материала, задание на дом сопровождаем некоторыми краткими указаниями на то, что должно быть учащимися особенно хорошо восстановлено в памяти: уметь подсчитывать количество теплоты в проводнике; применительно к энергии и мощности тока знать формулы для подсчета энергии и мощности тока. Наконец, о явлении электромагнитной индукции знать, какое основное условие надо соблюсти для возбуждения индукционного тока и каковы способы возбуждения индукционного тока. Закон Ома учащиеся, обычно, помнят довольно твердо.

Организация и планирование работы. Занятия с учащимися по теме «Передача электрической энергии» строятся как урок-беседа с привлечением классного эксперимента. Организация урока должна обеспечивать активность учащихся в работе. В соответствии с этим представляется необходимым так строить урок, чтобы изучение нового материала шло в плане разрешения учителем и учащимися тех вопросов-проблем, которые возникнут перед классом во время урока. Материал рассчитан на 3 урока:

1-й урок — потери энергии в проводах;

2-й урок — устройство трансформатора, явления, происходящие в нем, назначение трансформаторов;

3-й урок — применение трансформаторов, электрификация социалистического хозяйства СССР.¹

¹ Возможна, впрочем, другая система построения материала по этой теме: сначала рассматриваются устройство и действие трансформатора, а затем как одно из его применений — передача электрической энергии на значительные расстояния. Не останавливаясь на деталях этого вопроса, отметим в нем самое существенное: возрастные особенности учащихся VII класса (в частности, конкретный образ мышления) убеждают нас в том, что в этой теме необходимо идти путем индуктивного метода логичного мышления, т. е. представляется целесообразным сначала рассмотреть устройство и действие трансформатора в связи с задачей канализации энергии, затем перейти к другим случаям трансформации и только после этого — к соответствующим обобщениям в вопросе трансформации. По этим соображениям применительно к VII классу надо считать целесообразной приведенную в тексте систему расположения материала по рассматриваемой теме. Опыт работы учителей физики подтверждает эту мысль. Система же, указанная в начале настоящего примечания, как нам кажется, с успехом может быть применена в X классе.

Распределение материала темы по отдельным урокам таково, что оно окажется вполне приемлемым и при трех единичных уроках, потому что материал каждого урока охватывает относительно законченный круг вопросов, и следовательно, разрывы в изучении темы оправданы логикой материала, а не вызваны только условиями времени.

Приведенное распределение материала темы по урокам характеризуется, кроме того, тем, что последний (3-й) урок отведен под относительно небольшой и, как показывает опыт, нетрудный для учащихся новый материал.

Это важно по следующим соображениям:

1) на этом последнем уроке есть возможность достаточно полно проверить знания учащихся по центральному моменту темы — устройству трансформатора и явлениям, в нем происходящим, и

2) на первом уроке следующей темы нового отдела курса физики «Свет» удастся в достаточной мере продвинуться вперед, так как проверка знаний учащихся по материалу предыдущего урока не должна будет занимать много времени.

Материал предыдущей темы «Генераторы переменного и постоянного тока» должен быть распределен между уроками с учетом этих же соображений. В связи с этим, на последний урок по этой теме относится рассмотрение несложного заключительного вопроса темы — обратимости динамомшины. Это дает возможность к следующему уроку (к первому уроку по теме «Передача электрической энергии») задать учащимся на дом, кроме проработки рассмотренного материала, повторение того прежде пройденного материала, который нужен для сознательного усвоения ими нового.

Такой прием — планирование данной темы в связи с предыдущей и последующей — ведет к более или менее правильной дозировке материала во времени и тем самым сильно облегчает преодоление основного затруднения в работе учителя физики — недостатка времени.

Уроки по рассматриваемой теме проводятся в соответствии с той структурой, которая приведена нами выше на стр. 78.

Планирование материала во времени:

	1—2-й уроки	3-й урок
1. Проверка выполнения домашнего задания	} 15 мин.	} 10 мин.
2. Проверка усвоения предыдущего материала и подготовка к изучению нового материала		
3. Изучение нового материала	50 "	25 "
4. Проверка усвоения и закрепление нового материала	10 "	5 "
5. Упражнения	10 "	—
6. Задание на дом	5 "	5 "

1 - й урок

Урок начинается с проверки учителем выполнения учащимися домашнего задания.

К данному уроку учащимся было задано проработать по учебнику и записям в тетради материал предыдущего урока — обратимость динамомашинны и повторить формулы энергии и мощности тока, тепловые действия тока, закон Ома и явление электромагнитной индукции.

Если повторение не было задано, работа на уроке будет сильно осложнена и время на изучение нового материала будет сильно урезано.

Прежде всего путем постановки учащимся нескольких вопросов проверяем знания их по материалу предыдущего урока — обратимость динамомашинны. Затем переходим к проверке знаний учащихся по повторенному ими прежде пройденному материалу, осуществляя ее так, чтобы, вместе с тем, подготовить учащихся к разрешению вопросов, которые будут поставлены первыми в процессе рассмотрения новой темы.

В данном случае это особенно просто, так как для повторения учащимся задан именно тот материал, который будет нужен для усвоения нового.

Задача преподавателя сводится к акцентированию в процессе проверки того, что непосредственно понадобится для последующей работы.

Чтобы иметь уверенность, что все учащиеся правильно осознали повторенный материал, преподаватель задает вопрос всему классу, а отвечает один вызванный препода-

вателем ученик. Возможна следующая примерная система вопросов.

Вопрос. Что происходит с проводниками, когда по ним идет ток?

Ответ. Проводники при прохождении по ним электрического тока нагреваются.

Вопрос. Какие преобразования энергии при этом происходят?

Ответ. Электрическая энергия преобразовывается в тепловую.

Вопрос. От каких причин зависит количество теплоты, выделяющейся в проводнике в каждую секунду при прохождении по нему электрического тока?

Ответ. Оно зависит от силы тока и сопротивления проводника.

Затем, если в этом есть необходимость, несколькими вопросами проверяем знания учащимися закона Ома и формул:

$$I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{U}{I} \quad \text{и} \quad U = IR.$$

Для изучения нового материала, кроме того, понадобятся знания учащихся о зависимости сопротивления проводников от длины, удельного сопротивления вещества и от площади поперечного сечения.

Опыт показывает, что эту зависимость учащиеся обычно хорошо помнят. В случае необходимости нетрудно восстановить ее в памяти учащихся, поставив с этой целью один, два вопроса.

Дальше проверяем представления учащихся о подсчете мощности тока, имея в виду формулу $N = IU$, которой в дальнейшем будем пользоваться на уроке.

В связи с этим, возможны следующие вопросы, обращенные к учащимся.

Вопрос. Как надо поступить, чтобы подсчитать мощность тока?

Ответ. Нужно умножить силу тока на напряжение.

Вопрос. Как пишется формула мощности тока?

Ответ. (На доске пишется формула $N = IU$).

Вопрос. В каких единицах выражается мощность тока?

Ответ. В ваттах.

Вопрос. Положим, что сила тока в каком-либо проводнике равна 10 а, напряжение на концах проводника равно 10 в. Какова мощность тока?

Ответ. Мощность тока — 100 вт.

Вопрос. Какой ток имеет такую же мощность при других величинах силы тока и напряжения?

Ответ. 1) Ту же мощность в 100 *вт* имеет ток силой в 20 *а* при напряжении в 5 *в*;

2) Ту же мощность имеет ток силой в 4 *а* при напряжении в 25 *в* и другие.

Вопрос. Какие другие единицы мощности вам известны?

Ответ. 1) гектоватт, равный 100 *вт*;

2) киловатт, равный 1000 *вт*.

Приступаем к проверке знаний учащихся в области электромагнитной индукции.

Вопрос. Какими приемами можно возбудить в замкнутом проводнике индукционный ток магнитом?

Ответы. Индукционный ток возбуждается в замкнутом проводнике в следующих случаях:

1) при движении замкнутого линейного проводника в магнитном поле,

2) при вдвигании магнита в катушку с намотанным на нее проводником и при выдвигании магнита.

Вопрос. Какими приемами можно возбудить индукционный ток током же?

Ответы. Для возбуждения индукционного тока током же надо иметь две катушки, из которых одна может вставляться в другую. В обмотку одной из этих катушек пускаем ток от какого-либо источника тока. Эту катушку называют первичной. В другой замкнутой катушке, называемой вторичной, возбуждается индукционный ток в следующих случаях:

1) при вдвигании первичной катушки с током во вторичную и при выдвигании ее;

2) при изменении (увеличении или уменьшении) силы тока в обмотке первичной катушки;

3) в моменты замыкания и размыкания цепи тока в первичной катушке.

Вопрос. Какое можно установить общее положение о том, при каких условиях в замкнутом проводнике возбуждается индукционный ток?

Ответ. Индукционный ток возбуждается в замкнутом проводнике во всех случаях изменения магнитного поля, охватываемого контуром проводника, независимо от того, пользуемся ли мы магнитным полем постоянного магнита или магнитным полем тока.

Вопрос. Что произойдет в случае изменения магнитного поля, охватываемого контуром *незамкнутого проводника*?

Ответ. На концах его обнаруживается некоторой величины напряжение (см. об этом на стр. 119).

Вопрос. Как объяснить с этой точки зрения возбуждение индукционного тока во вторичной катушке при изменении силы тока в первичной катушке или при замыкании и размыкании цепи тока в ней?

Ответ. 1) При изменении силы тока в первичной катушке изменяется магнитное поле, охватываемое контуром вторичной катушки;

2) при замыкании и размыкании цепи тока в первичной катушке появляется и исчезает магнитное поле, следовательно, изменяется магнитное поле, охватываемое контуром вторичной катушки.

В связи с указанными вопросами, необходимо заметить, что явление электромагнитной индукции в VII классе иногда рассматривается весьма поверхностно. Довольно часто при изучении этого явления ученики знакомятся с индукцией тока только магнитом, индукция же тока током не затрагивается. В этом случае у учащихся создается неверное представление о том, что индукцию тока возможно осуществить, пользуясь только магнитным полем постоянного магнита. Таким образом, принципиальная сторона явления не будет усвоена учащимися.

В этой связи надо при опросе учащихся акцентировать последние из вопросов, указанных на стр. 117, добиваясь понимания ими общих условий, которые нужно осуществить для индукции тока. Кроме того, надо признать неизбежным рассмотрение индукции тока током, в связи с необходимостью познакомить учащихся VII класса с передачей электрической энергии и, значит, с трансформаторами. Без этого учащиеся не разберутся в явлениях, происходящих в трансформаторе.

На основании данных опыта можно утверждать, что путем нескольких целесообразно подобранных демонстраций вполне возможно ознакомление учащихся с индукцией тока током. Больше этого, возможно в доступной для учащихся этого класса форме подвести их к мысли о том, что сила индукционного тока зависит от величины изменения магнитного поля, охватываемого контуром проводника. Это существенно, так как соответствует одному из методических требований, предъявляемых к изучению нового материала и сводящемуся к тому, что учащиеся должны подготовляться к более углубленному изучению данного вопроса в старших классах.

Кроме того, по отношению к обычно проводимому в средней школе изучению явления электромагнитной индукции необходимо сделать и другое, как нам кажется, существенное замечание. По издавна установившейся традиции и в VII, и в X классах средней школы принято в качестве основного условия, необходимого для возбуждения индукционного тока, выдвигать следующее положение: «Индукционный ток возникает в проводе только в том слу-

чае, если провод при своем движении пересекает магнитные силовые линии». ¹ Это положение вызывает возражения как в отношении содержания, так и примененной терминологии.

1. В VII классе учащимся не дается понятие об электродвижущей силе, поэтому естественно, что в этом классе нельзя говорить об э. д. с. индукции, а приходится говорить об индукционном токе, и, значит, о замкнутом проводнике. Но так как для изучения дальнейшего материала (в частности, при рассмотрении явления индукции в динамомашинах с разомкнутой внешней цепью, в трансформаторе с разомкнутой вторичной обмоткой) понадобится и другой случай индукции — при разомкнутом проводнике, — то необходимо остановиться на нем при изучении темы «Электромагнитная индукция». В связи же с тем, что понятие об э. д. с. ученикам VII класса недоступно, приходится говорить о *напряжении* на концах проводника при изменении магнитного поля, охватываемого контуром этого проводника. Этим обусловлено наличие соответствующего вопроса учащимся в числе приведенных на стр. 117. Если это не было сделано раньше, то надо познакомить учащихся с этим случаем индукции при изучении трансформатора (см. стр. 131).

2. Термин *возбуждение* индукционного тока следует предпочесть термину *возникновение* индукционного тока, так как этот последний может быть связан в представлениях учащихся с *созданием* электрического тока.

3. Более серьезные возражения в упомянутом выше общепринятом положении может вызвать выражение «магнитные силовые линии». В явлении электромагнитной индукции мы имеем дело с линиями индукции. Употребление термина «силовые линии» может вызвать у учащихся неверные представления. Так как, по совершенно понятным соображениям, в VII классе нельзя говорить о магнитной индукции поля «В» и о потоке индукции, то целесообразнее было бы, применяя приведенное положение, говорить о магнитных линиях, не касаясь вопроса о том, идет ли речь о силовых линиях или линиях индукции.

4. Самое, однако, существенное в другом — в содержании приведенного положения. Оно не даст возможности

¹ Иногда авторы учебников применяют совсем неудачный термин, говоря, что проводник *режет* магнитные силовые линии.

объяснить учащимся явление электромагнитной индукции в трансформаторе, магнитный поток в котором замкнут железным сердечником, находящимся внутри катушек. Следовательно, в этом случае провод вторичной катушки *не пересекается магнитными линиями*. Что же касается опасения, что у учащихся могут возникнуть возражения, связанные с магнитной утечкой, то оно маловероятно в VII классе, кроме того, разумеется, оно легко может быть отведено на этих же уроках, в связи с установлением роли сердечника в трансформаторе (об этом мы будем говорить ниже).

Надо стараться избежать всех указанных затруднений. Нам кажется возможной и доступной для учащихся VII класса трактовка рассматриваемого положения не только с точки зрения пересечения линий проводником, но и с точки зрения изменения числа магнитных линий, охватываемых контуром проводника. Опыт работы в VII классе подтверждает справедливость такой точки зрения и свидетельствует о том, что выражение «изменение магнитного поля, охватываемого контуром проводника» правильно понимается учащимися и потому может быть использовано. Вместе с тем, такая трактовка рассматриваемого положения даст возможность дальше правильно объяснить причину, по которой возбуждается индукционный ток во вторичной катушке трансформатора, чего нельзя сделать, если исходить из положения, что для возбуждения индукционного тока необходимо, чтобы проводник *пересекал* магнитные линии. В соответствии со всеми указанными выше соображениями подобраны приведенные выше вопросы к учащимся из области электромагнитной индукции.

Разумеется, что если способы возбуждения индукционного тока учащимся данного класса достаточно хорошо известны, можно при опросе остановиться только на общих условиях, нужных для осуществления индукции, известных учащимся в связи с обобщением рассмотренных ранее способов возбуждения тока.

На этом заканчивается проверка выполнения учащимися домашнего задания и подготовка их к изучению новой темы. Эта часть урока не должна занимать много времени потому, что опрос производится по материалу, который пройден учащимися относительно недавно, усвоение которого в свое время было проверено и повторено учащимися к данному уроку, а также ввиду того, что опрос произво-

дится не по всему известному учащимся материалу в области затронутых вопросов, а, главным образом, по той его части, которая необходима для усвоения нового материала.

Переходим к следующему этапу урока.

Напоминаем учащимся, что на предыдущих уроках рассмотрены устройство и действие генераторов электрической энергии, и сообщаем, что в ряде случаев потребители электрической энергии находятся на значительном удалении от генераторов. Поэтому техника сталкивается с необходимостью передавать электрическую энергию на значительные расстояния. Иллюстрируем это примером снабжения энергией какого-либо города, используя имеющиеся у учащихся сведения по этому вопросу.

Так, учащиеся приходят к мысли о необходимости рассмотреть осуществление передачи электрического тока от генератора к потребителям при расстояниях между ними в сотни километров.

Формулируем выдвинутую тему занятий так: «Передача электрической энергии» и предлагаем учащимся название темы записать в своих тетрадях.

Намечаем пути и способы рассмотрения выдвинутой темы.

Вопрос. Происходит ли потеря электрической энергии при передаче ее по проводам?

Ответ. Потеря происходит, так как часть электрической энергии преобразовывается в тепловую.

Дальше необходимо сделанный вывод подтвердить простыми, но достаточно убедительными для учащихся расчетами.

Здесь возможны различные варианты. Приводимый ниже вариант построен на расчетах, связанных с потерей напряжения в проводах. С этим явлением нужно очень кратко познакомить учащихся. В этом случае дальнейшая работа на уроке может идти следующим образом.

Сообщаем учащимся, что потеря электрической энергии в подводящих ток проводах сопровождается потерей напряжения в них. Демонстрируем это явление. На деревянной доске размерами 15×100 см смонтированы три патрона для ламп накаливания: по одному патрону на концах доски и третий между ними. Патроны соединены друг с другом параллельно голым проводником большого удельного сопротивления. При отсутствии

нихрома, манганина или иных проводов большого удельного сопротивления можно пользоваться стальной балалаечной струной. Для увеличения длины соединительных проводников располагаем их зигзагообразно, натягивая на вбитые в доску гвоздики. Около каждого патрона устраиваются гнезда, или клеммы, к которым от патронов сделаны выводы.

В патроны ввинчиваем лампы одинаковой мощности, лучше с угольной нитью (рис. 16).

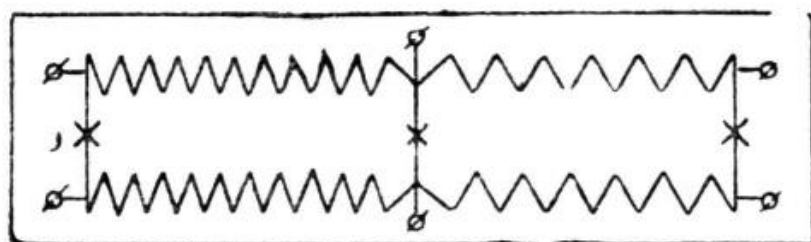


Рис. 16.

Показав учащимся прибор и рассказав о его устройстве, преподаватель чертит на классной доске схему прибора, объясняя процесс черчения, и после этого предлагает учащимся сделать такой же чертеж в тетрадях (рис. 17), сопроводив его надписью: «Потеря энергии в проводах».

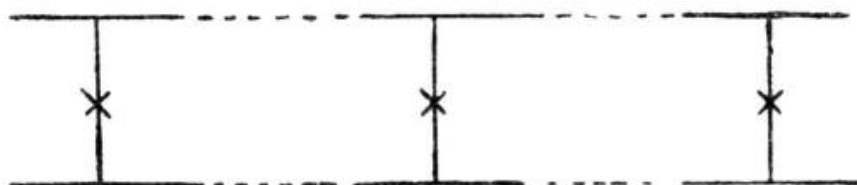


Рис. 17.

Демонстрацию осуществляем в следующем порядке.

1) Подводим ток от осветительной сети к одной из крайних ламп. Обнаруживаем, что первая лампа, ближайшая к источнику тока, горит нормально, полным накалом, вторая — менее ярко, третья — совсем тускло. С помощью вольтметра обнаруживаем, что первая лампа получает напряжение, равное напряжению осветительной сети (например, 120 в), вторая — меньше (в зависимости от мощности примененных ламп и сопротивления соединительных проводов, потеря напряжения может быть различной; допустим, что вторая лампа получит напряжение в 90 в) и третья — еще меньше (например, 70 в).

Сделанную ранее схему прибора дополняем (преподаватель на доске, ученики в тетрадах), указав, что прибор включен в цепь источника тока, и записав значение напряжений на лампах (рис. 18).

Отсюда заключаем, что в проводах между первой и второй и между второй и третьей лампой происходит потеря энергии.

2) Подводим ток к средней лампе. Теперь средняя лампа горит ярко, крайние — менее ярко. Измеряем напряжение на лампах. Приходим к тому же заключению.

3) Подводим ток от осветительной сети к другой крайней лампе. Наблюдаем картину, обратную первой (можно предложить учащимся перед опытом предсказать ее). К вольт-

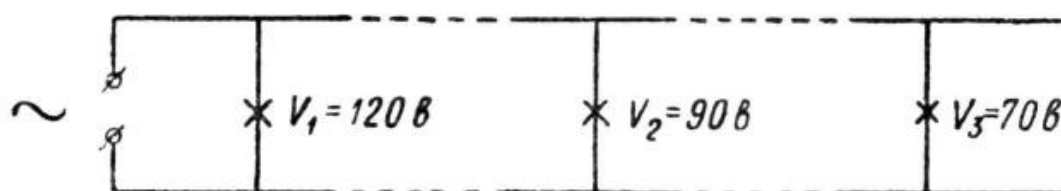


Рис. 18.

метру теперь уже можно и не прибегать. Заключение — то же.

На основе данных опыта приходим к следующему выводу (учащиеся записывают его в тетради).

Потеря энергии в проводах, по которым передается ток, сопровождается потерей напряжения в этих проводах.

Демонстрировать потерю напряжения в проводах целесообразнее всего на указанном приборе, изготовление которого элементарно просто. Если по каким-либо причинам такого прибора не будет под руками, возможна демонстрация потери напряжения рядом других способов. Наиболее простой, но менее демонстрационный, нежели описанный выше, состоит в следующем.

Подбираем реостат с движком или какой-либо другой с голым проводником-сопротивлением, который может быть включен непосредственно в осветительную сеть. Включаем его в сеть. Зачищенные концы проводов от вольтметра, рассчитанного на напряжение сети, контактируем с крайними витками провода реостата. Вольтметр показывает напряжение сети. Оставив один конец провода от вольтметра неподвижным, ведем концом другого провода по реостату. (для лучшего контакта — по следу, оставляемому

обыкновенно движком реостата на его витках). Обнаруживаем довольно плавное падение напряжения. Заметим, что весьма распространенная демонстрация падения напряжения путем включения в осветительную сеть последовательно нескольких ламп накаливания методически менее ценна, так как в этом случае провода, по которым должен был бы передаваться ток, заменяются приемниками тока — лампами.

Сообщив учащимся, что потеря энергии неизбежно происходит во всех случаях передачи электрического тока по проводам, указываем, что при наличии линий передач большой протяженности потеря электрической энергии может быть весьма значительной. Подчеркиваем, что эта энергия теряется бесполезно, «ускользает» от нас, уходя на ненужное нам нагревание проводов, по которым передается ток. В связи с этим, мы используем не всю энергию, даваемую генераторами, а только некоторую часть ее, что, в свою очередь, вызывает увеличение стоимости энергии. Потому борьба с потерями увеличивает ту часть энергии генераторов, которую мы можем использовать, и уменьшает стоимость энергии. Избежать целиком потерь энергии в пути нельзя, но нужно установить некоторый предел для этих потерь, имея в виду тот минимум потерь, который может быть достигнут при современном состоянии техники. Сообщаем учащимся, что в настоящее время считается неизбежной и потому допустимой потеря энергии в пути в размере 10% от всей передаваемой энергии.

Предлагаем учащимся записать в тетрадях размеры допустимых потерь энергии в линии передачи.

Вопрос. По какому признаку мы судим о потере электрической энергии в проводах, подводящих ток к лампам, в опыте, который мы только что наблюдали?

Ответ. О потере энергии в проводах мы судили по потере в них напряжения.

Вопрос. Если потерю энергии в проводах считать допустимой в размере 10% от всей передаваемой энергии, то что можно сказать о потере напряжения в линии передачи?

Ответ. Повидимому, она должна составлять 10% от того напряжения, под которым передается ток.

Подтверждаем справедливость этого предположения учащихся и предлагаем им вместе с нами подсчитать то сопротивление подводящих ток проводов, при котором потеря энергии не превышала бы 10%. Допустим, что электриче-

ская энергия ГЭС мощностью в 60 000 *квт* будет передаваться в город током под напряжением в 120 000 *в*.¹

Имеем следующие данные:

напряжение, под которым передается ток	120 000 <i>в</i>
" получаемое в городе	108 000 "
потеря напряжения в проводах	12 000 "

Рассчитаем силу тока:

$$N = IU;$$

$$I = \frac{N}{U};$$

$$N = 60\,000 \text{ квт} = 60\,000\,000 \text{ вт},$$

$$I = \frac{60\,000\,000}{120\,000} = 500 \text{ а.}$$

Таким образом, по проводам между ГЭС и городом идет ток силой в 500 *а*. Потеря напряжения в проводах равна 12 000 *в*.

Применив закон Ома, рассчитаем сопротивление проводов. Получим:

$$R = \frac{U}{I};$$

$$R = \frac{12\,000}{500} = 24 \text{ ом.}$$

Итак, если мы хотим, чтобы при передаче тока под напряжением в 120 000 *в* потери энергии не превышали 10%, необходимо, чтобы сопротивление линии передачи было не больше 24 *ом*.

Теперь рассчитаем сопротивление проводов, если ток будет передаваться под напряжением в 90 000 *в*.

Допустимая потеря напряжения прежняя — 10%, передаваемая мощность та же — 60 000 *квт*.

Мы имеем:

напряжение, под которым передается ток	90 000 <i>в</i>
" получаемое в городе	81 000 "
потеря напряжения в проводах	9 000 "

¹ Возможен обратный путь расчетов: от меньших напряжений к большему.

Рассчитаем силу тока:

$$N = IU;$$

$$I = \frac{N}{U};$$

$$N = 60\,000 \text{ квт} = 60\,000\,000 \text{ вт};$$

$$I = \frac{60\,000\,000}{90\,000} \approx 700 \text{ а.}$$

Рассчитав сопротивление проводов, получим:

$$R = \frac{U}{I};$$

$$R = \frac{9\,000}{700} \approx 12 \text{ ом.}$$

Итак, если передавать ту же мощность током под напряжением в 90 000 в вместо 120 000 в, то сопротивление проводов должно быть в 2 раза меньше, площадь поперечного сечения проводов должна быть в 2 раза больше.

Сведем полученные данные в табличку и произведем такие же расчеты для напряжения в 60 000 и 12 000 в (табличка пишется преподавателем на доске, а учащимися — в тетрадях).

Поперечное сечение провода в первом случае условно обозначим произвольным квадратиком. Поперечное сечение провода в других случаях будем обозначать таким числом этих квадратиков, во сколько раз сопротивление провода должно быть меньше, чем в первом случае.¹

Обращаем внимание учащихся, что сечение провода в условных квадратиках для последнего случая уже трудно изобразить. Сообщаем, что в первом случае сечение медного провода при сопротивлении его в 24 ом должно быть около 2 см² (можно предложить учащимся дома рассчитать сечение провода, принимая длину линии передачи в 120 км). Легко представить себе, какой громадной толщины должен был бы быть провод, если бы мы вздумали передавать ток под напряжением в 120 в. Путем такого же расчета, как тот, которым мы только что пользовались, нетрудно устано-

¹ Этот прием, ценный своей наглядностью особенно потому, что площади кругов заменяются знакомыми для учащихся и легко сравниваемыми площадями квадратов, предложен преподавателем Н. Ф. Платоновым.

$$I_1 = \frac{60\,000\,000}{120\,000} = 500 \text{ a}$$

$$I_2 = \frac{60\,000\,000}{90\,000} \approx 700 \text{ a}$$

$$I_3 = \frac{60\,000\,000}{60\,000} = 1000 \text{ a}$$

$$I_4 = \frac{60\,000\,000}{12000} = 5000 \text{ a}$$

$$R_1 = \frac{12\,000}{500} = 24 \Omega \quad \square$$

$$R_2 = \frac{9000}{700} = 12.857 \Omega \quad \square \square$$

$$R_3 = \frac{6000}{1000} = 6 \Omega \quad \square \square$$

$$R_4 = \frac{1200}{5000} = 0.24 \Omega \quad (\text{в } 100 \text{ раз больше})$$

Напряжение, под которым передается ток	Напряжение, получаемое в городе	Потеря напряжения в проводах
В В О Л Т А Х		
120 000	108 000	12 000
90 000	81 000	9 000
60 000	54 000	6 000
12 000	10 800	1 200

вить, что сечение провода должно было быть приблизительно в 100 000 раз больше, чем в первом случае, т. е. 200 000 см² или 2000 дм².

Напомним учащимся еще раз о том, что практически пользоваться проводами сколько-нибудь большой площади поперечного сечения нет возможности; обычно берут провода сечением 1, 2, 3 см².

Фиксируя внимание учащихся на графе сил токов и графе напряжения, под которыми передается ток, приходим к выводу (записываемому в тетрадь), что для передачи данной мощности (60 000 квт) по проводам относительно небольшой площади поперечного сечения при сопротивлении в 24 ом, при условии, что потери энергии не превышают 10%, необходимо передавать ее током возможно меньшей силы при возможно более высоком напряжении.

Кроме того, из тех же граф (сопоставляя, например, четвертый случай передачи энергии с первым из записанных в таблице) видим, что для сохранения мощности неизменно необходимо, уменьшив силу тока в несколько раз, увеличить напряжение во столько же раз.

Приходим к выводу (записываемому в тетрадь): чтобы мощность передаваемого тока осталась неизменной, необходимо, уменьшив силу тока в некоторое число раз, увеличить напряжение во столько же раз.

В заключение сообщаем учащимся, что в СССР передача энергии осуществляется под напряжением от 120 000 в до 165 000—220 000 в. Вновь строящиеся Куйбышевская и Сталинградская ГЭС будут передавать энергию под напряжением в 400 000 в, что даст возможность значительно снизить бесполезную трату энергии и еще больше удешевить ее.

Применительно к расчетам, произведенным для иллюстрации выводов по вопросу о мерах борьбы с потерями при передаче электрической энергии, необходимо сказать, что, как уже указывалось, приведенные выше расчеты являются одним из возможных вариантов упомянутой иллюстрации. Кратко остановимся на другом варианте.

Обосновываем необходимость некоторого допустимого предела для потерь. Затем устанавливаем, какого сечения должны быть провода для передачи тока в разобранный нами выше примере, если мы решили бы передавать ток под напряжением в 100 в.

Производим расчет силы тока:

$$N = IU;$$

$$I = \frac{N}{U};$$

$$60\,000 \text{ квт} = 60\,000\,000 \text{ вт};$$

$$\frac{60\,000\,000}{100} = 600\,000 \text{ а.}$$

Дальше, надо сообщить учащимся, что при такой силе тока техническими нормами допускается на каждый квадратный миллиметр сечения провода нагрузка приблизительно в 1 а, так как в этом случае потери на нагревание провода не выйдут за пределы 10% и температура провода не будет выше допустимой. Получаем, что провод должен был бы иметь сечение в 600 000 мм² или в 6000 см². Указываем, по каким соображениям такой способ передачи энергии практически невыполним.

(Если позволит время, желательно произвести подсчет веса 1 пог. м такого «провода»).

Отсюда заключаем, что надо уменьшить силу тока, чтобы можно было иметь провод меньшего сечения, не уменьшая мощности передаваемой энергии.

Допустим, что ток будет передаваться под напряжением в 120 000 в.

Рассчитав силу тока, получим:

$$I = \frac{60\,000\,000}{120\,000} = 500 \text{ а.}$$

Дальше нужно опять сослаться на технические нормы, в соответствии с которыми для передачи тока такой силы допускается сечение провода около (округляя) 200 мм², или 2 см²; при таком проводе потери энергии не выйдут за пределы 10%, а температура провода не будет выше допустимой.

Делаем вывод, что для передачи данной мощности по проводам относительно небольшого сечения (около 2 см²) при условии, чтобы потери энергии не превышали 10%, необходимо передавать ее током возможно меньшей силы при возможно более высоком напряжении.

Как видим, в основе этого второго варианта лежит указание, даваемое нами учащимся, на технические нормы,

которыми определяется сечение провода. Эти нормы, связанные с температурным режимом, о котором ничего не известно учащимся VII класса, не могут быть для них естественными и убедительными.

Кроме того, потеря энергии при ее передаче в этом варианте расчетов не фигурирует достаточно явно для учащихся. Поэтому вся система такого расчета может оказаться для учащихся догматичной.

В этом отношении первый из приведенных вариантов выгодно отличается от второго. В основе расчетов по этому варианту лежит потеря напряжения в проводах, значит, и мощности, по которым можно судить о потерях энергии. Таким образом, если не потеря мощности, то потеря напряжения в расчетах выявляется для учащихся достаточно ясно. В связи с этим, оказывается возможным базироваться не на температурном режиме провода, а на соображениях, связанных с коэффициентом полезного действия, общее представление о котором у учащихся VII класса имеется.

Производимые расчеты и заключение, которое по ним можно сделать, создают чрезвычайно наглядную и убедительную для учащихся картину, которая может обеспечить осознанные знания учащихся и обоснованность выводов.

Наконец, начальное ознакомление учащихся с потерей напряжения в проводах само по себе представляет большую образовательную ценность.

По указанным соображениям первый из рассмотренных вариантов представляется методически более обоснованным и целесообразным.

2-й урок

Напомнив вывод, сделанный на предыдущем уроке, сообщаем учащимся, что непосредственное генерирование высоковольтных токов технически оказывается неудобным. Поэтому электрический ток, даваемый генераторами, сначала соответствующим образом преобразовывается, а затем уже передается.

Целесообразно сразу же сообщить учащимся, что преобразовывать постоянный ток трудно, переменный же — значительно проще. В этом — одно из основных преимуществ переменного тока.

Затем сообщаем учащимся, что прибор, дающий возмож-

на 220 в — 1100 витков и катушка на 12 в — 74 витка. С этим трансформатором с успехом могут быть осуществлены все опыты, описываемые ниже.

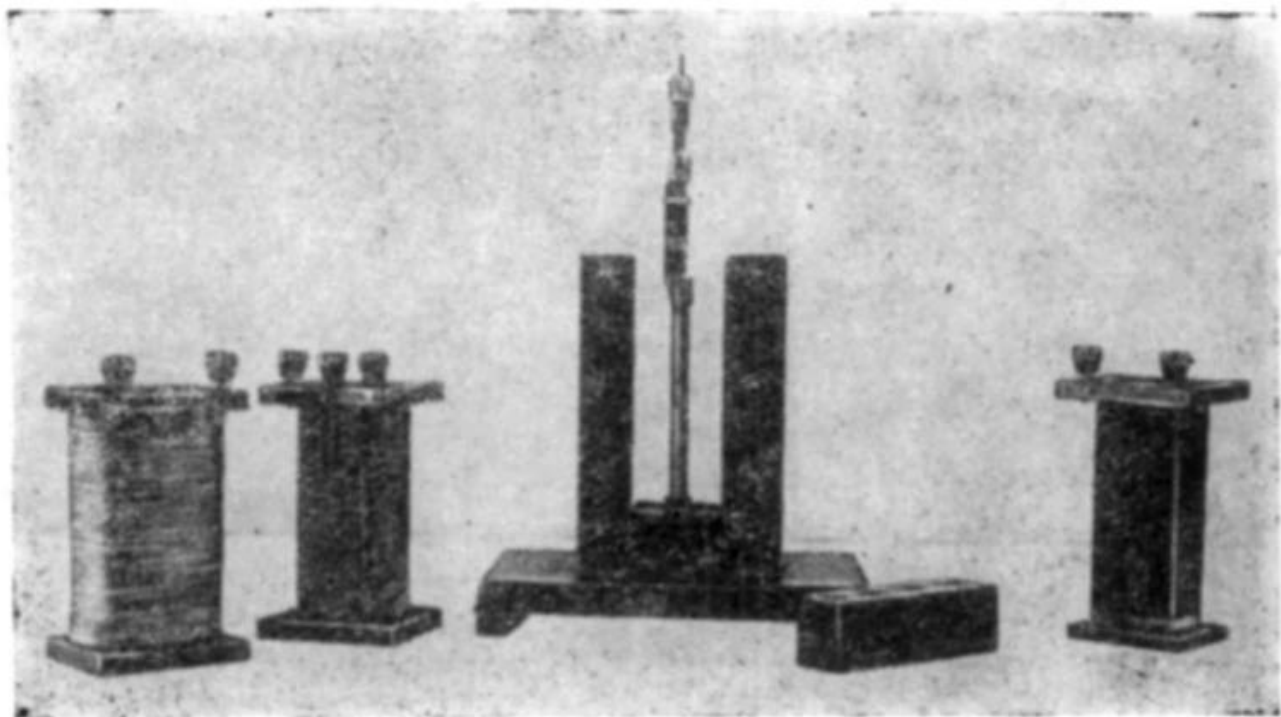


Рис. 19.

Начинаем ознакомление учащихся с трансформатором, показав его сначала собранным с любой парой катушек и назвав отдельные части его (сердечник, катушки), а затем разобрав его (рис. 19).



Рис. 20.

Дальше, путем нескольких вопросов, обращенных к классу, вспоминаем, что внутри катушки, если пропускать по обмотке ее постоянный ток, появляется магнитное поле, подобное магнитному полю прямолинейного магнита.

Если по тем или иным причинам магнитные действия соленоида не демонстрировались, можно эту демонстрацию осуществить следующим образом.

Берем 2-ю катушку с максимальным количеством витков (1230). Ее можно включать прямо в сеть с напряжением 120 в, но лучше (катушка сильно греется) включить ее последовательно с реостатом, этим самым уменьшив несколько силу тока.

Включаем ток. Держа катушку горизонтально, подносим к торцу ее кусок железа (рис. 20), который резким рывком втягивается внутрь катушки.

Выключаем ток. Ставим катушку на стол вертикально. На кромку катушки кладем полоску железа так, чтобы она почти падала внутрь катушки (рис. 21).

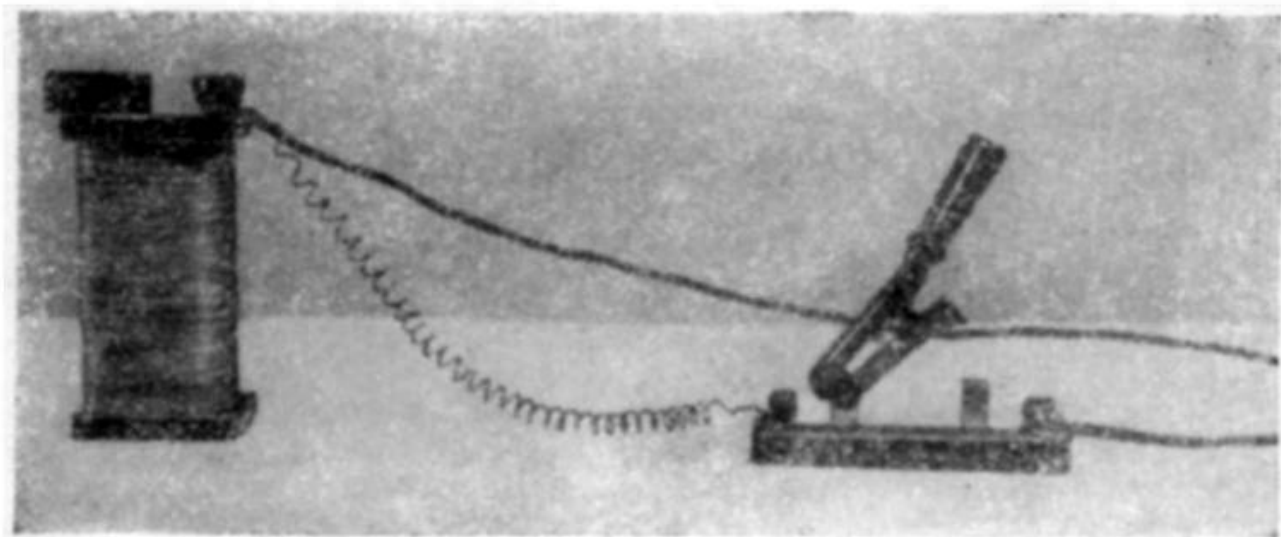


Рис. 21.

Включаем ток. Железо втягивается внутрь катушки. Поднимаем катушку над столом, — кусок железа на столе нет (рис. 22).

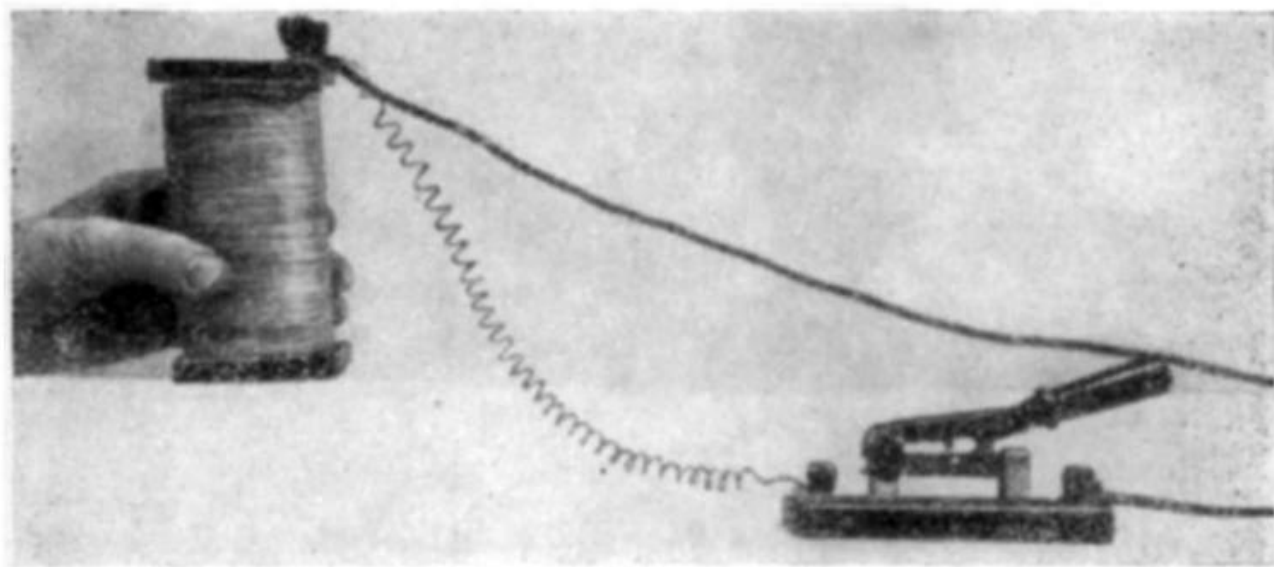


Рис. 22

Выключаем ток. Железо падает из катушки на стол (рис. 23).

Надеваем катушку, имеющую 1230 витков, на сердечник трансформатора. Съемной части сердечника не ставим. Пускаем ток. Куском железа обнаруживаем, что сердечник сильно намагнитился.

Напоминаем учащимся, что, введя внутрь катушки железный сердечник, мы в значительной степени усиливаем магнитные действия катушки.

Затем переходим к самой идее трансформации тока. Собираем трансформатор, надев катушки 1-ю и 2-ю. Замыкаем сердечник.

Приступаем к выдвижению рабочей гипотезы, к планированию эксперимента и мотивированному подбору нужных приборов.

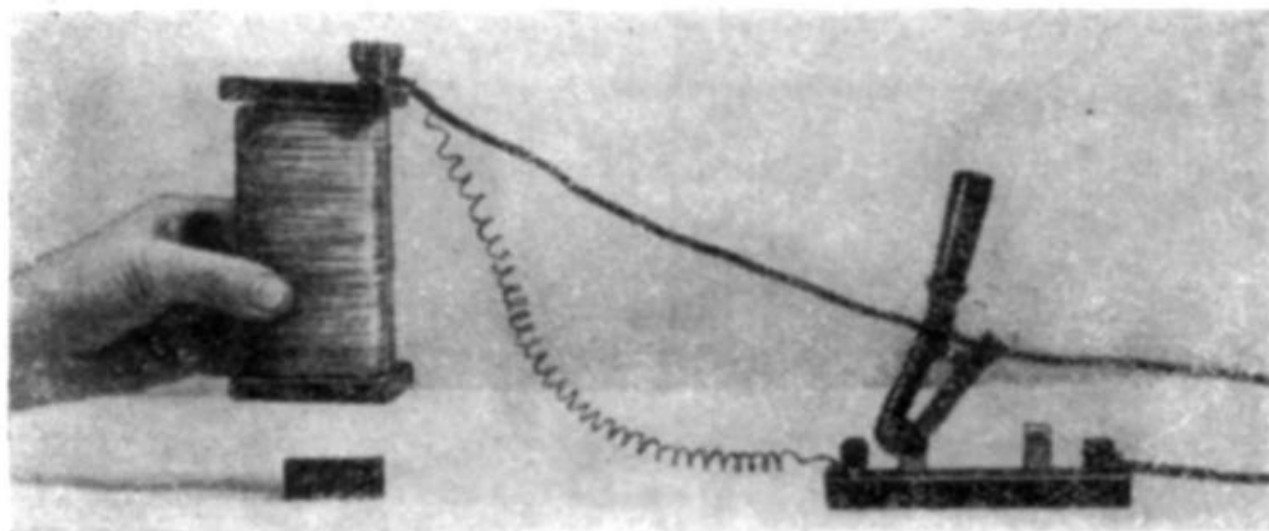


Рис. 23.

Вопрос. Будет ли изменяться магнитное поле этой 1-й катушки, если через нее будет идти постоянный ток?

Ответ. В этом случае магнитное поле катушки изменяться не будет.

Вопрос. Что надо сделать, чтобы магнитное поле 1-й катушки изменялось?

Ответ. Надо изменять силу тока или замыкать и размыкать цепь тока этой катушки.

Вопрос. Что тогда произойдет со 2-й катушкой?

Ответ. Во второй катушке, если она будет замкнута, будет возбуждаться индукционный ток, если разомкнута — на концах ее появится некоторое напряжение.

Вопрос. Почему можно думать, что такое предположение правильно?

Ответ. Потому что во время изменения силы тока в 1-й катушке будет изменяться магнитное поле внутри 2-й катушки.

Целесообразно поставить опыт по трансформации тока, питая обмотку первичной катушки от гальванического элемента (через ключ) сначала с одной парой катушек, потом с другой, сначала с разомкнутым сердечником,

потом с замкнутым. Только после этого следует перейти к рассмотрению того, что происходит при питании трансформатора переменным током.

К сожалению, на это обыкновенно нехватает времени. Если же время позволяет, можно пойти следующим путем, предлагаемым проф. М. Ю. П и о т р о в с к и м.¹

1) Включаем первичный ток и наблюдаем отклонение стрелки гальванометра; замечаем его величину и направление.

2) Выключаем первичный ток и наблюдаем отклонение в обратную сторону.

3) Включаем первичный ток в обратном направлении; замечаем, что индукционный ток в случае (3) имеет то же направление, как и в случае (2), и заключаем, что операции (2) и (3) могут быть объединены: одна может служить непосредственным продолжением другой. Проверяем наше предположение опытом.

4) Одним движением переключателя включаем первичный ток и сразу же вновь включаем его в обратном направлении. Замечаем, что индукционный ток получился более сильный, чем в предыдущих опытах. Наводим учащихся на объяснение этого факта: сердечник не только размагничивается, но и *перемагничивается*. Дальше уже само собой напрашивается заключение, что вместо того, чтобы то включать, то выключать постоянный ток, удобнее использовать ток *переменный*. Осуществляем эту мысль на опыте, заменив гальванометр, не пригодный для переменного тока, другим индикатором — маловольтной лампочкой, звонком, моторчиком, репродуктором. Удостоверяемся, что наше предположение подтверждается опытом. Остается выяснить значение числа вторичных витков. Это нетрудно сделать путем создания некоей «рабочей гипотезы» с последующей ее проверкой на опыте: во вторичной обмотке возник индукционный ток, но вторичная обмотка состоит из большого числа одинаковых витков, находящихся в одинаковых условиях, — естественно поэтому предположить, что каждый из витков как-то участвует в возбуждении этого

¹ Методический подход к изучению трансформатора представлялось бы удобным вести от классических опытов с «катушкой Фарадея». Вкладываем первичную обмотку вместе с сердечником внутрь вторичной; концы вторичной обмотки отводим к гальванометру и, не изменяя относительного положения обмоток, пускаем в первичную постоянный ток через переключатель.

индукционного тока: каждый виток, находясь в изменяющемся поле, является источником тока, источником электрической энергии, «генератором». А что происходит, если несколько генераторов соединить последовательно, это уже учащимся известно: напряжение в цепи становится больше. Отсюда уже легко заключить, что, подбирая нужное число витков, можно получить какое-угодно вторичное напряжение; остается и это заключение подтвердить опытами.

Весь дальнейший ход работы — изучение устройства и действия трансформатора — ведется совершенно по тому же плану, какой предлагается настоящим конспектом.

Вопрос. Что произойдет со 2-й катушкой, если в 1-ю будем пускать переменный ток?

Ответ. Во 2-й катушке будет возбуждаться переменный индукционный ток (или напряжение на концах обмотки, если она разомкнута).

Вопрос. Почему индукционный ток будет переменным?

Ответ. Потому что благодаря переменному току в 1-й катушке железный сердечник будет все время (периодически) перемагничиваться, следовательно, магнитное поле внутри 2-й катушки будет также переменное.

Выдвинув таким образом предположение о том, что во 2-й катушке будет возбуждаться переменный индукционный ток при пропускании такого же тока в 1-й катушке, приступаем к выдвигению второй рабочей гипотезы, связанной с вопросом о величине напряжения на концах 2-й катушки.

Работа в этом направлении может идти в следующем плане.

Если учащиеся не знакомы со случаем индукции в незамкнутом проводнике, на что указывалось на стр. 119, то сейчас уместно сообщить им, что если двигать в магнитном поле незамкнутый проводник, или, вообще, тем или иным способом изменять магнитное поле внутри незамкнутого проводника, то в нем возбуждается той или иной величины напряжение, измеряемое, как обычно, на концах этого проводника.

Называем числа витков провода в 1-й и 2-й катушках, округляя их до теоретического соотношения 1:2, т. е. в 1-й катушке 600 витков, во 2-й — 1200 витков. Эти данные записываются на доске и в тетрадях учащихся, числа витков обозначаем буквами n_1 и n_2 .

Число витков: 1-й катушки $n_1 = 600$, 2-й катушки $n_2 = 1200$.

Предлагаем учащимся вместе с нами попытаться выдвинуть предположение о том, какой величины напряжение будет получено нами на концах 2-й катушки, если на концах 1-й будет напряжение в 100 в.

Вопрос. При напряжении на концах провода 1-й катушки в 100 в какое напряжение окажется на концах каждого отдельного витка, если общее число витков в этой катушке 600?

Ответ. На концах каждого витка окажется напряжение в $\frac{1}{6}$ в.

Вопрос. Одинаковы или различны изменения магнитного поля, происходящие внутри 1-й и 2-й катушек?

Ответ. Изменения магнитного поля внутри 1-й и 2-й катушек одинаковы.

Вопрос. Какое же тогда напряжение мы вправе ожидать на концах каждого отдельного витка во 2-й катушке?

Ответ. На концах каждого витка 2-й катушки можно ожидать то же напряжение в $\frac{1}{6}$ в.¹

Вопрос. Какое же общее напряжение можно ожидать на концах 2-й катушки, если она состоит из 1200 витков, соединенных последовательно?

Ответ. Напряжение на концах 2-й катушки, видимо, окажется равным 200 в, т. е. в 2 раза большим, чем на 1-й, так как число витков 2-й катушки в 2 раза больше числа витков 1-й.

Выдвинув, таким образом, рабочую гипотезу, приступаем к совместному с учащимися планированию эксперимента, который даст нам возможность проверить справедливость выдвинутого предположения. Опыт показывает, что учащиеся без всяких затруднений легко намечают путь нужного эксперимента: взять имеющийся трансформатор, присоединить к каждой катушке по вольтметру *со шкалами*,

¹ Рассуждение обычное, но в логическом смысле не безупречное. Дело в том, что напряжение, приложенное извне к каждому витку первичной обмотки, является причиной возникновения магнитного поля, напряжение же, возникающее в каждом витке вторичной обмотки, является следствием этого изменения магнитного поля. Количественное равенство этих двух напряжений, без более глубокого количественного изучения свойств магнитного поля и законов электромагнитной индукции, логически не вытекает из существующей между ними причинной зависимости. Это — один из нередких в нашей практике случаев, когда мы делаем умозаключение без достаточных к тому оснований. Однако обойти это затруднение, если нежелательно вводить «коэффициент трансформации» просто как эмпирически установленное соотношение, мы не умеем.

соответствующими ожидаемым нами напряжениям (важный образовательный и воспитательный момент) и включить 1-ю катушку в осветительную цепь. Измерив напряжения на катушках, можно будет судить о правильности сделанного предположения.

В соответствии с намеченным путем экспериментирования мы собираем установку. В процессе сборки ее обращаемся с вопросом к учащимся о том, как надо подключить к катушкам вольтметры. Располагаем приборы так, чтобы были достаточно хорошо видны учащимся питающие провода и провода от катушек к вольтметрам (эти последние можно слегка спирально скрутить, тогда они будут отличаться своим внешним видом от питающих проводов).

С помощью рубильника в цепи 1-й катушки замыкаем цепь тока. Обнаруживаем, что вольтметр, присоединенный к 1-й катушке, показывает 120 в, другой — 240 в. Показания вольтметров записываются на доске и в тетрадях учащихся под сделанной записью чисел витков в катушках. Напряжения соответственно обозначаем U_1 и U_2 .

$$\begin{array}{l} \text{Напряжение на 1-й катушке} - U_1 = 120 \text{ в,} \\ \text{„ „ 2-й „ „} - U_2 = 240 \text{ „.} \end{array}$$

Анализируя результаты эксперимента, приходим к заключению, что сделанное нами предположение данными опыта подтверждается. В форме ответа учащихся на поставленный им вопрос приходим к выводу, что напряжение на 2-й катушке больше напряжения на 1-й катушке во столько же раз, во сколько число витков 2-й катушки больше числа витков 1-й.

Кроме описанного опыта с вольтметрами, желательно показать эффектный опыт с лампами накаливания. Берем две лампы, рассчитанные на напряжение в 220 в. Одну включаем прямо в осветительную сеть: горит недокалом; другую — после повышающего трансформатора: горит ярко. Если нет ламп на 220 в, берем, вместо каждой из них, по 2 лампы на 110 в, соединенные последовательно.

Можно в этом случае воспользоваться двумя лампами на 110 в. Одну включаем в осветительную сеть, другую — после повышающего трансформатора. Первая горит нормально ярко, вторая — значительно более ярко. При непродолжительном накале этой лампы она обычно не перегорает.

При постановке последнего опыта трудно делать какие-либо заключения о *соотношении* напряжений, которое приближенно может быть установлено на основе двух первых опытов с лампами. Это замечание особенно существенно учесть и более основательно его использовать если, за неимением в кабинете физики вольтметра для напряжений до 240—250 в, придется ограничиться только опытами с лампами.¹

Дальше, переходим к рассмотрению понижения напряжения. Мы полагаем, что в этом случае нет необходимости целиком повторять рассуждения, которые велись применительно к повышению напряжения. Здесь путь рассуждений может быть максимально кратким.

Сообщаем учащимся, что переменный ток можно подать в катушку с большим числом витков, таким образом, при применяемой нами до сих пор терминологии, сделав ее 1-й. Тогда число витков 2-й катушки будет меньше. Записываем числа витков катушек. Отметив, что сущность явления, происходящего в трансформаторе, с точки зрения качественной останется той же, предлагаем учащимся предсказать величину того напряжения, какое мы получим на концах 2-й катушки в этом случае.

Сборку установки производим по указаниям учащихся. Надо учесть, что теперь придется измерять пониженное напряжение. В связи с этим, ко вторичной катушке подключаем тот из применявшихся уже вольтметров, шкала которого ценой своих делений наиболее удобна для отсчета. Если поэтому придется поменять вольтметры местами, надо эту перестановку обосновать для учащихся.

Производим эксперимент.

Записываем напряжения на катушках под сделанной ранее записью чисел витков катушек.

Число витков	1-й катушки	$n_1 = 1200;$
"	2 й "	$n_2 = 600;$
Напряжение на	1-й катушке	$U_1 = 120 \text{ в,}$
"	2-й "	$U_2 = 60 \text{ "}$

¹ Напомним, что вольтметр на 150 V может быть легко превращен в вольтметр на 300 V, для чего достаточно ввести последовательно с ним реостат большого сопротивления и передвигать скользящий контакт этого реостата, пока показания вольтметра не снизятся до *половины* того, что он показывал без реостата. Можно также, имея два одинаковых вольтметра, включить в цепь повышенного напряжения *оба последовательно*.

Устанавливаем подтверждение выдвинутого ранее предположения данными опыта. Приводим учащихся к выводу, что напряжение на 2-й катушке меньше напряжения на 1-й во столько же раз, во сколько число витков 2-й катушки меньше числа витков 1-й.

Приступаем к изображению на доске установки, которой мы пользовались, производя эксперимент. Мы делаем на доске схематический чертеж трансформатора, записав на чертеже буквенные обозначения величин, которыми мы пользовались. Здесь же можно записать обозначения сил токов и мощностей в катушках, пока, разумеется, ничего не говоря об их соотношениях (рис. 24).

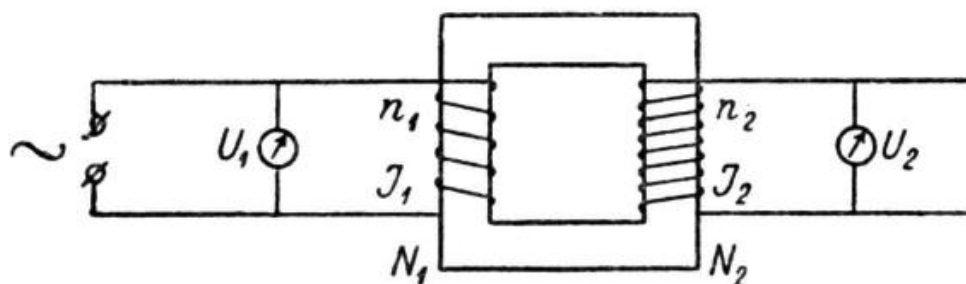


Рис. 24.

Соответствующими указаниями помогаем учащимся сделать такой же чертеж в тетрадях (о формах помощи учащимся в данном случае см. выше стр. 51 и след.).

Дальше вводим термины: «первичная обмотка», «вторичная обмотка», «повышающий трансформатор», «понижающий трансформатор» и приступаем к обобщению выводов, касающихся напряжения на обмотках трансформатора, сделанных раньше в процессе рассуждений и проверенных экспериментально. Сообщаем учащимся, что результаты опытов, полученные нами, подтверждаются результатами всех многочисленных в науке и технике опытов с трансформаторами. С помощью учащихся устанавливаем, что частные выводы, сделанные нами применительно к повышающему и понижающему трансформатору, говорят о прямо пропорциональной зависимости между напряжениями на обмотках и числами витков их. Эти выводы могут быть обобщены. В результате вопроса, поставленного классу, получаем формулировку вывода, записываемого учащимися в свои тетради:

Напряжения на обмотках трансформатора прямо пропорциональны числам витков обмоток.

С помощью учащихся учитель записывает на доске (а учащиеся в тетрадях) формулу:

$$\boxed{\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}}$$

Необходимо убедиться, что записанная формула-пропорция, с точки зрения учащихся, содержит тот же смысл установления зависимости между напряжениями и числами витков обмоток, как и только что сделанная словесно формулировка.

На этом мы заканчиваем рассмотрение вопроса о напряжениях на обмотках трансформатора и переходим к рассмотрению сил токов в его обмотках.

Мы сообщаем учащимся, что рассмотрение явлений, происходящих в трансформаторе, надо продолжить в направлении разрешения вопроса о том, какова сила тока во вторичной катушке по сравнению с первичной.

Для этого мы предлагаем учащимся вспомнить закон сохранения энергии. Если позволяет время, мы очень кратко воспроизводим с учащимися отдельные положения, иллюстрирующие этот закон и известные им из предыдущего курса, например, «золотое правило» механики, соотношение сил и работ на гидравлическом прессе и др.

Сообщаем далее учащимся, что из-за отсутствия в трансформаторе движущихся (трущихся) частей потери энергии в нем незначительны. Чем вызываются имеющиеся все же в трансформаторе потери, мы узнаем позже. Приводим учащихся к выводу о том, что если откинуть незначительные в трансформаторе потери, можно считать, что мощности в обеих катушках трансформатора одинаковы. Записываем (на доске и в тетрадях).

$$\left. \begin{array}{l} N_1 = N_2 \\ I_1 U_1 = I_2 U_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Мощности в катушках трансформатора} \\ \text{одинаковы.} \end{array}$$

Это значит, что в катушке, в которой напряжение увеличено в несколько раз, сила тока уменьшится в то же число раз. Следовательно (записывается в тетрадь):

Силы токов в обмотках трансформатора обратно пропорциональны числам витков.

Делаем ссылку на то, что данные многочисленных экспериментов подтверждают этот вывод.

Установленную зависимость записываем в виде формулы (на доске и в тетрадах).

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Применительно к этой части урока могут быть сделаны следующие замечания.

1. Недостаток времени, отводимого на изучение рассматриваемой темы, вынуждает ограничивать эксперимент, выбирая из разнообразных опытов, подчас очень эффективных и интересных, только те из них, которые особенно

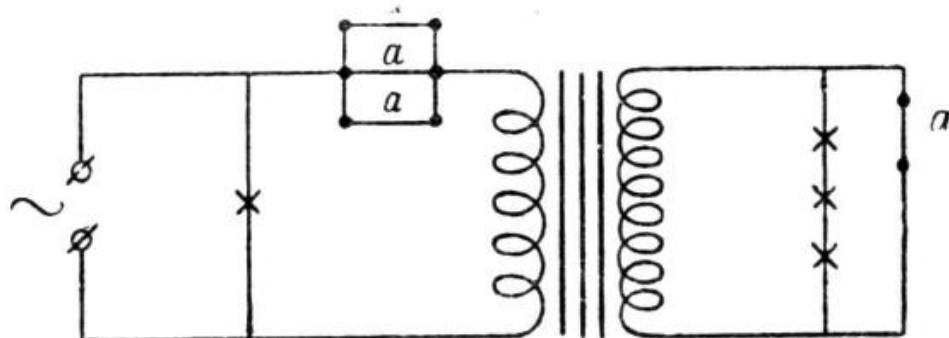


Рис. 25.

остро необходимы. К числу таких опытов надо отнести описанный уже эксперимент, обнаруживающий зависимость напряжения на обмотках трансформатора от числа витков. Крайне желательно продемонстрировать соотношение сил токов в обмотках трансформатора. Опыт может быть произведен по следующей схеме (рис. 25).

Технический трансформатор с коэффициентом трансформации, равным трем, включается под напряжение в 120 в. В высоковольтной цепи горят три лампы, соединенные последовательно, в низковольтной — одна; в высоковольтной накаливается одна тонкая проволока *a*, в низковольтной — три таких проволочки, соединенные параллельно.

Ряд интересных опытов можно показать с катушкой (трансформатором) Э. Томсона.

2. То обстоятельство, что сила тока во вторичной обмотке повышающего трансформатора уменьшена во столько раз, во сколько повышено напряжение, для многих наиболее вдумчивых учащихся представляется парадоксальным, так как находится в кажущемся противоречии с за-

коном Ома. В случае возникновения у учащихся такого сомнения, необходимо, не вдаваясь в подробности, указать, что сопротивление переменному току вторичной обмотки с увеличением числа витков возрастает быстрее, чем возникающее на той же обмотке напряжение. Большое сопротивление катушки с железным сердечником, оказываемое переменному току, легко иллюстрируется рядом эффектных опытов. В качестве примера сошлемся только на один опыт качественного порядка, уместный в VII классе.

Составляем цепь по схеме, изображенной на рис. 26.

Для опыта может быть использована одна из катушек трансформатора, надевая на сердечник. Источником тока служит осветительная сеть. Индикатор — лампа накаливания, рассчитанная на напряжение сети. Демонстрацию ведем следующим образом:

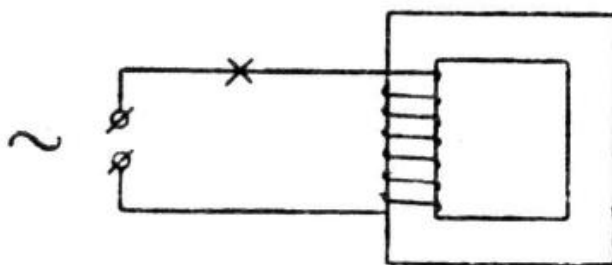


Рис. 26.

а) включаем лампу накаливания в осветительную сеть, лампа горит нормально;

б) последовательно с лампой включаем катушку, лампа горит менее ярко, нежели при непосредственном включении в сеть;

в) внутрь катушки вводим железный сердечник, не замыкая его, лампа горит еще менее ярко;

г) замыкаем сердечник, лампа очень сильно тускнеет, а если индуктивное сопротивление катушки достаточно велико, нить лампы не светится совершенно.

Во всех трех случаях омическое сопротивление цепи одно и то же.

Схема на рис. 26 имеет в виду опыт, указанный в пункте «г».

После этого приступаем к выяснению роли сердечника в трансформаторе. Эту задачу наиболее эффективно и экономично в отношении времени можно разрешить путем следующей демонстрации и заключений из нее.

1. Снимаем съемную часть сердечника, расположенную поверх катушек и прижимаемую обычно винтом. Надеваем на сердечник 2-ю и 1-ю катушки, создавая, например, понижающий трансформатор. Присоединяем вольтметры. Не кладя на место съемной части сердечника, пускаем

В первичную катушку (2-ю по нумерации на трансформаторе) ток от осветительной сети. Напряжение на первичной обмотке 120 в. На вторичной обмотке, на которой

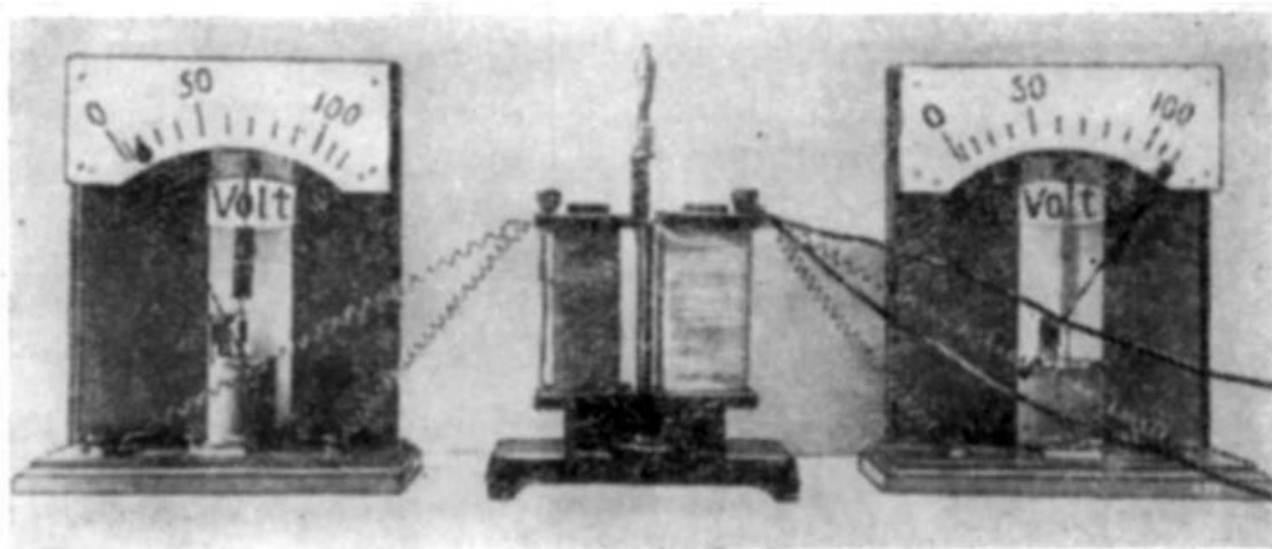


Рис. 27.

при замкнутом сердечнике напряжение было, как помним, 60 в, сейчас много ниже — порядка 15—20 в (рис. 27).

2. На место снятой части сердечника кладем небольшой железный брусочек, причем надо следить, чтобы при-

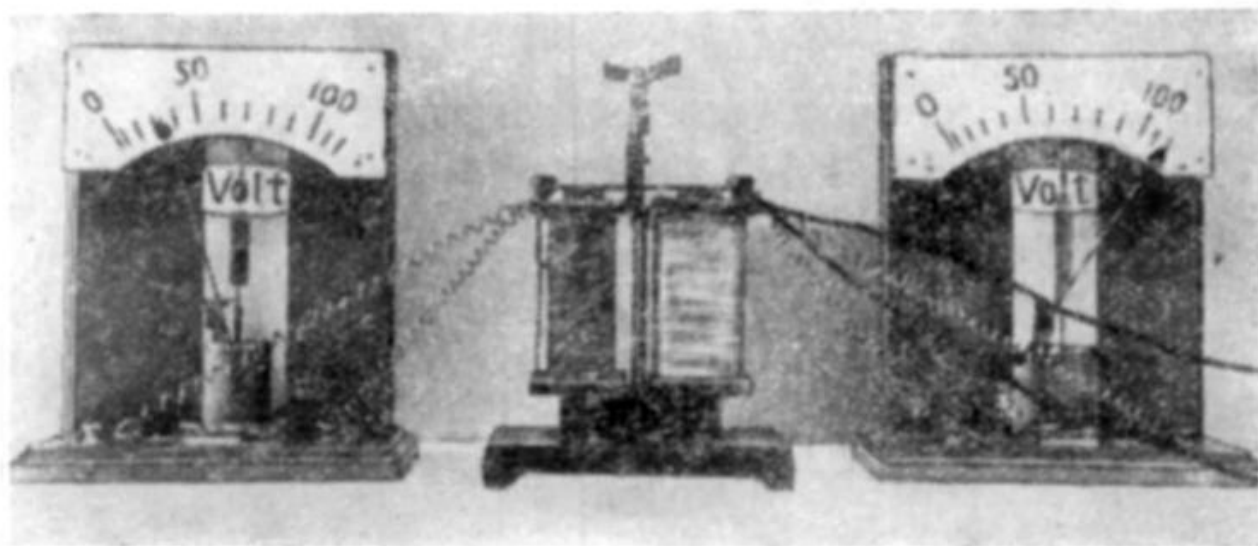


Рис. 28.

косновением его к клеммам катушки не замкнуть ее накоротко. Напряжение на вторичной обмотке заметно повысилось (до 40—45 в), но все еще меньше 60 в (рис. 28).

3. Снимаем полоску железа и ставим снятую часть сердечника на место, поджимая ее винтом. Необходимо

здесь учесть, что при этой операции опасность короткого замыкания особенно велика. Напряжение на вторичной обмотке увеличивается до 60 в (рис. 29). Выключаем ток.

4. На основании сделанных наблюдений заключаем, что сердечник трансформатора, усиливая магнитное поле внутри катушек, влияет на величину напряжения на концах вторичной обмотки и что он должен быть массивным и замкнутым.

5. Обращаем внимание учащихся на гудение и дрожание трансформатора, особенно заметное во время замены

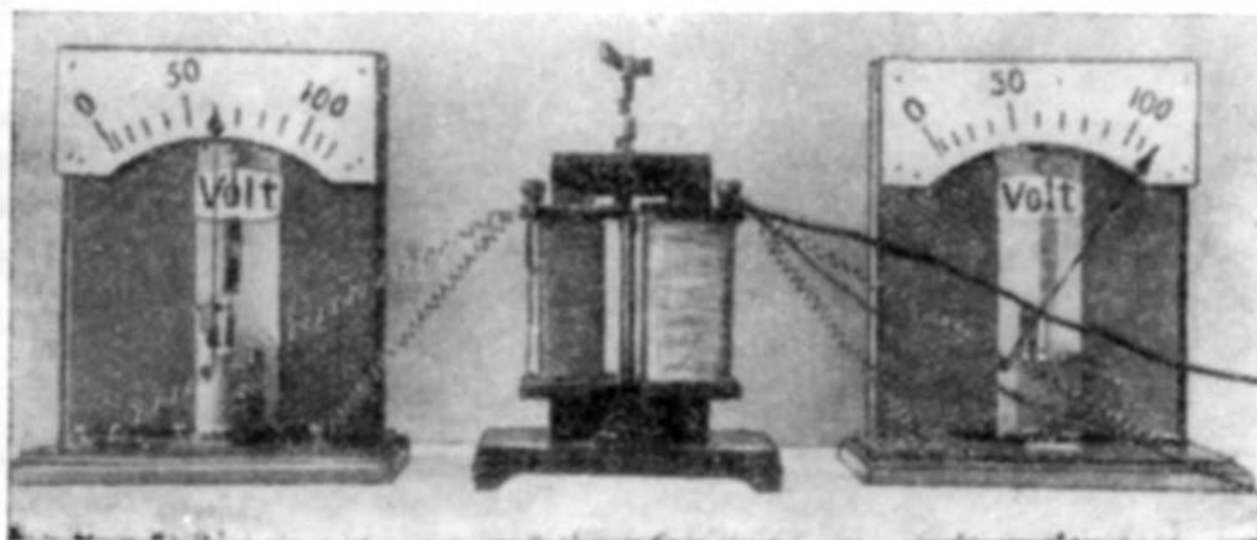


Рис. 29.

съемной части сердечника небольшим брусочком железа. Мы объясняем это постоянным перемагничиванием сердечника. Сообщаем учащимся о нагревании обмоток и сердечника. Связываем эти обстоятельства с потерями, которыми доказываем необходимость во вторичной обмотке иметь несколько большее число витков или в первичной несколько меньшее, чем это нужно по расчету.

6. Сообщаем учащимся числа витков тех катушек, которыми мы во время урока пользовались, и объясняем, что округление этих чисел было сделано нами для того, чтобы в начале изучения трансформатора иметь возможность не учитывать небольших потерь энергии в нем.

Дальше переходим к следующему этапу урока — к обобщению полученных результатов и этим самым к установлению назначения трансформаторов.

Обобщая сведения об изменениях напряжения и силы переменного тока, происходящих при его трансформации,

приводим учащихся к выводу, записываемому ими в тетрадах.

С помощью трансформатора можно изменять напряжение и силу переменного тока, не изменяя его мощности.

Дальше следует сообщить учащимся о том, что впервые трансформатор был создан в 1876 г. известным уже учащимся русским ученым П. Н. Яблочковым (1847—1894) в связи с необходимостью «дробить свет» при употреблении «свечей Яблочкова», а затем в 1882 г. в Москве демонстрировалась установка свечей Яблочкова с трансформатором, сконструированным замечательным русским изобретателем И. Ф. Усагиным (1855—1919). Таким образом, честь изобретения трансформатора принадлежит русским физикам. (Целесообразно сказать об изобретении трансформатора именно здесь, а не в самом начале ознакомления с ним учащихся, когда они еще не представляют себе устройства, действия и назначения трансформатора. По аналогичным соображениям несколько позже следует сказать учащимся о значении этого изобретения в деле электрификации и в электротехнике вообще.)

На этом заканчиваем изучение нового материала на втором уроке.

Дальше следует проверка усвоения и закрепления в памяти учащихся рассмотренного нового материала. Проверке подвергаем основные моменты из рассмотренного материала. Проверкой целесообразно охватить следующие вопросы:

- а) причины потери энергии в линиях передач;
- б) размеры допустимых потерь; что следует делать с силой тока и напряжением, под которым он передается, чтобы не выйти за эти пределы;
- в) устройство трансформатора;
- г) явление электромагнитной индукции в трансформаторе;
- д) соотношение между напряжением, силой тока и числами витков в обмотках трансформатора;
- е) назначение трансформатора.

Ответы учащихся на вопросы могут быть кратки, носить характер тех выводов, которые были сделаны на уроках. Например:

по первому вопросу — часть электрической энергии при передаче ее по проводам преобразовывается в тепловую;

по третьему вопросу — для уменьшения потерь надо уменьшить сопротивление проводящих ток проводов и передавать энергию током малой силы, но высокого напряжения;

по пятому вопросу — в первичную обмотку трансформатора пускается переменный ток; внутри первичной и вторичной катушек появляется переменное магнитное поле, на концах вторичной обмотки возбуждается некоторое напряжение и т. д.

Решаем в классе следующую задачу:

Сколько витков должна иметь вторичная обмотка понижающего трансформатора, первичная обмотка которого — 1200 витков, если напряжение должно быть понижено от 120 в до 4 в?

К решению этой задачи привлекаем весь класс. Запись решения задач на доске ведет или учитель, или один из учащихся (см. выше стр. 99). Принимая во внимание, что задача подобного типа встречается у учащихся впервые, решаем задачу не путем подбора нужной формулы, а по вопросам.¹

Решение задачи может идти в плане, предложенном нами выше (см. стр. 38):

а) зачитываются условия задачи, кратко разбирается сущность затронутого физического явления;

б) условия задачи записываются с помощью буквенных обозначений;

в) намечается ход решения задачи:

1-й вопрос: во сколько раз должно быть понижено напряжение?

2-й вопрос: сколько витков должна иметь вторичная обмотка?

г) решается задача по вопросам;

д) оценивается полученный результат с точки зрения соответствия его условиям задачи (число витков вторичной обмотки, очевидно, должно быть меньше числа витков первичной).

¹ Опыт показывает, что если учащиеся первые задачи, подобные приведенной, решают путем применения формул, то очень часто решение задач оказывается неправильным, так как в записываемой учащимися формуле напряжения на обмотках оказываются не прямо пропорциональными виткам, а обратно пропорциональными, причем, в связи с тем, что очень часто полученный ответ не осмысливается учащимися, ошибка оказывается ими не замеченной. В итоге повышающий трансформатор подменяется понижающим, и наоборот.

Окончив решение задачи, переходим к заданию учащимся на дом. На дом могут быть заданы соответствующие параграфы по учебнику (например, § 135 и 136 учебника Перышкин, Фалеев, Крауклис, Физика, ч. 2, Учпедгиз, 1951) и 2—3 задачи, например, такого типа:

В первичной обмотке повышающего трансформатора 80 витков, во вторичной — 1280 витков. Какое напряжение на вторичной обмотке можно получить, если включить первичную обмотку под напряжение 120 в?

В осветительную сеть переменного тока напряжением 120 в включается трансформатор, понижающий напряжение до 8 в. В первичной обмотке 1275 витков. Сколько витков во вторичной обмотке?

Очень полезно задать учащимся задачу-вопрос, например, такого типа:

Изменится ли напряжение на вторичной обмотке трансформатора, если железный сердечник вынуть, или вместо него поставить медный?

Домашнее задание сопровождаем следующими указаниями:

1) Начинать работу дома с восстановления в памяти того, что было сделано и сказано на уроке, для чего воспользоваться записями в классной тетради, стараясь восстановить в памяти логику рассуждений. Числовые данные запоминать не надо.

2) После этого разобраться в материале по учебнику; в § 135 числовые данные не надо стараться запоминать. Все выводы, сделанные и записанные в классе (они же имеются и в учебнике), надо понять и запомнить.

3) Раза два сделать чертеж трансформатора, показав включенные вольтметры и написав нужные буквенные обозначения так же, как это было сделано в классе. Чертеж надо уметь делать, не заглядывая в тетрадь.

4) Решить каждую задачу в такой последовательности, как они решались в классе. Рекомендуем учащимся решать задачи «по вопросам». Надо стараться решать задачу сразу, «начисто», в тетради. Чтобы избежать ошибок и перечеркивания написанного в тетради, надо тщательно обдумать условия задачи и ход решения ее. Решив задачу, надо не забыть оценить полученный результат. На задачу-вопрос надо приготовить устный ответ.

Приведенные здесь указания учащимся имеют цель установить характер этих указаний вообще. Совершенно естественно, что из приведенного перечня на данном уроке

выпадут те общие, не специфические для материала данного урока указания, которые должны были быть уже неоднократно сделаны учащимися на предыдущих уроках. Если эти общие указания делались преподавателем достаточное число раз и усвоены учащимися, повторять их снова нет необходимости. Тогда из приведенного перечня указаний могут быть сохранены для данного урока только помеченные номерами 2 и 3.

3-й урок

Ввиду того, что первые два урока рассмотрены довольно подробно, на третьем можно остановиться очень кратко, подчеркнув только отдельные моменты его.

Как уже указывалось, на 3-м уроке рассматривается следующий новый материал: применение трансформаторов при передаче электрической энергии и в других случаях; электрификация социалистического хозяйства СССР.

Начинаем урок с проверки выполнения учащимися домашнего задания. Убедившись в том, что в тетрадях учащихся имеются записи решения задач, предлагаем одному из учащихся рассказать ход решения одной из этих задач (если задачи решены и не вызывают у учащихся сомнений). В процессе проверки решения задачи проверяем знания учащихся по той части пройденного на предыдущих уроках материала, которая естественно увязана с решением задачи (повышающий, понижающий трансформатор, явление электромагнитной индукции в нем, соотношение напряжений на его обмотках); таким образом, в задаче не будет потерян физический смысл и, кроме того, попутно будут проверяться знания учащихся. Затем проверяем приготовленные учащимися устные ответы на задачу-вопрос и, в связи с этим, представления учащихся о роли железного сердечника в трансформаторе.

Убедившись в знаниях учащихся в части материала, связанной с задачами, переходим к проверке знаний учащихся по остальному пройденному на предыдущих уроках материалу, одновременно подготавливая их к изучению нового материала на данном уроке. Проверку осуществляем путем ответов учащихся с мест и вызовом отдельных из них к доске, выявляя знания учащихся в области тех вопросов, которые выдвинуты в конце второго урока (см. выше стр. 146) в качестве материала для закрепления.

С целью проверить навыки учащихся в выполнении чертежей, предлагаем во время опроса одному-двум учащимся сделать на доске чертеж трансформатора.

Проверив знания учащихся, напоминаем им справку, данную на предыдущих уроках, о том, что современные генераторы дают ток под напряжением в несколько тысяч вольт (6600—13 800 в), передача же энергии производится током под напряжением порядка сотен тысяч вольт (120 000, 220 000, 400 000 в).

Из сказанного вытекает естественный переход к выдвигению новой задачи на данный урок. Учащимся могут быть поставлены следующие вопросы:

Вопрос. Что надо сделать с током, полученным от генератора, прежде чем передавать его потребителям?

Ответ. Полученный от генератора ток надо трансформировать в ток высокого напряжения.

Вопрос. Каким образом можно разрешить эту задачу?

Ответ. Повысить напряжение можно с помощью повышающего трансформатора.

Вопрос. Что надо сделать с током на месте потребления энергии?

Ответ. На месте потребления энергии надо понизить напряжение.

Вопрос. Каким образом можно разрешить эту задачу?

Ответ. Понизить напряжение можно с помощью понижающего трансформатора.

Приходим к заключению (делается преподавателем, если возможно,—учащимися) о необходимости более подробно рассмотреть вопрос о применении трансформаторов при передаче электрической энергии. Формулируем тему занятий: «Применение трансформаторов» (название темы записывается учащимися в тетрадях).

Так как установить силами учащихся пути и способы рассмотрения этого вопроса представляется затруднительным, мы сообщаем учащимся, что нам предстоит познакомиться с применением трансформаторов при передаче энергии, проследив путь тока, например, от ГЭС до потребителей энергии в городе.

Рассказываем учащимся о тех трансформациях тока, которые производятся на этом пути. Генераторы ГЭС дают ток напряжением в 6600 в. С помощью трансформатора напряжение повышается до 120 000 в. Под таким напряжением ток поступает в линию передачи. В городе напряжение понижается до 35 000 в, под которым ток подается в кабельное кольцо, куда под тем же

напряжением поступает ток и с других электростанций. Районные подстанции понижают напряжение с 35 000 в до 6600 в. Групповые или домовые трансформаторы понижают напряжение до 550 в для отдельных предприятий или до 120 в, под которым ток поступает в предприятия или жилые дома.

Чертим схему передачи на доске (учащиеся — в тетрадах) (рис. 30). В случае недостатка времени можно воспользоваться схемой, данной в учебнике,¹ предложив учащимся по этой схеме проследить путь тока, о котором рассказывает учитель. Для экономии времени на уроке в ряде слу-

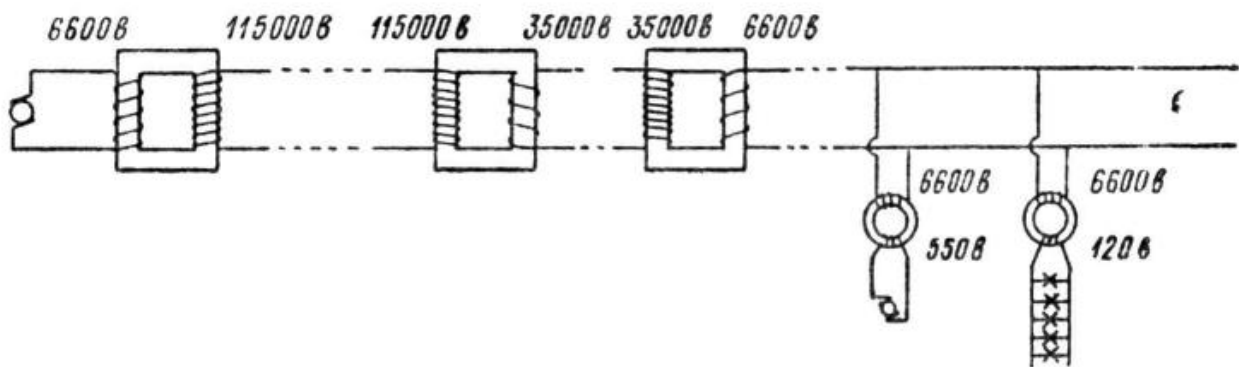


Рис. 30.

чаев целесообразно пользоваться заранее приготовленными на больших листах бумаги чертежами.

Дальше целесообразно дать опытную иллюстрацию схемы передачи. С этой целью надо взять два одинаковых трансформатора, например, с коэффициентом трансформации 1:2, и, используя один из них как повышающий, а другой как понижающий, собрать следующую установку, изображенную на рис. 31: во вторичную обмотку понижающего трансформатора включаем лампу накаливания. Первичную обмотку повышающего трансформатора включаем в осветительную сеть. Схема чертится на доске и в тетрадах (рис. 31).

Во время этой демонстрации чрезвычайно полезно вернуться к борьбе с потерями энергии в проводах, осуществляемой путем уменьшения силы тока при соответствующем увеличении напряжения. Для этого в высоковольтную проводку нужно включить реостат большого сопротивления и показать, что увеличение сопротивления в высоко-

¹ См. Перышкин, Фалеев, Крауклис. Физика, ч. 2, Учпедгиз, 1951, стр. 173.

вольтной цепи очень мало влияет на накал лампы, так как потери энергии относительно невелики, тогда как такое же сопротивление, введенное в низковольтную цепь лампы, снижает напряжение (потери энергии значительно больше) весьма заметно. Перед экспериментом целесообразно предложить учащимся попытаться предсказать результаты опыта.

Установив, таким образом, значение трансформаторов при передаче электрической энергии, переходим к более

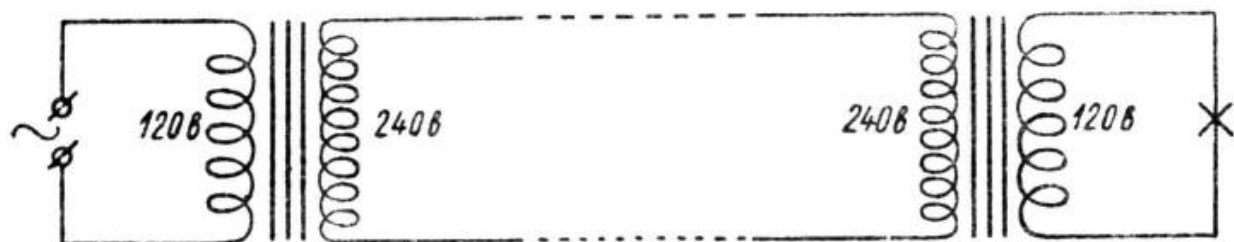


Рис. 31.

общему вопросу — к применению трансформаторов на месте потребления энергии в целях приспособления имеющегося напряжения к нуждам производства. Рассказав учащимся об этом, в качестве примера использования транс-

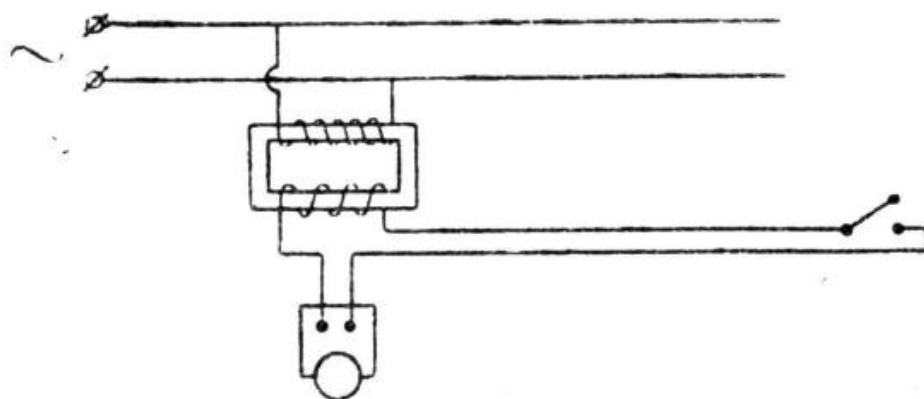


Рис. 32.

форматора в быту берем трансформатор «Гном» для электрического звонка. Кратко рассмотрев устройство его, чертим (преподаватель или один из учащихся на доске, остальные учащиеся в тетрадях) схему включения трансформатора в осветительную сеть (рис. 32). Может оказаться необходимым (если у учащихся возникнут по этому поводу вопросы) объяснить, почему первичная обмотка трансформатора может быть все время соединена с осветительной сетью.

На этом заканчиваем рассмотрение применений трансформаторов и переходим к следующей части материала данного урока — к электрификации социалистического хозяйства СССР.

Указав учащимся на связь рассмотренных вопросов с указанной темой, предлагаем название темы записать в тетрадях.

Эта часть урока может идти в форме рассказа учителя. В отдельных случаях (преимущества электрической энергии, некоторые известные учащимся существующие или проектируемые станции) следует во время рассказа привлечь и учащихся. Рассказ может идти в таком плане:

1. Преимущества электрической энергии.
2. Преимущества централизованного электроснабжения.
3. Преимущества гидроэлектростанций.
4. Электрификация СССР.
5. Преимущества в деле электрификации социалистической формы хозяйства перед капиталистической.

Подбор фактического материала для этого рассказа нетруден, поэтому нет необходимости приводить его полностью. Достаточно остановиться на отдельных моментах его.

В связи с п. 2-м полезно обратить внимание учащихся на значение в деле электрификации изобретения Яблочковым и Усагиным трансформатора. В связи с п. 4-м целесообразно познакомить учащихся с грандиозным планом электрификации СССР.

«... форсировать восстановление и строительство электростанций с тем, чтобы рост мощностей электростанций опережал восстановление и развитие других отраслей».¹ «Установить выработку электроэнергии на 1950 г. на 70 процентов больше, чем в 1940 году».² «Восстановить 6 гидроэлектростанций, в том числе Днепровскую имени Ленина. Закончить строительство 30 гидроэлектростанций. Приступить к сооружению и ввести в действие первую очередь 8 гидроэлектростанций и начать строительство 5 новых крупных гидроэлектростанций».³

¹ Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. Госполитиздат, 1946.

² Там же, стр. 21.

³ Там же, стр. 22.

Закончить нужно постановлением Правительства о сооружении новых мощных гидроэлектростанций на Волге и Днепре. На основе этих данных нужно показать учащимся, как от плана ГОЭЛРО наша страна перешла к широкой электрификации не только промышленности, но и сельского хозяйства.

Чрезвычайно большое воспитательное значение имеет материал и 5-го пункта плана рассказа учителя. Выполнение и перевыполнение грандиозных пятилетних планов развития нашего хозяйства и, в частности, перевыполнение первого послевоенного пятилетнего плана — убедительнейшее доказательство преимущества социалистической формы хозяйства перед капиталистической. Легко показать учащимся, что частновладельческие интересы в отношении генерирования электроэнергии резко расходятся с интересами общегосударственными, что такое же расхождение интересов имеет место в капиталистических странах и в отношении канализации электроэнергии. В нашей стране, стране социалистического хозяйства, интересы трудящихся и общегосударственные являются интересами общими. В этом залог того, что грандиознейшая задача полной электрификации нашей необъятной страны будет с успехом выполнена.

На этом заканчиваем изучение нового материала данного урока.

Проверку усвоения ведем в плане проверки основных положений, установленных на уроке.

Упражнения учащихся на этом уроке представляется возможным не ставить.

Для работы дома учащимся предлагается начертить в тетрадях схему высоковольтной линии передачи, проработать по учебнику соответствующие параграфы (по упомянутому выше учебнику для VII класса издания 1951 г. § 137 и 138) и задачу типа № 2 и 3 из упражнения 47 на стр. 176 того же учебника. Задание на дом может сопровождаться следующими указаниями: в задачах учащиеся будут иметь дело с мощностью тока, выраженной в киловаттах. Напоминается им, что мощность тока, вычисляемая по формуле $N = I \cdot V$, получается в ваттах (напоминание классу можно сделать путем ответа одного из учащихся на вопрос учителя), и указывается, что это обстоятельство надо учесть при решении задач. Учитель предлагает, далее, учащимся решать дома задачи с помощью формул,

дающих зависимость силы тока и напряжения на обмотках трансформатора от числа витков в обмотках его, и обращает внимание учащихся на необходимость, написав формулу, проверить, верно ли выражена ею та или иная зависимость.

На этом заканчиваем третий и последний по данной теме урок.

Связь с последующим материалом

Материал рассматриваемой темы непосредственно не связан с материалом последующих тем VII класса: дальше в этом классе изучается другой отдел курса физики — «Свет». Применительно к этой теме связь с последующим материалом может быть усмотрена только в отношении подготовки учащихся к более углубленному рассмотрению этой темы в курсе физики X класса.

Материал описанных уроков занимает большое и ответственное место в работе с VII классом, так как подытоживает знания учащихся в области учения об электрическом токе, дает богатый материал, наглядно и убедительно иллюстрирующий практическое применение положений физики в технике.

Этими уроками учащиеся вплотную подводятся к понимание вопросов канализации электрической энергии, очевидцами широкого внедрения которой не только в промышленности, но и в быту, они сами являются.

Вместе с тем он имеет и огромное воспитательное значение.

Достаточно полное использование этой темы в образовательных и воспитательных целях представляется поэтому необходимым. Осуществлению этой задачи должны способствовать формы организации уроков и методика проведения их.

В заключение применительно к самому конспекту необходимо сделать следующие замечания:

а) отдельные моменты уроков, не вызывающие сомнений или затруднений, даны сжато, в форме указаний только на то, что нужно сделать, без объяснений того, как это надо сделать;

б) довольно многочисленные вставки в тексте обусловлены тем, что очень часто так называемые «мелочи» определяют успех работы;

в) записи учителя на доске и записи учащихся в тетрадях в тексте во всех случаях оговорены, поэтому необходимость в отдельной сводке их отпадает;

г) редакция вопросов и ответов дана примерная, ответы учащихся — ожидаемые;

д) приводимый конспект уроков — примерный.

Описание организации и методика занятий на этих уроках находятся в соответствии со всеми положениями, выдвинутыми в настоящей работе по отношению к урокам данного типа.

ГЛАВА IV

УРОКИ ОСТАЛЬНЫХ ТИПОВ

1. Урок, основная задача которого — практические работы учащихся

К практическим работам учащихся мы относим виды занятий, которые характеризуются относительно большой самостоятельностью учащихся в работе. Отсюда вытекает наличие общего для всех этих уроков в отношении организации и в некоторой степени в отношении методики их.

На этих уроках осуществляются следующие практические работы учащихся:

- а) решение задач;
- б) лабораторные работы;
- в) проработка учащимися материала по учебнику.

Решение задач

Решение задач очень часто производится нами на уроках, отводимых под изучение нового материала, в плане закрепления только что изученного материала и применения основных положений его к частным конкретным случаям практического характера. Времени для решения задач на таком уроке не может быть много, так как основная задача такого урока — изучение нового материала. Поэтому задачи в этих случаях подбираются, во-первых, несложные, и, во-вторых, иллюстрирующие применение главным образом одной какой-либо закономерности, установленной на данном уроке. Этих упражнений недостаточно для выработки у учащихся устойчивых навыков

в решении задач. Кроме того, необходимо научить учащихся решать задачи более сложные, связанные с применением нескольких закономерностей, иногда из различных отделов курса физики.

С этой целью мы по мере необходимости под решение задач отводим урок в целом. Материалом для упражнений учащихся на этих уроках должны служить не только задачи расчетного характера, но задачи экспериментальные и примеры, задачи-вопросы, не связанные с вычислениями.

Применительно к этим урокам надо в основном сохранить в силе те указания, которые были сделаны нами в связи с решением задач как формы упражнений учащихся на уроке, отводимом под изучение нового материала.

Отведение под упражнения учащихся целого урока дает нам возможность усилить самостоятельность в работе учащихся, развить у них навыки в организации своего труда, в пользовании литературой, справочниками. Поэтому на таких уроках надо считать целесообразной организацию *самостоятельной* работы учащихся по решению задач. Преподаватель, не *подавляя самостоятельности* учащихся, руководит их работой, только в действительно необходимых случаях приходя им на помощь. Следует избегать мелочной опеки над учащимися. Неумелая помощь учителя в «мелочах» часто ведет к растерянности учащихся в тех случаях, когда они предоставлены самим себе. Вот почему помощь учителя должна быть преимущественно порядка организационного совета, а не порядка справки, которую учащийся должен уметь находить сам. Так, например, если учащемуся трудно вспомнить нужный для решения данной задачи закон, ему можно предложить справиться по учебнику; нужную для решения задачи константу не давать, а предложить найти в таблицах и т. п.

Говоря о решении задач, необходимо коснуться задач, к решению которых может быть привлечен эксперимент. Особенность задач этого типа состоит в том, что решение задачи, найденное учащимися, проверяется соответствующим экспериментом. Такие задачи исключительно ценны, потому что они особенно наглядно и убедительно подчеркивают практическое значение физических знаний, практическое применение общих положений физики к частным конкретным случаям. Нужные для решения задачи данные подбираются самими учащимися путем опыта. Решая

эти задачи, учащиеся легче концентрируют внимание на физической их стороне.

Подбор задач, к решению которых возможно привлечение эксперимента, может быть очень разнообразен. Сошлемся только на один пример, взятый из практики работы горячего энтузиаста и пионера в деле внедрения таких задач в школу, преподавателя физики Н. Ф. Платонова.

В связи с законом Архимеда (в VI и VIII классах), выдвигается следующая задача:

Сколько воды надо налить в стакан, чтобы он при опускании его в воду, потонул?

В процессе решения задачи производятся нужные измерения: объем стакана определяется как сумма емкости его (измеряется мензуркой) и объема стекла (стакан берется толстостенный, объем стекла определяется по его весу и удельному весу). Вычисляется объем воды, которую нужно налить в стакан, чтобы он при погружении в воду потонул. Далее следует самое эффективное для учащихся: проверка найденного решения задачи. С этой целью на нужной высоте над дном стакана (высота может быть найдена путем вливания в стакан вычисленного количества воды) повязывается нитка, стакан погружается в воду, в стакан постепенно подливается вода (лучше подкрашенная). Когда уровень воды в стакане доходит до нитки, стакан тонет.

Мы привели пример такого рода задач потому, что для всякого преподавателя физики даже беглое ознакомление с ними приведет к выводу о высокой их ценности как по своему содержанию, так и по тому интересу, который они должны вызвать у учащихся.

Описание приведенной задачи Н. Ф. Платонова, а также и других его задач учитель найдет в журнале «Физика в школе», № 2, 1938 г., в статьях: «Равновесие на рычаге», «Плавание вязальной спицы в ртути», «Построение изображений, получаемых с помощью линзы» и др.¹

Благодаря своей несомненной ценности экспериментальные задачи вызвали большой интерес у учителей физики и в настоящее время получают все большее и большее

¹ В этом журнале преподаватель может найти целый ряд очень полезных и нужных советов в области техники и методики эксперимента в отделе «Из школьной практики». В частности, см. статьи Н. Ф. Платонова в № 3, 5—6, 1938 г. и в № 1—2, 4—5, 1939 г.

распространение в практике работы школ по физике. Указания на возможные пути использования экспериментальных задач, а также и описание отдельных задач учитель может найти в статьях С. С. Мошкова в журнале «Физика в школе», № 3, 1946 и 1947 гг. и № 2, 1949 г.

Лабораторные работы учащихся

Другой формой практических работ учащихся являются лабораторные работы. Под эту работу отводится, как правило, если не два сдвоенных урока, то, по крайней мере, один. Урок, на котором лабораторная работа составляет только отдельное звено его, в практике встречается редко.

Мы не будем подробно останавливаться на рассмотрении возможных форм организации лабораторных работ («на один фронт», «врассыпную») и их видах (работах исследовательских, эвристических, проверочных), так как эти вопросы достаточно освещены в методической литературе. В первые послевоенные годы, в связи с острым недостатком в лабораторном оборудовании, получила большое распространение организация лабораторных работ в школах в форме так называемого *физического практикума*. Отличительными чертами такой системы организации лабораторных работ являются следующие:

1) лабораторные работы учащихся ставятся не сразу по прохождении программной темы, с которой непосредственно связана данная лабораторная работа, а по прошествии довольно длительного отрезка времени (учебная четверть, полугодие), по истечении которого накопится столько необходимых к постановке работ, что имеющихся в кабинете физики приборов окажется достаточно, чтобы занять ими одновременно всех учащихся данного класса;

2) группы учащихся одного и того же класса ведут одновременно работу не на одну и ту же тему, а на разные. Естественно, что в таких условиях преподаватель безусловно не в состоянии не только сколько-нибудь эффективно руководить работой учащихся, но даже и просто следить за нею. Такая система организации лабораторных работ целесообразна только в том случае, если речь идет о лицах, вполне владеющих навыками самостоятельной работы (умеющих пользоваться разнообразными физическими приборами, свободно владеющих навыками в пользовании справочниками и т. п.). Такими навыками учащиеся

Средней школы не обладают; привить их учащимся — одна из задач средней школы. Фактическое руководство учителем работой всех учащихся в классе и вытекающее отсюда развитие у них навыков, нужных для выполнения лабораторных работ, возможно только при условии, что *все учащиеся выполняют одну и ту же работу и на однотипных приборах и пособиях*, т. е. при постановке лабораторных работ на один фронт. Поэтому мы считаем не подлежащим сомнению, что организация лабораторных работ в форме физического практикума есть форма, типичная для вузов, а не для средней школы, не исключая и старших ее классов, так как процесс привития учащимся навыков, нужных для самостоятельного выполнения ими лабораторных работ, не может считаться должным образом законченным даже и ко времени окончания учащимися X класса школы. Заключение о нецелесообразности применения в средней школе физического практикума как основной формы организации лабораторных работ даже для учащихся только старших классов подтверждается и данными опыта работы школ Ленинграда в первые послевоенные годы. Постановка лабораторных работ в форме физического практикума целесообразна только при организации повторения учащимися пройденного материала, когда необходимо, чтобы учащиеся *еще раз* выполнили те или иные работы (например, при повторении учащимися X класса материала VIII и IX класса).

В связи с указанным, все дальнейшее изложение имеет в виду организацию лабораторных работ учащихся на один фронт.

Этот тип урока, отводимого целиком под лабораторную работу, представляет для нас особый интерес, так как организация его отличается от других уроков, а также и потому, что в организации и методике проведения этого урока у учителей физики часто встречаются весьма существенные недочеты. Эти последние являются следствием плохой организации урока, проистекают главным образом из-за отсутствия тщательной подготовки учащихся к лабораторной работе, которая должна производиться ими под руководством учителя. Учителем также недостаточно четко определяется цель данной работы, поэтому она не всегда доходит до сознания учащихся. Мало разрабатывается и обсуждается план проведения работы. Учитель не знакомит учащихся достаточно основательно с конструкцией

выставленных приборов и техникой пользования ими. В результате учащиеся, плохо представляя себе цель работы, ход ее и технику пользования приборами, жадно бросаются на приборы и чаще всего недостаточно осмысленно манипулируют с ними. Механическое выполнение работы учащимися, кроме того, нередко вызывается еще следующей причиной. Очень часто в описаниях лабораторных работ в учебниках и в специальных руководствах приводится таблица, в которую предлагается вписывать данные, получающиеся во время работы. Так, например, в учебнике IX класса (И. И. Соколов, Курс физики, часть 2. Учпедгиз, 1949, стр. 16) дается такое описание лабораторной работы № 4:

Определение удельной теплоемкости вещества.

Приборы (следует перечень приборов).

Задание 1. Определить удельную теплоемкость вещества в твердом состоянии.

Ход работы: 1. Найдите массу исследуемого тела. 2. Запишите массу, а затем и другие данные в таблицу.

№ опыта	Масса калориметра без воды	Масса калориметра с водой	Масса воды	Масса тела	Темп. воды и калориметра	Темп. тела	Оконч. темп. смеси	Удельная теплоемкость	Погрешности, выраженные в %

3. Привязав к испытуемому телу нитку, погрузите его в грелку, где и держите его 10—15 минут и т. д.

Как известно, подобного рода таблицы приводятся в описаниях многих лабораторных работ в учебниках всех классов.

При нормальной организации лабораторной работы ничего плохого в таких таблицах видеть нельзя. Но вся беда в том, что очень часто учитель физики, не разработав или, по крайней мере, не обсудив плана лабораторной работы с учащимися, поспешно отсылает учащихся к учебнику. В этих случаях учащиеся, «не мудрствуя лукаво», не разобравшись в логике хода работы, тут же обращаются

к таблице и механически получают данные для ее заполнения.

Кроме того, часто не учитывается то обстоятельство, что описание лабораторных работ в разных руководствах дается применительно к экспериментальной установке, не все приборы которой совпадают с приборами, имеющимися в распоряжении учащихся.

Наконец, не учитывается, что описание лабораторных работ в учебнике не построено в предположении *вполне самостоятельной* подготовки учащихся к работе; в них дается ход работы, не сопровождаемый мотивирующими объяснениями. Поэтому не удивительно, что замена живой, коллективной работы учащихся с учителем по составлению плана лабораторной работы описанием ее в учебнике при недостаточных навыках учащихся и не приспособленных для этого руководства приводит к отрицательным результатам. Они заключаются в том, что основные задачи, преследуемые лабораторными работами при такой постановке их, ими не разрешаются; такие лабораторные работы не способствуют усвоению учащимися физического материала; при таком проведении работ нельзя, разумеется, говорить об ознакомлении учащихся с методами научного исследования.

Задача привития ученикам навыков в пользовании простейшими приборами, не будучи основной, все же является одной из существеннейших задач, разрешаемых лабораторными работами. Тем не менее, и этим навыком учащиеся владеют плохо. Часто учащиеся не умеют пользоваться электроизмерительными приборами, не умеют правильно производить взвешивание, подчас не в состоянии правильно пользоваться даже термометром. Во всех этих случаях образовательные и воспитательные результаты лабораторной работы учащихся ничтожны.

Поэтому целесообразно остановиться на некоторых основных положениях, которые могут помочь учителю физики изжить недочеты, встречающиеся еще в организации и проведении такого урока.

Необходимо достаточно полное руководство работой учащихся со стороны преподавателя до тех пор, пока уровень навыков учащихся не достигнет такой высоты, при которой вмешательство преподавателя может быть резко снижено. Практически это возможно при постановке сначала лабораторных работ не в рассыпную, а на один

фронт, когда весь класс ведет одну и ту же работу, пользуется одними и теми же приборами.

Совершенно естественно, что в этих условиях легче осуществить руководство работой учащихся, следовательно, и добиться цели, преследуемой лабораторной работой. В то же время организация урока значительно сложнее в случае постановки лабораторной работы учащихся на одну и ту же тему, но разными способами; сюда относятся определение плотности веществ (с помощью пикнометра, гидростатическим взвешиванием, с помощью сообщающихся сосудов), измерение сопротивлений (методом замещения, расчетом по формуле на основании закона Ома, с помощью мостика Уитстона) и др. Такого рода работы ставятся преимущественно в старших классах школы. Если учащиеся уже имеют некоторые навыки, то такая постановка работ вполне возможна, но подготовка учащихся к ним отнимет несколько больше времени.

В соответствии с целями лабораторных работ (усвоением содержания физики, ознакомлением учащихся с методами научного исследования, привитием учащимся навыков в пользовании простейшими приборами) организация такого урока должна удовлетворять следующим требованиям:

а) учащиеся должны ясно представлять себе и уметь сформулировать цель работы;

б) учащиеся должны ясно представлять себе и уметь рассказать до начала работы логическую последовательность всех необходимых для достижения поставленной цели манипуляций и технику их;

в) каждый учащийся участвует в составлении плана работы.

В связи с этим, необходимо, чтобы лабораторной работе учащихся предшествовала основательная подготовка их к осмысленному выполнению работы. Основные моменты такой подготовки:

а) устанавливается цель работы;

б) соответственно с выдвинутой задачей лабораторной работы устанавливаются приемы работы в их логической последовательности и намечаются нужные для работы приборы.

Все это учитель осуществляет силами учащихся, сводя свою роль, по возможности, к роли только руководителя.

На этом этапе урока мы не устанавливаем еще исполнительного плана работы, а лишь принципиальные приемы работы, ведущие нас к намеченной цели, не рассматривая пока техники их. Поясним эту мысль на примере.

В IX классе ставится работа по определению коэффициента поверхностного натяжения воды приемами, в основе которых лежит разрыв поверхностного слоя воды. Как показывает опыт работы с учащимися IX класса, они довольно легко и быстро правильно представляют себе, что коэффициент поверхностного натяжения численно равен отношению силы, нужной для разрыва поверхностного слоя воды к длине линии разрыва ($\alpha = \frac{F}{l}$). В связи с этим, намечаем следующие принципиальные пути к достижению поставленной цели. Надо теми или иными способами осуществить разрыв поверхностного слоя воды, определить величину нужной для этого силы и длину линии разрыва. Имея эти данные, мы будем в состоянии определить коэффициент поверхностного натяжения воды.

Отсюда — переход к приборам, нужным для проведения данной работы: бюретке с краном, или весам Жолли (или к тому и другому, если при одной и той же теме работы она осуществляется разными способами). Этот этап вступительной беседы осуществляет планирование эксперимента, раскрывает возможности практического разрешения одной и той же задачи различными путями, толкает учащихся на творческий путь изобретательства. При отсутствии этого элемента беседы многообразные практические способы экспериментирования в представлениях учащихся будут сведены к одному единственному — к предлагаемому им. Поэтому важно во всех возможных случаях указывать учащимся, что выбираемый нами практический прием является только одним из возможных. Так, например, ставя в IX классе упомянутую уже нами работу по определению коэффициента поверхностного натяжения воды только одним способом — методом капель (бюреткой с краном), — чрезвычайно целесообразно для стимулирования творческой мысли учащихся сослаться и на принцип весов Жолли. Оговариваемся, что здесь идет речь не об описании работы с весами Жолли, а только о ссылке на принцип этих весов: отрывая смачиваемое данной жидкостью кольцо от поверхностной пленки жидкости и измерив нужную для этого силу и длину линии разрыва пленки,

получим данные, нужные для определения коэффициента поверхностного натяжения.

Все сказанное об этом этапе вступительной беседы надо распространить на лабораторные работы во всех классах школы, начиная с VI класса. Легко установить, что ставя, например, лабораторную работу в этом классе на определение удельного веса вещества, можно наметить с помощью учащихся общие пути к разрешению поставленной задачи. Исходя из представления об удельном весе вещества (как о весе в граммах 1 куб. см этого вещества), приходим к выводу, что для определения удельного веса какого-либо вещества надо взвесить тело из данного вещества и тем или иным способом определить объем этого тела.

После этого намечаем нужные приборы: весы, мензурку с водой или масштабную линейку.

Знакомим учащихся с устройством приборов, необходимых для проведения данной работы и с техникой пользования ими. Во время рассказа учителя учащиеся прибегают к приборам, выставленным на их столах. Исходя из указанных выше недочетов в навыках учащихся в пользовании простейшими приборами, надо не забывать достаточно подробно рассказать учащимся о технике пользования каждым новым для них прибором, а затем в процессе работы проследить за выполнением учениками сделанных им указаний.

Так, например, ставя впервые работу в VI классе по измерению масштабom размеров бруска, надо научить учащихся избегать ошибки на параллакс. Переходя в дальнейшем к пользованию мензуркой, нужно рассказать учащимся о несложной технике в этом случае (в частности, не держать мензурки в руках во время отсчета, располагать приборы на столе наиболее целесообразным образом). Перейдя к работе по определению удельного веса, необходимо очень основательно ознакомить учащихся с правилами лабораторного взвешивания. На это уйдет много времени, но оно неоднократно возместится, так как во всех последующих работах, связанных со взвешиванием (до X класса включительно), к этому вопросу возвращаться не придется. То же самое надо сказать и о всей остальной аппаратуре, которой пользуются учащиеся средней школы.

Далее составляется вместе с учащимися *исполнительный* план проведения работы. Он представляет собою

совокупность практических операций в той их последовательности, которая диктуется соображениями целесообразности и рациональности. Совершенно понятно, что этот исполнительный план своей последовательностью операций довольно часто будет отличаться от того принципиального плана, о котором говорилось выше. Так, например, в упомянутой уже работе с весами Жолли сначала определяем длину линии разрыва поверхностной пленки (сумма периметров внутренней и внешней поверхности кольца), а затем уже величину нужной силы. В типичной для IX класса работе по определению удельной теплоемкости вещества методом смешения сначала взвешиваем тело, затем помещаем его в грелку и уже после этого приступаем к другим операциям (в это время тело нагревается).

В процессе разработки вместе с учащимися плана проведения работы план кратко записывается учащимися.

Если преподаватель останавливается на плане работы, имеющемся в том или ином руководстве, которым пользуются учащиеся, ему все же не следует сразу отсылать учащихся к руководству: план не будет осознанно воспринят ими. Следует все же разработать план, не записывая его, а потом уже предложить учащимся обратиться к тщательному рассмотрению описания работы в руководстве.

По мере роста навыков учащихся в самостоятельной работе организация урока изменяется: учащиеся до начала лабораторной работы самостоятельно, тщательно знакомятся с описанием ее в том или ином руководстве, сами рассматривают выставленные для работы приборы, узнают из руководства технику пользования ими, сами составляют план проведения работы или анализируют план, имеющийся в руководстве. Учитель, обходя класс, в необходимых случаях приходит учащимся на помощь. Но и теперь нам представляется обязательной беседа учителя с классом, предваряющая проведение самой работы. Цель беседы — проверка того, насколько учащиеся подготовлены к осознанному проведению работы. Такая организация работы требует наличия учебных руководств, которые вели бы учащихся по пути, аналогичному тому, который указан выше. Руководства должны содержать описание и технику пользования приборами, которые имеются в распоряжении учителя.

Если имеющаяся в школе литература не удовлетворяет этим требованиям, в организацию урока нужно ввести

соответствующие коррективы. Надо указать учащимся на возможные расхождения ставящейся работы с описанием ее в руководстве, а недостающее в нем необходимо восполнить беседой с классом.

Во всех случаях приступить к проведению работы можно только после того, как у преподавателя появится уверенность, что ученики отчетливо представляют себе цель работы, ход и технику ее.

С каждой новой лабораторной работой, по мере расширения навыков учащихся и круга их знаний, количество времени, отводимого на подготовку к работе, будет неуклонно уменьшаться.

Обеспечив нужную подготовку учащихся, предлагаем им приступить к лабораторной работе, в процессе которой руководим их работой, в необходимых случаях приходя на помощь. Записи учащихся не должны быть велики, не должны носить характер подробного описания. Вполне достаточно, если запись будет содержать название работы, план ее, схематический чертеж прибора или установки, данные, полученные в результате работы, математическую, а в определенных случаях и графическую их обработку, конечный результат. В старших классах эта запись дополняется вычислением абсолютной и относительной погрешности. Только в отдельных случаях, для выработки у учащихся навыков в описании работ и тех физических явлений, с которыми они столкнулись, предлагаем учащимся дома описать подробно ту или иную работу.

Полученный конечный результат обсуждаем и оцениваем, разбираем неизбежные погрешности.

Полный набор приборов, нужных для данной лабораторной работы, необходимо поставить на столы учащихся до начала урока. Если по тем или иным причинам преподаватель вынужден отступить от указанного порядка, приборы следует поставить в самом начале урока, до вступительной беседы. Все приборы до урока должны быть тщательно выверены.

Все сказанное нами о лабораторных работах учащихся имеет в виду лабораторные работы проверочного типа, т. е. такие работы, которые имеют целью опытную проверку (если учесть, что работа производится с приборами школьного типа, правильнее было бы сказать «опытную иллюстрацию») той или иной физической закономерности, установленной на одном из предыдущих уроков. Во время этих

работ учащихся получают начальные навыки в планировании и технике экспериментирования. Этим обусловлено то усиленное подчеркивание руководящей роли учителя, которое можно усмотреть в сделанных выше замечаниях. Лабораторные работы проверочного типа — первая ступень в самостоятельной работе учащихся, которую они могут одолеть только с относительно большой помощью учителя.

По мере развития у учащихся навыков в планировании и технике эксперимента, навыков в пользовании учебником, справочниками и различными руководствами, необходимо переводить учащихся на более высокую ступень самостоятельной работы — на лабораторные работы эвристического типа.

Основные требования к организации этих работ учащихся остаются те же. При наличии одного руководителя лабораторными работами учащихся (именно таково положение вещей в средних школах) и эвристические работы учащихся следует ставить фронтально. Это обеспечит действительное руководство и наблюдение за работой учащихся и помощь им со стороны учителя. При нарушении этого условия учащиеся в значительной мере будут предоставлены самим себе.

Лабораторные работы эвристического типа особенно ценны для нас тем, что возможность постановки их служит признаком высокого уровня самостоятельной работы учащихся, и, кроме того, они вплотную подводят учащихся к приемам современного научного исследования.

Организация таких работ — одна из существеннейших задач, стоящих перед преподавателем физики.

Что касается лабораторных работ исследовательского типа, то, по крайней мере, на современном этапе развития средней школы они могут ставиться только как внеклассные, дополнительные занятия для учеников особо интересующихся физикой.

Проработка учащимися материала по учебнику

В разделе «Домашняя работа учащихся и связь ее с работой в классе» (стр. 63) было указано, что домашняя работа учащихся служит естественным продолжением и завершением их работы в классе. Домашняя работа закрепляет и расширяет навыки самостоятельной работы учащихся, полученные во время классной работы.

Отличительной чертой домашней работы учащихся является ее самостоятельность. Она проявляется во всем процессе работы учащегося, начиная с момента ее организации и планирования.¹

Овладение приемами организации и осуществление самостоятельной работы дома представляет для учащихся чрезвычайно большие трудности, особенно на первых порах. Наибольшие затруднения возникают у учащихся в пользовании учебником и справочниками. Это обстоятельство не случайно: навыки в пользовании литературой, лежащие в основе домашней работы учащихся, в классе применяются редко, и во всех своих затруднениях учащиеся обращаются не к литературе, а к помощи учителя.

Приемы работы с литературой и справочниками даются нами только на уроках во время решения задач и в процессе подготовки и проведения учащимися лабораторной работы. Этого совершенно недостаточно для подготовки учащихся к домашней работе, в основе которой, как уже указывалось, лежит пользование литературой.

Необходимо поэтому расширение работы учащихся с литературой в классе. Разрешение этой задачи может быть осуществлено усилением работы учащихся с учебником и справочниками во время решения задач и проведения лабораторных работ и организацией самостоятельной работы учащихся по текущему материалу. Об использовании первого приема было уже сказано в связи с упражнениями в решении задач и лабораторными работами учащихся.

Организация же самостоятельной работы учащихся по текущему материалу может идти следующими путями.

1. Вводим упражнения учащихся по проработке пройденного на уроке материала по учебнику и сделанным ими на уроках записям.

Такая работа учащихся в классе аналогична их работе дома по выполнению домашнего задания. Введя такого рода работу в классе, учитель имеет возможность, руководя ею,

¹ Это не снимает проблемы привлечения семьи к образовательному и воспитательному процессу, осуществляемому школой. Размеры и качество помощи учащимся дома не изменят указываемых дальше положений, имеющих в виду подготовку учащихся в классе к работе дома. Эта подготовительная работа в классе не должна ставиться в зависимость от помощи учащимся в их домашней работе со стороны семьи.

привить учащимся навыки в организации работы, в планировании ее и в целесообразном использовании учебника и другой литературы и записей в тетрадях.

Организация таких уроков особенно необходима в первые годы занятий учащихся физикой, т. е. в VI и VII классах. Но в связи со сложностью курса физики старших классов и с тем, что значение учебника (и другой литературы) в работе учащихся растет от класса к классу, организация таких уроков в старших классах представляется нам столь же необходимой.

2. Организуем самостоятельное изучение учащимися по учебнику (и возможной другой литературе) нового материала. Такой урок, служа целям изучения нового материала, вместе с тем может и должен быть широко использован учителем в целях привития учащимся тех навыков в их самостоятельной работе, без которых невозможна домашняя работа учащихся.

Если изучение нового материала производится только по литературе, работа учащихся может быть индивидуальной. К работе учащихся по учебнику на таком уроке в необходимых случаях может быть привлечен и эксперимент, выполняемый самими учащимися. В этом случае учащиеся данного класса могут быть разбиты на группы, как и в случае лабораторных работ. Работа учащихся будет коллективной. Здесь необходимо напомнить так часто упускаемое из виду соображение о том, что урочная система организации занятий вовсе не исключает коллективной работы учащихся. Урочная система организации занятий предусматривает целесообразное сочетание индивидуальной и коллективной работ учащихся.

Уроки, на которых производилась бы самостоятельная проработка учащимися материала (рассмотренного на уроке или нового) по учебнику и другой литературе, в практике работы школ встречаются в виде редкого исключения. Это существенный пробел в организации занятий по физике.

2. Урок, основная задача которого — повторение и обобщение пройденного

Частичное повторение и обобщение пройденного материала являются составными элементами многих уроков физики. Этим, однако, не достигаются полностью цели достаточного закрепления знаний учащихся, да и повторе-

ние и обобщение, осуществляемые в таком плане, охватывают небольшой по объему материал. Поэтому нами отводятся под такого рода работу отдельные целые уроки, на которых, после предварительной домашней работы учащихся, повторяется и подвергается обобщению материал по той или иной большой теме курса физики.

Эти уроки вводятся обычно в первом полугодии учебного года эпизодически: после изучения достаточно крупной темы, по окончании изучения очередного отдела курса физики. Устанавливается связь не только между отдельными изученными темами, но и между отделами курса. Устанавливаются общие идеи. Роль и значение этой работы очевидны.

Применительно к уроку этого типа ограничимся следующими замечаниями.

Так как объем повторяемого материала, как правило, довольно большой, то на уроке мы концентрируем внимание учащихся на *основных моментах* повторенной темы.

Очень эффективной формой повторения является решение учащимися как в классе, так и дома так называемых комбинированных задач, решение которых связано с применением закономерностей, усвоенных учащимися в процессе изучения различных тем или отделов курса физики.

Повторение пройденного становится систематическим во втором полугодии учебного года, в связи с необходимостью подготовить учащихся к весенним переводным или выпускным испытаниям. Начиная с этого полугодия, повторение учащимися материала, пройденного с начала учебного года, ведется по календарному плану, составленному учителем. Проверка повторения в плане выполнения учащимися домашнего задания частично осуществляется на всех очередных уроках по изучению нового материала, частично же на уроках, целиком отведенных для этой цели.

На уроках повторения целесообразно прибегнуть к демонстрационным и лабораторным приборам (без постановки опытов, на что, к сожалению, обычно нехватает времени), которые были использованы в течение года.

При повторении пройденного не менее, чем в другие моменты учебного процесса, необходимо требовать от учащихся связного изложения и следить за правильностью и точностью их речи, за развитием графических навыков и т. п.

3. Урок, основная задача которого — учет знаний и навыков учащихся

Под учетом знаний и навыков учащихся мы понимаем накопление учителем в процессе проверки и *наблюдения над всей работой* учащихся *всех тех данных*, которые дают представление о знаниях и навыках каждого ученика, а не только данных проверки знаний и навыков учащихся, за которой обычно следует выставление отметок в журнале и дневнике учащегося.

Текущий учет знаний и навыков учащихся ведется преподавателем физики на всех решительно уроках.

Большой материал по учету, данные которого заносятся в журнал, дает проверка выполнения учащимися домашнего задания, проверка усвоения ими предыдущего урока, упражнения на уроке. Многие получают преподаватель в результате ранее рассмотренного нами урока по повторению пройденного материала и в результате наблюдений над всей остальной работой учащихся, в том числе и над участием их в рассмотрении нового материала.

Таким образом, данных накапливается у учителя довольно много, но далеко не все из них приобретают конкретную форму в виде соответствующих отметок в журнале, которые, как известно, представляют большой интерес не только для самого учителя и дирекции школы, но и для учащихся. Элементы текущего учета, короткие по времени и, наряду с этим, связанные с уроками, преследующими другую цель, не дают преподавателю физики возможность достаточно полно и глубоко проверить знания и навыки всех учащихся класса. Задача в значительной степени осложняется многочисленностью учащихся в классе. В связи с этим, возникает необходимость время от времени отводить под учет знаний и навыков учащихся отдельные уроки целиком. Так на деле и разрешается эта задача учителями физики, и практика их работы выработала определенные формы проверки знаний и навыков учащихся на таком уроке, сводящиеся к опросу относительно большого количества учащихся при ответах с места, опросу некоторого количества учащихся с относительно длительным вызовом к доске и проведению контрольной письменной работы.

Беседа преподавателя со всем классом ведется путем постановки вопросов всему классу, отвечает же с места один учащийся, вызванный учителем. В случае затрудне-

ний у этого ученика, привлекаются другие; в необходимых случаях преподаватель предлагает отвечающему воспользоваться классной доской.

Более основательный опрос производится с вызовом отдельных учащихся к доске. При этом попережнему в необходимых случаях привлекаются и остальные учащиеся. Материалом для проверки служат отдельные темы курса или решение задач. И на этих уроках надо попережнему требовать, чтобы учащиеся связно излагали материал и правильно пользовались физической терминологией.

Контрольные письменные работы обычно содержат решение задач, связанных с расчетами, или задач-вопросов, вывод формул, графические работы (чертежи, схемы, рисунки, графики) и описание явлений или законов.

Объем и содержание письменных работ определяется характером материала и аудитории (класса).

Наибольшие затруднения (главным образом технического характера) вызывает у учителя подбор задач. Задач для контрольных письменных работ для класса должно быть довольно много. Диктуется это различными соображениями, в частности, исключением возможности заимствования друг у друга, охватом возможно большего круга задач по данной теме. Наиболее полное решение вопроса: каждый учащийся получает задачи, не повторяющиеся у товарищей. Для этого отдельными преподавателями практикуется такой прием: по теме контрольной работы заблаговременно подбирается 4—5 комплектов задач, в каждом комплекте 2—3 задачи разного типа. Типы задач в комплектах могут повторяться, но условия задач должны быть различны.

Затем для каждого комплекта задач разрабатывается несколько вариантов, в зависимости от количества учащихся в классе. Разработка состоит в частичном изменении условий задач и обязательно в изменении численного значения величин. Каждый комплект задач пишется (или печатается на машинке) на отдельных листах плотной бумаги, которые могут быть розданы учащимся на время контрольной работы.

Такая работа очень трудоемка, но она окупается очевидной простотой организации контрольной работы, что особенно рельефно выделяется при наличии у данного преподавателя нескольких параллельных классов, в которых задачи и могут быть использованы.

На следующем же после письменной работы уроке результаты ее обсуждаются с классом. Преподаватель производит анализ работы, разъясняет допущенные учащимися ошибки, особенно внимательно останавливается на общих для большого числа учащихся ошибках, к выправлению которых привлекаются все учащиеся. Затем проверенные контрольные письменные работы раздаются учащимся. По ним учащиеся имеют возможность ознакомиться с допущенными ими ошибками и с оценкой их работы учителем.

После окончания обсуждения итогов следует работы собрать и хранить их. Они помогут учителю в необходимых случаях восстановить в памяти картину работы того или иного ученика, лучше знать учащихся, лучше руководить их работой. Целесообразно для контрольных письменных работ учащихся на каждого из них завести отдельную тетрадь. Тетради хранятся в классе и раздаются учащимся только во время контрольной работы и анализа результатов ее. Такой порядок, создавая большие удобства, не лишен, впрочем, и недостатка: учащиеся получают потенциальную возможность при выполнении следующей контрольной работы использовать имеющиеся в тетради предыдущие работы. Это надо учителю учесть и всемерно добиваться, чтобы учащиеся не делали этого. Заметим, что, как показывает опыт, возможности эти для учащихся минимальны, так как контрольные работы, как правило, носят более или менее самостоятельный характер в связи с тем, что они ставятся на разные темы.

Если преподаватель изберет другой путь — выполнение контрольных работ на отдельных листах, удобно завести на каждого ученика папку (для этого пригодны обложки тетрадей), в которые и вкладываются работы каждого учащегося.

Из наиболее существенных недочетов в работе учителя физики на таких уроках отметим следующие:

а) в контрольные письменные работы учащихся очень редко включаются графические работы, а навыки учащихся в этом отношении мало проверяются и при устном опросе;

б) недостаточно проверяются навыки учащихся в пользовании основными приборами и

в) уроки учета знаний и навыков учащихся чаще всего ставятся под конец четверти, когда преподавателю нужно выставить ученикам четвертные отметки.

Если такое положение вещей носит характер системы, то оно принципиально неправильно. Целесообразно заняться более углубленной проверкой знаний и навыков учащихся при окончании изучения того или иного вопроса или темы или окончания изучения очередного отдела курса физики. Здесь и естественно появление «урока учета». Кроме того, введение как системы «урока учета» в конце четверти влечет за собой (практика это целиком подтверждает) эпизодичность, случайность в работе учащихся: слабую их работу на протяжении всей четверти и «нажим» в конце ее. А так как такое же положение вещей, видимо, существует и в области других дисциплин средней школы, то получается, что к концу четверти учащиеся оказываются перегруженными явно непосильной для них работой. Правильное решение этого вопроса сводится к планированию преподавателем физики во времени «уроков учета», руководствуясь указанными выше соображениями. При такой постановке дела работа учащихся будет более систематическая, а преподаватель к концу четверти будет иметь достаточно данных для выставления ученикам обоснованной в их глазах (чего не следует недооценивать) отметки, которая в этом случае будет действительно характеризовать работу ученика за четверть, а не констатировать состояние его знаний к концу четверти.

В тесной связи с учетом знаний и навыков учащихся находится вопрос о критериях оценок. Требования, предъявляемые к учащимся преподавателями физики, крайне разнообразны; оценки знаний одного и того же порядка различными учителями подчас резко различны (это обнаруживается как данными ознакомления с работой школ, так и случаями переводов отдельных учеников из одной школы в другую и результатами приемных экзаменов в вузы). Разрешение вопроса о точных критериях оценок знаний и навыков учащихся, выдвигаемого практикой, — одна из очередных задач методики физики.

4. Урок, основная задача которого — подготовка, проведение или завершение экскурсии

Экскурсии по физике — наиболее слабое место в работе учителей физики. Преподаватель физики с объектом экскурсии предварительно обычно не знакомится — экскурсию в этом случае проводят экскурсоводы. Материал

экскурсий оказывается в значительной мере случайным, часто не связанным с программным материалом по курсу физики.

Не оказывает в этом отношении достаточной помощи учителю и методическая литература. Разработка организации и методики экскурсий по физике применительно к конкретным объектам — одна из задач методики физики.

Не ставя сейчас перед собой этой задачи, остановимся на некоторых основных соображениях, на базе которых, кажется нам, возможно практическое разрешение этого вопроса учителем физики.

Основным требованием, которому должна удовлетворять экскурсия, является сохранение и в этом случае руководящей роли учителя, работа которого по подготовке и проведению экскурсии может идти следующим путем.

Преподаватель физики знакомится с объектом экскурсии (тем или иным предприятием, музеем и т. п.). Это необходимо потому, что в большинстве случаев объекты экскурсий обширны и одинаково детальный осмотр всего, что можно увидеть в данном учреждении, невозможен и нецелесообразен; не все элементы объекта представляют ценность с точки зрения цели, преследуемой данной экскурсией.

В результате ознакомления с объектом будущей экскурсии, преподаватель устанавливает, какие части объекта подлежат тщательному осмотру, какие его части следует осмотреть попутно, а какие вовсе нецелесообразно затрагивать. Затем преподаватель составляет план экскурсии.

Следующий этап — подготовительная к экскурсии беседа с учащимися на уроке. Преподаватель знакомит учащихся в общих чертах со всем объектом экскурсии и теми частями его, которые будут рассматриваться учащимися более или менее подробно, и обращает внимание их на моменты связи с физикой. Так, например, если объектом экскурсии является какой-либо цех завода, то представляется целесообразным рассказать учащимся о том, какую продукцию выпускает данный завод, каков его технологический процесс (в самых общих чертах), какое место в нем занимает подлежащий осмотру цех, какая может быть в этом случае установлена связь с физикой. Необходимо, чтобы учитель очень кратко сказал и о значении организации труда в осуществлении данного технологического

процесса и о новых методах труда, имеющих место на данном предприятии.

В этой же подготовительной беседе преподаватель предупреждает учащихся о том, на что надо обратить большее внимание, что и как следует зафиксировать. Надо не забыть в заключение упомянуть и о нормах поведения учащихся во время экскурсии.

Такая вступительная беседа нужна не только потому, что она дает возможность удовлетворить законное желание учащихся знать, куда они пойдут и что увидят, но и потому, что она повышает интерес учащихся к экскурсии и дает возможность заранее фиксировать внимание учащихся на основном, что существенно, так как обилие зрительных впечатлений может повести к тому, что самое существенное ускользнет от внимания учащихся.

Правильное в методическом отношении проведение экскурсии может быть осуществлено преподавателем физики, хорошо знающим цель экскурсии, ее место и значение в изучаемом материале физики и знающим своих учащихся. Часто практикуемая передача этих функций экскурсоводу дает крайне печальные результаты, не неожиданные даже в том случае, если экскурсовод очень опытен, так как учебная экскурсия по своим целям и содержанию резко отличается от обычно проводимых экскурсоводом. Очень желательно, чтобы экскурсию проводил сам учитель физики в сопровождении экскурсовода, к которому можно обратиться за разъяснениями по поводу неизбежных разнообразных вопросов со стороны учащихся.

И все же может оказаться, что преподаватель физики по тем или иным причинам не может сам вести экскурсию. В этом случае необходимо, чтобы преподаватель заранее договорился с экскурсоводом о плане проведения экскурсии, а во время экскурсии корректировал в необходимых случаях его работу.

Заключительным этапом являются обсуждение и обработка на уроке материала экскурсии. Такая обработка особенно необходима в связи с тем, что учащиеся во время экскурсии почти никогда не успевают получить исчерпывающие объяснения или ответы на возникающие у них вопросы — сама обстановка экскурсии этому не благоприятствует. Кроме того, необходимо проверить, обратили ли участники экскурсии должное внимание на то, что особенно важно было им увидеть, правильно ли они поняли то, что

видели и что из виденного сохранилось в их памяти. Иногда бывает нужно кое-что дополнительно записать или зарисовать, так как записи и зарисовки учащихся во время экскурсии чаще всего бывают чрезвычайно краткие и приближенные. Полученный материал обсуждается на уроке, систематизируется и кратко записывается учащимися.

Экскурсии по физике отнимают много времени, поэтому они обычно проводятся во внеурочное время, что не так уж сложно, так как за год на каждый класс приходится одна-две экскурсии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя все сказанное, мы считаем необходимым особенно подчеркнуть одно общее положение. Чтобы урок был полноценным, чтобы он действительно производил требуемое образовательное и воспитательное действие, независимо от содержания этого урока, независимо от типа урока, независимо от возраста и подготовки учащихся, наконец, независимо от квалификации и стажа учителя, всегда существенно необходима тщательная подготовка к уроку как по содержанию, так и по методике его проведения. Опаснейшим врагом учителя — и не только учителя малоопытного — является «самоуспокоение», расчет на удачную «интуицию», а тем более расчет на «авось». Урок любого типа представляет собою всегда сложный процесс, все элементы которого находятся в тесной связи друг с другом и с целым рядом моментов предшествующей и последующей педагогической работы. Потому всякое, на первый взгляд совершенно маловажное упущение в одном из этих элементов может вызвать подчас глубокую и трудно поправимую дезорганизацию всей работы. Так, эффект прекрасно подготовленной демонстрации может быть сведен к нулю, если в самый ответственный момент выяснится, что преподаватель забыл спички или потерял какую-нибудь нитку, без которой данный опыт нельзя закончить. Один неудачно поставленный вопрос, неудачное выражение, иной раз одна неверная интонация учителя, направляющая мысль учащихся по ложному пути, может явиться причиной чрезвычайно затруднительной и большой потери времени.

Учителю все надо предвидеть, все надо обдумать. Учитель — мастер, опирающийся на опыт многолетней работы,

не менее начинающего, неопытного учителя должен непрерывно работать над всеми деталями учебного дела. Учитывая результаты собственного опыта, как и опыт других учителей, внимательно выправляя все дефекты и успешно развивая каждое удачное начинание, хороший учитель никогда не дает двух вполне одинаковых уроков на одну и ту же тему: каждый следующий урок представляет собою дальнейшую ступень развития по отношению к предыдущему.

Только путем углубленной работы, каждый раз внимательно продумывая любой этап предстоящей работы и критически оценивая каждый элемент уже проделанной работы, учитель может добиться действительно высококачественной работы. Только этим путем — при непременном использовании не только своего, но и коллективного опыта — учитель может устранить те разнообразные недочеты, которые до сих пор еще так часто наблюдаются в наших школах, может приблизиться к достижению тех целей, которые ставит перед собою преподавание физики в советской общеобразовательной школе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	5

Глава I

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

1. Повышение научного уровня преподавания физики и задачи формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся	9
VI класс (стр. 9)	
VII класс (стр. 11)	
VIII класс (стр. 12)	
IX класс (стр. 14)	
X класс (стр. 15)	
2. Воспитание советского патриотизма в процессе преподавания физики	23
3. Активизация работы учащихся в классе	25
О школьной лекции (стр. 27).	
4. Классный эксперимент на уроке физики.	29
5. Значение математики в курсе физики	31
6. Упражнения по физике	34
Графические упражнения (стр. 35)	
Решение примеров и задач (стр. 36)	
7. Записи учителя и учащихся на уроке	41
Записи учителя на доске (стр. 41)	
Записи учащихся в тетрадях (стр. 48)	
Техника ведения записей на доске (стр. 55)	
8. Привитие учащимся умений и навыков	56
9. Домашняя работа учащихся	63
Значение домашней работы учащихся и связь ее с работой в классе (стр. 63)	
Содержание домашней работы (стр. 65)	
О заучивании (стр. 68)	
Руководство домашней работой учащихся (стр. 68)	

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ УЧАЩИХСЯ

- | | |
|--|----|
| 1. Урочная система организации занятий | 72 |
| 2. Основные типы уроков | 74 |

Глава III

УРОК, ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА КОТОРОГО — ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА, ИЗЛАГАЕМОГО УЧИТЕЛЕМ

- | | |
|--|-----|
| 1. Структура урока | 78 |
| 2. Проверка выполнения учащимися домашнего задания . . . | 79 |
| 3. Проверка усвоения учащимися предыдущего материала и подготовка их к разрешению следующей очередной проблемы | 84 |
| 4. Изучение нового материала | 85 |
| Выдвижение очередной проблемы (стр. 85) | |
| Установление путей и способов разрешения поставленной проблемы (стр. 87) | |
| Осуществление разрешения выдвинутой проблемы (стр. 90) | |
| Анализ полученных результатов и обобщение их (стр. 92) | |
| 5. Проверка усвоения и закрепления нового материала . . . | 98 |
| 6. Упражнения | 99 |
| 7. Домашнее задание | 101 |
| 8. Особенности урока, проводимого в форме лекции | 102 |
| 9. Планирование урока во времени | 103 |
| 10. Подготовка учителя к уроку | 105 |
| Планирование классной работы учителя (стр. 109) | |
| Конспект уроков физики в VII классе на тему «Передача электрической энергии» (стр. 111) | |
| 1-й урок (стр. 115) | |
| 2-й урок (стр. 130) | |
| 3-й урок (стр. 149) | |

Глава IV

УРОКИ ОСТАЛЬНЫХ ТИПОВ

- | | |
|---|-----|
| 1. Урок, основная задача которого — практические работы учащихся | 157 |
| Решение задач (стр. 157) | |
| Лабораторные работы учащихся (стр. 160) | |
| Проработка учащимися материала по учебнику (стр. 169) | |
| 2. Урок, основная задача которого — повторение и обобщение пройденного | 171 |
| 3. Урок, основная задача которого — учет знаний и навыков учащихся | 173 |
| 4. Урок, основная задача которого — подготовка, проведение или завершение экскурсии | 176 |
| Заклучение | 179 |

Редактор *Е. В. Савелова*
Технич. редактор *А. А. Кирнарская*
Корректор *А. А. Морозова*

М 40332 Подписано к печати 23/XI 1951 г.
Бумага 84×108^{1/32} бум. л. 2,88 печ. л. 9,43
Уч.-изд. л. 10,02. Тираж 25000

Цена 3 руб. переплет 60 к. Заказ 3536

Типография № 2 Ленгорполиграфиздата
Ленинград, Социалистическая, 14.