

ПЕТЕРБУРГСКИЕ АВТОРЫ Эвальд Ф.Ф. ПЕРВЫЕ УРОКИ ИЗЪ ФИЗИКИ. 1872 «Эта книга назначается не для чтения, не для заучивания, а для руководства при опытахъ тѣмъ, которые желаютъ приступить къ изученію Физическихъ явленій. Начать опытное изучеше можно съ 15-ти летняго возраста, при соответствующей степени общеобразовательнаго развитія: въ этомъ возрасте вполне возможно искреннее желаніе пріобретать основательный познанія о внешнемъ міре, подготовлено постоянство вниманія при умственной работѣ, выработана способность, въ небольшой сферѣ, сравнивать видимое, соображать понятное, составлять заключеніе о необходимой связи между однородными предметами и о возможномъ сближеніи между разнородными. Такіе качественные законы, неизбежные предшественники количественныхъ, по своей очевидности и доступности, возбуждаютъ въ молодомъ умѣ неотразимое убѣжденіе въ существованіи математическаго склада въ явленяхъ видимаго міра... Что же касается до тѣхъ числовыхъ законовъ, которые составляютъ основаніе физической теоріи явленій, какъ, напримѣръ, зависимость силъ отъ разстоянія, то отчетливое изложеніе ихъ составляетъ последнее слово наблюдательной физики... Авторъ расположилъ каждый родъ опытовъ такимъ образомъ, чтобы возможно было неограниченное число явленій; чтобы юный наблюдатель, всматриваясь въ нихъ, самъ находилъ постоянныя черты; чтобы въ то время, когда взглядъ его еще покоится на присходящихъ предъ нимъ явленіяхъ, а умъ уже составляла, общія представленія о видимомъ... Но прежде нежели составлены будутъ обобщенія всехъ этихъ предметовъ механики для апріорическаго изложенія некоторыхъ отдѣловъ физики, необходимо эти самыя предметы видѣть, наблюдать, б не одинъ разъ, необходимо слѣдить за ихъ появленіемъ, развитіемъ; вглядѣться во взаимныя дѣйствія, ограниченныя и небольшимъ пространствомъ места, и небольшимъ періодомъ времени; наглядно убѣдиться, что подобный явленія не редкость, не принадлежность одного Физическаго кабинета; что оне встречаются на каждомъ шагѣ, ихъ можно получить изъ рукъ природы; тогда-то изъ всестороннего конкретнаго выделяется всеобъемлющее абстрактное; тогда-то пониманіе общаго мирить кажущаяся противуречія въ частностяхъ; тогда-то умъ, привыкшій созерцать сложное, освоится съ тою мыслно, что безчисленному множеству самыхъ мелкихъ однородныхъ дѣйствій присуща общая причина, неоставляющая безъ своего вліянія ни одной частицы...»	Предисловіе	МОСКВА КАШИН Н.В. МЕТОДИКА ФИЗИКИ. 1922.	ГЛАВА 1 и 3
Я. И. КОВАЛЬСКИЙ. СБОРНИК ПЕРВОНАЧАЛЬНЫХЪ ОПЫТОВЪ, ПРИ ПОМОЩИ, КОТОРЫХЪ МОЖНО ПОЗНАКОМИТЬ ДЕТЕЙ С САМЫМИ ПРОСТЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ И ХИМИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ. ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХЪ ШКОЛ, А ТАКЖЕ ДЛЯ РОДИТЕЛЕЙ И ВОСПИТАТЕЛЕЙ. 1885 «Затѣмъ мы позволяемъ себѣ рекомендовать слѣдующій порядокъ занятій: когда зайдетъ рѣчь о томъ или другомъ явленіи и явится необходимость произвести какой-либо опытъ, то прежде всего слѣдуетъ дать дѣтямъ разсмотрѣть приборъ для того, чтобы они ясно поняли назначеніе каждой части прибора; затѣмъ, слѣдуетъ произвести опытъ, предложивши дѣтямъ наблюдать результаты опыта; и после этого при помощи бесѣды по поводу опыта можно помочь дѣтямъ вывести все заключенія, вытекающія изъ, даннаго опыта; при этомъ, весьма	ВВЕДЕНИЕ	Соколов И. И. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНІЯ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ. 1936. (См. ниже)	СТР 76-85

полезно приучать детей срисовывать в тетрадь те приборы, с которыми производились опыты, и записывать в самых кратких словах те результаты, к которым эти опыты привели. В начале такой порядок занятий будет отнимать очень много времени, но потом, когда дети привыкнут к работе, дело пойдет довольно быстро. Срисовывание приборов детьми полезно между прочим, в том отношении, что будет приучать детей понимать различные чертежи рисунки физических приборов, а записывание результатов опыта будет давать детям возможность лучше помнить то, что им было показано, и кроме того будет приучить их правильно выражать свои мысли, — т. е. будет содействовать обучению родному языку.»			
<u>ГРИМЗЕЛЬ Э. ДИДАКТИКА И МЕТОДИКА ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ. 1913 (ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО)</u> «Сущность метода исследования естественных наук. Физика, подобно всякой естественной науке, есть, прежде всего, опытная наука, материал которой мы получаем, при помощи наших чувств извне. Задача научного исследования сводится к тому, чтобы собрать этот материал, просмотреть его, расположить в порядке и подвести под общия точки зрения. В конечной цели научная физика должна так расположить фактический материал, чтобы все здание физики можно было построить на немногих основных принципах. Создание гипотез и даже одно только подведение материала под общия точки зрения происходит строго индуктивно, между тем как та часть научного исследования, где из гипотез выводятся более или менее обязательные выводы, идет по пути дедукции. Этот последний путь исследования по существу своему вполне соответствует математическому методу. Дедуктивной логике школьной математики необходимо противопоставить индуктивную логику школьной физики. Естественнонаучный метод исследования должен на каждой ступени преподавания физики служить прообразом метода обучения. Мы позволим себе сослаться на новейшие учебные планы для прусских женских гимназий 1908 г. как, на доказательство того, что и в Пруссии задачей преподавания естественных наук считают ныне не столько сообщение отдельных сведений, сколько общее образование в вышеуказанном смысле. Преподавание естествознания должно привести к ознакомлению с важнейшими телами и явлениями природы, уяснить причинную связь явлений природы, пробудить длительную любовь к природе и развить способность к собственным планомерным наблюдениям совершающимся в природе и к осмысленному его пониманию. Правда и здесь также на первом плане стоит приобретение знаний, но дальнейшее несомненно указывает, что знания являются только средством к цели, а именно: к приобретению подлинного общего образования. Усиленное подчеркивание образовательной цели физики отнюдь не должно привести к взгляду на знания, как на нечто совершенно второстепенное. Необходимость ограничивать учебный материал. Поспеть за громадным прогрессом научного исследования преподавание, даже при самой широкой его постановке, не в состоянии. Поэтому ограничение учебного материала физики в пользу глубокого трактования, обращающего специальное внимание на общеобразовательную сторону обучения. »	ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ	<u>ГОРЯЧКИН Е.Н. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В СЕМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЕ. Том I.1948</u> Преподавание физики без демонстрирования опытов является совершенно невыполнимым. Никогда никакое сколь угодно живое и яркое описание отнюдь не может заменить восприятие подлинного опыта. Это похоже, как если бы мы пытались словами дать представление о цветах спектра слепому от рождения. Ученикам, никогда не видавшим приборов и опытов, никак нельзя дать представление о подавляющем большинстве физических явлений. Изложение физики без демонстраций опытов принимает характер догматического, а полученные учащимися знания являются сплошь формальными и нежизненными, неприложимыми и поэтому ненужными. Преподавателю, не применяющему эксперимент при преподавании, нет оправдания, и такому преподавателю не может быть места в советской школе. (СМ. НИЖЕ)	По ОГЛАВЛЕНИЮ ВИДНО

<u>Н. С. ДРЕНТЕЛЬН. ФИЗИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ. РУКОВОДСТВО ДЛЯ УЧАЩИХ НАЧАЛЬНЫХ И ВЫСШИХ НАЧАЛЬНЫХ УЧИЛИЩ. 1913</u> «Все ли мы умеем правильно наблюдать? На этот вопрос приходится ответить: нет. Если двое были свидетелями одного и того же события, даже весьма несложного, то каждый расскажет о нем по-своему, и каждый будет утверждать, что прав именно он. Каждый все видел „своими глазами“ и слышал „своими ушами“, а между тем рассказ обоих различается не только в подробностях, но часто и в весьма существенном. Что это значит? То, что наше обыденное наблюдение большею частью довольно поверхностно: оно неполно и неточно. Мы очень легко смешиваем то, что действительно видели и слышали, с тем, что по нашему мнению должно было бы произойти. Точно наблюдать и правильно описывать является—дело весьма трудное, и способность эта дается очень немногим. Далее, сведения об окружающем нас Мире мы получаем через посредство наших внешних чувств: зрения, осязания, слуха и пр. Но всегда ли прямые свидетельства наших чувств заслуживают доверия? Многое вокруг нас происходит совсем не так, как нам кажется, и чтобы составить себе сколько-нибудь правильный взгляд на явления природы недостаточно нашего обыденного наблюдения. Нужно наблюдение гораздо более полное и точное, и ему-то учить нас физика.»	Стр.1-4	<u>А. А. ПОКРОВСКИЙ, Л. И. ГЛАЗЫРИН А. Г. ДУБОВ, Б. С. ЗВОРЫКИН И С. А. ШУРХИН</u> <u>ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ в VI-VII КЛАССАХ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ 1954</u>	1-22
<u>ЛЕРМАНТОВ В.В. МЕТОДИКА ФИЗИКИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ . 1936</u> Популярные знания не увеличивают силы своих обладателей, оставаясь, «стерилизованными» вследствие своей поверхностности, общности и недостатка определенности. Они остаются «знаниями разговорными», дают возможность понимать газетные статьи, принимая участие в «умных разговорах», «рассеивают предрассудки», но они не предназначаются для того, чтобы давать указания для практической деятельности и тем увеличивать работоспособность их обладателя. Поэтому все попытки применить науку к практике жизни, например, к сельскому хозяйству, делавшиеся не настоящими учеными, а любителями, снабженными лишь популярными знаниями, вели к одним неудачам и создали речение — пословицу: «теория с практикой не сходятся. Первое и необходимое условие успеха опытов в классе с данными приборами — это исправность самих приборов. Сам учитель должен приобрести умение приводить свои приборы в исправность, потому что лишь весьма редко ему представляется возможность взыскать это дело на плечи другого лица. Самое основное положение уже было рассмотрено выше: опыты в классе служат не для «доказательства закона», а для «уяснения» его смысла; в других случаях — только для показания самого явления, котором идет речь. Поэтому опыт должен быть по возможности прямой незатемненный сложным прибором. К сожалению, к этому идеалу редко можно приблизиться, и большая часть приборов и опытов весьма от него далеки. Закон подтвержден, если оправдывается одно из его логических следствий; но если следствие это связано с ним длинной цепью довольно сложных доводов, то связь мыслей исчезает для большинства учеников, и результатом является искусственно введенная трудность: непонимание природы.»	Стр. 45	<u>МАРГОЛИС А. А. и ДР. ПРАКТИКУМ ПО ШКОЛЬНОМУ ФИЗИЧЕСКОМУ ЭКСПЕРИМЕНТУ. 1977</u>	1-17

П. А.ЗНАМЕНСКИЙ, Е. Н. КЕЛЬЗИ, И. А. ЧЕЛЮСТКИН МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ. 1938	Стр. 17-22	ХОРОШАВИН С. А. ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ: 6-7 кл. 1988	РАЗДЕЛ 1
ЗНАМЕНСКИЙ П. А. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ. 1954 (См. ниже)	По ОГЛАВЛЕНИЮ СТР. 62 и сл.	ГОРЯЧКИН Е.Н., ОРЕХОВ В.П. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ВОСЬМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЕ. 1964.	

Знаменский. Методика преподавания физики. 1954.

Демонстрационный эксперимент учителя.

А. Методика демонстрационного эксперимента.

15. Каждая демонстрация, проводимая на уроках физики, только тогда имеет педагогическую ценность, когда она наглядна и убедительна, когда она создает у каждого из учащихся то впечатление, на которое рассчитана.

Демонстрации в руках учителя физики являются мощным орудием лишь в том случае, если при их постановке соблюдается ряд условий (см. дальше, пп. 16—27).

16. Всякая демонстрация, всякий опыт не являются самостоятельными, независимыми от изложения. Они составляют органическую часть изложения. Поэтому каждая демонстрация должна ставиться во время: на том уроке, на котором разбирается тема, включающая и данную демонстрацию, и притом в определенной части урока, когда необходимость в демонстрации возникает в процессе беседы (пример, стр. 190).

Должен быть решительно осужден порядок, когда опыты показываются в отрыве от теоретического разбора темы, после ее прохождения. В этом случае опыты в значительной мере теряют свое значение. У учащихся они вызывают значительно меньший интерес. Преподавание в этом случае, несмотря на последующие опыты, все же носит словесный и «меловой» характер.

17. Важно, чтобы опыт вытекал из самого изложения, а не являлся чисто механическим придатком. Учащимся должна быть очевидна *необходимость* данной демонстрации, ясна ее целевая установка. Опыт должен дать ответ на вопрос или на ряд вопросов, которые возникли в предшествующей беседе. Демонстрация проводится динамически в процессе развивающегося изложения (примеры, стр. 190 и след.)

18. Проводя демонстрацию, надо помнить, что, во-первых, каждая отдельная демонстрация не должна быть слишком продолжительной и что, во-вторых, не следует перегружать урок большим числом демонстраций. При очень длительной демонстрации или при большом числе следующих одна за другой демонстраций у учащихся наступает утомление, падает интерес; в результате эффективность демонстрации получается малая.

Сложный опыт должен быть расчленен на части (пример — демонстрация спектра, стр. 260). Нередко мы имеем серии опытов, относящихся к одной группе явлений: их тогда надо четко разделять (см. демонстрации по теме «Атмосферное давление», стр. 186),

Основная задача демонстрации учителя — *показ физических явлений с качественной стороны*. Не ставя перед собой задачу установления точной количественной зависимости, мы при демонстрациях показываем учащимся, при каких условиях протекает данное явление, от каких факторов зависит его интенсивность, в каком направлении происходит изменение той или иной величины при изменении других величин. Полную количественную оценку мы часто переносим на лабораторные работы учащихся.

Не следует отказываться от количественной оценки и при демонстрациях, если это является необходимым по ходу изложения или если по тем или иным причинам не удастся провести лабораторной работы.

Необходимо, однако, учесть, что большой точности в этом случае быть не может. Об этом учащиеся должны быть предупреждены. Они должны усвоить, что законы устанавливаются путем многих и тщательных измерений. К таковым не относятся измерения учащихся при лабораторных работах, а тем более при демонстрациях на уроках. Отсчеты делаются с мест по крупным, издали видным, делениям. Если приборы не позволяют производить отсчетов с мест, приходится приглашать для этого отдельных учащихся к экспериментальному столу. Этот путь менее желателен, но все же лучше привлекать учащихся в качестве наблюдателей, чем производить отсчеты самому учителю.

19. Опыт на уроках физики может служить *иллюстрацией положения или закона*, обоснованного учащимся теоретически. Опыт в этом случае является завершающим звеном, подтверждающим теоретические рассуждения. Несомненно, такие опыты и демонстрации будут иметь место на уроках физики. Но основной путь, которым следует идти, должен быть иной. *Опыты должны давать ответы на*

поставленные вопросы, они являются той базой, на которой ведется изложение. Учитель, ставя перед учащимися определенные проблемы, опытно их исследует при активном участии учащихся, заставляя их продумывать каждый шаг, каждую деталь (примеры, стр. 190, 255, 344, 412, 467).

20. Для демонстрации того или иного явления или закона часто имеется не одна опытная установка, а несколько вариантов. Экономя время, внимание и силы учащихся, надо ставить, вообще говоря, одну демонстрацию и прибегать к варианту только там, где при одной демонстрации не получается полноты восприятия явления или не охватываются все закономерности данного явления.

При выборе демонстраций предпочтительнее такая, которая наиболее наглядно и непосредственно иллюстрирует данное явление.

21. Существенную роль играет расположение приборов на экспериментальном столе учителя.

Прежде всего, должно быть соблюдаемо основное правило: на экспериментальном столе не должно быть других установок и приборов, кроме необходимых для данной демонстрации. Внимание учащихся не должно отвлекаться никакими посторонними объектами. Поэтому приборы, предназначенные для последующих опытов, хотя бы на том же уроке, а тем более для других уроков, должны оставаться подготовленными на специальном столе в той же комнате (и притом прикрытые), на полках под крышкой экспериментального стола или в соседней комнате.

Расположение приборов на экспериментальном столе должно быть таким, чтобы одна часть установок не загораживала других.

Палки штативов должны быть обращены к учителю, стрелки весов, наоборот, к учащимся, электрические провода раскинуты так, чтобы учащиеся с мест отчетливо видели всю электрическую цепь и т. п.

Хорошую видимость демонстрационным установкам, в особенности при отсутствии амфитеатра, обеспечивает их монтаж в вертикальной или наклонной плоскости, а не в плоскости крышки стола.

Учитель не должен загораживать собой и своими руками приборов, а выбирать поэтому всегда наиболее подходящее место у экспериментального стола.

Приборы надо при некоторых установках поворачивать, обращая к различным частям класса.

22. Для лучшей видимости всеми учащимися демонстрируемых явлений и приборов практика выработала ряд разнообразных приемов. Стрелки у весов, различные указатели, концы магнитных стрелок снабжаем цветными бумажками, жидкости окрашиваем, сзади располагаем белые, черные или полупрозрачные экраны. Для показа предметов, расположенных горизонтально (стрелка и деления у компасов и гальваноскопов, магнитные спектры и др.), применяем большое зеркало, расположенное под углом 45° к поверхности стола, или проекционный фонарь, или эпидиаскоп.

Особое внимание надо уделить освещению приборов, располагаемых на экспериментальном столе. Для этого, кроме рационального общего освещения класса, надо применять освещение специальными лампами с рефлекторами, а также полупрозрачные, освещаемые сзади экраны.

23. Демонстрация должна сопровождаться схематическими рисунками, выполняемыми учителем на доске и учащимися в своих рабочих тетрадях. Эти рисунки даются чаще после демонстрации, иногда до демонстрации, иногда после того как проведена часть демонстрации.

Для того чтобы фиксировать важнейшие моменты в развитии демонстрации, полезно давать не один рисунок, а серию рисунков, изображающих последовательный ход демонстрации (см. ниже, стр. 106, 191, 193).

24. Демонстрации только тогда будут стоять на должной высоте, когда учителем проводится предварительная тщательная подготовка к ним.

Учителю необходимо хорошо изучить качества и особенности приборов своего физического кабинета.

Каждый прибор, выносимый для демонстрации, должен быть предварительно всесторонне испытан.

Каждый эксперимент, даже самый простой, должен быть предварительно опробован и тщательно подготовлен. Учитель при этом должен овладеть всеми деталями опыта настолько, чтобы опыт на уроке давал ожидаемый эффект и вполне удался.

Как общее правило, установка приборов, сборка частей, схем и прочее производится на уроках на глазах учащихся, но все детали должны быть подготовлены заранее. Очень плохо, если учителю приходится прерывать эксперимент и бежать в соседнюю комнату отыскивать спички, стакан и пр. Там, где требуется уравновесить тело, тару надо подобрать заранее; там, где нужны определенные объемы жидкостей, их надо заранее заготовить; там, где приходится нагревать воду, надо начинать нагревание заранее или уже к уроку иметь горячую воду. Это экономит время на уроках. Объем, вес тел и прочее надо заранее определить и записать, чтобы на уроке быстро произвести соответствующие измерения.

Полезно при предварительных опытах отмечать время, необходимое для выполнения их. Это позволит правильно распределить время на уроках и предохранит от такого положения, когда назначенное для урока время уже истекло, а эксперимент еще не закончен.

Большое значение имеет чистота приборов и посуды. На это обстоятельство всегда надо обращать специальное внимание.

Ряд демонстраций, например, опыты по электростатике, требуют принятия специальных мер для их удаchi (см. стр. 393, 474). Более сложные установки должны быть собраны на месте заранее. Вообще все демонстрации надо просмотреть в том помещении, где они будут проводиться: как расположить приборы удобнее на данном столе, чтобы они были видны со всех мест класса, как осветить и т. д.

Позаботиться надо также и о безопасности всех демонстраций, принимая специальные меры там, где это нужно. (Опыты с эфиром, бензином, с токами высоких напряжений, с ярким светом дуговой лампы, с подвешиванием грузов к электромагниту, с нагнетанием воздуха в сосуды, с моделями паровых котлов и др.) После демонстрации все приборы должны быть приведены в порядок, вытерты, вымыты, высушены и размещены на свои обычные места в шкафах. Все должно быть тщательно уложено в коробки, снабженные надписями, и присоединены к соответствующим приборам.

Можно рекомендовать вести аккуратно в особой тетради записи, касающиеся приборов и демонстраций. Каждый неудачный опыт на уроке должен быть повторен на следующем уроке.

25. Как выше уже было сказано (стр. 64), слово учителя и опыт неотделимы друг от друга и представляют гармоническое целое.

Требуется искусное экспериментирование, проводимое не молча, а в процессе последовательно развивающейся речи. Беседуя с учащимися во время эксперимента, надо вместе с тем не отвлекать разговорами внимание учащихся от наблюдения протекающих перед ними явлений.

Если учащихся приходится приглашать к экспериментальному столу для наблюдения тех или иных явлений, то надо рационально организовать такой вид демонстрации. Надо позаботиться, чтобы времени уходило возможно меньше, не нарушалась дисциплина (особенно при затемнении помещения).

Если приходится те или иные объекты давать на руки учащимся, то и этот вид демонстрации надо организовать рационально.

Учащихся можно привлекать при проведении демонстраций в качестве ассистентов.

Б. Основные требования к приборам для демонстраций.

26. *Приборы для демонстраций должны быть прежде всего достаточных размеров*, чтобы основные детали приборов и демонстрируемые явления были видны всем учащимся класса. При классе в 30—40 человек учащиеся последнего ряда находятся от экспериментального стола учителя на расстоянии 8—10 метров. На такое расстояние и должны быть рассчитаны приборы. В этом отношении удачны размеры только некоторых из выпускаемых в продажу физических приборов.

27. Все приборы, предназначенные для средней школы, должны быть просты по идее и несложны по конструкции. В них должно отсутствовать все лишнее, ненужное. Если прибор сложен и учащемуся приходится потратить много усилий, для того чтобы разобраться в его устройстве и действии, тогда основной принцип — принцип наглядности — оказывается нарушенным: прибор заслоняет собою изучаемое явление.

30. В приборах, применяемых в технике, все детали обычно наглухо заделаны и расположены настолько компактно, что отдельные части не видны. Наглядность преподавания требует, чтобы в *школьных физических приборах*, за исключением имеющих лишь служебное значение, *все главнейшие детали были видны* и их легко было различать. Достигается это применением открытых механизмов, специальной отделкой их, окраской в различные цвета, устройством легко разбираемых приборов.

28. Ценными качествами школьных физических приборов являются: *прочность конструкции, удобство пользования, легкость и быстрота сборки и разборки всей установки*.

При указанных качествах приборов учитель физики проводит демонстрационный эксперимент уверенно, без излишней затраты времени и сил как при предварительной подготовке, так и во время уроков.

32. Особо надо отметить требования в отношении *внешнего оформления приборов*. Важны хорошая, вполне законченная и красивая отделка всех частей (прочная окраска, полировка, никелировка и т. п.), *тщательное, надежное скрепление, легкость хода движущихся частей* и др. Учащиеся должны видеть хорошо, без отказа действующие приборы, а не «примеры расстроенного хозяйства». Приборы, работающие без всякой осечки и дающие нужный эффект, вызывают восторг у учащихся и поднимают их внимание и интерес; приборы, плохо работающие, вызывают скептическое отношение. Хорошая внешность и отделка приборов имеют, помимо практического, большое воспитательное значение.

29. Особо надо выделить *основные приборы*, к каковым относятся: проекционный фонарь, насосы, гидравлический пресс, центробежная машина, индукционные катушки, призмы, линзы, спектрометры и другие, а также разнообразные измерительные приборы. Эти приборы должны быть очень высокого качества, так как они в значительной мере определяют школьный физический эксперимент.

Приборы для демонстраций, хотя и предназначены в первую очередь для качественных опытов, но там, где это нужно, они должны допускать возможность производить и измерения.

Измерительные приборы вообще составляют весьма ответственную и важную группу приборов физической лаборатории. Для демонстраций нужны измерительные приборы с *хорошо видимыми издалека делениями*, позволяющими производить учащимся отсчеты с мест. Поэтому их шкалы должны быть со штрихами достаточной толщины и с крупными делениями (расстояние между штрихами несколько сантиметров), причем для облегчения отсчетов пятые и десятые штрихи или деления (иногда четные и нечетные) должны быть выделены (окрашены в красный цвет или взяты большей длины). Если на шкалах ставятся цифры, они должны быть хорошо видны издали. Полезны приспособления и для одновременного отсчета самому преподавателю, находящемуся позади прибора (вырезы у прибора, деления на задней стороне шкалы, прозрачные стенки).

Шкалы у весов при демонстрациях должны быть заменены шкалами с крупными штрихами, а указатели удлинены и покрыты цветной бумагой.

30. Ценное качество приборов — так называемая *комплектность приборов*, т. е. наличие у прибора частей или дополнительных приборов, позволяющих его широко и удобно использовать при опытах. Таким комплектным прибором является, например, набор из двух электроскопов с шарами, остриями, разрядником, конденсаторными пластинками и др.; центробежная машина с набором основных приборов; оптический диск с набором зеркал, призм, линз и проч.

31. В истории и практике преподавания физики в средней школе специальное внимание привлекают к себе *упрощенные* и, в частности, *самодельные приборы*, которые должны были, по мнению некоторых педагогов и энтузиастов этого дела, заменить обычные, часто довольно дорогие и сложные приборы фабричного производства.

Приборы упрощенного типа, изготавливаемые нередко из предметов житейского обихода, не могут вообще заменить и не должны заменять хороших полноценных физических приборов фабричного изготовления.

Очень часто они бывают выполнены весьма несовершенно, внешняя отделка их примитивна и груба.

Однако, упрощенный прибор самодельного типа может временно заменить более совершенный прибор, отсутствующий в школе.

Кроме того, и при наличии в физическом кабинете приборов фабричного производства, еще значительное место остается за упрощенными самодельными приборами и частями, которые нередко приходится «мастерить» при постановке демонстраций и в особенности, лабораторных работ. При этом надо только позаботиться, чтобы и самодельные приборы были отделаны насколько возможно лучше.

Там, где явление может быть хорошо и удобно продемонстрировано с помощью самого простого приспособления, упрощенный прибор может и должен быть применен.

Наконец, надо обратить внимание и еще на одну сторону. Учитель физики должен быть творцом. Надо создавать новые варианты приборов, новые опытные установки в тех частях курса, которые еще часто изучаются без приборов, словесно. Здесь самодельные приборы также полезны. Учитель может сам многое создавать и по тому же пути вести своих учеников.

32. Для политехнического обучения в кабинете физики необходимо иметь приборы и установки, иллюстрирующие применение законов физики в технике. В настоящее время некоторое количество таких приборов выпущено, но они составляют еще лишь малую долю того, что нужно школе.

Приборы желательны не игрушечного типа, а более солидные, действующие установки. Поэтому, например, очень ценно в физическом кабинете, наряду с обычными школьными наборами, иметь блоки, ворот, домкрат и другие чисто технического типа: двигатели внутреннего сгорания, электромоторы, действующие модели водяных, ветряных и тепловых двигателей, модели ременной, зубчатой, фрикционной и червячной передач, модель коробки скоростей, счетчики оборотов, секундомеры, электрические счетчики и многое другое. Электромотор может быть широко применен в различных установках физических кабинетов (затемнение окон, подъем и опускание проекционных экранов, токарный и сверлильный станки, вакуум-насос и др.)

И.И. Соколов. Методика физики.

29. Условия эффективности демонстративного метода. Чтобы демонстративный метод оказал в наибольшей степени свое действие на качество усвоения изучаемого материала, должны быть соблюдены многие условия.

1. Демонстрация должна быть органически связана с разбираемым материалом. Она должна ставиться только в тот момент, когда в ней возникает надобность по ходу изложения темы. Совершенно недопустимы отрыв демонстраций от темы и показ оптом нескольких демонстраций после разбора темы, как это бывало в дореволюционные времена.

2. Главнейшим условием успешности демонстрации является целевая установка опыта и даже отдельных частей его. Нельзя подходить к производству опыта с обычным предисловием преподавателей прежнего времени: "Теперь сделаем такой опыт." Необходимость той или другой частной демонстрации должна быть строго мотивирована. Предыдущая часть беседы должна привести к постановке вопроса, ответ на который и должен дать намечаемый демонстрационный опыт.

На первых порах, когда учащиеся еще не привыкли удерживать свое внимание на определенной задаче, на определенном действии, производимом перед их глазами, полезно, чтобы учащиеся записывали поставленный перед опытом вопрос в своих тетрадях. Это даст им возможность лучше осознать цель опыта и сосредоточеннее искать ответ в явлениях опыта.

3. Если опыт сложный, т. е. требует нескольких отдельных действий для получения ответа, то следует для повышения сознательного отношения к наблюдаемому расчленить его на отдельные операции и давать целевую установку каждой из операций.

4. Методисты расходятся во взглядах на то, следует ли или нет предварительно рассказать, что учащиеся должны увидеть в данном опыте. Сторонники положительного ответа на этот вопрос указывают, что учащиеся могут растеряться при наблюдении разных сторон явления и упустить то главное явление, ради которого и производится опыт, если им не будет предварительно указано, что они должны увидеть.

Из общей установки на предпочтение эвристического подхода как на беседе, так и при демонстрации вытекает, что никак не следует заранее рассказывать, что учащиеся должны увидеть в данном опыте. После поставленного вопроса совершается действие, и учащиеся сами должны искать ответа.

Опасность, что учащиеся не заметят существенного, устраняется двумя приемами. Первый прием состоит в тщательном предварительном разборе вопроса и такой постановке части опыта, которая давала бы узкий ответ с предварительным выяснением, где, в чем, в каком месте демонстрации надо ожидать ответ на поставленный вопрос. В этом отношении было бы очень полезно, если бы позволяло время, самую установку опыта спроектировать силами учащихся.

Во-вторых, в тех опытах, в которых вызываемое явление протекает кратковременно, необходимо повторно воспроизвести явление. Первый опыт даст общую ориентировку, при втором закрепляется внимание на изучаемой части, причем направление внимания может происходить под руководством преподавателя на основании разбора первого ориентировочного опыта.

5. После выполнения той части опыта, которая должна дать ответ на поставленный вопрос, самый ответ ищется силами учащихся. При их посредстве ставится следующий вопрос, намечается целевая установка следующей части опыта, производится самый опыт и ищется новый ответ. Итак, необходимыми условиями действенности демонстративного метода являются: дробление сложного опыта на части, целевая установка каждой части, коллективное искание вывода из отдельного опыта, а в конце — искание общего вывода из всей совокупности отдельных выводов.

Без такой тщательной проработки демонстративный метод теряет те качества, которые отличают его от словесного метода. Педагогический опыт показывает, что при демонстрации, произведенной без тщательной проработки и в особенности без целевой установки выпадает очень много черт из внимания учащихся, они почти никогда не могут полностью воспроизвести ее ход, и она дает гораздо меньше действия, чем рассчитывает преподаватель.

В качестве примера беседы при демонстрировании продолжим начатую выше беседу по изучению закона Архимеда. Из предварительной перед опытом беседы выяснилось, что надо найти зависимость между величиной выталкивательной силы и объемом тела. Обсуждается с учащимися возможная установка опыта; возьмем опыт, производимый с ведром Архимеда на гидростатических весах. После погружения тела в сосуд с водой ставится вопрос: на что указывает то обстоятельство, что чашка весов с погруженным телом поднимается? (Окончательный ответ: подействовала сила вертикально вверх.) Как определить величину силы? (Ответ: измерить силу, возвращающую коромысло в горизонтальное положение.) Как это сделать? (Ожидаемые ответы: снять груз с другой чашки или переложить его на чашку с погруженным телом или, наконец, вместо грузов налить воды в стакан, стоящий на той же чашке.) Какое заключение можно вывести из того обстоятельства, что коромысло вернулось в горизонтальное положение после приливания воды а стакан? (Ответ: вес прилитой в стакан воды равен выталкивательной силе.) Как узнать объем прилитой воды. (Ответ: влить в ту же мензурку, куда было погружено тело, вынув предварительно его из воды.) До какого уровня прилитая в стакан вода повысила воду в мензурке? Какое заключение относительно объема прилитой воды и объема тела можно сделать? Какой окончательный вывод из опыта?

Еще раз настоятельно подчеркиваем, что при проведении демонстрации должна делаться целевая установка каждого отдельного опыта или части опыта. Так, при изучении закона Архимеда должна быть отчетливо поставлена цель подливания воды в стакан, стоящий на той же чашке весов, к которой подвешено тело,

погруженное в воду; далее, должен быть поставлен определенный вопрос перед переливанием воды из стакана в мензурку и т. п. Хорошо, если удастся найти целевые установки опытов и их частей силами самих учащихся, хотя бы путем наводящих вопросов.

6. Так как мы ведем учащихся эвристическим путем к тому, чтобы они делали самостоятельно выводы из опытов, то, как требует индуктивный метод мышления, они должны иметь в своем распоряжении для вывода закона не единичное явление. Поэтому везде, где хватит времени, желателен вариант опыта с некоторыми иными данными. Так, при изучении закона Архимеда следует воспроизвести явление с другой жидкостью. Конечно, повторный опыт может быть произведен без той тщательной проработки, которой сопровождается первая демонстрация.

7. Нужно ли разнообразие опытов, демонстрирующих изучаемое явление или закон? Так как каждая новая установка обнаруживает и какую-либо новую сторону, то против множественности опытов принципиально возражать нельзя. Так, оказываются полезными многие опыты по демонстрации инерции тел, действия атмосферного давления, свойств поверхностной пленки жидкостей, силовых линий различных магнитных полей, различных случаев распределения зарядов на поверхности проводников и т. п. Но при этом, во-первых, не все опыты подвергаются одинаково тщательной проработке, иначе наступят перегрузка однообразной работой и утомление. Во-вторых, польза повторных опытов не растет пропорционально числу произведенных опытов. Но для каждой темы есть свое оптимальное количество демонстраций, выше которого они перестанут разъяснять изучаемое явление вследствие их неполной разработки.

8. Надо помнить, что настоящей областью демонстраций являются качественные опыты, т.е. показ того, как протекает то или другое явление, и сравнительное изменение одних сторон его при изменении других; например, демонстрация расширения тел при нагревании, нагревания проводников током, действия тока на магнитную стрелку и т. п.

При таких опытах учащимся, наблюдающим опыт, приходится устанавливать факт какого-либо действия или оценивать сравнительную степень действия или направление движения.

Такие предметы наблюдения могут быть легко сделаны доступными большому числу наблюдателей при помощи сравнительно простых средств.

Гораздо труднее обстоит дело при демонстрировании количественных соотношений, характеризующих явление. В этом случае степень точности вывода повышается со степенью точности отсчета и со степенью точности прибора. Степень точности отсчета повышается с уменьшением величины наименьшего деления, отмечаемого на приборе. Ясно, что при классном отсчете всеми учащимися деления на измерительных приборах должны быть крупны, а о точности отсчета вообще нельзя говорить при нахождении наблюдателей во всех частях классной комнаты.

Поэтому, если приходится при выводе закона производить количественные измерения, то следует прибегать к особым приемам.

а) Один из приемов состоит в приведении к равенству сравниваемых величин, причем это равенство обнаруживается каким-либо наглядным приемом. Так, равенство выталкивательной силы и веса вытесненной воды обнаруживается не путем счета разновесок, а простым восстановлением горизонтального положения коромысла.

б) Вторым приемом является измерение той из двух связанных между собой величин, погрешность в отсчете которой оказывает наименьшее влияние на результат.

в) Во всех иных случаях, когда приходится измерять обе связанные величины, не подводя изменения одной из них к простейшему виду и не пользуясь какими-либо наглядными приемами для установления количества, следует выбирать в качестве наблюдателей за приборами кого-либо из учащихся и им поручать производить отсчеты, конечно, проверяя их.

Такой прием является суррогатом, заменяющим непосредственное участие каждого учащегося в наблюдении, но он лучше, чем отсчет самого преподавателя, так как все-таки вовлекает в работу учащихся, хотя и в очень ограниченном количестве.

Ввиду всех указанных трудностей количественных демонстраций еще раз подчеркиваем, что демонстрационный опыт имеет полем применения качественную сторону явлений; из количественных соотношения можно давать пропорциональную зависимость, когда одна величина может быть наглядно, без особых измерений, изменена в два, три раза, но демонстрационный опыт совсем не приспособлен для определения физических постоянных.

9. С той же целью повышения сознательного отношения к наблюдаемому опыту необходимо сопровождать демонстрации чертежами. По отношению к чертежам возникают два вопроса.

а) Кем производится чертеж: самими ли учащимися с натуры или преподавателем на доске и только копируется учащимися?

б) Когда производить чертеж: до опыта или после него?

По первому вопросу приходится указать, как общее правило, что преподаватель даст чертеж на доске. Дело в том, что надо сделать не рисунок установки, а главным образом схему установки, которая наглядно выявила бы основные мысли в установке и в опыте. Вычертить схему, имея перед глазами конкретную установку, для человека, впервые наблюдающего прибор и явление, будет делом далеко не легким. Так как чертеж должен помочь в понимании опыта, он должен быть выполнен преподавателем так, чтобы наиболее отчетливым образом выражались все существенные стороны опыта. Но ясно, что установки очень простых опытов, например расширение жидкостей, расширение медного круга, отскакивание шарика от ножек звучащего камертона и т. п., вообще все те установки, в которых нет никаких условных обозначений и никакой схематизации, могут быть зарисованы самими учащимися с натуры.

По второму вопросу нельзя дать однозначного указания.

Выполнение чертежа после опыта позволяет повторить на чертеже ход опыта и тем самым закрепить его в сознании учащихся.

Так, в опытах по свету учащиеся должны сперва пронаблюдать их, а потом уже вычерчивать с помощью преподавателя схемы хода лучей.

В тех опытах, где приходится наблюдать направление какого-либо движения, очень удобно заранее сделать чертеж установки, чтобы потом стрелкой отметить на чертеже направление движения подвижной части. Так, для опыта Эрстеда заранее вычерчиваются четыре основных случая расположения тока и магнитной стрелки, и после выполнения каждой отдельной части демонстрации отмечается направление движения.

То же делается для движения проводника в магнитном поле, для четырех случаев электромагнитной индукции при движении магнита и катушки с током, для изучения направления магнитных силовых линий тока и т. п.

Иногда приходилось наблюдать, что преподаватель, выполняя чертеж, предлагает учащимся приступить к зарисовке только по окончании им всего чертежа.

Это — неправильный прием. Копируя полный чертеж, учащиеся могут начать проводить линии не в том последовательном порядке, в котором чертеж создавался. Тогда для них пропадет логика чертежа, внутренняя связность отдельных частей его, вообще исчезнет его смысл. Учащиеся должны выполнять чертеж одновременно с преподавателем, слушая разъяснения его и следя мыслью за каждым действием его. Тогда только им станет ясна необходимость данной схемы.

Эту часть разбора закончим двумя техническими замечаниями. Во-первых, преподаватель должен научиться отчетливо выполнять чертежи. Начинающие преподаватели часто, приступая к чертежу, оправдываются перед слушателями, что они плохие рисовальщики. Учащимся до этого нет дела. Чертеж должен быть продуманно и отчетливо выполнен, хотя бы и не очень красиво.

Второе замечание касается того, что преподаватель должен уметь удобно располагать записываемый материал на доске. Это касается не только чертежей, но и других записей во время беседы. Надо знать свою доску и умело ею пользоваться.

Чертеж или запись, которыми приходится пользоваться в течение значительной части урока, должны быть размещены так, чтобы они не мешали дальнейшим записям. Вводимые величины и их обозначения должны быть записаны полностью. Если придется получаемые из опыта величины подвергать дальнейшей математической обработке (складывать, вычитать, умножать...), то надо предвидеть такое.

расположение записей, чтобы можно было производить эти действия без переписывания заново данных.

Совершенно недопустимо при заполненности доски производить частичные стирания в случайных местах и в них вставлять новые записи. Малоопытный учащийся путается в том, что осталось от прежнего и что вставляется нового. Также нельзя, стерев одну часть формулы, внести вместо стертой части видоизменение. Надо стирать значительную часть доски для новых записей, надо каждую формулу переписывать вновь целиком. Ведь учащийся у себя стирать не может и не должен. Учащихся следует приучать к продуманному использованию страниц тетради или площади классной доски при их ответах.

30. Требования, предъявляемые к демонстрационным приборам. Из основного требования при демонстрации — сосредоточивать внимание на узком участке опыта — вытекают и требования, которые надо предъявлять к демонстрационным приборам. Для дореволюционной школы фирмы физических приборов изготовляли приборы двоякого характера: индивидуальные и универсальные.

а) Универсальным прибором называется прибор, заключающий на одной стойке набор наглухо закрепленных приборов для демонстрации многих явлений из одной области. Так, был в ходу универсальный прибор для демонстрирования работы так называемых простых машин. На одной стойке были помещены и

от одного колеса приводились во вращение ворот, зубчатые колеса, ременные передачи и разные другие механизмы для передачи вращения. Другой пример-аппарат Чеховича для доказательства законов рычагов 1-го и 2-го рода, параллелограмма сил, теории весов и пр.

Универсализация приборов вызывалась не педагогическими соображениями, а рекламно-коммерческими интересами предпринимателей. С педагогической точки зрения основным недостатком универсальных приборов является то обстоятельство, что перед глазами учащихся постоянно стоит большой набор приборов с очень большим числом подробностей, в то время как в действии находится только небольшая часть набора. Если при работе с отдельным прибором учащемуся трудно, каким знаем, удерживать свое внимание на определенном участке опыта, то внесение множества неупотребляемых приборов является лишней помехой такому сосредоточению внимания, не давая выигрыша ни в каком другом отношении. Далее, громоздкость таких приборов затрудняет хранение их и перенос. По всем этим соображениям тип универсальных приборов должен быть признан вредным.

б) Таким образом, преимущество остается за индивидуальным прибором, предназначенным для демонстрации одного явления.

в) В последнее время в технике изготовления физических приборов возникло новое течение, которое надо всеми мерами поддерживать. Во многих физических приборах имеются одинаковые по назначению части: блоки, магниты, катушки и т. п. До сих пор индивидуальные приборы изготовлялись так, что все части прибора были накрепко, раз навсегда собраны, и размеры прибора выбирались без всякого соотношения с другими приборами из той же области. Хотя катушки проводов нужны и для опытов с электромагнитами, и для демонстрации явлений индукции, и для трансформирования тока, эта однородная деталь устраивалась в каждом приборе разной величины, годной только для данного прибора и притом наглухо в нем закрепленной.

Анализ ряда физических приборов выяснил повторяемость многих составных частей отдельных приборов. Соображения экономии материала, удешевление при массовой выработке, общее снижение стоимости состава физического кабинета и общая тенденция, проявляющаяся во всей промышленности, привели учреждения, руководящие выработкой физических приборов, к мысли об изготовлении стандартных частей приборов, так называемых полуфабрикатов, из которых могут составляться самые разнообразные приборы. Эта промышленная тенденция целиком совпадает с педагогическими интересами. Составление приборов из стандартных частей будит конструктивное творчество преподавателя и учащихся и облегчает придумывание новых установок и новых демонстраций. Существование стандартных частей-полуфабрикатов позволяет производить сборку прибора на глазах учащихся.

Здесь будет уместно разрешить вопрос, методически целесообразно ли производить сборку приборов перед учащимися или приборы должны быть заготовлены заранее.

В связи с общей установкой всеми мерами активизировать учащихся представляется методически более ценным выполнять перед учащимися и самую сборку прибора. Но при этом преподаватель должен заранее подобрать те количественные измерители, с которыми придется иметь дело. Если в дальнейшей стадии опыта придется тарировать или взвешивать тело, то тара (за исключением нескольких последних частиц) должна быть заготовлена, вес должен быть заранее найден. Если надо мерить длину (машина Атвуда, движение по наклонной плоскости) или измерять объем, то все эти данные должны быть заранее промерены и показатели должны быть поставлены на места, близкие к отмеченным, чтобы быстро водворить их на соответствующее место. Вообще всякий опыт должен быть предварительно до урока проделан преподавателем.

Конечно, предыдущее указание, как и многие другие в методике, не должно проводиться с полным педантизмом. Иногда недостаток времени не позволит проводить многие опыты в таком развернутом виде. Тогда придется значительную часть приборов приготовить заранее. В других случаях установка так капризна и длительна, что необходимо ее сделать предварительно. Таковы многие опыты со световыми явлениями.

Но при необходимости предварительной заготовки приборов и установок обязательно разместить их так, чтобы они не загромождали главного поля наблюдения на демонстрационном столе, куда помещается демонстрируемый в данный момент прибор. И вообще заготовленные заранее приборы должны быть размещены по возможности вне поля зрения учащихся, чтобы не отвлекать во время каждой данной демонстрации внимания учащихся на посторонние предметы.

г) Возвращаясь опять к качеству приборов, нужно отметить, что демонстрационные приборы должны быть исследованы по их демонстрационным качествам и должны иметь технически совершенную внешность, чтобы производить на учащихся техническо-эстетическое впечатление, что будет содействовать глубине восприятия. Поэтому нецелесообразно пользоваться для демонстраций технически несовершенным прибором. В особенности высокое качество должно быть у измерительных приборов.

На этом основании мы не принадлежим к сторонникам самодельных демонстрационных приборов, если они выполнены несовершенно, расхлябанно, с неустойчивыми частями, с неотделанной внешностью.

Самодельные приборы, конечно, входят в школьный обиход, но применение их должно иметь место скорее на лабораторных работах и а кружковых занятиях, чем на классных демонстрациях.

Конечно, если нет готового прибора, то лучше построить самодельный, чем совсем отказываться от демонстрации.

С другой стороны, нужно предвидеть и устранить опасность появления у учащихся мысли о том, что физические явления могут быть вызваны исключительно при специальных приспособлениях. Для устранения этого недоразумения в подходящих случаях надо пользоваться предметами, имеющимися под руками.

Например, закон Архимеда можно показать с любым телом, со стеклянной пробкой, камнем и т. п., а не обязательно с ведром Архимеда.

31. Техника демонстрирования. Техника демонстрирования обуславливается двумя требованиями.

а) Осуществление наибольшей видимости явления во всех частях классной комнаты.

б) Наблюдение явления на приборе предпочтительнее, чем на его световом или теневом изображении.

Из первого требования вытекают следующие положения.

1. Положение преподавателя и его рук должно быть таково, чтобы он ни в какой мере не загораживал демонстрируемого явления.

2. Расположение остальных приборов не должно мешать наблюдению над демонстрируемым явлением.

3. Устройство прибора, все его составные части должны быть показаны и объяснены учащимся.

4. Если наблюдаемое явление может быть видимо по определенному лучу зрения, например получение изображения от светящейся точки в плоском зеркале в симметричной точке или получение изображения в зеркалах, поставленных под углом, то необходимо поворачивать прибор по разным направлениям, повторяя демонстрации.

5. Для усиления освещенности наблюдаемого предмета следует пользоваться искусственным освещением, применяя подвижные лампы с рефлекторами, отбрасывающими свет в сторону прибора, или подставляя рассеивающие экраны.

Если же наблюдению подлежит световое явление, в особенности слабое, то его надо показывать при полном затемнении.

6. При демонстрации явлений, происходящих в бесцветных телах, например в бесцветных жидкостях, последние подвергаются окрашиванию.

В качестве показателей можно пользоваться также и химическими реакциями, сопровождаемыми изменением окраски; например, для обнаружения того, что при электролизе серноокислого натрия у анода образуется кислота, у катода — щелочь, можно воспользоваться изменением цвета лакмуса, хорошо известным учащимся из занятий химией.

Но в качестве показателей наблюдаемого явления нельзя выбирать такие изменения, химические или физические, природа которых ученикам неизвестна.

Вообще не следует изучаемое явление обнаруживать при помощи другого неизвестного учащимся явления, как бы внешне показательны ни были происходящие с последним изменения.

Например, различную теплопроводность твердых тел следует показывать при помощи прикрепления бумажек парафином или воском или покрытия их этим веществом, а не при помощи покрытия стержней двойной йодистой солью ртути и серебра, которая при нагревании изменяет свой цвет. В последнем случае ни вещество, ни его свойство — менять цвет — ученикам неизвестны.

Или при изучении первичного явления электролиза не следует для обнаружения выделившихся ионов пользоваться их вторичными реакциями, например присутствие йода обнаруживать через окрашивание им в синий цвет крахмала. Последнее явление не может быть показательным для учеников.

7. Если явление состоит в изменении положения тел, в изменении уровней, высот, объемов, длины, то необходимо различными метками — резиновыми кольцами, наклеенными бумажками, приставленными масштабами, стрелками — отмечать оба сравниваемых положения.

Например, при демонстрации расширения жидкости или газа первоначальный уровень жидкости должен быть отмечен резиновым кольцом. При демонстрации независимости высоты ртутного столба в опыте Торричелли от наклона трубки надо укрепить на высоте этого уровня горизонтально линейку или натянуть нить.

8. Если наблюдаемый предмет имеет вращение в горизонтальной плоскости, то различные его части следует отметить вертикально стоящими разноцветными значками, например на концы магнитных стрелок склонения наклеивают вертикально различные цветные бумажки.

9. Если демонстрируемый предмет должен занимать горизонтальное положение на демонстрационном столе, то возможно пользоваться для его демонстрации большим плоским зеркалом, поставленным под углом в 45° к поверхности стола.

Так следует демонстрировать расположение силовых линий в магнитных полях.

10. Если явление все же не может быть показано сразу для всех учащихся на демонстрационном столе, то в некоторых случаях наблюдаемые объекты могут быть переданы в руки учащихся для непосредственного рассматривания. Как общее правило, надо отметить, что такая передача из рук в руки требует многу времени, в течение которого часть класса отвлекается от общей работы, дезорганизует работу, и поэтому является нежелательной. Но если число объектов значительно, то возможно прибегать и к такому приему. Так, если заготовлено с дюжину пробирок с переохлажденным гипосульфитом, то можно пустить их по рукам для наблюдения повышения температуры при отвердевании. Или если имеется очень много тонких, волосных трубок и маленькие стаканчики с подкрашенной водой, то можно раздать их на руки для одновременного наблюдения маленькими группками явления капиллярности.

При почти одновременной работе всего класса подобная демонстрация превращается как бы в лабораторную работу качественного характера, и ей надо отдать предпочтение перед демонстрированием при помощи проекции.

11. В тех случаях, когда ни одно из вышеперечисленных средств не может дать необходимой видимости для всего класса, приходится прибегать к помощи оптических приборов. В простейшем случае пользуются теневым изображением предмета на экране при освещении его пучком лучей от проекционного фонаря.

Так, притяжение и отталкивание параллельных проводников с током легче отмечаются по тени их на экране, чем непосредственно, вследствие тонкости самих проводников.

В этом случае сама установка остается перед глазами учащихся, и только малозаметные непосредственно движения частей прибора увеличиваются при помощи теневой проекции.

К этому же случаю можно отнести и проектирование на потолок волновых явлений, вызываемых на поверхности воды.

12. Только в том случае, когда нельзя достичь желательной видимости, оставляя прибор и производство опыта перед глазами учащихся, следует показать его в эпидиаскопе, если установка опыта допускает такой перенос.

13. Наконец, если ни одно из вышеперечисленных средств не может дать необходимой видимости, то явление может быть продемонстрировано в проекции на экране при помощи фонаря. Таковы явления поднятия и опускания жидкостей в капиллярных трубках, формы менисков, критическое состояние вещества, электростатические силовые линии, по которым располагаются кристаллы хинина в вазелине, и ряд других.

Как общее правило, демонстрирование явления в проекции менее желательно, чем его непосредственное наблюдение, так как при этом пропадает для наблюдателей весь тот ход действий, при помощи которых явление вызывается. Неполнота же восприятия уменьшает понимание.

Поэтому демонстрация опыта при помощи проекции должна применяться в средней школе лишь в исключительных случаях, в особенности на младшем концентре физики.

14. Но в некоторых случаях могут быть скрыты от глаз учащихся части установок. Например, на первых уроках по электричеству приходится пользоваться током от электростанции, выпрямляя его через выпрямители.

Эти выпрямители не должны быть выставлены на вид, потому что они естественно привлекут к себе внимание и вызовут вопросы. Так как ответов на эти вопросы на первых порах дать нельзя, то такая демонстрация этой части установки только отвлечет внимание учащихся от основной линии разъяснений, не прибавив ничего к их пониманию физических основ процесса.

32. Наглядный метод. Несмотря на применение нескольких методов, при которых учащийся имеет дело с физическими телами, приборами, машинами и лицом к лицу становится с явлениями, тем не менее, преподавание физики нуждается еще в иллюстрации изучаемого чертежами, диаграммами, графиками и тому подобными наглядными пособиями.

а) Прежде всего, необходимо приучить учащихся широко пользоваться графическим изображением связи между величинами, характеризующими явление. График изменения величины дает еще лишний способ выражении связи между двумя взаимно-зависящими величинами помимо длинного словесного описания или выражения ее в виде формулы, при этом графический способ отличается наибольшей наглядностью при умении пользоваться им, возможностью охватить одним взглядом различные стадии изучаемого явления и быстро найти по графику функции t или другие частные значения ее. Поэтому все лабораторные работы, которые приводят к зависимости двух величин, должны заканчиваться построением графика.

На протяжении курса таких случаев представится много. Перечислим некоторые из них: график изменения пройденного пути в зависимости от времени; график изменения температуры твердого тела при нагревании

его с течением времени; график зависимости объема и давления одной и той же массы газа при постоянной температуре; кривые остывания тел при различных поверхностях; график зависимости давления насыщающих паров от температуры, зависимости силы тока от сопротивления и пр.

Помимо индивидуальных графиков, вычерчиваемых в процессе изучения отдельными учащимися, следует заготовить несколько графиков в виде стенных таблиц. Такие графики могут быть изготовлены добровольцами и любителями из числа учащихся.

Е.Н. Горячкин. Методика преподавания физики в семилетней школе.

ДЕМОНСТРАЦИИ ПО ФИЗИКЕ § 14. Виды демонстраций

Под демонстрациями по физике понимают такие показы преподавателем физических явлений и связей между ними, которые предназначаются для одновременного восприятия учащимися всего класса; отсюда вытекают методические и технические особенности демонстраций.

Демонстрации могут быть разбиты на две группы, значительно отличающиеся друг от друга: демонстрации экспериментов, или опытов, служащих для воспроизведения физических явлений, и демонстрации наглядных пособий (модели, диапозитивы, кинофильмы, настенные картины), предназначенные для ознакомления с внешним видом и устройством технических объектов и некоторых физических приборов, а также демонстрации разного рода графических изображений, в частности диаграмм и графиков. Как было уже выяснено в §§ 7 и 12, демонстрации опытов являются основой для построения педагогического процесса урока и поэтому имеют определяющее значение; роль же наглядных пособий в подавляющем большинстве случаев сводится к иллюстрированию изучаемого. Поэтому демонстрации опытов и наглядных пособий взаимно дополняют друг друга при изложении того или иного вопроса. Как правило, подмена подлинного эксперимента демонстрацией наглядных пособий недопустима по методическим соображениям, но к этому иногда приходится прибегать, когда демонстрация сложных опытов по техническим причинам невозможна.

§ 15. Значение демонстрации экспериментов

Значение физического эксперимента при преподавании было выяснено раньше (§§ 7 и 12); вопросу о методике и технике эксперимента, ввиду его особой важности, посвящён том II. Поэтому мы здесь ограничимся общими указаниями принципиального значения.

1) Преподавание физики без демонстрирования опытов является совершенно невыносимым. Никогда никакое сколь угодно живое и яркое описание отнюдь не может заменить восприятие подлинного опыта. Это, похоже, как если бы мы пытались словами дать представление о цветах спектра слепому от рождения. Ученикам, никогда не видавшим приборов и опытов, никак нельзя дать представление о подавляющем большинстве физических явлений.

Изложение физики без демонстраций опытов принимает характер догматического, а полученные учащимися знания являются сплошь формальным и, нежизненными, неприменимыми и поэтому ненужными.

Преподавателю, не применяющему эксперимент при преподавании, нет оправдания, и такому преподавателю не может быть места в советской школе.

2) Преподаватель должен уметь излагать предмет не только словами и показом физических явлений, не только рассказывать о явлениях, но и найти способы настолько приблизить эти явления к ученикам, чтобы они стали вместе с ним исследователями этих явлений.

Конечно, нельзя убеждать учеников, что открыть законы физики можно без большой затраты усилий, средств и труда, но всё же в учениках также нужно воспитывать стремление самим отыскать закономерности в изучаемых явлениях.

Преподавателю физики необходимо всегда помнить, что его речь должна существенно дополняться "языком фактов".

Демонстрации должны быть вплетены в ткань словесного изложения для образования с ним органической связи. Поэтому надо показывать опыт не до рассказа о нём и не после рассказа, а одновременно с ним. Это труднейшая задача, требующая, в особенности от малоопытного преподавателя, длительной и вдумчивой подготовки. Трудности увеличиваются ещё тем, что зарисовка на классной доске прибора или явления производится не отдельно от опыта и сопровождающего его рассказа, а одновременно с ними (§ 24).

3) Преподаватель в методических целях производит демонстрации так, чтобы дать ученикам представление сначала не обо всех изучаемых сторонах физических явлений, а только о некоторых. При этом

необходимо, чтобы ученики, смотря на демонстрацию, увидели только то, что на данной стадии изучения должно стать предметом рассмотрения. Такие демонстрации, как это было выяснено в § 12, 6, являются подготовительными, или вводными (рис. 7, 9, 10 и 16).

Указанное выше требование ставит перед техникой демонстрации определённые задачи. Демонстрации должны быть так поставлены, чтобы никакие второстепенные стороны явления, а тем более побочные впечатления не отвлекали учащихся от основной цели данной демонстрации.

После вводных проводится основная демонстрация, показывающая в целом все стороны изучаемого явления, поскольку это возможно. На основании этой демонстрации производится формулировка положения или закона в окончательном виде (рис. 11 и 17). Далее могут следовать демонстрации иллюстративного характера в разъяснение самого закона, его следствий или приложений (рис. 12, 15 и 18). В некоторых случаях оказывается необходимым прибегать к подбору нескольких таких демонстраций, которые позволили бы познакомить учащихся постепенно и в определённой последовательности с нужными сторонами явления. Несмотря на всю значимость демонстраций, следует, однако, опасаться перегружать ими урок. Нужно ограничиваться только необходимыми демонстрациями. В случае сравнительно простых вопросов оказывается достаточным проведение только одной хорошо поставленной демонстрации.

4) При демонстрации один и тот же опыт хорошо повторить несколько раз, особенно если при этом возможно его несколько видоизменить. Учащиеся 6 и 7 классов с одного раза обычно не успевают заметить всего нужного и запомнить его. Рекомендуется также всячески поощрять рассматривание приборов учащимися на перемене после уроков.

Очень полезно некоторые, наиболее для этого доступные, демонстрации давать проделывать самим учащимся при их опросе. Прodelывая демонстрацию сами, учащиеся лучше усваивают явление (опрос в таком случае является не только средством проверки знаний, но и средством обучения).

Учащиеся, зная, что от них потребуют воспроизведения демонстрации, внимательнее следят за преподавателем, когда он демонстрирует. Особенно важны повторные демонстрации при повторении. Явление может быть «забыто» учащимися, что при повторении поведёт к зазубриванию слов, не имеющих реальной основы.

5) Опыт, демонстрируемый преподавателем, всегда должен удаваться. Опыт, который не выходит, лучше не показывать.

Но из этого следует, что опыты должны выходить, не могут не выходить, и отнюдь не следует, что, не имея кабинета, вообще не надо показывать опыты до тех пор, пока этот кабинет не будет создан. По указанной причине даже опытный преподаватель заранее тщательно подготавливает опыт и проверяет его.

Неудавшийся опыт, помимо срыва части, а иногда и всего последующего педагогического процесса, приводит ещё к понижению авторитета преподавателя в глазах учащихся. Недопустимо также показывать приборы, не воспроизводя на них опыта, а только рассказывая о нём; исключение составляют те опыты, которые действительно не могут быть продемонстрированы в школьных условиях.

6) Лучше всего, если демонстрацию учащиеся воспринимают непосредственно. К проектированию явления на экран следует прибегать лишь в тех случаях, когда только этот способ позволяет обеспечить видимость.

7) По отношению к демонстрационным опытам методика преподавания физики выдвигает ряд требований: обеспечение видимости, простота, выразительность, эмоциональность и т. п.; об этом см. т. II, §§ 1—3.

Е.Н. Горячкин. Методика и техника физического эксперимента.

О лабораторной культуре

Перед преподавателем физики, как и перед каждым педагогом, стоят задачи не только обучения, но и воспитания учащихся. Работа учащихся в физическом кабинете открывает большие возможности для формирования у них практических навыков и умений и привития им лабораторной культуры.

Основным условием успеха работы в этом направлении являются: 1) бережное отношение к сохранению социалистической собственности; 2) содержание физического кабинета и всех приборов в образцовом порядке; 3) неукоснительное выполнение самим преподавателем основных правил лабораторной культуры. Если кабинет находится в беспорядке, приборы хранятся кое-как и к тому же в неисправном состоянии, если в кабинете нет чистоты и порядка, а сам преподаватель не выполняет элементарных требований лабораторной культуры то, ни о каком воспитании культуры труда у учащихся не может быть и речи.

Основные требования лабораторной культуры, помимо содержания кабинета в образцовом порядке, сводятся к следующим положениям.

1. Опрятность. Как демонстрационный стол, так и приборы, применяемые для опытов, должны быть совершенно чистыми от пыли, а тем более от грязи. Недопустимо пользование непромытой стеклянной посудой, мутными, непрофильтрованными растворами и т. п. Поэтому время от времени приходится удалять с приборов пыль, чистить мелом никелированные части и промывать стеклянные, подкрашивать различные детали при порче на них краски. Приборы должны иметь опрятный вид. При изготовлении самодельных приборов надо также позаботиться об их опрятном виде, из какого бы простого материала они ни были сделаны.

Учащиеся на каждом шагу должны воочию убеждаться, что содержание физических приборов в безукоризненной чистоте — такая же необходимость, как подобное же отношение к посуде, одежде и другим предметам в бытовых условиях.

2. Каждая установка опыта в целом должна являться образцом строгого порядка, что прежде всего выражается в целесообразном расположении приборов на демонстрационном или лабораторном столе. В частности, недопустимо применение в качестве подставок и подкладок случайных предметов (книг, кирпичей, ящиков от стола и т. п.). Для этих целей необходимо пользоваться специальными приспособлениями и приборами (подставками, подъемными столиками, штативами и т. п.). При сборке электрических установок недопустимо хаотическое расположение проводов. При этом для соединения должны применяться специальные гибкие провода, выпускаемые промышленностью, или самодельные, изготовленные, например, из расплетенного шнура от электрического освещения и снабженные на концах вилочками (рис. 10—2).

3. Недопустимой неряшливостью является проливание на демонстрационный или лабораторный стол воды, а тем более растворов кислот и других веществ.

Особенно недопустимо проливание ртути. Ртуть ядовита. Затекая в щели и углубления, она долгое время выделяет вредные для здоровья пары. Кроме этого, ртуть — дефицитный и дорогой продукт. Поэтому при всех работах с жидкостями, а тем более с ртутью, необходимо употребление кювет или подносов, куда следует помещать прибор (рис. 5—74).

4. Некоторые физические приборы требуют соблюдения определенных правил при переноске и установке их, а тем более при пользовании ими. Эти правила изложены при описании соответствующих приборов. Особенно важно соблюдение строго определенных правил при различного рода измерениях. Совершенно недостаточно поставить в известность учащихся об этих правилах; преподавателю необходимо в течение всего курса физики прививать определенные навыки обращения с физическими приборами, самому являясь при этом образцовым примером. Преподавателю, хотя бы один раз допустившему на глазах у учащихся нарушения правил, будет трудно добиться выполнения их учащимися.

А. А. ПОКРОВСКИЙ, Л. И. ГЛАЗЫРИН А. Г. ДУБОВ, Б. С. ЗВОРЫКИН И С. А. ШУРХИН.
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ В VI-VII КЛАССАХ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ 1954

ТРЕБОВАНИЯ К КЛАССНЫМ ДЕМОНСТРАЦИЯМ

Из практики преподавания хорошо известно, что демонстрационный эксперимент является одним из необходимых элементов в процессе обучения. Его главная задача заключается в том, чтобы в тесной органической связи с содержанием урока подчеркнуть отчетливо и убедительно ту или иную мысль, пояснить то или иное положение, поставить или ответить на тот или иной конкретный вопрос.

Классный демонстрационный эксперимент всегда значительно сложнее тех закономерностей, которые он должен иллюстрировать, так как неизбежно сопровождается рядом побочных ненужных явлений. Чтобы нормально показать в классе опыт, преподаватель прежде всего должен умело устранить или ослабить эти побочные явления, вывести их из поля зрения аудитории. В противном случае вместо необходимой мобилизации внимания будет наблюдаться рассеяние внимания учащихся, и эксперимент может дать отрицательный результат.

Выделенное таким образом и затем показанное в классе явление далеко не всегда оказывается одинаково замеченным и как следует понятым всеми учащимися. Наоборот, здесь приходится проявить максимум педагогического мастерства, чтобы «довести» эксперимент до учащихся, сделать его доступным для восприятия.

Как бы вплетаясь в содержание урока, классный эксперимент должен занимать внимание учащихся на некоторое время, необходимое и достаточное для намеченной цели, но никак не больше, чтобы не отвлечься и не уйти в сторону от темы урока.

Отсюда первое основное требование к демонстрационному эксперименту — это его рациональная кратковременность.

Строгий режим времени для демонстрационного эксперимента почти исключает возможность повторения одного и того же опыта во время занятия, если это не вызывается самим содержанием иллюстрируемого явления. Значит, каждый опыт на уроке обязательно должен удаваться сразу. Кроме того, неудавшийся в первый раз опыт всегда отвлекает внимание, вызывает ряд побочных вопросов и зарождает у учащихся ненужное сомнение.

Отсюда вытекает второе необходимое требование — это полная обеспеченность удаchi опыта. Вот почему при подготовке классных опытов советуют всегда помнить пословицу: «Семь раз отмерь, а один раз отрежь»; несколько раз испытай предварительно опыт, чтобы один раз хорошо показать его.

Третье необходимое требование — отчетливая видимость. Это требование справедливо считается самым важным и о нем всякий раз стремятся сказать в первую очередь, когда речь заходит о классных опытах. Однако на примере легко можно показать, что одна видимость еще не дает полного успеха.

На рис. 1 изображен самодельный прибор, который, с точки зрения видимости, хорошо показывает явление преломления и полного внутреннего отражения света, но в то же время не дает возможности проследить, как один и тот же пучок лучей при изменении угла падения постепенно претерпевает сначала преломление и неполное отражение, а затем полное внутреннее отражение. В опыте даются готовые результаты отдельных этапов и отсутствует динамичность; поэтому он в такой постановке представляет собою скорее хорошую картину или чертеж явления, чем постепенное развитие самого явления. Этому опыту не хватает выразительности, которая при такой же видимости имеется в опыте с новым оптическим диском (гл. IX, раздел «Свет»), где можно постепенно изменять по желанию направление одного и того же пучка лучей.

Отчетливая видимость и выразительность приводят к четвертому не менее важному требованию — убедительности демонстрационных опытов. Примером недостаточной убедительности может служить следующий опыт, при помощи которого часто пытаются показать учащимся равномерное движение.

В стеклянную трубку длиной 60—80 см наливают воду или другую жидкость и вводят небольшой шарик, плотность которого должна быть несколько больше или меньше плотности жидкости. Быстро переворачивают трубку и, располагая ее вертикально, показывают, как шарик постепенно падает (тонет) или поднимается (всплывает) в жидкости.

Движение шарика здесь будет действительно равномерное, но чтобы ученики увидели это, нужно показать признаки, характеризующие равномерность движения: необходимо показать равные промежутки времени, в которые шарик проходит равные отрезки пути. Без этого опыт теряет свое значение; он становится неубедительным.

Иногда демонстрационным опытам стремятся придать эффектность, которая не является их основным и необходимым качеством, но в некоторых случаях, при правильном планировании учебного материала, бывает полезна. Эффектные опыты чаще всего нужны не столько для выяснения нового, сколько для иллюстрации уже изученного. Благодаря эффектности они оживляют преподавание, возбуждают интерес, легко ассоциируются с пройденным материалом и позволяют учащимся лучше запечатлеть этот материал в памяти.

По своему характеру подобные опыты более всего подходят для демонстрации в конце изучаемого раздела и тогда они как бы завершают пройденное, но иногда их можно показывать и в самом начале. Здесь эффектные опыты привлекают внимание учащихся своим изяществом, некоторой необычностью и возбуждают целый ряд вопросов, которые и служат часто темами нескольких последующих уроков.