

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ

Проф. Б. Е. Райков

О Р Г А Н И З А Ц И Я
П Р А К Т И Ч Е С К И Х З А Н Я Т И Й
П О Н Е Ж И В О Й П Р И Р О Д Е

КНИГА ДЛ Я П Р Е П О Д А В А Т Е Л Я

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ



КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО

„С Е Я Т Е Л ь“

Е. В. ВЫСОЦКОГО

ПЕТРОГРАД

1922

Для учащихся описанные в этом руководстве работы изданы без пояснений для руководителя, в виде небольшой „Книжки для практических занятий по природоведению. Неживая природа: земля, воздух, вода“. Книжка снабжена рисунками и отпечатана крупным шрифтом.

Предисловие к 3-му изданию.

Настоящая книжка предназначена для лиц, организующих работы по природоведению в школах I ступени, и руководителей этих работ. Для учащихся же текст работ, описанных здесь, напечатан отдельно, без сопровождающих каждую работу методических и технических примечаний. Таким образом, составила „Книжка для практических занятий по природоведению“, которая выпускается в свет одновременно с настоящей книгой.

Организация практических занятий, здесь описанная, как и самые работы, предлагаемые вниманию преподающих, есть результат моей продолжительной педагогической практики в качестве преподавателя б. Лесного Коммерческого Училища. Лица, интересовавшиеся этим вопросом, могли, начиная с 1905 года, видеть описанную здесь постановку работ, так сказать, „на ходу“. Заметим, что это было гораздо ранее, чем идеи трудовой школы широко проникли в учительскую массу и трудовые процессы сделались лозунгом новой школы. И не одна сотня преподавателей из разных мест России, действительно, пребывала в нашей школьной лаборатории в Лесном и ознакомилась с тем, как осуществляется предлагаемая здесь система работ на деле.

В настоящее время, когда естествознанию отведена подобающая роль в школе, и моторная проработка знаний, которая и составляет душу трудовой школы, ставится во главу преподавания, новое издание этой книжки кажется не лишним.

В третьем издании, в соответствии с техническими условиями переживаемого времени, пришлось переработать страницы, касающиеся оборудования класса практических

занятий мебелью, посудой и проч., и выпустить все указания на стоимость тех или иных предметов. В то же время не было возможности назвать цену тех или иных пособий при современных условиях и указать места, где их можно приобрести, в виду полной неопределенности положения.

Будем надеяться, что с начинающимся возрождением нашей промышленности разруха будет идти на убыль, и школа вновь получит техническую возможность осуществлять трудовое воспитание не на бумаге, а на деле.

Автор.

Петроград, 15 сент. 1922 г.

Методика практических занятий.

Каждая метода есть только ступень, на которую должно становиться для того, чтобы идти дальше.

Л. Н. Толстой

Естествознание, как учебный предмет, лишь в том случае может проявить в полной мере свою образовательную и воспитательную ценность, если будет преподаваться свойственным ему естественно-историческим методом. Последний можно точнее определить, как метод опытно-исследовательский, т.-е. такой, который основывается на самостоятельных исследованиях, испытаниях, наблюдениях самих учащихся.

Эти исследования и испытания, в которых дети выступают в качестве активных деятелей и работников, издавна получили у нас название практических занятий ¹⁾.

Значение практических занятий.

Современная педагогическая мысль не удовлетворяется идеями наглядности и предметности в обучении. Уже со времен Фребеля стали высказываться мысли о том, что обычная предметность есть лишь начальная ступень обучения, на которой остановиться невозможно. Человек

¹⁾ Название это дано А. Я Гердом в 60-х годах минувшего столетия и имеет, таким образом, в русской школе известную историческую ценность. Иногда такие занятия называют еще „лабораторными“. Мы не употребляем последнего термина, так как не имеем в виду суживать пределы самостоятельной работы детей стенами школьной лаборатории. Многие работы возможны даже на дому, и во всяком случае в таких условиях, когда „лаборатории“ и вовсе не имеется.

не только познает, но и действует, творит, стремится выразить во вне то, что совершается внутри его. Поэтому следующей ступенью должно быть действие, как внешнее выражение того, что воспринято детьми путем наглядного обучения.

Педагогическая психология дала возможность более точно обосновать и выразить эту идею, указав на тесную связь между восприятием и двигательным его выражением; наша деятельность является как бы необходимым двигательным разрядом чувства и мысли. Обучение должно отвечать основным физиологическим и психологическим особенностям человеческого организма, в частности—особенностям организма ребенка. Поэтому нельзя ограничиться обучением воспринимающим, хотя бы при помощи совершенных приемов предметного обучения; необходимо призвать ему на помощь обучение воспроизводящее, активно-двигательное. Наглядное образование представлений и понятий—лишь половина дела, вторая, важнейшая половина—выражение умственных процессов соответственными поступками. Отсюда—основное требование современной педагогики: школа должна вывести учащихся из состояния пассивных зрителей и слушателей, школа должна превратить их в деятелей, творцов и работников.

Этот принцип самостоятельной работы ученика, усвоенный первоначально американской и английской школой, получил в последние годы всеобщее признание и на континенте, воспринят германской школой (идея трудовой школы или школы действия: „Arbeitsschule“ или „Taschule“) и сделал большие успехи на нашей родине, в России.

Нетрудно видеть, что практические занятия, которые давно уже пропагандировались у нас вдумчивыми педагогами-натуралистами, начиная с А. Я. Герда, представляют собою не что иное, как приложение этого важного принципа в области школьного естествознания.

Таким образом, современная педагогическая наука убедительно свидетельствует, что инициаторы и проводники практических занятий стояли и стоят на верной дороге

Для того, чтобы точнее охарактеризовать значение практических занятий, мы воспользуемся формулировкой, принятой на XIII Съезде Естествоиспытателей и врачей, летом 1913 года ¹⁾.

1. „Практические занятия являются одним из наиболее полных способов осуществления предметности в преподавании и наиболее способствуют отчетливому усвоению изучаемого“.

2. „Практические занятия чрезвычайно способствуют развитию в ребенке истинной самостоятельности и прививают ему ценные практические навыки“.

3. „Практические занятия отвечают психическому складу ребенка и потому в высокой мере повышают интерес к предмету и оживляют преподавание“.

Словом, практические занятия — новое образовательное средство. Широкое введение этого метода перестроит всю нашу систему обучения, научит не только знать, но мочь и уметь ²⁾.

Системы практических занятий.

В методической литературе различаются две основные системы постановки практических работ. Система работ на один фронт и система работ на много фронтов.

Работой на один фронт (иначе „однофронтные“ занятия) называется такая постановка работ, при которой

¹⁾ По докладу автора этой книги.

²⁾ В современной методической литературе встречаются иногда попытки ограничить употребление термина „практические занятия“, прилагая его лишь к работам повторительного, иллюстративного характера. „Практическим занятиям“ противопоставляются „лабораторные уроки“, т.-е. работы исследовательного типа. Мы придаем термину „практические занятия“ гораздо более широкое значение, и разумеем под ним все вообще формы двигательного (моторного) способа завоевания и проработки знаний в классной и домашней обстановке. В этом, именно, и состоят „практические занятия“, исторически выношенные русской школой. Делать из лабораторных уроков, т.-е. одной из форм осуществления практических занятий, особый метод, который якобы пришел на смену практическим занятиям, нам представляется недоразумением.

все учащиеся делают в течение одного и того же занятия одну и ту же работу, начиная ее одновременно.

Подработой на много фронтов (иначе „многофронтовые“ занятия, занятия „врассыпную“, „метод разных работ“) мы разумеем систему занятий, при которой каждый из учащихся (или группы их) делают каждый свою отдельную работу, независимо от работы соседей.

Обе указанные системы имеют свои достоинства и свои недостатки.

Однофронтная система удобна в том отношении, что дает возможность теснее связать практические занятия с проходимым в классе курсом или даже слить практические занятия и классные уроки в одно целое. Она особенно уместна при работах, так наз., исследовательского характера, которые с методической точки зрения имеют особую ценность. К недостаткам ее относится необходимость иметь в классе большое число одноименных приборов, что далеко не всегда осуществимо, в особенности в настоящее время. Другой недостаток этой системы — некоторая вынужденная нивелировка учащихся. Дело в том, что дети различных способностей работают с различной скоростью, и более ловкие, умелые и инициативные оканчивают иногда работу вдвое скорее других. Стремясь сохранить один фронт, руководитель избегает давать им новые работы и, таким образом, искусственно задерживает их на общем темпе работы класса. Теряют при этом также слабые и отстающие, так как не успевают свободно и не торопясь вникнуть в существо дела.

Многофронтная система ценна в том отношении, что дает большой простор индивидуальностям, никого не стесняя. Каждый делает свое дело изолированно от остальных и с той скоростью, которая ему свойственна. Далее, удобство ее заключается в том, что руководитель может ставить работы, располагая числом приборов значительно меньшим, чем при однофронтной системе: один учащийся или группа учащихся работает с одним прибором, другой — с другим, третий — с третьим. По мере того как приборы освобож-

даются, дети обмениваются ими. Зато многофронтная система невыгодна своей пестротой и требует от руководителя большей затраты внимания, чем система однофронтная. Главный недостаток многофронтной системы заключается в том, что, применяя ее, очень трудно связать классные уроки с практическими занятиями в одно неразрывное целое. Чаще всего приходится при помощи многофронтных занятий иллюстрировать опытами уже пройденные отделы курса. Таким образом, эти работы носят поневоле иллюстративный характер, и практические занятия идут наравне с классными уроками, как бы двумя независимыми параллельными линиями.

В общем, однофронтная система имеет в настоящее время среди преподавателей гораздо больше сторонников, чем система многофронтных занятий.

Вполне разделяя мнение о преимуществах однофронтной системы, я тем не менее не могу считать многофронтные занятия совершенно отжившими свой век. При известных условиях они являются совершенно неизбежными и могут принести не малую пользу, в особенности при скудном оборудовании школ.

Следует заметить, что между обеими системами есть ряд переходов. Если вы, например, ведете занятия на много фронтов, но даете каждую работу целой группе учащихся, то внутри этой группы осуществляется не что иное, как однофронтная система. Чем меньше будет этих групп, и чем больше участников каждой группы, тем более постановка работ будет склоняться к однофронтному методу. Таким образом, можно говорить о смешанных типах занятий, где та или иная система лишь преобладает.

О методах ведения практических занятий.

Помимо описанных выше систем практических работ можно различать еще методы ведения занятий, независимо от того, какая система принята руководителем. Мы различаем два различных метода ведения занятий: командный и индивидуальный.

Командный или массовой метод подразумевает такую организацию работ, при которой учащиеся работают все одновременно над одним и тем же заданием, при том так, что руководитель все время управляет их действиями, как бы диктуя их и ставя соответствующие вопросы. Время от времени делаются небольшие паузы, чтобы отстающие могли бы подтянуться и пристать к общему делу. Такие занятия напоминают немного строевые гимнастические упражнения, где однородные движения возникают по слову руководителя.

При командном способе все учащиеся обязательно должны делать одну и ту же работу (однофронтная система), при том так, чтобы различные фазы ее совпадали во времени. Работа начинается и оканчивается одновременно. Объяснять учащимся подробно всю работу наперед при этом нет необходимости: работающие идут под диктовку руководителя.

Не всякая работа годится для проведения командным способом. Лучше всего удаются те работы, которые состоят из большого числа отдельных несложных манипуляций, достаточно простых, чтобы исполнить их по слову руководителя, или сводятся к простому краткому наблюдению.

У командного метода есть свои достоинства и свои недостатки. Он хорошо дисциплинирует учащихся, дает впечатление внешнего порядка, экономизирует силы руководителя, не позволяя ему разбрасываться, не дает учащимся слишком отставать друг от друга или обгонять друг друга. Метод этот особенно удобен в том случае, если руководитель не проводит никакой грани между практическими занятиями и классными уроками, осуществляя, так наз., слитную систему (ее иначе называют лабораторно-эвристической системой или системой лабораторных уроков). По этому способу очень удобно, например, ставить несложные опыты, рассматривать в классе розданные образчики минералов, части растений, некоторые зоологические объекты (напр. зубы) и проч., если только однородные предметы имеются в достаточном числе экземпляров.

Работы, носящие характер опытов и более длительных исследований, не укладываются, однако, в рамки командного способа. Там, где действия работающих менее элементарны, а получаемые результаты разновременны и неоднородны, командный путь непригоден.

Важнейшим недостатком командного метода является некоторое пренебрежение индивидуальными особенностями физического и психического склада учащихся. Школа должна индивидуализировать учеников, а не подстригать всех под один уровень. Поэтому злоупотреблять командным методом, в особенности в его типической форме, не следует. Отдельные работы можно и даже не бесполезно иногда проводить этим способом, но опасно увлекаться его показной стороной и вести дело исключительно на массовой лад.

При работе по индивидуальному методу руководитель выясняет учащимся требуемое задание наперед, ставит им ряд вопросов, на которые они должны ответить, и предоставляет их затем собственным силам, оставляя за собой лишь общий надзор за ходом дела. Работа дается целиком, а не разбивается на отдельные фазисы и не регламентируется строго во времени. Руководитель не обращается с диктующими заданиями ко всему классу. Дети работают более самостоятельно, личность руководителя в большей мере отступает на задний план. Каждый ученик действует на свой манер, по мере своих сил и способностей, причем его действия вытекают из общего плана работы и могут быть совершаемы в той последовательности, какую выберет сам работник. Само собою ясно, что при этой системе мы не можем ожидать полной однородности действий. К конечному результату работы дети придут в разное время. После окончания работы руководитель тем или иным способом должен ознакомиться с полученными результатами и выяснить их успешность.

Индивидуальный метод в большей степени развивает самостоятельность учащихся, чем метод командный с его постоянной указкой; поэтому индивидуальный метод в общем

ценнее командного и имеет все права на главенствующее положение в школе.

Индивидуальный метод удобен также в том отношении, что обладает большою гибкостью и может осуществляться в двух различных формах: учащиеся могут, работая по этому способу, делать все одну и ту же работу (однофронтные занятия), или же разные работы (многофронтные занятия) ¹⁾.

Командный же метод не допускает постановки в одно и то же время двух или нескольких различных работ, т.-е. может вестись исключительно „на один фронт“.

Отметим еще, что при работе по индивидуальному методу весьма удобно пользоваться различными печатными или писанными пособиями, содержащими описание производимых работ. Важно лишь, чтобы такие пособия давали учащимся определенные задания и общий план их выполнения, но не подсказывали бы наперед результатов опыта. Напротив того, при командном способе такие пособия являются в большинстве случаев излишними, так как план работы все время диктуется руководителем по мере ее движения.

Кроме индивидуального и командного методов в их чистом виде возможны, различные комбинированные сочетания между тем и другим. Эти переходные формы носят название смешанного метода. Число их может быть очень велико и разнообразно.

¹⁾ В методической литературе до сих пор не различались достаточно ясно командный метод от индивидуального, так как и в том и в другом случае учащиеся могут проделывать одновременно одну и ту же работу. Происходит это потому, что в качестве разграничительного признака принимают лишь один признак: делает ли весь класс одну и ту же работу, или разные работы. Если все делают одну и ту же работу, каким бы методом она ни велась, говорят о работе „на один фронт“; если делают разные работы, говорят о „методе разных работ“. Неполнота этой классификации понятна сама собой: здесь обращено внимание не на то, как делает ученик, а только на то, что он делает. А между тем вопрос о методе связан, именно, с вопросом: как? — Подробнее см. мою книгу: „Методика и техника практических занятий по естествознанию“.

Работы иллюстративные и исследовательные.

По своему методическому характеру и связи с общим курсом практические работы могут быть исследовательными или иллюстративными.

Исследовательными мы называем такие работы, к которым учащийся приступает, ничего или почти ничего не зная о тех фактах и явлениях, с которыми ему предстоит ознакомиться. Здесь он, именно, является исследователем, который как бы открывает новые для него истины. На полученном таким путем материале личного опыта и наблюдения самого учащегося руководитель строит свои уроки, объединяя, дополняя и обобщая эти наблюдения. Исследовательные работы, в особенности поставленные по однофронтной системе, обозначаются иногда особым термином: лабораторные уроки.

Иллюстративными будут такие работы, которые являются иллюстрацией того, что учащийся уже слышал или видел в классе. Он воспроизводит в измененном или упрощенном виде то, что ему случалось уже наблюдать в руках учителя или читать в учебнике.

Иллюстративные работы ставятся после прохождения соответствующего отдела курса, на него опираются. Напротив того, исследовательные работы ставятся до прохождения отдела курса, или одновременно с ним, и курс на них опирается. Одна и та же (по содержанию) работа может быть то иллюстративной, то исследовательной в зависимости от того, когда и как ее поставит руководитель.

В общем, исследовательные работы ценнее иллюстративных, так как самостоятельное приобретение знаний практическим путем важнее в образовательном смысле, чем опытная проверка уже приобретенного. Однако, иллюстративные работы имеют все же существенное значение, так как богаты элементами развития наблюдательности и самостоятельности, хотя и менее, чем работы исследовательного типа. Самостоятельно поставить опыт, виденный в чужих руках или описанный в книге, значит—наблюдать явление ближе, полнее, во всех деталях, а главное—отдать себе отчет во

всех тех условиях, которые необходимы для его воспроизведения. Что касается до самой организации работ, то ставить работы типа исследовательских труднее, чем типа иллюстративных. Поэтому начинающим руководителям следует сперва испробовать свои силы на работах иллюстративного типа, а затем, уже приобретя некоторый опыт, переходить к исследовательным.

Организация практических занятий.

Число работающих. Для успеха практических занятий число работающих не должно быть слишком велико. Какое число считать нормальным — вопрос довольно спорный. Он тесно связан с характером работ и оборудованием помещения для практических занятий. В. В. Половцов указывает, как на предельную норму — на 20 учащихся на одного руководителя. То же число предлагают Н. Н. Володkevич, А. Ф. Винтергальтер и др. Напротив, Л. Н. Никонов, И. В. Глинка и автор этой книги считают допустимой нормой 30 и даже 35 учащихся, при условии достаточной опытности руководителя и при правильном оборудовании комнаты для занятий. Классы, превышающие эту норму, необходимо делить на очереди, например, на две группы, работающие поочередно. Если неработающую группу нельзя занять другим делом, ее приходится отпускать домой. В виду этого следует ставить часы практических занятий либо последними, либо первыми в расписании учебного дня. Там, где на естествознание отводится более двух часов в неделю, очень полезно при составлении расписания уроков устроить один раз в неделю двухчасовой урок и его отвести для практических занятий. Некоторые работы более длительного характера дети не успевают закончить в один час.

Внутренний порядок школьной лаборатории имеет очень важное значение для успеха занятий. В нем заключается секрет спокойной и продуктивной работы, особенно если дело идет о достаточно многолюдной группе. Сущность этого распорядка может быть выражена следую-

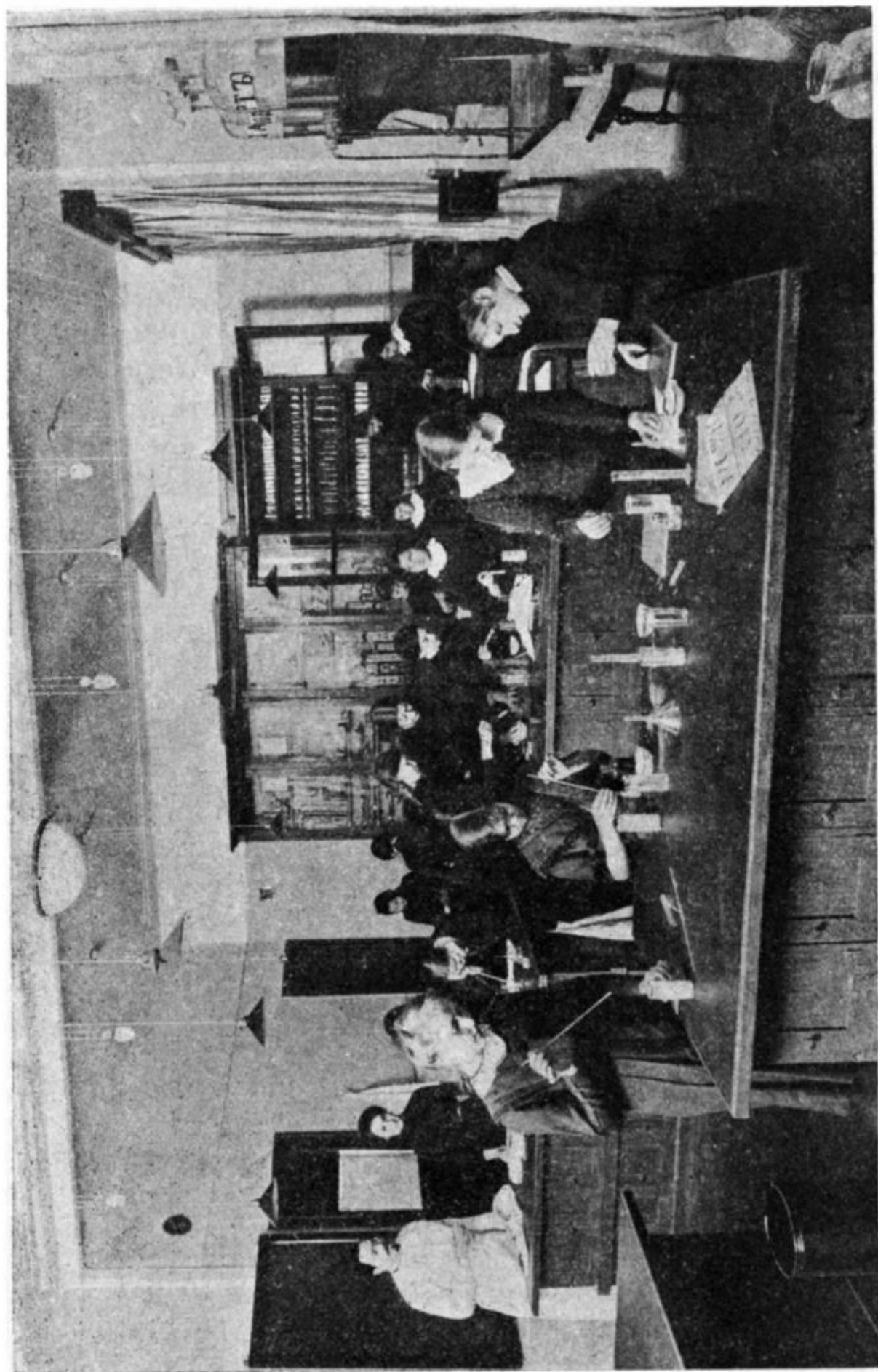


Рис. 1. Практические занятия по естествознанию в женской гимназии Г. М. Гедда в 1911 году.
Однофронтная система, индивидуальный метод.

ним образом: школьная лаборатория должна быть не столько хозяйством учителя, сколько хозяйством ученика.

Каждый учащийся должен знать, где лежат нужные ему по ходу работы вещи, реактивы, посуда, брать все это самостоятельно и самостоятельно ставить на место по миновании надобности. Дети должны сами убирать за собой. Класс практических занятий должен быть приспособлен для этих требований: посуда, материалы, спиртовки, полотенца, спички и проч. должны быть так расположены, чтобы дети могли их без труда достать, без труда вымыть, вытереть и поставить обратно. Каждая вещь должна иметь свое постоянное, навсегда определенное место. Первые часы, проведенные учащимися в школьной лаборатории, должны состоять в подробном ознакомлении с ней, со всем, что в ней находится. При этом руководитель сообщает правила обращения с теми или другими предметами лабораторного оборудования и научает ими пользоваться (спиртовка, вытяжной шкаф, весы и проч.). Без этого нельзя приступать к работам.

Каждый ученик должен иметь в лаборатории свое определенное место и, если возможно, отдельный шкафчик или ящик для своих неоконченных работ и личных вещей.

Требования, предъявленные к работающим, можно выразить в четырех словах: ученики должны работать сознательно, спокойно, самостоятельно и чисто.

Сознательной работа будет тогда, если руководитель умело составил ее план, точно формулировал задание и поставил нужные вопросы по ходу работы. Остерегайтесь, чтобы дети не работали механически, копируя соседа!..

Спокойной работа будет тогда, если учащийся будет хорошо знать свои права и обязанности. В лабораторном классе дисциплина иная, чем на обычном уроке: можно вставать с места, разговаривать вполголоса и т. д. Но ни один ученик не должен выходить из круга действий, необходимых для данной работы. Проступком будет все то,

что является элементом посторонним работе: посторонние разговоры, не относящиеся к делу занятия. Самое важное— серьезное отношение к делу. Нарушителей порядка лучше всего лишить на время права работать.

Самостоятельной работа будет тогда, если учащийся будет в меру возможности сам преодолевать встречающиеся затруднения и не будет обращаться к преподавателю или соседям с ненужными вопросами. Любителей задавать такие вопросы отсылайте обратно с предложением: подумать и сообразить самому. Не следует делать за ученика то, что он может сделать сам. Не следует собирать заранее приборы, отмеривать и отвешивать реактивы, расставлять вещи по столам и т. д., если только это доступно силам самих детей. Печально, если учащиеся приходят в школьную лабораторию, как в столовую, где уже подан и накрыт обед, который остается лишь съесть. Не таким путем готовят кулинаров!...

Чистой работа будет тогда, если учащиеся с самого начала будут научены аккуратно и бережно относиться к данным им на руки вещам. Привычку убирать за собой надо развивать у детей с первых шагов их в школьной лаборатории. Воспринятая в раннем детстве, привычка эта удерживается и в старшем возрасте. Совершенно нетерпима картина, когда учащиеся после работы убегают из класса, оставив груды грязной посуды на столах и разного сора на полу. Кто не убирает за собой, тот, как известно, с легким сердцем сорит и пачкает в десять раз больше, чем тот, кому все это самому придется приводить в порядок.

Это требование важно и в педагогическом отношении: школа не имеет права воспитывать белоручек и обязана научить беречь общественное имущество. Если работающий разобьет или испортит вещь, он обязан заявить руководителю. Бывают случаи исчезновения предметов, выданных для работы. Чтобы такие случаи не повторялись, можно связать работающих круговой порукой, и стоимость пропавшей вещи разложить на всех членов данной группы, если нельзя выяснить виновного.

Несчастные случаи. При массовой работе детей в лаборатории несчастные случаи всегда возможны. Мелкие случайности, вроде небольших порезов и ожогов,—явление совершенно неизбежное, но сравнительно очень невинное. Иное дело — более серьезные происшествия, которые могут поставить преподающего в тяжелое положение и даже повредить самой постановке дела. Чтобы избежать такого рода несчастий, руководитель прежде всего должен:

1) научить детей правильно обращаться с лабораторными предметами;

2) ставить лишь такие работы, которые не представляют опасности для здоровья учащихся даже при неудачном ходе.

Следует, однако, оговориться, что самое понятие об угрожающем и опасном очень растяжимо. В известном смысле каждая спиртовая лампочка „угрожает“ здоровью учащегося, — не выкинуть же на этом основании спиртовки из школьной лаборатории! Сущность дела заключается не в том, чтобы оберегать ученика от соприкосновения с вещами, а в том, чтобы научить его этими вещами пользоваться. Строгий порядок во время работы, точная дисциплина в классе, сознательное отношение ученика к делу—вот лучшие средства против лабораторных несчастий.

Если несчастие произошло, на стороне преподавателя должно быть ясное доказательство того, что все нужные предварительные меры приняты, никаких промахов не сделано.

Сложить на него вину при наличии этих условий может лишь явная пристрастность или недобросовестность¹⁾.

¹⁾ Более подробные сведения о методах ведения практических занятий и различных типах их постановки читатель найдет в написанной мною книге: „Методика и техника практических занятий по естествознанию“.

Техника практических занятий.

„Как биолог по немногим костям восстанавливает целое животное, так и мы, войдя в нашу обычную классную комнату с ее прямыми рядами парт, занимающих почти все помещение, с ее школьной доской, двумя-тремя стульями да голыми стенами, на которых лишь изредка висит пара картин,—без труда восстановим процветающую в ней систему воспитания и обучения: здесь можно только слушать“.

I. Dewey. „The School and Society“.

Всякая идея, какой бы плодотворной она ни казалась в теории, на деле не принесет никаких плодов, если не будет посажена на надлежащую почву. Это в особенности относится к идеям методического характера, в частности— к идеям о постановке преподавания естествознания. При отсутствии нужных реально-практических условий, самые лучшие намерения преподавателя, даже при недюжинной энергии и опытности, дадут весьма посредственные результаты.

Преподаватель-натуралист не маг и не волшебник, чтобы создавать „все из ничего“, как это от него часто требуется. Он не может работать, так сказать, в безвоздушном пространстве, а этим воздухом, который ему столь необходим, является, между прочим, и определенный круг предметов практического оборудования.

Словесно-книжный способ обучения является в то же время самым удобным и дешевым с экономической стороны. Может быть, это обстоятельство играет не малую роль в его

живучести. Лабораторно - трудовой способ не столь выгоден в материальном отношении. Ему недостаточно чернил и бумаги, тетрадей и книг, школьных карт и учительских кафедр, стенных картин и набора учебных пособий. Он требует более обширного, технически оборудованного помещения, особого комплекта приборов и посуды, и сопряжен с постоянной тратой рабочего материала. Он не допускает и такой массовой группировки учащихся, как способ книжный.

Но, ведь, далеко не все то хорошо, что дешево. Иной раз мы сознательно избегаем дешевых покупок, предпочитая заплатить дороже, но получить вещь, действительно, надежную. Стремление к крайней дешевизне не даром считается худшим способом экономии: „дорого—да мило, дешево — да гнило!“ И если где такая экономия за счет качества, действительно, безрассудна, так это в области народного образования, на котором зиждется будущее нашей родины.

Класс практических занятий.

Самым существенным условием для правильной постановки практических занятий является наличие специально - оборудованного помещения, которое, по возможности, не служило бы для других целей.

Необходимость в таком помещении неоднократно подтверждена в резолюциях различных съездов и других общественно-педагогических организаций, начиная с резолюции „Первого съезда преподавателей естественной истории и Московского учебного округа“ (1900 г.), где вопрос этот был выдвинут впервые. Приводим эту резолюцию (принятую съездом по докладу Л. Н. Рождественского).

„Правильная постановка преподавания естественной истории в средней школе невозможна без соответствующей обстановки; необходимо должен быть устроен особый естественно - исторический класс, приспособленный для демонстраций, а также помещение для практических занятий с учениками и естественно-исторический кабинет при нем, который заключал бы в себе коллекции необходимых учебных пособий“.

Перейдем к описанию помещения для практических занятий, которое, надо надеяться, будет скоро обязательной принадлежностью каждой общеобразовательной школы.

Как уже сказано, наиболее нормальным и обеспечивающим успех дела будет положение, при котором преподаватель-натуралист получает для данной цели отдельную, специально оборудованную комнату. Менее удачным, но возможным решением вопроса является приспособление для естественно-исторических занятий физического кабинета, класса химии, товароведения и пр. Нам известны случаи соединения практических занятий с классом рисования, пения, даже столовой для чаепития. Такие соединения представляют, разумеется, большие неудобства и допустимы лишь в крайнем случае.

Размеры помещения определяются числом работающих. Наиболее целесообразно планировать лабораторию на полный классный комплект учащихся, иначе руководитель лишит себя возможности работать впоследствии с целыми классами, без деления на очереди. За максимальную норму удобнее брать 36 учащихся, считая по шести человек на рабочий стол и принимая четное число столов. Опыт показывает, что размеры потребного помещения приблизительно 22 квадр. сажени ($4 \times 5\frac{1}{2}$ саж.). При этих условиях каждый работающий получит в свое распоряжение около $\frac{3}{4}$ кв. аршина поверхности стола, при ширине проходов между столами от $1\frac{1}{2}$ до 2 арш. Теснота помещения вообще крайне вредно отражается на занятиях, создает постоянное замешательство, затрудняет помощь руководителя, значительно увеличивает шум в классе, делает работы менее безопасными для детей и крайне утомляет как учеников, так и руководителя.

Световая поверхность окон должна быть достаточно велика, чтобы помещение хорошо освещалось дневным светом. Лучше, если окна не расположены все по одной стене, как бывает в обычных классах. Кроме того, помещение должно хорошо освещаться искусственным светом. При электрическом освещении на класс указанных разме-

ров требуется не менее 12 лампочек (по 16—25 свечей), т.-е. по две лампочки на стол. Лампы желательны спускные, блоковые. Эти требования имеют значение не столько для работ по курсу неживой природы, сколько для занятий по ботанике, зоологии и пр., к которым класс также должен быть приспособлен. Работать с микроскопом, препарировать мелких животных, части растений и т. под. в зимние темные месяцы возможно только при хорошем искусственном освещении, особенно если работы ставятся в конце учебного дня.

Воду непременно следует иметь в классе. При отсутствии водопровода можно расставить в классе, на полках с кронштейнами, несколько стеклянных бутылей с сифонами или устроить домашний водопровод¹⁾. При наличности проведенной воды, водопроводных кранов следует сделать несколько (3—6), причем удобнее не располагать краны по стене, но провести воду под полом к самым столам, прикрепив раковины к короткой стороне последних. Такого рода устройство оградит учащихся от непроизводительной толкотни, ожидания очереди у крана и т. под. Из различных сортов раковин дешевле других—чугунные эмалированные; значительно дороже, но несравненно прочнее—толстенные каменные (шамотовые). Что касается до формы раковин, то прямоугольные, повидимому, удобнее полукруглых. Так как в раковины нельзя сливать растворов кислот и т. под. разъедающие жидкости, то близ раковин следует поставить большие (ведерные) банки, глиняные или стеклянные. Они очень удобны для школьной лаборатории, не портятся от кислот и служат также для всевозможных твердых отбросов, которые могли бы засорить раковины.

М е б е л ь.

Меблировку класса для практических занятий составляют: 1) рабочие столы учеников; 2) стол общего пользования; 3) посудный шкаф; 4) вытяжной шкаф—для работ

¹⁾ См. подробности у В. Н. Верховского: „Техника постановки химических опытов“. Петрогр., 1911 (стр. 9—12).

под тягой; 5) реактивные полки; 6) весовые кронштейны; 7) аптечный шкафчик. Если работы ведутся не только по отдельной, но и по слитной системе, то, кроме перечисленного выше, нужно еще добавить: 8) лекционный стол для преподавателя и 9) шкафы для демонстрационных приборов и реактивов¹⁾.

Рабочие столы составляют главную часть мебелировки лаборатории. Школьный рабочий стол должен отличаться устойчивостью, занимать немного места, оставлять достаточно широкие проходы для работающих и давать возможность продуктивно использовать нижнюю часть стола, под крышкой. Этим требованиям вполне отвечает стол, предложенный в 1904 году Л. Н. Никоновым и введенный уже во многих учебных заведениях. Это — двухсторонний стол, на шесть рабочих мест. Его главная особенность в том, что нижняя часть стола забрана наглухо и разделена на 24 отдельных шкафчика, расположенных в два яруса, по 12 с каждой из длинных сторон стола. Шкафчики перенумерованы и закрываются одним общим болтом, прижимающим их висячие дверцы. Благодаря такой системе, за одним и тем же столом могут последовательно работать четыре смены учащихся, причем каждая из смен будет иметь свои шкафчики, куда может прятать неоконченные работы и т. п.

Размеры стола: высота — 19 вершков, длина верхней доски — 3 арш., ширина — $1\frac{1}{2}$ арш. Допустимы и несколько меньшие размеры: при той же высоте стола длина доски — $2\frac{3}{4}$ арш., ширина — 1 арш. 6 вершк. Верхняя доска кроется линолеумом или травится особой химической протравой, которая окрашивает дерево в очень прочный черный цвет, не боящийся ни кислот, ни щелочей²⁾.

Шесть таких столов дают 36 рабочих мест. С некоторой

¹⁾ Под слитной системой разумеется такой способ организации занятий, при котором не проводится грани между практическими занятиями и обычными классными уроками, но они сливаются в одно целое.

²⁾ Рецепт этой протравы приведен в книжке С. И. Созонова и В. Н. Верховского: „Первые работы по химии“, 3 изд., Петрогр., 1914, (стр. 147).

натяжкой можно довести число мест даже до 48, если поставить учащихся не только вдоль длинных, но и вдоль коротких сторон каждого стола. Шкафики необходимо перенумеровать, желательно перенумеровать и самые столы¹⁾. Общее число ученических шкафиков — 144, но если давать один шкафчик на двоих, то они в состоянии будут обслуживать около 300 учеников, т.-е. не менее восьми полных классных комплектов.

Я считаю этот тип столов очень удачным и предпочитаю его всем другим. Иные типы столов предложены Н. Н. Малышевым и А. Ф. Винтергальтером. Стол Н. Н. Малышева—узкий односторонний (45×12 вершк.), рассчитан на четыре места. Под крышкой стола—две открытые нижние полки, на которые ученики ставят посуду и приборы. Такие столы менее устойчивы; открытые полки дают возможность поставленным предметам пылиться; соседи имеют случай трогать хозяйство друг друга; если помещением пользуются несколько классов в разное время, то новые очереди работающих либо останутся без мест на полках, либо сдвинут и испортят работы предшественников.

Стол А. Ф. Винтергальтера—обычная классная парта, но ее доска не поката, а горизонтальна. Размер доски — 48×160 сант. Такой стол-парта рассчитан на двоих-троих работающих и довольно практичен. У стола А. Ф. Винтергальтера не использована нижняя часть. Следовательно, учащиеся не имеют мест для сохранения длительных работ, и работы этого типа становятся затруднительными. Кроме того, стол неподвижно соединен со скамьей для сиденья. Это затрудняет передвижение учащихся по лаборатории и суживает или даже совершенно уничтожает поперечные проходы²⁾.

¹⁾ Это облегчает „раздачу“ мест работающим. Например, пометка: „Иванов—IV, 82“ — будет означать, что Иванов работает за четвертым столом и пользуется 82-м шкафчиком, и т. д.

²⁾ Надо иметь в виду, что А. Ф. Винтергальтер планирует школьную лабораторию для занятий слитного или, как он сам выражается, лабораторно-эвристического типа. При таких условиях школь-

Вообще неудачное использование лабораторного помещения—самая слабая сторона односторонних столов. Если 6 двусторонних столов заменить односторонними, то их понадобится 12, число проходов между столами увеличится почти вдвое и соответственно сузится ширина проходов.

Что касается до сидений, то в школьной лаборатории, рассчитанной на работу младшего концентриста, я не считаю их обязательными. Школьная лаборатория отнюдь не такое место, где надо неподвижно сидеть и слушать, как в обычном классе. Если дети работают не на готовых расставленных и налаженных приборах, но собирают их сами, то работникам необходимо постоянно передвигаться: то налить воды, то взять спички, то достать колбу, то вымыть стакан и т. д.; скамьи же и табуретки загораживают проходы и препятствуют свободе движения учащихся; наконец, передвижение их создает лишний шум.

Удобство односторонних столов хотят видеть в том, что дети все повернуты лицом в одну сторону—к руководителю. Но это обстоятельство имеет некоторое значение лишь при слитной системе ведения занятий, когда класс практических занятий служит в то же время и аудиторией.

Стол общего пользования предназначается для выставления приборов, материалов, реактивов, нужных учащимся во время данной работы, чтобы дети могли подходить и брать их самостоятельно. Для этой цели очень удобен односторонний приставной к стене стол, нижняя часть которого разделена на три-четыре глухих шкафика, служащих для хранения различных предметов, употребляемых во время работ. Там же можно держать различные запасные материалы. В верхней части, под крышкой делаются неглубокие ящички, по которым размещаются запасы пробок, фильтровальной бумаги и проч.; там же можно хранить

ная лаборатория является в то же время и аудиторией. Отсюда и столы-парты. См. А. Винтергальтер: „Практический курс природоведения“, часть II.

ножницы, ножи, пробочные сверла, напильники, щипцы для тиглей и т. п. предметы. Примерные размеры стола: длина $2\frac{1}{2}$ —3 арш., ширина 14 верш., высота $1\frac{1}{4}$ арш.

Посудный шкаф должен быть устроен так, чтобы он вмещал в себя все количество посуды, потребной для работы класса. Для каждого сорта посуды отводится отдельная постоянная полка. Шкаф не должен быть высок, чтобы дети могли с пола достать все, что в нем находится. Могут быть и отдельно заказаны два или три шкафа, которые составляют рядом. Примерные размеры: длина 4 арш., высота $2\frac{1}{2}$ арш., глубина 12 верш.

Вытяжной шкаф служит для выпаривания под тягой и для сжигания различных веществ. В начальном курсе природоведения без него можно обойтись, но в курсе ботаники, физиологии человека и проч. он желателен. Простой вытяжной шкаф делается из дерева в виде продолговатого ящика с покатою крышей и имеет, чаще всего, три дверцы в виде опускаемых стеклянных рам. Ящик утверждается на деревянных ножках или нижняя часть забирается в виде шкафчика. Вытяжная труба приспособляется к обыкновенной печи—выводится в дымоход. Размеры шкафа для ученической лаборатории могут быть, напр., таковы: длина 3 арш., ширина 1 арш., высота 1 арш. 14 вершк. Такой шкаф может одновременно обслуживать 10—11 работающих.

Реактивные полки служат для размещения тех материалов и реактивов, которые нужны учащимся во время работ. Их следует устроить таким образом, чтобы работающие могли брать все, им необходимое, самостоятельно, без „выдачи“ со стороны руководителя. Выдавать желательно лишь такие материалы, которые либо дороги, либо редко нужны, либо настолько соблазнительны для юных экспериментаторов (напр., магний в лентах), что их нежелательно держать на видном месте.

Для твердых веществ удобны стоячие открытые полки, вроде книжных. Высота их не должна превышать роста человека. Материалы размещаются по полкам в банках или в ящиках с крышками.

Для жидкостей устраиваются висячие полки-подставки с нижней полочкой, выложенной листовым свинцом. На верхнюю подставку помещают сосуды со спиртом, дистиллированной водой и т. п. Проведенные от сосудов сифоны висят над нижней полочкой и позволяют с удобством наливать жидкость в поставленную на полочку посуду.

Нижняя полочка окружена бортиком и имеет посредине отверстие, в которое впаивается отрезок свинцовой трубки; он служит для отвода в подставленную банку случайно проливаемых на полочку жидкостей.

Весовые кронштейны служат для установки весов. Опыт показывает, что весы, употребляемые при работах, следует установить неподвижно на определенное место. Выдавать весы, даже ручные аптекарские, на руки учащимся — непрактично. Весы скоро портятся, разновес теряется, взвешивание производится неправильно. Гораздо лучше, если учащиеся взвешивают все необходимое не на своих рабочих столах, но на определенном месте, за которым руководителю следить гораздо легче. Для большинства практических работ в средней школе, кроме работ по физике и химии, которых мы здесь не касаемся, можно с удобством пользоваться обыкновенными ручными аптекарскими весами¹⁾.

Такие весы подвешиваются на особых точеных деревянных колонках, укрепленных на достаточно массивном и широком кронштейне. Кронштейн этот прирезывается к стене или окну, на высоте стола. Каждая колонка имеет два крючка. Верхний служит для укрепления весов во время пользования ими, а на нижний весы вешаются для арретирования. Нижний крючок должен быть ввинчен на такой высоте, чтобы при подвешивании коромысла чашки весов касались кронштейна. На каждый аршин кронштейна можно поместить по одной колонке; если ограничиться шестью весами на класс, то понадобятся два кронштейна: каждый длиной 3 арш., шириной $\frac{1}{2}$ аршина.

¹⁾ Удобны весы с роговыми чашками и медным коромыслом, с нагрузкой до 300 гр. и точностью до 0,1 гр.

Устраивая класс для лабораторных работ, следует, конечно, иметь в виду интересы не одного только курса неживой природы, но и других отделов школьного естествознания. Поэтому, кроме перечисленного выше, в помещении для практических занятий могут быть устроены и некоторые другие приспособления, о которых упомяну вкратце.

По стенам в удобных местах приделываются висячие полки для проращивания семян, луковиц и т. под. опытов по ботанике.

Против окон на известной высоте могут быть устроены полки для размещения сосудов-аквариумов, в которых разводятся туфельки, гидры, сувойки, дафнии, растет элодея, нитчатка и пр. растения и животные, нужные для практических занятий.

Такие же полки против окон полезны для водных культур и других опытов, требующих света. Одну из полок желательно поместить близ печки, в самом теплом месте: она даст возможность ставить опыты, показывающие влияние тепла на развитие растений. Если в классе будут ставиться длительные опыты с живыми растениями, помещение не должно иметь газовых рожков и горелок, так как продукты горения светильного газа губят растения.

В обстановке описанной нами школьной лаборатории удобно вести практические занятия детей, но давать „обычные“ классные уроки с лекционными опытами и демонстрациями неудобно. Поэтому некоторые преподаватели, являющиеся сторонниками слитной системы, т.-е. полного слияния уроков и практических занятий, предлагают ввести в школьную лабораторию и целый ряд таких приспособлений, которые позволяли бы превращать ее в обычный класс, т.-е. лекционный стол учителя, табуреты или скамьи для учеников и пр. Хотя такого рода совместительство класса и лаборатории возможно, но, по моему мнению, едва ли желательно. Вопреки взгляду Danneman'a и других германских педагогов, я думаю, что это—верный способ

испортить хорошую лабораторию и не получить хорошего аудиторного класса. Начать с того, что правильно построенный аудиторный класс должен быть устроен амфитеатром, со ступенчатым повышением пола—обстоятельство, делающее его неудобным для лаборатории. Наоборот, скамьи для сиденья, стесняющие передвижение, узкие проходы между неустойчивыми односторонними столами—вот те недостатки, которые неизбежно несет всякая лаборатория, которая хочет быть одновременно и аудиторным классом. Задачи этих двух помещений весьма различны—в одном: сиди! слушай! пиши!; в другом: ходи! бери! работай! Поэтому их слияние в одно целое будет всегда искусственным, неблагоприятным решением вопроса. К тому же слитная система отнюдь не требует такого обязательного слияния помещений. Ее отлично можно осуществлять, имея два отдельных помещения—аудиторию и лабораторию.

Посуда и приборы.

Посуда, употребляемая на практических занятиях, должна отличаться: а) простотой, б) прочностью, в) дешевизной. Где возможно, желательно избегать посуды из тонкого химического стекла, которая легко бьется в руках детей и обходится сравнительно дороже. Чрезвычайно удобной с этой точки зрения посудой являются толстостенные цилиндрические стаканы, так называемые, оконные (ставятся между оконными рамами). Они пригодны в большинстве работ, дешевы и весьма прочны. Годны и обыкновенные чайные стаканы.

Число сортов посуды желательно возможно ограничить и строить работы так, чтобы можно было обойтись с теми же стаканами, колбами и т. д. Разнообразие посуды может сделаться настоящей бедой в деле организации занятий, так как затрудняет уборку и расстановку взятых предметов по местам.

Кроме того, при выборе посуды надо помнить, что она будет служить и для работ по курсу ботаники, зоологии, физиологии человека; поэтому необходимо согласовать

посудный инвентарь всех практических занятий школы и приобретать такие сорта посуды, которые употребимы везде.

Важное значение имеет также и калибр горла покупаемой посуды. Надо стремиться к тому, чтобы вся посуда была однокалиберна, притом не только посуда того же сорта, но, если возможно, и разные сорта по отношению друг к другу. Это значит, что все колбы должны иметь приблизительно одинаковый диаметр горла, и лучше тот самый, какой имеют употребляемые в работах пробирки, и наоборот. Это обстоятельство позволит иметь в школьной лаборатории лишь один размер пробок и устранил излишние поиски при собирании приборов: все пробки будут „подходить“.

Мы употребляем следующие сорта посуды:

1. Колбы рантовые.
2. Стаканы оконные или чайные.
3. Стаканы химические.
4. Воронки.
5. Пробирки.
6. Чашки выпарительные, фарфоровые.
7. Тигли фарфоровые.
8. Банки широкогорлые, литровые.
9. Чашки эмалированные.

Всего девять сортов посуды, из них лишь два—с горлами для пробок. Опыт показывает, что такой набор вполне достаточен, чтобы обеспечить посудой все работы, описанные в составленной мною книжке.

Стеклянные трубки, нужные для работ, покупаются легкоплавкие, одного определенного диаметра (5 mm.), точно согласованного с диаметром имеющихся в лаборатории пробочных сверл. Это очень важное обстоятельство, так как допускает более легкую и быструю сборку приборов без необходимости „подбирать“ сверла к калибру трубок, чего младшие работники правильно делать не могут.

Штативов мы вообще избегаем в работах. Металлические штативы дороги, занимают много места. Деревянные—малоустойчивы, шатки, быстро портятся. Опыт показывает,

что штативы выгоднее заменить треножниками, которые служат в лаборатории много лет без всякой порчи, не требуют особых хлопот при уборке и по цене могут быть приобретены в гораздо большем числе, чем штативы. Многие предметы, которые при работах обычно зажимают в штатив (термометры, газоотводные трубки и т. под.) дети с успехом могут держать в руках, в особенности, если делают работы попарно ¹⁾).

Посуда и приборы, как уже не раз указывалось выше, не должны „выдаваться“ ученикам, но должны быть так размещены, чтобы работающие могли брать их самостоятельно и таким же образом ставить обратно.

Иные руководители не выдают посуду перед каждым занятием, но в начале года снабжают каждого работающего запасом наиболее употребительной посуды, которую последний и хранит отдельно в своем шкафике. Это „частно-лабораторное хозяйство“ возможно лишь там, где занятия посещают один или два класса; там же, где работающих смен много и им приходится пользоваться тем же самым запасом посуды, более целесообразным является обще-лабораторное хозяйство, при котором вся посуда убирается в общий шкаф.

Само собою понятно, что размещать на доступные учащимся постоянные места хранения надо лишь наиболее употребительные предметы. Вещи, которые понадобятся раз в год для одной какой-нибудь работы, не должны занимать места в посудном шкафу или в столе общего пользования. Гораздо полезнее держать их отдельно, может быть даже в другом помещении, и выдавать учащимся по мере надобности.

Материалы и реактивы.

Сухие материалы, нужные для работ, следует держать на реактивных полках в таком количестве, чтобы они всегда были к услугам работающих. Для хранения их мы употре-

¹⁾ Подробное описание посуды и приборов с означением размеров и потребного количества дано в конце книги.

бляем стеклянные материальные банки, в один литр емкостью, с корковыми пробками. Внутри банок с сыпучими телами помещается совочек или роговая ложечка, которая и служит для отсыпания реактива. Вещества, употребляемые в относительно больших количествах (песок, глина, соль, мрамор и проч.), или такие, которые неудобно помещать в банки (свечи), можно хранить на тех же полках в небольших деревянных ящиках с подъемными крышками. На ящиках и банках должны быть сделаны крупные, четкие надписи, а самые сосуды полезно перенумеровать, чтобы обеспечить им всегда одинаковое расположение на полках. Этот порядок удобен и в том смысле, что руководитель, при одном взгляде на полки, сразу видит, какой реактив подходит к концу и требует скорого возобновления, а его помощнику проще следить за правильным пополнением недостающего.

Такое постоянное место на полках должны иметь все наиболее употребительные в школьной лаборатории материалы. Вещества, которые нужны очень редко, напр., однажды в год, либо сравнительно дорогие, либо такие, которые могут быть опасны при бесконтрольном употреблении и дают повод к шалостям, лучше выдавать учащимся по мере надобности. Так, например, я выдаю смесь для добытия кислорода, магний и т. под.

Жидкости следует держать в больших сосудах с нижним тубусом, куда вставляется каучуковая трубка, снабженная моровским зажимом. Такие сосуды выставляются на стальных висячих полках, описанных выше. В таком виде можно хранить спирт для горения, дистиллированную воду и т. под.

Кислоты, даже разведенные, удобнее хранить в склянках с притертыми пробками и держать в вытяжном шкафу. Эти склянки должны быть заготовлены по числу столов. Крепких кислот совсем нельзя давать на руки учащимся младших классов. Для работ, описанных в этой книжке, нужна лишь соляная кислота—в 30% растворе.

Подкрашенная вода, которая часто употребляется

для большей демонстративности опытов, хранится, подобно спирту, в сосуде с сифоном. Для подкраски воды не следует употреблять анилиновых красок, как это часто делается. Такая вода при стоянии портит посуду, образуя с трудом отмывающийся цветной налет. Лучшее средство для подцвечивания воды — флуоресцин. Делают крепкий спиртовый раствор этого вещества и приливают несколько капель раствора в воду: последняя принимает красивый зеленый опализирующий цвет, отлично видимый в тонких трубках, и совершенно не красит посуду. Можно также подкрашивать воду марганцево-кислым калием, хромовыми квасцами, двуххромокислым калием и т. под. Пригоден в качестве красящего вещества и простой свекольный или капустный сок (куски свеклы или красной капусты варятся в воде). Последний имеет лишь тот недостаток, что мутится и портится при долгом стоянии.

Противопожарные приспособления.

В каждой школьной лаборатории, в особенности там, где работы ведутся на спиртовых горелках, надо иметь и некоторые противопожарные приспособления. Вспышки горящего спирта и т. под. веществ лучше всего тушить песком. Для этой цели надо всегда иметь на определенном месте ящик с сухим песком. Такому ящику следует придать плоскую форму, чтобы было удобно повесить его на стену на петлях. К передней боковой стороне приделывается скобка-держалка; такая же скобка привинчена ко дну ящика. Благодаря этому приспособлению, ящик можно быстро взять с петель и, держа за скобки, сыпать из него песок широкой струей.

Удобные размеры: длина 7 верш., ширина $2\frac{1}{2}$ верш., высота 10 вершков.

На случай более важных катастроф надо иметь в лаборатории ручной огнетушитель.

Лабораторная аптечка.

На случай ожогов, порезов и т. п. несчастий в лаборатории надо иметь под рукой некоторые медицинские средства. Приводим их список:

1. Иодная тинктура.
2. Коллодий.
3. Сулема в растворе 1 : 2000.
4. Марлевые бинты.
5. Гигроскопическая вата.
6. Мазь от ожогов.

Все эти предметы хранятся в небольшом висячем шкафике, закрытом на ключ (во избежание какого-либо загрязнения).

Порез. Ранка, из которой предварительно выдавливают немного крови, смазывается иодом и заливается коллодием. Этот способ применим, если порез не велик и не кровоточит. При поранениях более значительных, дающих обильное кровотечение, ранка промывается сулемой и забинтовывается марлевым бинтом.

Ожог. Мазь от ожогов делается из равных частей льняного масла и известковой воды, взболтанных вместе в виде эмульсии. Так как она скоро портится, то ее не следует готовить впрок, но держать в аптечке масло и воду отдельно, соединяя их по мере надобности. Напитанную мазью ватку держать на больном месте, пока не утихнет боль.

Лабораторная техника и ведение лабораторного хозяйства.

В задачу этой книжки не входит подробное описание лабораторной техники и ведения лабораторного хозяйства вообще. Тем не менее всякому преподавателю-натуралисту, ведущему практические занятия, приходится встречаться с этого рода вопросами. Чтобы приобрести в этой области надлежащую опытность, необходимо обратиться к существующим по данному предмету руководствам.

Одним из наиболее надежных путеводителей для начинающих преподавателей в области лабораторной техники, в особенности в ее химической части, является книга В. Н. Верховского: „Техника постановки химических опытов“. Спб. 1911 г. Это руководство написано, главным образом, для преподавателей и лаборантов по химии, но окажет большую услугу и преподавателям начального курса природоведения.

Читатель найдет там целые главы, посвященные обращению с химической посудой, обработке стекла, обработке корковых и каучуковых пробок, приемам хранения, взвешивания, очистки разных веществ и реактивов и т. д.

Среди руководств меньшего объема укажем на отличную книгу Н. С. Дрентельна: „Физические опыты в начальной школе“. Пгр. 1918. 2-ое изд. В этой книге разработана, главным образом, техника физических опытов, но есть материал и по ведению лабораторного хозяйства вообще.

В последние годы в связи с оскудением русской школы пособиями и невозможностью приобретать таковую, некоторые педагоги-натуралисты направили свое внимание на выработку упрощенных и удешевленных „самодельных“ приборов. Недюжинную изобретательность проявил в этом отношении проф. В. Н. Верховский, конструировавший лучший упрощенный деревянный штатив, различные приборы для нагревания (при отсутствии спирта), удобные подставки для пробирок, самодельные треножки и т. под. Отсылаем читателя к его работам, с которыми настоятельно рекомендуем ознакомиться.

Для начинающих полезна также книга Н. В. Ельчанинова: „Сборник простейших опытов по природоведению“. Сборник предназначен для учителей начальной школы.

Много полезных технических и методических сведений и соображений находится в книге А. Ф. Винтергальтера: „Практический курс природоведения“, и К. П. Ягдовского: „Уроки по естествознанию в начальной школе“. М. 1921.

Наконец, до сих пор еще не потеряла значение давно уже написанная брошюра Мальчевского и Якобсона: „Ряд простейших опытов по природоведению: воздух, вода, горение“.

Как пользоваться „Книжкой для практических занятий по природоведению“.

Практические занятия по неживой природе для учащихся изданы мною в виде особой „Книжки для практических занятий по природоведению“. Книжка эта является классным пособием для ученика и служит ему путеводителем во время его работы в школьной лаборатории. Она содержит краткий текст работ и ряд занумерованных вопросов по ходу каждой работы. Ответы ученик пишет в своей тетради под теми же №№, под которыми в „Книжке“ значатся вопросы. Заполненная тетрадь является своего рода повторительным курсом, составленным путем самодеятельности самого ученика.

Задачи этого пособия таковы: помочь руководителю в постановке работ и облегчить ему их ведение, по возможности разгрузив его от мелких указаний технического свойства; направить внимание учащихся на существенное в содержании каждой работы; упростить запись работы, подчеркнув в ней то, что является, действительно, важным; облегчить проверку результатов работы руководителем.

Я придал пособию форму вопросника потому, что на опыте убедился в крайнем несовершенстве обычной записи работы детьми этого возраста (9—12 лет). Записывая работу, они чаще всего увлекаются в сторону описания своих технических манипуляций, оставляя существо дела в стороне. Запись получается многословной, но малосодержательной, и отнимает очень много времени, так как самый механизм письма в этом возрасте затрудняет детей.

Работы скомбинированы мною так, что их можно применять при разных методах ведения занятий. Зная, как разнообразен порядок расположения материала в разных учебниках природоведения, я придал каждой

работе вполне самостоятельный характер, чтобы работы можно было свободно переставлять — в зависимости от плана, принятого руководителем. Склоняясь сам к порядку, данному когда-то творцом курса неживой природы — А. Я. Гердом, я считаю вполне приемлемыми и другие вариации.

Составляя работы, я тщательно избегал слишком детальных регламентирующих наставлений и указаний, чтобы не стеснять самостоятельности учащихся. Очень часто детям рекомендуется собрать прибор прямо по рисунку-чертежу, без дальнейших пояснений. Напротив того, в отчетной части работы вопросы расчленены и изложены подробно, имея в виду возрастные особенности учащихся младших классов.

При пользовании „Книжкой“ можно придерживаться следующего порядка. Приведя детей в лабораторный класс, преподаватель указывает, какую из работ предстоит им выполнить, и предлагает внимательно прочесть весь текст работы, и обдумать, что нужно сделать. Если кто-нибудь чего-либо не поймет, должен спросить у преподавателя. Иногда руководитель сам читает вслух вместе с детьми текст работы, обсуждает ее, делает попутные указания. Полезно, не ограничиваясь рисунками, помещенными в тексте пособия, выставить в натуре образец того прибора, который должны собрать дети. Давая указания и наставления работающим, надо тщательно остерегаться подсказывать им наперед результаты работы.

Затем учащиеся приступают к работе, руководясь „Книжкой“, как планом. Преподаватель, свободный от технических указаний, которые в большинстве случаев дает пособие, имеет возможность следить за главным и существенным, за общим ходом работы, за работой отдельных учеников, и спешит туда, где его помощь, действительно, необходима. Он является подлинным руководителем дела, а не „разрывается на части“ от внешних мелочей работы. Имея перед глазами подробный план задачи, ученики работают более самостоятельно, чем при словесной диктовке руководителя.

Когда работа начинает давать те или иные результаты, ученики фиксируют их в своих записях в виде ответов на вопросы, поставленные в „Книжке“. Полезно научить детей утилизировать время для записей и пользоваться временем, которое остается относительно свободным, пока учащийся ожидает результатов какого-нибудь длительного фильтрования или подогревания.

Обходя класс, руководитель попутно знакомится с детскими записями, обсуждает их, указывает на промахи, помогает неудачникам. Оказывая помощь, никогда не следует делать за ученика то, что он должен сделать сам: это плохая услуга. Помощь должна заключаться в разъяснении того, почему нужных результатов не получается.

Когда работа закончена и дети уберут взятые предметы и приведут свои столы в порядок, наступает общая проверка и сводка результатов работы. Ее можно произвести здесь же в помещении лаборатории или перевести детей в обычный класс. При общей сводке выясняется смысл и значение сделанной работы, приводятся в полную ясность ее результаты, причины неудач и ошибок. Преподаватель пользуется при этом случаем дополнить и более подробно осветить изученные факты и явления.

Иногда приходится слышать мнение, что пособия для практических занятий, данные на руки ученикам, с подробным планом того, что следует делать, и рядом вопросов по ходу каждой работы очень механизмируют работу и излишне регламентируют ее. Опасения эти ошибочны. Такого рода пособия дают возможность вести занятия по индивидуальному методу, который менее всего регламентирует постановку занятий. Напротив того, командный метод, обходящийся обычно без пособий, склонен к механизации действий учащихся. Если не пользоваться никакими писаными или печатными пособиями в руках учеников, то, ведь, все равно придется давать им подробные указания и объяснения и ставить вопросы словесно или писать на доске. Следовательно, дело сведется к тому же, с той лишь разницей, что ученики, не имея перед собой плана своих действий, лишены

ные „перспективы“ работы, будут чаще впадать в ошибки и „изводить“ преподавателя массой ненужных вопросов. Тогда — прощай руководство и внимательное индивидуализирование работающих: преподаватель будет по горло завален мелочами и за деревьями не увидит леса!

Существует, правда, такой тип работ, где учащиеся получают лишь основное задание, без всяких технических указаний, которое им и предлагается решить своим собственным путем и средствами. Это работы-задачи, которые носят характер не только самостоятельного воспроизведения и наблюдения явлений, но и самостоятельного изобретения опытов и их условий. Конечно, тут наводящие указания и печатные, и словесные—излишни. Но работы-задачи не всегда по силам учащимся младших классов, далеко не всегда безопасны, очень ответственны и в конце-концов немногочисленны. Они весьма желательны в школе, но едва ли могут служить основой курса природоведения и во всяком случае не исключают работ обычного лабораторного типа, где технические условия опыта сообщаются ученику в более или менее готовой уже форме.

Пособия типа „Книжки“ удобны еще в том отношении, что позволяют одновременно ставить различные работы. Если оборудование лаборатории скудно и однородных предметов не хватает для всех учащихся, руководитель может поставить на данный час две или даже несколько различных работ, разбив класс на соответствующие группы. Даже в том случае, если все ученики делают одинаковую работу, часть может окончить значительно ранее остальных. Чтобы не оставить их без дела, им можно назначить дополнительную работу. При отсутствии пояснительных пособий в руках учеников и при исключительно словесных наставлениях, комбинированные постановки такого рода если не невозможны, то во всяком случае весьма затруднительны.

Намереваясь ставить ту или иную работу, руководитель обязательно должен проделать ее сам, какой бы простой и несложной она ни казалась на первый взгляд. Необходимо предвидеть ход работы в руках детей и предусмотреть

целый ряд обстоятельств, которые выясняются лишь на опыте и не всегда заметны наперед. Чтобы облегчить преподавателю руководство отдельными работами, помещенными в „Книжке“, все они перепечатаны ниже в том же контексте, как в „Книжке“, но каждая работа сопровождается рядом пояснений и примечаний касательно ее выполнения и особенностей ее постановки, вынесенных автором из длительного опыта личного руководства практическими занятиями с учащимися I ступени.

Список практических работ по неживой природе, с пояснениями относительно их постановки.

Правила для учащихся на практических занятиях.

Общие правила.

1. Начиная работу, сперва приготовить все, что для нее необходимо.
2. Окончив работу, убрать свой стол, вымыть посуду и все взятое поставить на место.
3. Не заниматься посторонними опытами.
4. Не мешаться без надобности в дела соседей.
5. Если какой-нибудь вещи не хватает на всех, спокойно ожидать своей очереди.
6. При ожогах и порезах, даже самых незначительных, обращаться к руководителю.
7. Заявлять руководителю о всех сломанных и разбитых вещах.

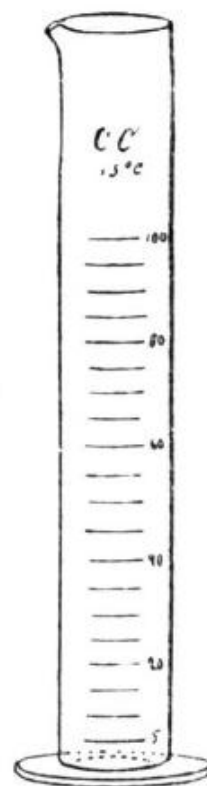


Рис. 2.
Мензурка.

Правила обращения со спиртовой лампочкой.

1. Нагревать верхней половиной пламени.
2. Не зажигать лампочку об лампочку.
3. Не носить зажженную лампочку в руках.
4. Не наливать спирта в горящую лампочку.
5. Не растрепывать фитиля для увеличения пламени.
6. Тушить лампочку, закрывая колпачком или стаканом.
7. Не оставлять лампочку по окончании занятий без колпачка, с открытым фитилем.

Правила обращения с мензуркой.

1. Отмеривая, не держать мензурку в руках, но ставить на стол.
2. Отсчитывать, держа глаза на уровне жидкости.
3. При отмеривании сухих сыпучих тел (песка, толченой глины и проч.) не сыпать их в мокрую мензурку.

Правила обращения с весами.

1. Класть гири на правую чашку весов, а взвешиваемый предмет—на левую.

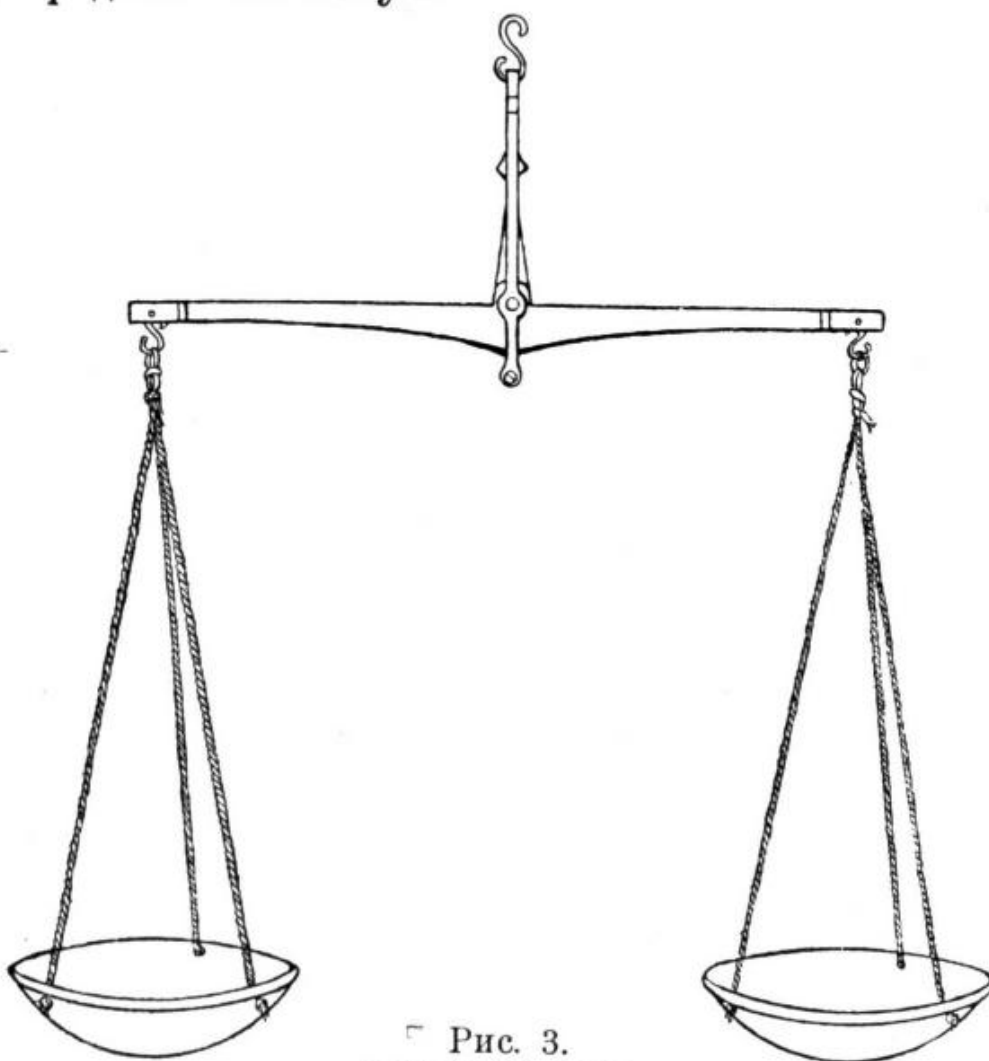


Рис. 3.
[Русские весы.

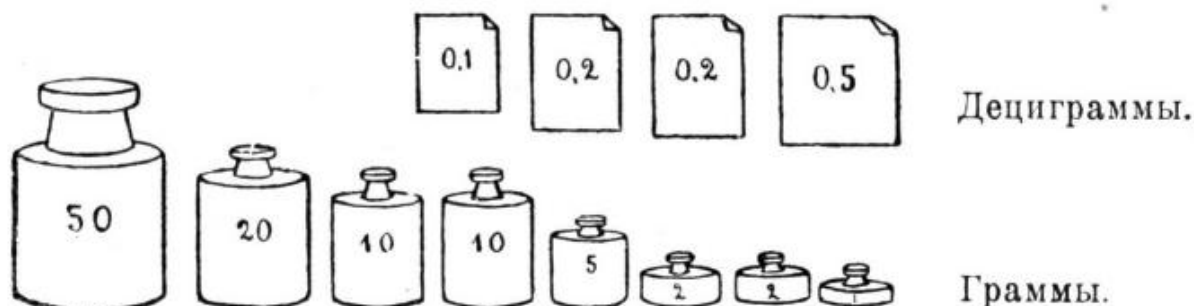


Рис. 4. Разновес.

2. Начинать следует с большей гирьки и постепенно переходить к следующей—меньшей.

3. Снимая гирьки с весов, обязательно ставить каждую на свое место.

4. Не класть на весы предметов мокрых, грязных и горячих.

5. По окончании взвешивания привести весы и гирьки в полный порядок.

Правила фильтрования.

1. Чтобы сделать цедилку или фильтр, надо сложить квадрат цедильной бумаги пополам и еще пополам. Затем плотно вложить его в воронку свернутым углом, а лишний край отрезать ножницами. Полученный кусок развернуть фантиком и вставить в воронку.

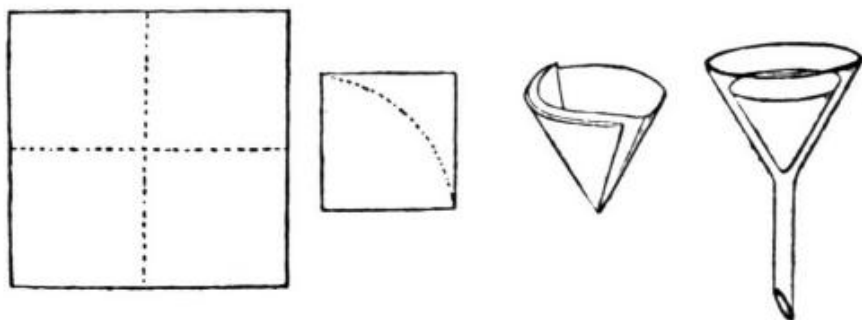


Рис. 5. Изготовление фильтра.

2. Жидкость в фильтр лить надо осторожно, лучше по стеклянной палочке, и не направлять струю в центр воронки.

3. Нельзя мешать жидкость в фильтре стеклянной палочкой и другими предметами.

4. Бросать негодные фильтры надо в мусорные ящики или банки, но не в водосточные раковины.

Пояснения к правилам. Вышеизложенные правила формулированы очень кратко и должны служить учащимся лишь напоминанием и сводкой того, что объяснит и укажет им руководитель при начале занятий. Излагать и мотивировать все эти правила во всех подробностях, в руководстве для учащихся младшего возраста, нет оснований. Опыт показывает, что дети 9—12 лет с большим трудом и очень неточно усваивают технические сведения по книжке. Им надо все показать на деле.

При этих объяснениях руководитель отнюдь не должен ограничиться указаниями, как обращаться с теми или иными предметами; необходимо объяснить, почему следует поступать так, а не иначе. Покажите детям на опыте, что может произойти, если насыпать сухого песка в мокрую мензурку, если зажечь лампочку об лампочку, если помешать в бумажном фильтре стеклянной палочкой и т. д. Научите их, с ножницами и бумагой в руках, как сделать фильтр; покажите им, как надо правильно взвешивать и проч. Тогда кратко формулированные правила получат для них смысл и значение и, как итог виденного, легко уложатся в уме. После этого уже можно требовать, чтобы учащиеся умели перечислять пункты правил на память. Можно отпечатать или написать их крупными буквами и вывесить на стене школьной лаборатории.

В задачу этой книги не входит излагать во всех подробностях вопросы лабораторной техники. Отсылаем читателя к существующим руководствам. Лучшим из них, наиболее подробным и обстоятельным является книга В. Н. Верховского: „Техника постановки химических опытов“. Спб. 1911.

Работа 1-я.

Резка и сгибание стеклянных трубок.

Текст работы¹⁾. Отрезать с помощью напильника три куска стеклянной трубки, каждый по 15 сантиметров длиною.

Два куска согнуть на пламени спиртовой лампы, как показано на рисунке.

Нагревая, надо медленно вращать трубку в пламени. Нагревать следует верхней частью пламени. Сгибать трубку надо без усилия, когда стекло хорошо размягчится.

¹⁾ Текст работ приводится в том виде, как он дан в „Книжке практических занятий по природоведению“, следовательно, в формулировке, предназначенной для учащихся. Ниже при каждой работе следуют „пояснения для руководителя“, ведущего занятия.

Третий кусок нагреть на спиртовке и растянуть на две половины.

Запаять острые концы оттянутых половинок.

Какое свойство стекла позволяет делать с ним такие работы?

Ответ (— —).

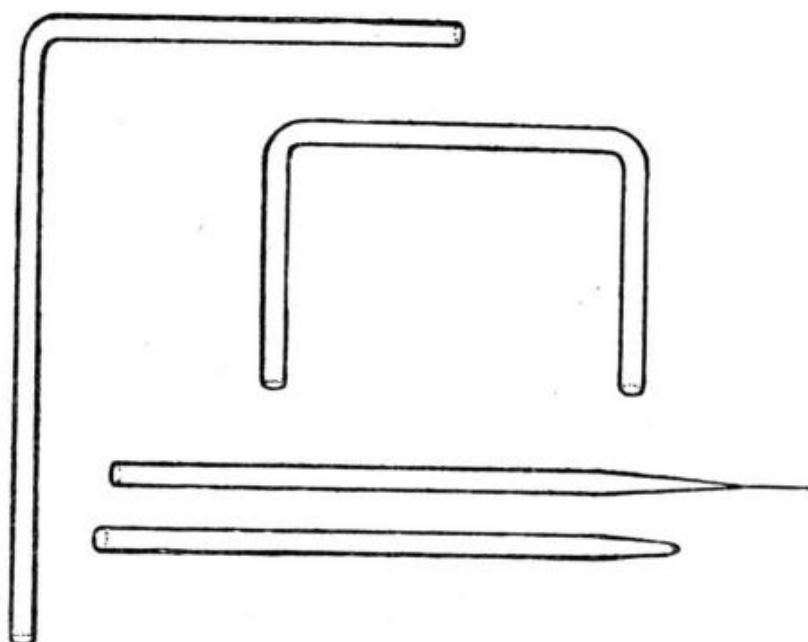


Рис. 6.

Пояснения для руководителя. Для резки трубок употребляется трехгранный напильник с мелкой насечкой. Чтобы отрезать трубку, надо положить ее на стол и, довольно сильно нажимая, провести напильником заметную поперечную черту. Затем трубку берут в обе руки надрезом кверху, и ломают движением вниз и в стороны. Эти приемы нужно показать учащимся, так как по описанию и рисунку научиться этому трудно. Не следует позволять детям много раз пилить напильником по трубке взад и вперед. Достаточно одного, двух движений.

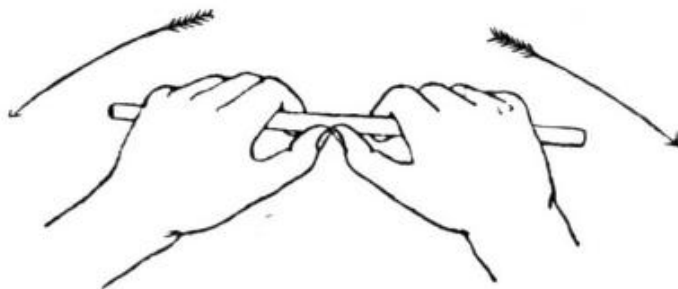


Рис. 7. Прием переламывания стеклянной трубки.

Чтобы правильно согнуть трубку, надо нагревать ее в верхней трети пламени спиртовой лампочки, медленно вращая. Сгибать надо без всякого усилия, когда трубка станет вполне мягкой. Сгиб не должен быть плоским или угловатым. Накаленную трубку надо остудить, держа в руках, и не класть на холодные предметы нагретым местом.

Края отрезанной трубки остры и могут поранить, если, например, трубку придется взять в рот. Во избежание этого их оплавливают. Конец трубки нагревают в пламени спиртовой лампочки, медленно вращая, пока стекло не размягчится, и острые края не закруглятся.

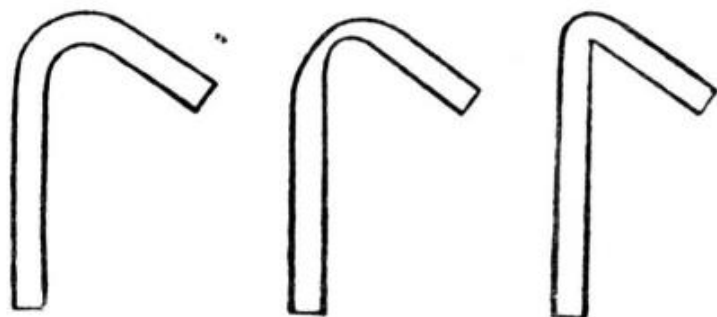


Рис. 8. Первая трубка согнута правильно, остальные нет.

В работе предлагается учащемуся сперва согнуть трубку под прямым углом, т.-е. простейшим способом. Вторая трубка сгибается в виде буквы П, т.-е. имеет два колена. Тут важно следить, чтобы оба колена лежали в одной плоскости,

против чего начинающие обычно грешат.

Третья задача — растянуть трубку. Для этой цели трубку, вращая, нагревают в пламени спиртовой лампы и, когда размягчится, быстро растягивают.

Чтобы запаять трубку, оттянутый конец держат в пламени спиртовой лампы, пока он не сплавится в небольшое утолщение без всякого отверстия.

На обыкновенной спиртовке можно сгибать и запаивать лишь тонкие трубки. Рекомендуем употреблять для этой, как и для всех работ, описанных в нашем руководстве, легкоплавкие трубки 5 миллим. (наружного) диаметра (№ 5-й по Ритингу).

Все приемы по обработке трубок надо предварительно продемонстрировать учащимся, так как по описанию и рисунку правильно выполнить их для детей затруднительно. В виду этих соображений в тексте работы подробное описание опущено, а рисунки служат лишь напоминанием показанного руководителем¹⁾.

¹⁾ Тема работы, как школьного занятия в курсе природоведения, указана была еще А. Я. Гердом (1883); с того времени она и вошла в сборники начальных практических занятий.

Работа 2-я.

Обработка пробок, собиранье прибора.

Текст работы. Взять колбу и подобрать пробку, которая едва входит в горло колбы, Обмять пробку на пробкомялке.

Согнуть стеклянную трубку, как показано на рисунке. Оплавить ее концы.

Высверлить в пробке отверстие. Сверлить надо пробочным сверлом, начиная сверлить с узкого конца пробки. Надо подобрать такое сверло, чтобы поперечник его был чуть меньше поперечника взятой трубки. Не нажимать сильно сверлом, но чаще вращать его!

Вставить трубку в пробку коротким концом и собрать прибор, как здесь нарисовано.

Прибор собран хорошо, если трубка плотно держится в пробке, и пробка плотно запирает колбу, не пропуская воздуха.

Полезно испытать, держит ли прибор. Для этого следует взять в рот свободный конец трубки и высасывать из колбы воздух. Если кончик языка присасывается к отверстию трубки, — пробка держит хорошо; если же язык тотчас отстает от трубки, значит, пробка пропускает воздух.

Собранный прибор можно спрятать, так как он понадобится для одной из следующих работ.

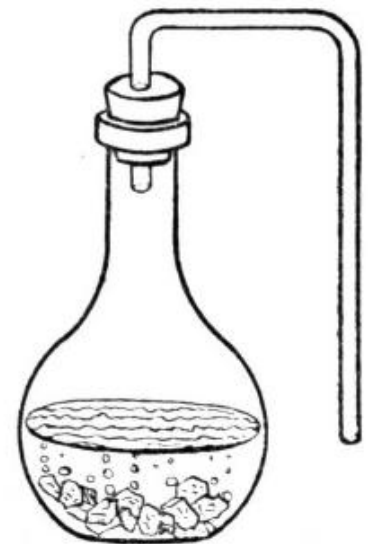


Рис. 9.

Пояснения для руководителя. При собирании приборов пробки играют большую роль. Часто от их удачной подгонки зависит весь успех опыта. Корковые пробки по сравнению с каучуковыми обладают многими недостатками, но у них есть несравненное преимущество—дешевизна и общедоступность, и научить работающих обращаться с корковыми пробками необходимо.

Всякую пробку, прежде чем пустить ее в дело, необходимо обмять. Это делается при помощи особых пробкомялок, деревянных или чугунных. При обжимании пробка слегка уменьшается в поперечнике, почему выбранная пробка в необжатом виде должна быть немного больше нужного отверстия сосуда. Выбирать пробку надо ровную, без трещин и обжимать осторожно, со всех сторон. Хорошо подогнанная пробка должна входить в горло сосуда с некоторым усилием, совершенно плотно, до половины своей высоты. Чтобы облегчить начинающим подгонку пробок, я придерживаюсь следующего правила: все сосуды (колбы, пробирки) в школьной лаборатории, к которым приходится подгонять пробки, приобретаются однокалиберные т.-е. горло у них одного и того же диаметра. Пробок же имеется только один размер, подогнанный к калибру посуды. Конечно, и при этих условиях некоторая подгонка необходима, так как нет двух колб одной емкости с точно однокалиберными горлами; но все же подыскать необходимую пробку тут уже гораздо легче. Такого рода упрощение техники сборки приборов в младших классах очень желательно.

Обычные ошибки учащихся: начинают обжимать первую попавшуюся пробку, а затем пробуют, годится ли она для данного сосуда; обжимая, вкладывают пробку в пробкомялку лишь на половину, отчего пробка дает поперечные трещины; обжимают слишком сильно, не поворачивая, и плющат пробку. Собирая прибор, учащиеся иногда затыкают колбу пробкой, поставив сосуд на стол, отчего могут легко раздавить колбу. Необходимо предупредить их, чтобы, вдавливая пробку, они держали колбу на весу, в руках.

Сверление пробок производится при помощи медных трубок с заостренным краем — сверл. Пробочные сверла продаются „гнездами“, нескольких величин. Продажные гнезда не годны для школьных целей (в младшем возрасте), так как трудно ожидать, чтобы дети самостоятельно выбрали правильный калибр сверла. Поэтому

настоятельно рекомендуем руководителю, ведущему работы с младшими учащимися, не покупая бесполезных гнезд, заказать слесарю потребное число сверл одного диаметра, точно подогнанного к диаметру того сорта трубок, какие употребляются в лаборатории (5 мм.). Словом, если учащийся возьмет первое попавшееся сверло и любой отрезок трубки,—высверленное отверстие должно, тем не менее, приттись по диаметру трубки.

Сверлить можно только подогнанную и обжатую пробку. При этом нужно придерживаться следующих правил:

1. Начинать сверлить с узкого конца.
2. Сверлить не спеша, слабо нажимая и часто вращая сверло.
3. При сверлении держать пробку в пальцах, а не ставить, например, на стол.
4. Следить, чтобы сверло не уклонялось в сторону.
5. По окончании сверления, обязательно выталкивать пробочный цилиндр из канала сверла.

Иногда в лабораториях сверлят пробки при помощи шила и круглых напильников. Для школьной ученической лаборатории младшего возраста эти инструменты мало пригодны, так как в неопытных руках могут быть опасными (можно повредить глаз себе или соседу).

Все приемы по обработке пробок следует предварительно продемонстрировать учащимся: словесное описание дает детям этого возраста слишком мало. В расчете на это автор опустил в „Книжке“ относящиеся сюда подробные наставления и разъяснения.

Техника сборки приборов, при правильном оборудовании школьной лаборатории, дается учащимся младшего возраста сравнительно легко. Нет, разумеется, оснований слишком налегать на эту сторону работы и тратить на нее непроизводительно много времени. В отдельных случаях можно давать готовые сверленные пробки (корковые или каучуковые), оттянутые трубки и т. п., в особенности, если от точной подгонки пробки зависит весь успех опыта.

Однако, совсем избегать самостоятельной сборки приборов учащимися было бы неправильно ¹⁾.

Иногда приходится, правда, слышать мнения, будто учащихся в возрасте 9—12 лет совершенно невозможно научить простейшим приемам лабораторной работы, напр., сгибанию трубок, сверленье пробок и т. п. Мнения эти основаны, повидимому, на недостаточном знакомстве с делом и бесспорно расходятся с фактами. Длительная практика ряда руководителей и коллективные опыты, поставленные для выяснения этого вопроса, говорят совершенно иное ²⁾.

¹⁾ Более подробные соображения по этому поводу см. в моей „Методике практических занятий по естествознанию“.

²⁾ Вот некоторые из таких опытов, поставленные мною в сотрудничестве со слушателями Педагогических Курсов для подготовки учителей средней школы, подробно зафиксированные. Привожу выписки из наших протоколов:

„7 февр. 1915 года 36 учеников приготов. класса (средний возраст—9 лет), никогда не обучавшихся природоведению, были приведены в школьную лабораторию (Лесного Комм. училища). Им были показаны правила обращения со спиртовкой и приемы обработки стеклянных трубок. Затем детям было предложено выполнить следующее самостоятельное задание: отрезать определенной длины трубку и согнуть ее под прямым углом на спиртовке. Вся работа с объяснениями заняла 45 минут. Результаты: окончили в первые пять минут—18 учеников; во вторые пять минут—14 учеников; в третьи пять минут—4 ученика. Случай пореза один; ожогов не было. Подсчет производили (следуют подписи)“.

Все трубки, за немногими исключениями, оказались согнуты весьма удовлетворительно и в качестве результата опыта продемонстрированы мною в заседании Отдела Естествознания Педагогического Музея (Соляной Городок).

Другой опыт: „14 февр. 1915 года 29 ученикам II класса (возраст 11—12 лет) было предложено в виде опыта собрать прибор для сухой перегонки каменного угля (см. чертеж к раб. 15). Дети должны были работать совершенно самостоятельно: отрезать стеклянные трубки, гнуть и оттягивать их, сверлить пробки и т. п. Работали попарно, один прибор на двоих. Начали работу в 10 ч. 10 м. утра, окончили 10 ч. 50 м. утра. Порезов и ожогов не было. Результаты опыта: закончили работу в течение 25 минут—10 учеников; 30 минут—14 учеников, 33-х минут—1 ученик, 42 мин.—4 ученика. Из 16-ти собранных приборов 8—было сделано хорошо, 6—удовлетворительно и 2—слабо. Опыт производили: (следуют подписи)“.

ИЗМЕРЕНИЯ.

Работа 3-я.

Сделать линейку длиною в один метр.

Текст работы. Пол-листа писчей бумаги аккуратно согнуть вдоль и разрезать ножом. Каждую половину опять согнуть вдоль и разрезать. Склеить четыре полоски в одну длинную прямую бумажную ленту.

Получить от руководителя линейку, разделенную на сантиметры.

Отмерить с помощью линейки на бумажной ленте столько дециметров, чтобы вышел метр. Против делений поставить цифры. Излишек ленты отрезать.

Дециметры разделить на сантиметры.

Первые десять сантиметров разделить с помощью линейки на миллиметры.

1. Сколько в метре дециметров? (Отв. — —).

2. Сколько в метре сантиметров? (Отв. — —).

3. Сколько в сантиметре миллиметров? (Отв. — —).

4. Сколько миллиметров в метре? (Отв. — —).

Напишите вдоль бумажной ленты: метр равен (стольким-то) дециметрам, (стольким-то) сантиметрам и (стольким-то) миллиметрам.

Отмерьте на себе один метр, начиная от пола.

5. Где пришелся верхний конец метра: на шее, на груди, на животе? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Чтобы дать учащимся младшего возраста полное понятие о мерах, недостаточно просто назвать их или даже показать их детям. Надо проработать этот важный материал двигательным путем, связать с известными мускульными ощущениями. Один из способов—предложить учащимся самостоятельно изготовить различные меры, в данной работе, например, метрические линейные меры. Работа не носит утилитарного характера и цель ее не в том, как полагают иные, чтобы ребенок изготовил, действительно, безукоризненный метр, но в том,

чтобы ученик получил прочное представление о приближительной длине метра, сантиметра, миллиметра и т. д.

Бумагу для изготовления линейки следует брать писчую, самую плотную, нелинованную. Для склеивания полос удобнее всего — синдетикон. Важно следить, чтобы учащиеся аккуратно резали бумагу: края должны быть ровные и ленты одинаковой ширины. Чтобы лента при склеивании не вышла кривой, надо посоветовать работающим ориентировать куски по краю стола.

Деревянные линейки для разметки лент (в 15—20 сантиметров, с делениями на миллиметры) выдаются руководителем.

Во избежание неточности, удобнее сперва разделить ленту на дециметры, а затем уже на сантиметры. При разметке лент надо предупредить учащихся, чтобы потоньше очинили свои карандаши. Обычная ошибка учеников — неправильная расстановка цифр (ставят цифры не против черточек, но в промежутках; при первом делении ставят не 0, но 1).

Можно выдавать и готовые уже ленты из какой-нибудь плотной бумаги. Для этого очень пригодны обойные бордюры (из хороших одноцветных сортов), которые можно получать в обойном магазине.

Изготовленная линейка свертывается роликом и хранится для следующих работ. Для проверки изготовленных линеек руководителю полезно иметь деревянный метр, прикладывая который к работе детей, нетрудно обнаружить ошибку. Работу можно считать удовлетворительной, если ошибка менее одного сантиметра.

Изменяя работу, руководитель может предложить учащимся изготовить в таком же порядке аршин, фут и т. п.

Работа 4-я.

Измерить длину предмета.

Текст работы. Измерить с помощью бумажной (или деревянной) линейки длину и ширину своего рабочего стола. — Ответ в метрах и сантиметрах. При этой работе величину меньше сантиметра в расчет не надо принимать.

1. Какова длина стола? (Отв. — —).

2. Какова ширина стола? (Отв. — —).

Получить от руководителя несколько пластинок или палочек для измерения. Узнать их длину.—Ответ в сантиметрах и миллиметрах.

3. Записать ответ в своей тетради.

Пояснения для руководителя. Для работы должно заготовить запас металлических палочек или спиц, точно вымеренных заранее. Спицы можно заменить картонными, металлическими даже бумажными полосками. Предметы, раздаваемые для измерения, должны быть занумерованы (одна длина под тем же номером), чтобы руководитель сразу мог проверить правильность работы. (См. инвентарь № 29). Для облегчения проверки работы можно воспользоваться и таким приемом: предложить окончившим работу сравнить полученные результаты попарно; если результаты не совпадают, дети должны выяснить вторичным измерением, кто, именно, ошибся. В дополнение к этой работе полезно предложить детям нарисовать в своих тетрадях предметы определенной длины (карандаш, спичку, булавку и т. под.).

При начале измерительных работ необходимо научить детей сокращенным обозначениям метрических мер *м*; *дм*; *см*; *мм*.

Для измерения стола пригодится бумажный метр, изготовленный на предыдущей работе. Для более точного измерения спиц следует выдать учащимся готовые деревянные линейки с делениями на миллиметры, так как их собственные произведения для измерения с точностью до миллиметра мало пригодны.

Можно, кроме того, предложить учащимся измерить и ряд других предметов: длину карандаша, тетради, высоту стакана и т. п., но это менее удобно, так как проверка данных возьмет у руководителя больше времени.

Настоящей работой начинается цикл измерительных работ. Мы придаем работам этого типа немаловажное зна-

чение в курсе неживой природы. Неправильно думать, что измерения—дело учителя математики. Математике принадлежит преимущественно вычислительная сторона работ; физическая же сторона измерений в такой же мере принадлежит и естествознанию. Измеряя, ученик приводит в соответствие показания своих органов чувств с действиями своих мышц. Чем тоньше и стройнее это согласование, тем точнее измерение. Если для математика упражнение руки и глаза не имеет руководящего значения, то для натуралиста материал этого рода имеет особенную ценность.

Впрочем, мы не настаиваем, чтобы измерительные работы дети проделывали бы, именно, на уроках естествознания. Важно, чтобы эти работы были сделаны. Но если в курсе математики они не ставятся, преподаватель-естественник ни в каком случае не должен упустить их из вида.

Отметим, что нет надобности ставить измерительные работы непременно подряд, как они помещены в „Книжке“: их можно вставлять в различные места курса практических занятий, согласуясь с тем, что учащиеся проходят на уроках арифметики.

Работа 5-я.

Измерить поверхность I.

Текст работы. 1. Вырезать ножницами из клетчатой (миллиметровой) бумаги прямоугольные куски :

- | | | | | |
|-----|------------|-----|--------|--------------|
| 1) | площадью в | 1 | квадр. | сантим. |
| 2) | „ | 4 | „ | „ |
| 3) | „ | 6 | „ | „ |
| 4) | „ | 16 | „ | „ |
| 5) | „ | 20 | „ | „ |
| 6) | „ | 14 | „ | „ |
| 7) | „ | 27 | „ | „ |
| 8) | „ | 35 | „ | „ |
| 9) | „ | 1 | „ | дециметр. |
| 10) | „ | 100 | „ | миллиметров. |

2. Наклейте вырезанные прямоугольники в тетради. Напишите под каждым куском, какова его площадь в квадратных сантиметрах.

3. На наклеенном квадратном дециметре отмерьте и заштрихуйте карандашом площади: 1) в 4 квадр. сантиметра; 2) в 9 квадр. сантиметров; 3) в 25 квадр. сантиметров; 4) в 1000 квадр. миллим.

Пояснения для руководителя. Для работы употребляется обыкновенная чертежная миллиметровая бумага. Руководитель до работы режет ее на куски такой величины, чтобы одного листа хватило на все десять заданий, и раздает учащимся.

Бумага эта продается листами или на аршины. В последнее время появились большие блокноты и тетради из миллиметровой бумаги, приспособленные для школьных целей.

Работа 6-я.

Измерить поверхность II.

Текст работы. 1. Получите от руководителя пластинки для измерения их поверхности.

Определите площадь каждой пластинки при помощи измерения ее сторон линейкой.

Нарисуйте в тетради каждую пластинку. Положите на страницу тетради и обведите острым карандашом.

Напишите на каждом рисунке величину его площади в квадратных сантиметрах.

2. Самый большой из нарисованных прямоугольников разграфите линейкой на квадратные сантиметры. Затем отмерьте на нем площадь в 49 квадратных сантиметров и заштрихуйте ее карандашом.

Пояснения для руководителя. Для работы надо заготовить запас прямоугольных пластинок—картонных или металлических. Пластинки нумеруются; площадь их известна руководителю заранее.

Для простоты—ширина и длина пластинок должны выражаться полным числом сантиметров. (См. инвентарь № 30).

Работа 7-я.

Измерить объем тела правильной формы.

Текст работы. Получить от руководителя несколько разных брусков (или коробок) для измерения.

Измерить их линейкой и вычислить их объем.

1. Записать ответ (в кубических сантиметрах).
(Отв. — —).

Вырезать из картофеля кубик в один кубический сантиметр.

Вырезать из картофеля кубик или брусок в восемь кубических сантиметров.

2. Какова длина ребер этих кубиков? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Вместо картофеля можно употребить репу или брюкву, что впрочем не очень удобно, так как учащиеся не всегда могут удержаться от искушения есть свои изделия.

Тела для измерения (из дерева, картона или металла) нумерованы и заранее вымерены. Можно не нумеровать тела, но выкрасить их в определенные цвета, чтобы известному объему отвечал известный цвет. Все это упрощает проверку результатов работы. Для простоты длина ребер прямоугольных тел должна измеряться полным числом сантиметров. (См. инвентарь № 31).

Работа 8-я.

Измерить объем тела неправильной формы.

Текст работы. Получить от руководителя камень для измерения.



Приготовить мензурку.

Наполнить мензурку водой до определенной черты, напр., до 50 куб. сант. (точно!) Опустить в воду камень, привязав его за нитку. Вода должна покрыть камень. (См. рис. 12).

1. Почему изменился уровень воды? (Отв. — —).
2. На сколько делений поднялась вода? (Отв. — —).
3. Каков объем камня? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Для работы нужны мензурки цилиндрической формы в 100 куб. сант. емкостью. Камни для измерения (осколки мрамора, гранита и т. п.) должны быть заготовлены такого размера, чтобы входили внутрь мензурки.

Камни следует перенумеровать, вымерив заранее, для облегчения проверки результата работ. (См. инвентарь № 32).

Работа 9-я.

Определить вес одного кубического сантиметра воды.

Текст работы. Отвесить на весах 50 граммов воды. Для этого надо поставить на левую чашку весов чистый стаканчик и уравновесить его дробью или песком. Затем положить на правую чашку (с дробью) гирю в 50 граммов, а в стакан лить воду, пока обе чашки не придут в равновесие.

Вылить отвешенную воду в мензурку, разделенную на куб. сантиметр.

1. Сколько куб. сантиметров занимают 50 граммов воды? (Отв. — —).

2. Сколько граммов весит один куб. сантиметр воды? (Отв. — —).

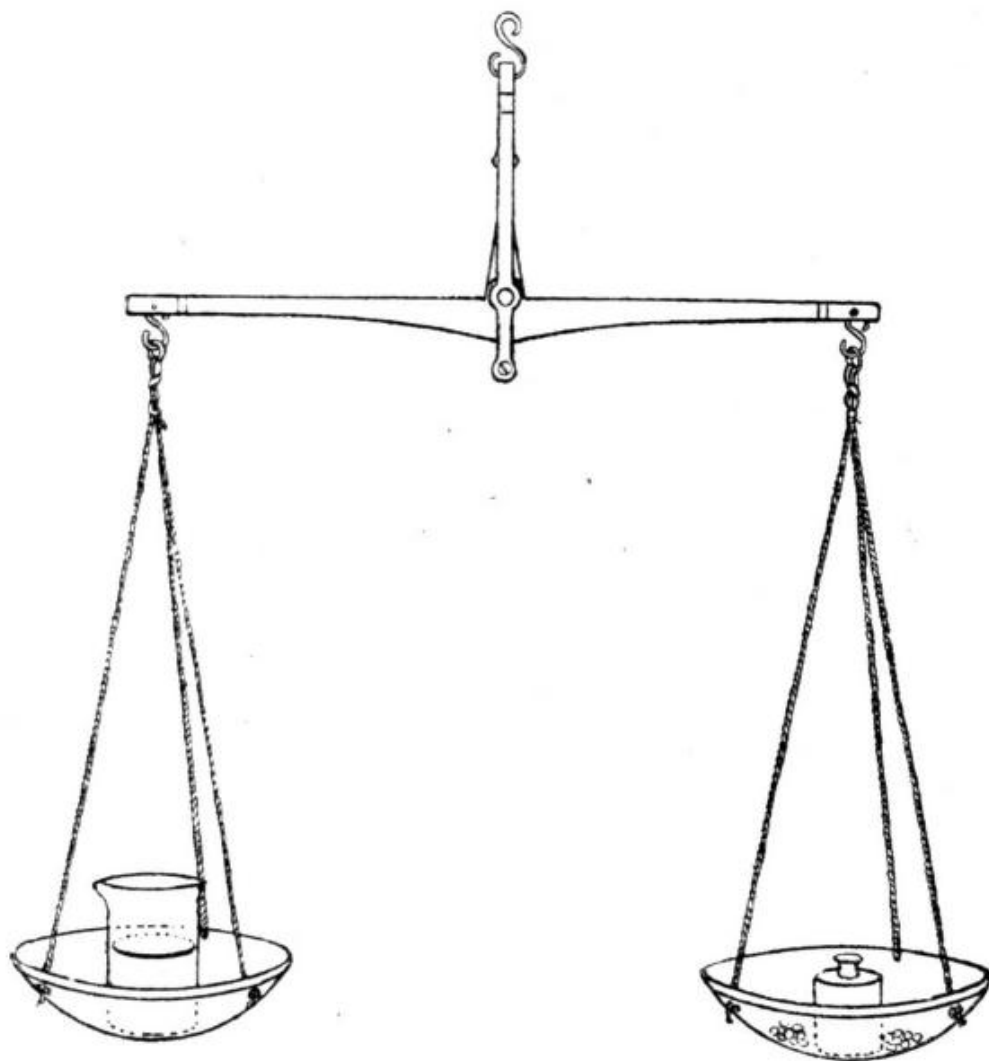


Рис. 11.

3. Можно ли отмерить 100 граммов воды, если нет весов, но есть мензурка? Как? (Отв. — —).

4. Можно ли отмерить 100 куб. сантиметров воды, если есть весы, но нет мензурки? Как? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Для работы удобнее весы Роберваля, но можно обойтись и аптекарскими. Важно следить, чтобы при взвешивании воды чашки весов были совершенно сухи.

Так как взвешивание дает более точные результаты, чем измерение мензуркой (данного типа), то со взвешивания и следует начинать работу, а не наоборот, иначе результаты могут получиться не вполне совпадающие.

Работа 10-я.

Определить вес одного кубического сантиметра данного тела.

Текст работы. Получить от руководителя кусок металла или камня.

Взвесить кусок на весах.

1. Сколько граммов весит кусок? (Отв. — —).

Наполнить мензурку водой до определенной черты (точно!). Затем опустить в мензурку кусок на нитке.

2. Судя по подъему воды в мензурке, выразить объем куска в кубических сантиметрах. (Отв. — —).

3. Зная вес куска и объем куска, написать, сколько граммов весит один кубический сантиметр данного тела? (Отв. — —).

4. Во сколько раз один кубический сантиметр данного тела тяжелее одного кубического сантиметра воды? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Куски тел, нужных для работы, следует заготовить такого размера, чтобы свободно входили в мензурку (в 100 куб. сант.). (См. инвентарь № 33).

Приводим для справок точные удельные веса некоторых металлов, применимых в обиходе школьной лаборатории (по данным Erdmann-Köthner'a):

железо	7,8
медь красная	8,9
медь желтая	8,1—8,6
цинк	6,9
свинец	11,3
олово	7,3
серебро	10,5

Понятие об удельном весе не принадлежит к числу понятий, легко усваиваемых детьми младшего возраста. По почину К. П. Ягодовского и др., мы, вместо понятия об удельном весе, вводим понятие о весе одного кубического сантиметра данного тела. Ребенку гораздо легче уяснить себе, что один куб. сант. меди весит 9 граммов, чем осмыслить выражение: удельный вес меди равен 9.

З Е М Л Я.

Работа 11-я.

Определить, песок или глина лучше пропускают воду *).

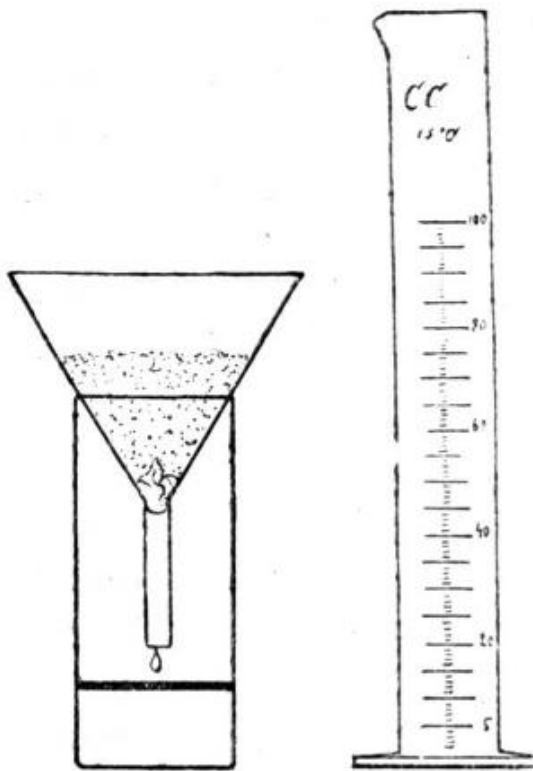


Рис. 12.

Текст работы. Отмерить мензуркой 50 куб. сант. сухого мелкого песка.

Всыпать песок в воронку; чтобы он не высыпался через отверстие, раньше положить в воронку маленький клочок ваты.

Вставить воронку в стакан. Вылить на песок 50 куб. сантиметров воды. Заметить время по часам.

Ждать, пока вода перестанет капать.

1. Сколько нужно времени, чтобы вода вся прошла сквозь песок? (Отв. — —).

Сделать тот же самый опыт с тем же количеством сухой толченой глины.

2. Пройдет ли вода сквозь глину в течение того же времени, как через песок? (Отв. — —).

3. Пройдет ли вода сквозь глину, если оставить прибор до конца урока? (Отв. — —).

* По А. Я. Герду (1883) и Л. Н. Никонову (1900) с изменениями.

4. Песок или глина лучше пропускают воду?
(Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Работа уясняет детям различное отношение песка и глины к воде. Песок хорошо пропускает воду, глина чрезвычайно медленно.

Материалы для работы: сухой, мелкий, хорошо просеянный песок и сухая толченая просеянная глина. Глину дети могут растереть в ступках сами. Однако, эта задача в руках детей является настолько мешкотной и шумной, что ее едва ли стоит вводить в работу. Кроме того, она требует особого набора фарфоровых ступок. Все это заставляет нас заготовлять для работы запас уже растертой глины, которую дети отмеривают сами.

Советуем всыпать песок и глину в воронку без бумажного фильтра, закрывая внутреннее отверстие воронки небольшим клочком гигроскопической ваты. Опыт показывает, что бумажный фильтр весьма значительно ускоряет проникновение влаги через глину (по ткани бумаги), и результаты получаются неправильные. Разумеется, клочки ваты для песка и глины должны быть одинаковой величины и таких размеров, чтобы только не позволяли сыпучему телу уйти через трубку воронки.

Песок пропустит данное количество воды в течение 1—3 минут (в зависимости от крупности зерна), удерживая около 20 куб. сант. воды. Через глину вода проникает в течение 3—5 часов, причем глина удерживает около 35 куб. сант. воды.

При отмеривании песка и глины мензуркой, надо наблюдать, чтобы дети не насыпали этих тел в мокрые мензурки, к стенкам которых песок и глина могут прилипнуть.

Работа 12-я.

Отделить песок от глины.

Текст работы. Отвесить 50 граммов смеси песка с глиной.

Всыпать смесь в стакан, налить в стакан воды, помешать

палочкой, а потом, повременив несколько секунд, мутную воду осторожно слить.

1. Что уходит с водой? (Отв. — —).

2. Что остается на дне стакана? (Отв. — —).

Повторять это до тех пор, пока вода не станет сливаться прозрачной. Сливать воду надо медленно, чтобы не потерять песка.

3. Какими свойствами песка и какими свойствами глины мы воспользовались, чтобы их отделить? (Отв. — —).

Отмытый песок выложить аккуратно на листок бумаги и оставить сохнуть до другого занятия. Когда песок вполне высохнет, взвесить его.

4. Сколько было песка в смеси? (Отв. — —).

5. Сколько было глины в смеси? (Отв. — —).

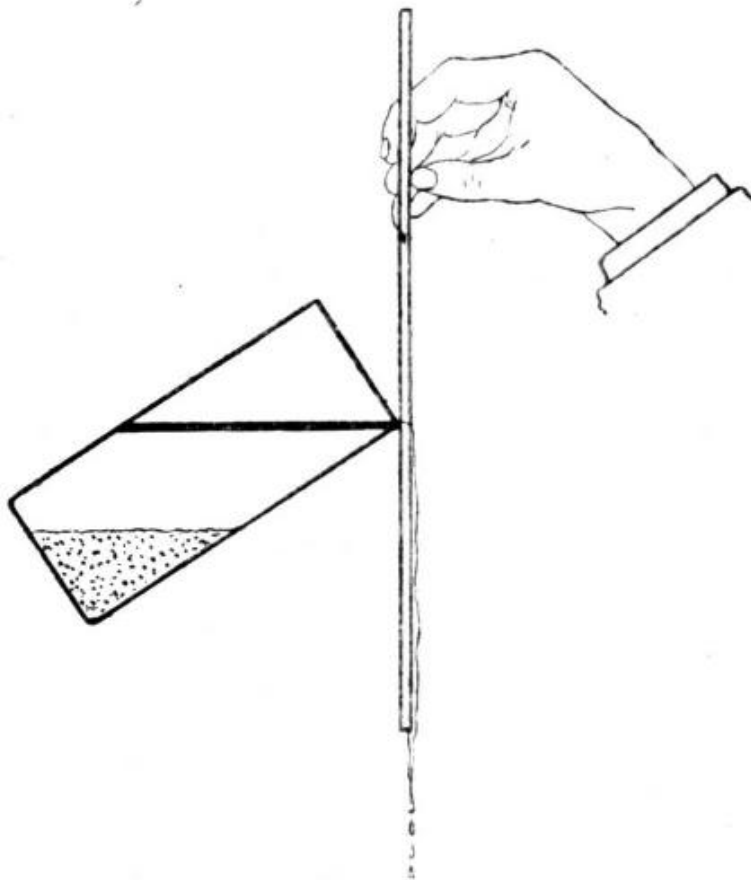


Рис. 13. Сливание воды по палочке.

Пояснения для руководителя. Смесь песка с сухой толченой глиной готовится заранее (по весу). Состав смеси, конечно, не должен быть известен учащимся до опыта. Чтобы смесь отмучивалась легче, не следует брать много глины. Я, например, пользуюсь смесями: 1) из четырех частей песка и одной части глины; 2) из трех частей песка и двух частей глины.

Песок для смеси следует брать не слишком мелкий, хорошо промытый и высушенный. При отмучивании надо следить, чтобы работающие не спешили, давая песку осесть и не теряя его при сливании воды. (Показать приемы!).

При высушивании песка надо следить, чтобы дети аккуратно выкладывали его на бумагу. Часть песка обычно остается на стенках стакана, и начисто удалить мокрый песок из стакана начинающим работникам не всегда удается. Такой стакан полезно оставить стоять рядом с выложенным на бумагу песком. Приставший к его стенкам мокрый песок через несколько дней высохнет и тогда его легко удалить.

При ответе на вопрос 3-й нет оснований (в данном возрасте) особенно углублять вопрос. Достаточно, если дети укажут на наблюдаемый ими факт: песок садится в воде быстро, глина—медленно.

Работа 13-я.

Прокаливание почвы ¹⁾.

Текст работы. Отвесить на весах 1 грамм вполне сухой почвы.

Всыпать почву в фарфоровый тигель и составить прибор, изображенный на рисунке.

Зажечь спиртовку. Прокаливать почву в тигле.

1. Изменяется ли цвет почвы при прокаливании? Как именно? (Отв. — —).

2. Чем объяснить это изменение цвета? (Отв. — —).

Прокаливание следует продолжать около получаса.

По окончании прокаливании, убрать спиртовку и дать остыть тиглю. Затем высыпать прокаленную почву в чашку весов, а на другую чашку снова положить гирьку в один грамм.

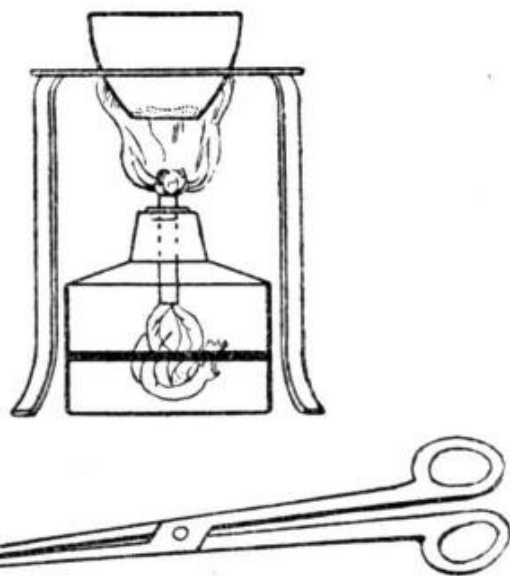


Рис. 14. Вверху—тигель на треножнике, внизу—щипцы для тигля.

¹⁾ По мысли А. Я. Герда (1869).

3. Изменился ли вес почвы после прокаливания? Как именно? (Отв. — —).

4. Как объяснить изменение веса? (Отв. — —).

Ссыпать прокаленную почву в пробирку с водой, взболтать и дать отстояться.

5. Какие составные части почвы остаются после прокаливания? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Почву для работы следует заготавливать вполне сухую (просушить предварительно в горячей печи), хорошо просеянную, достаточно богатую перегноем. Тигель рекомендуем брать фарфоровый, а не железный, так как в последнем прожигание идет дольше.

Получаса для выжигания перегноя вполне достаточно. Прокаленная почва значительно светлеет и делается серой или красноватой. Убыль в весе получается 0,1—0,2 грамма. Величина эта незначительна, и дети едва ли могут определить ее точно. Но самый факт уменьшения веса констатируется легко на обыкновенных ручных весах, а это собственно и важно.

Работа выясняет, что почва состоит из перегноя, песка и глины. Перегной—органическая составная часть почвы—сгорает при прокаливании, песок и глина остаются и обнаруживаются взбалтыванием и осаждением в воде. При взбалтывании прокаленной пробы с водой, песок и глина разделяются на два хорошо заметных слоя.

Растворимые вещества почвы при этой работе приходится, к сожалению, игнорировать, так как начинающим работникам их труднее обнаружить.

Работа 14-я.

Гашение извести ¹⁾.

Текст работы. Взять кусок негашеной извести величиною с куриное яйцо (не меньше!). Положить в чашку или на

¹⁾ По мысли А. Я. Герда (1883).

тарелку, поливать водой. Воду надо лить медленно, по каплям, чтобы не стояла на дне чашки.

1. Впитывает ли известь воду? (Отв. — —).

Ждать несколько минут, пока с известью произойдут перемены.

2. Написать, какие перемены вы заметили? (Отв. — —).

Разболтать ложку гашеной извести в стакане чистой воды.

3. Какого цвета жидкость? (Отв. — —).

Профильтровать мутную жидкость через бумажный фильтр.

4. Какого цвета жидкость теперь? (Отв. — —).

5. Какова она на вкус (попробуйте!)? (Отв. — —).

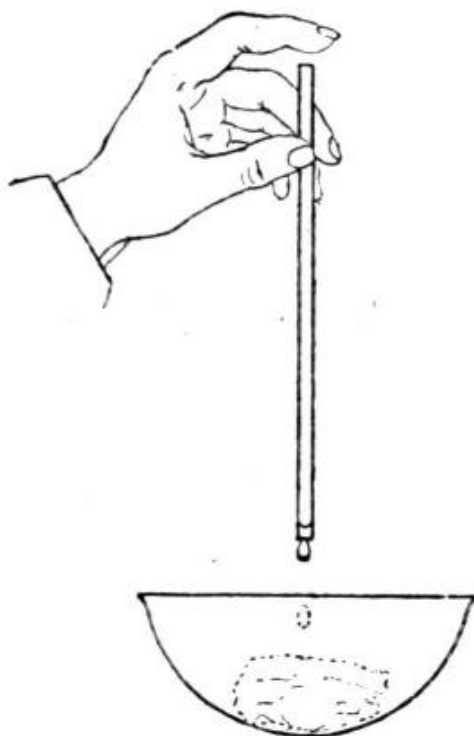


Рис. 15. Гашение извести.

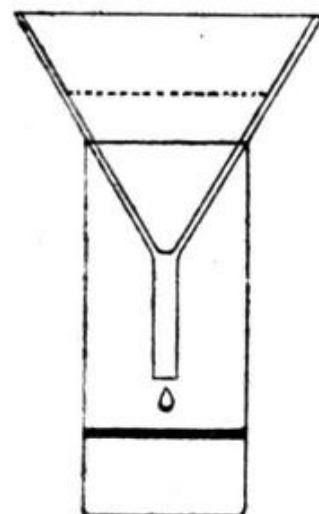


Рис. 16. Фильтрация.

Пояснения для руководителя. Для работы нужна свежая негашеная известь, наколотая кусками указанной величины. Куски меньшего размера гасятся плохо, а мелкие могут совсем не дать результата. Известь должна быть хорошего качества, иначе работа затянется или совсем не выйдет. Лучше всего брать известь жженую из мрамора (*Calcaria caustica pura e marmore*). Хранить известь надо в стеклянной банке с парафинированной или притертой пробкой. Перед работой необходимо проверить скорость гашения. Разные сорта гасятся с различной скоростью (от 2—5 до 10—20 и более минут). Чтобы работающие не волновались понапрасну („у меня ничего не выходит!..“), полезно их предупредить, что результат получится не сразу.

Часто результат не получается потому, что дети слишком обильно заливают известь водой, которая стоит в чашке „лужей“. Этого ни в каком случае нельзя делать; лить воду надо так, чтобы она вся впитывалась известью и дно чашки было сухо.

Явления гашения, обычно подмечаемые детьми: 1) известь разогревается; 2) выделяется водяной пар, иногда с шипением; 3) кусок трескается и рассыпается в порошок.

Правильно погашенный кусок должен весь превратиться в тонкий и совершенно сухой порошок—пушонку. Описанным выше образом работающие далее получают белое известковое молоко и бесцветную прозрачную известковую воду. Проба последней на вкус для здоровья отнюдь не вредна.

Относящиеся сюда вопросы имеют целью дать детям случай выяснить различие между предметами белого цвета и бесцветными: младшие школьники обычно спутывают оба эти признака.

Работа 15-я.

Сухая перегонка каменного угля ¹⁾.

Текст работы. Собрать прибор из двух пробирок, показанный на рисунке.

Насыпать в верхнюю пробирку (пол-пробирки) толченого в порошок каменного угля. Нижнюю пробирку оставить пустой. Составить прибор, укрепив нижнюю пробирку в стакане с холодной водой.

В воду полезно положить снега или льда. Пробирку можно укрепить в стакане при помощи пробочки. Спиртовку следует поместить на какую-нибудь подставку.

Нагревайте пробирку с углем на пламени спиртовки! Нагревать надо долго и сильно.

Не грейте одно и то же место, но время от времени передвигайте спиртовку, чтобы прогревалась вся пробирка!

¹⁾ Конструкция работы— по Л. Н. Никонову (1900), с небольшими изменениями.

Остерегайтесь касаться раскаленной пробирки фитилем спиртовой лампочки.

1. Что наблюдается в нижней пробирке? (Отв. — —).

Понюхайте газ, выходящий из оттянутой трубки. Попробуйте зажечь газ, выходящий из трубки, при помощи горячей лучинки.

2. Горит ли этот газ? (Отв. — —).

Когда выделение газа прекратится, убрать спиртовку, дать прибору остыть, снять верхнюю пробирку и разбить ее на листе бумаги.

3. Что осталось в ней после прокаливания? (Отв. — —).

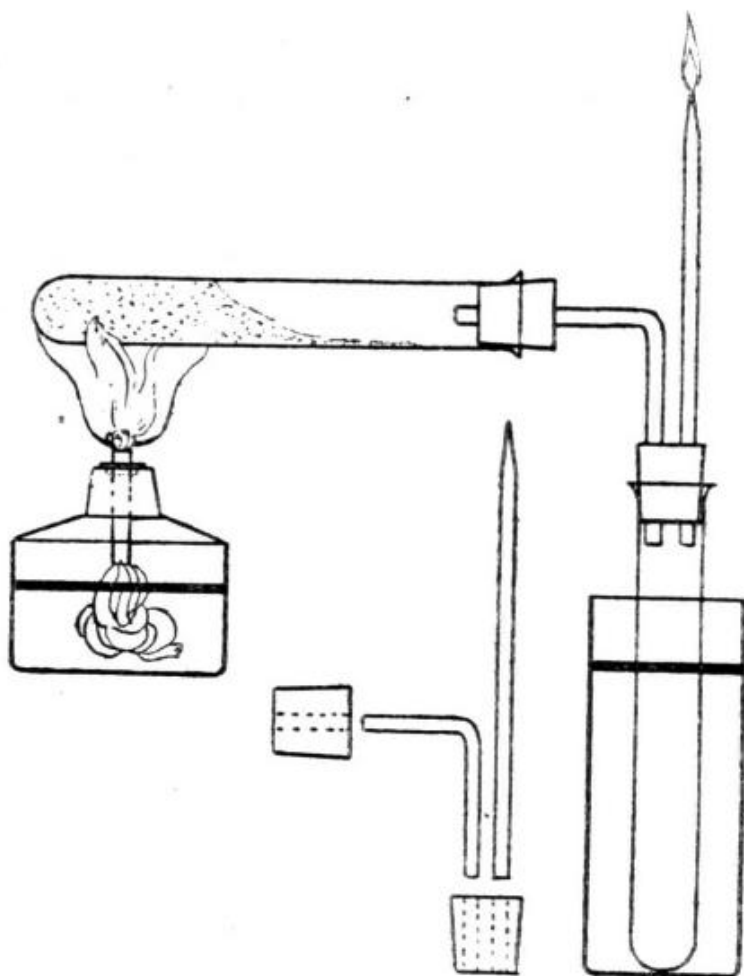


Рис. 17.

Пояснения для руководителя. Толченый каменный уголь для этой работы надо приготовить заранее, так как самостоятельное толчение угля у младших учащихся берет много времени и даже бывает не всем под силу. При перегонке жидкие продукты—каменноугольная смола и подсмольная вода скопляются в нижней пробирке, светильный газ выходит через трубку. В верхней пробирке после прокаливания остается спекшийся кусок кокса.

Не все сорта каменного угля пригодны для добывания газа. Следует брать черный уголь, именно, тот сорт его, который называется газовым (дает 15—25% светильного газа). Хуже — черный „топочный“ уголь (5—15% газа) и совершенно не годится—„антрацит“.

Работа 16-я.

Очистить грязную поваренную соль¹⁾.

Текст работы. Налить пол-стакана воды. Всыпать в воду ложку простой (кухонной) соли. Мешать деревянной палочкой.

1. Что наблюдается? (Отв. — —).

Добавлять понемногу соль, продолжая мешать.

Делать это до тех пор, пока соль перестанет растворяться.

Профильтровать раствор. Затем слить раствор в фарфоровую чашку и поставить на пламя спиртовой лампочки.

Выпарить всю воду в чашке до суха. Под конец выпаривания, когда воды останется мало, надо уменьшить пламя лампочки. Чтобы жидкость меньше брызгала, надо все время мешать ее деревянной палочкой и нагревать осторожно.

2. Куда исчезла вода? (Отв. — —).

3. Что осталось на дне чашки?

(Отв. — —).

4. Какими свойствами соли и какими свойствами ее примесей мы воспользовались, чтобы очистить ее? (Отв. — —).

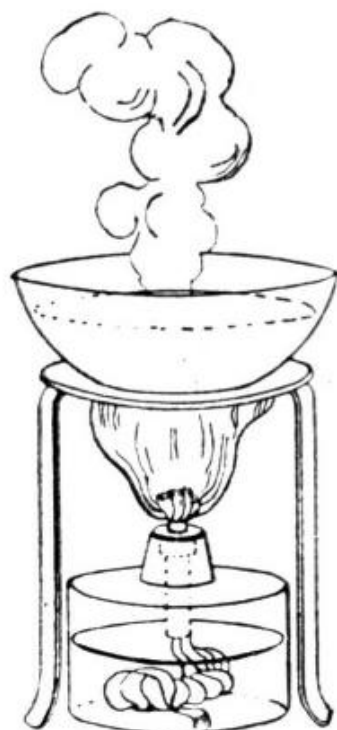


Рис. 18. Выпаривание соляного раствора.

Пояснения для руководителя. Соль очищается фильтрованием раствора и получается из раствора выпариванием. Попутно выясняется и понятие насыщенного раствора; дети определяют его, как такой, „в котором соль больше уже не растворяется“. Насыщенный раствор поваренной соли (при 18°C.) содержит на 100 весовых частей воды 36 весовых частей соли.

Чтобы процесс выпаривания прошел удачно, работающие не должны отходить от своих приборов, помешивая палоч-

¹⁾ По Н. С. Дрентельну (1903).

ками жидкость, особенно когда часть соли уже выпала на дно. Надо во-время прекратить нагревание, потушив спиртовки, в противном случае можно поджечь соль. Если полученная соль будет слегка влажной, в этом беды нет; во всяком случае это лучше, чем передержать пламя и получить соль коричневой.

Рекомендуем раздать детям для размешивания раствора деревянные палочки (лучинки), так как стеклянные при массовой работе производят слишком много шума.

Работа 17-я.

Отделить мел от соли.

Текст работы. Отвесить 20 граммов данной смеси мела с солью.

Всыпать смесь в стакан, налить в стакан воды и хорошо размешать смесь лучинкой, чтобы соль растворилась. Вылить жидкость в фильтр.

1. Что остается в фильтре? (Отв. — —).

2. Что сходит в стакан? (Отв. — —).

Когда вся вода стечет, вынуть фильтр с песком и оставить до следующего занятия, чтобы песок успел высохнуть. Когда высохнет, развернуть фильтр, снять весь мел с фильтровальной бумаги и взвесить.

3. Сколько было мела в 20 граммах смеси? (Отв. — —).

4. Сколько было соли? (Отв. — —).

5. Какими свойствами мела и соли мы воспользовались, чтобы их отделить друг от друга? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Смесь толченого мела с мелкой солью надо приготовить заранее (определенного состава). Относительное количество обеих составных частей в смеси детям не должно быть известно до опыта.

Разведенная водой смесь фильтруется весьма медленно. Поэтому всего удобнее, вылив жидкость в фильтр,

оставить весь прибор в безопасном месте до следующего занятия и делать другую работу. Фильтрат стечет вниз, а содержимое фильтра за неделю успеет высохнуть.

Для взвешивания мела надо тщательно собрать его с бумаги, что, впрочем, не трудно, так как высохший мел хорошо отстает от фильтра. Важно следить, чтобы дети не взвешивали мела, пока он еще слегка влажен, но дали ему вполне высохнуть.

Работа 18-я.

Получение кристаллов.

Текст работы. Приготовить в стакане 100 кубических сантиметров насыщенного раствора квасцов.

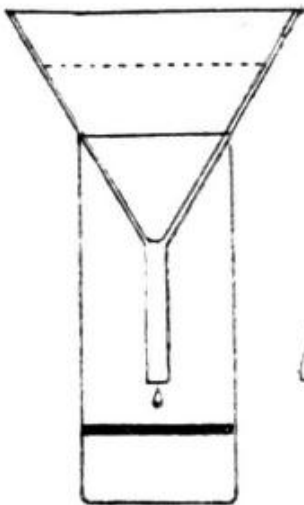


Рис. 19. Фильтрование.

Профильтровать раствор в чистую стеклянную чашку. Прикрыть бумажкой от пыли и оставить спокойно стоять на неделю.

Когда появятся кристаллы, выбрать два или три лучших. Остальные все удалить.

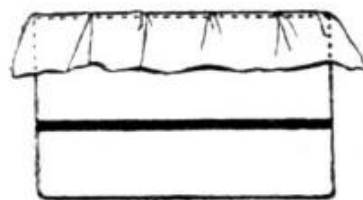


Рис. 20. Чашка для получ. кристаллов.

Выбранные положить в тот же раствор и оставить стоять еще на неделю. Это можно повторить несколько раз. Кристаллы переворачивать с боку на бок. Появляющиеся кристаллы, все, кроме выбранных, удалять. Если раствор помутнеет, профильтровать.

Когда кристаллы достаточно выросли, вынуть их и обсушить фильтровальной бумагой.

1. Сколько хороших кристаллов удалось вам получить? (Отв. — —).

2. Попробуйте нарисовать самый большой из них в тетради.

Пояснения для руководителя. Под именем кристаллов наука понимает природные многогранники с известным законо-

мерным распределением частиц. В устах младших школьников мы довольствуемся, по необходимости, упрощенным определением кристалла, которое дети могут вывести из личного опыта: „кристаллы—такие тела, у которых от природы имеются ровные площадки или грани“.

Калиевые квасцы—очень хороший материал для получения правильно образованных кристаллов. Можно также воспользоваться хромовыми квасцами или медным купоросом. Растворимость указанных соединений видна из следующих данных: 100 куб. сант. воды растворяют при насыщении (при 20°С.):

Калиевых квасцов—15,1 гр.

Хромовых квасцов—16,6 гр.

Медного купороса—24,3 гр.

Чистота раствора и защита от пыли—существенные условия успеха. Для скорейшего получения насыщенного раствора лучше давать учащимся квасцы не в кусках, но в порошке.

Приготовляя раствор, следует мешать его не стеклянными палочками, во избежание излишнего шума и звона, но лучше всего чистыми деревянными лучиночками.

Помещенное в работе требование нарисовать кристалл, конечно, по силам не всем учащимся. Но даже и не совсем удачная попытка заставит детей повнимательнее приглядеться к форме данного тела, к расположению граней. В этом смысл задания.

Работа 19-я.

Описание минералов¹⁾.

Текст работы. Получить от руководителя образец для описания.

1. Как называется этот материал?
2. Какого он цвета?

¹⁾ Работа составлена по мысли А. Я. Герда (1869 и 1883), с изменениями.

3. Блестит ли? Какой блеск: стеклянный, жирный, сахарный или металлический?

4. Какова прозрачность: прозрачный, полупрозрачный, просвечивающий, непрозрачный?

5. Какова твердость минерала? Определите по такой таблице (шкале) твердости:

№ 2—твердость ногтя;

№ 3—твердость меди;

№ 4—твердость железа;

№ 5—твердость стекла;

№ 6—твердость полевого шпата;

№ 7—твердость кварца.

6. Сколько весит один куб. сантиметр минерала?
Ответы на вопросы писать так:

Образец № 1.

Название

Цвет

Блеск

Твердость

Прозрачность

Вес одного куб. сантиметра

Образец № 2.

Название

Цвет

Блеск

Прозрачность

Твердость

Вес одного куб. сантиметра

Пояснения для руководителя. Цель работы—развитие наблюдательности: работа дает возможность учащимся более внимательно взглядеться в предметы, хотя бы поверхностно знакомые, и зафиксировать их признаки письменно.

Чтобы сделать эту работу исполнимой для младших школьников, число признаков сведено к минимуму, причем возможные признаки названы в самом тексте работы. Такие признаки, как излом, спайность, кристаллическая форма, химический состав—опущены. В возрасте, с которым мы имеем дело, важно не заучивание минералогических характеристик, но толчек к самостоятельному наблюдению простейших фактов.

Нужные для работы минералы выдаются учащимся в образцах такого размера, чтобы свободно входили в мензурку (при определении удельного веса). Желательно иметь много образцов каждого минерала, в отдельных коробках с соответствующими надписями. Коробки могут быть поставлены на стол общего пользования в определенном порядке, с таким расчетом, чтобы работающие самостоятельно брали образцы и, по миновании надобности, клали их обратно, переходя от одной коробки к следующей и т. д. Такая система избавляет руководителя от необходимости тратить время на „выдавание“ образцов.

Число минералов, подлежащих описанию, зависит от времени, которое можно затратить на данную работу. Желательно выложить для описания типичные минералы и горные породы, из числа пройденных в классе, чтобы вполне запечатлеть их в памяти детей. Можно взять, например, следующие образцы:

1. Каменная соль.
2. Каменный уголь.
3. Кварц.
4. Полевой шпат.
5. Грубый известняк.
6. Известковый шпат.
7. Красный и бурый железняки.
8. Пирит.
9. Малахит.
10. Свинцовый блеск, и т. д.

Для определения твердости проще, дешевле и удобнее брать не шкалу Мооса, но указанный выше набор. В № 1-ом нет надобности, т. к. все минералы, взятые для описания, тверже талька; для № 2-го дети пользуются собственными ногтями; таким образом, шкала составляется лишь из пластинок меди, железа (листы этих металлов режутся на части), оконного стекла и кусков кварца и полевого шпата. Каждый набор укладывается в ящичек, который обслуживает нескольких учащихся. (См. инвентарь № 37).

Определение веса одного куб. сант. данного тела—см. работу 10-ю.

Работа 20-я.

Сравнить теплопроводность стекла и металла.

Текст работы. Взять две палочки одинаковой длины и толщины: одну железную, другую стеклянную.

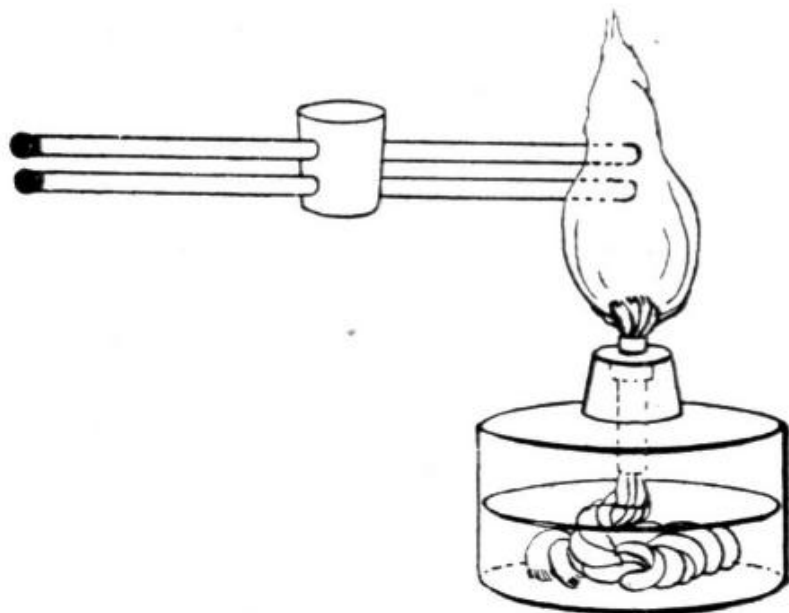


Рис. 21.

Высверлить в пробке два отверстия и вставить туда обе палочки рядом, как показано на рисунке. Налепить на обе палочки одинаковые восковые шарики, как показано на рисунке.

Нагревать обе палочки с одного конца на пламени спиртовки, держа за пробку. Держать на огне 10 минут.

1. Отпал ли воск от железной палочки? (Отв. — —).
2. Отпал ли воск от стеклянной палочки? (Отв. — —).
3. Что лучше проводит тепло: металл или стекло? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Нужные для работы палочки: длина — 3 вершка, толщина — 5 миллим. Заметим, что толщина палочек должна быть согласована с принятым в школьной лаборатории диаметром пробочных сверл. Двух фунтов железной проволоки (5 мм.) хватит на изготовление 30 шт. палочек указанного размера.

Пробка служит лишь держалкой, чтобы не обжечь руку и нагревать обе палочки ровно. Шарик воска отпадает от железной палочки через 5--7 минут. От стеклянной палочки (данной длины) воск, разумеется, не отпадет вовсе, сколько бы работающие не нагревали противоположный конец. Можно

обойтись и без пробки, обернув обе палочки посредине полоской толстой бумаги.

Чтобы работа удалась, надо следить, чтобы работающие держали в пламени, именно, концы обеих палочек, выпущенные на равную длину. Кроме того, необходимо предупредить детей, чтобы скатывали восковые шарики одинаковой величины и прилепляли бы воск к плоскости поперечного отреза палочек, а не насаживали воск на конец палочки на подобие шляпки или наперстка, как это иногда они делают.

Работа 21-я.

Сравнить теплопроводность меди и железа.

Текст работы. Взять две палочки, одинаковой длины и толщины: одну медную, другую железную.

Просверлить в пробке два отверстия и вставить обе палочки в пробку, как показано на рисунке 21.

Налепить на обе палочки одинаковые кусочки воска. Держа за пробку, нагревать свободные концы палочек на пламени спиртовой лампы.

1. Через сколько минут отпадет воск от медной палочки? (Отв. — —).

2. Через сколько минут отпадет воск от железной палочки? (Отв. — —).

3. Как объяснить разницу? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Размеры палочек: длина—3 вершка, толщина—5 миллим. Изготавливают, разрезая на куски толстую проволоку. Диаметр палочек должен быть вообще согласован с диаметром употребляемых при работах пробочных сверл (срав. раб. 20). Из двух фунтов железной проволоки (5 мм.) и 2½ ф. медной можно нарезать по 30 штук палочек указанной длины.

Воск отпадает от палочек данного размера при нагревании спиртовкой: от медной: через 1—2 минуты; от железной: через 5—7 минут.

Работа 22-я.

Сталь, ее свойства ¹⁾.

Текст работы. Взять две стальных иголки. Первую иголку слегка сгибать в пальцах. Гнется ли? Выпрямляется ли, если отпустить? Согнуть иголку сильнее, чтобы сломалась.

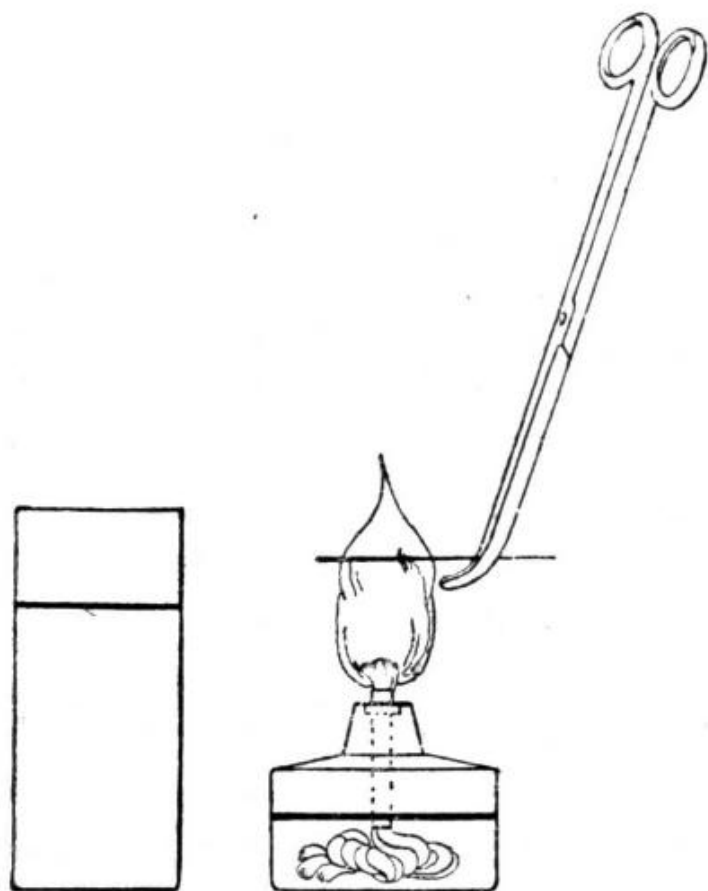


Рис. 22.

1. Какие свойства стали видны из этих проб? (Отв. — —).

Отжечь вторую иголку. Для этого надо нагревать ее до ярко-красного каления на пламени спиртовой лампочки и дать остыть на воздухе. Попробовать гнуть и ломать иголку.

2. Как изменились свойства стали после отжига (отпуска)? (Отв. — —).

Закалить отожженную иглу. Для этого надо вновь нагреть ее до ярко-красного каления и быстро охладить, сбросив в воду.

Снова попробовать гнуть и ломать иглу.

3. Как изменились свойства стали после закалки? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Сталь упруга и хрупка. Отожженная сталь делается более мягкой и пластичной. Закаленная—опять становится твердой и хрупкой.

Для работы нужен запас стальных швейных иглонок, средней толщины (напр., № 5 или 6). Нагревание можно производить и на свече. Вместо щипцов можно

¹⁾ По мысли А. Я. Герда (1883).

воткнуть иголку в пробку и нагревать, держа за пробку. Работа очень пригодна для проведения командным способом. Кроме того, она может быть предложена учащимся и в качестве домашней работы.

Работа 23-я.

Приготовление сплава: отливка ¹⁾.

Текст работы. Отвесить: олова — 10 граммов, свинца — 5 граммов.

Положить олово и свинец вместе в один тигель. Поставить тигель на треножник, нагревать на спиртовке. Мешать стеклянной палочкой.

1. Что наблюдается? (Отв. — —).
2. Что раньше плавится, олово или свинец? (Отв. — —).
3. Смешиваются ли оба металла вместе? (Отв. — —).

Как только металл расплавится, немедленно погасить спиртовку. Жидкий металл надо вылить в формочку. Формочку получить от руководителя.

По остывании металла разломать формочку и вынуть слиток.

4. Что мы называем „сплавом“? (Отв. — —).

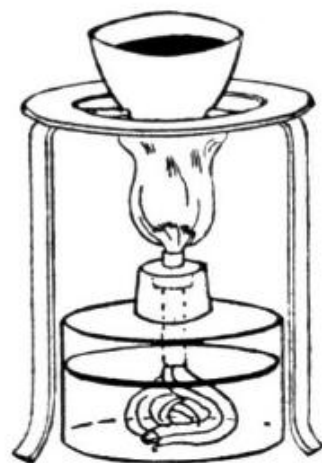


Рис. 23. Плавление в тигле.

Пояснения для руководителя. Нужные для работы металлы надо выдавать в мелких кусках, чтобы удобно было отвесить. Олово выдается зерненное (расплавить продажное олово и вылить его в воду над прутьями веника). Свинец выдается в виде дроби, или листовой — стриженный на части.

Сплав из двух частей олова и одной части свинца, изготовляемый в работе, действительно, употребляется на практике для пайки металлов и скрепления водопроводных труб. В технике его называют „третником“. Температура пла-

¹⁾ По мысли Я. П. Ковальского (1901).

вления третника ниже температуры его составных частей— около 185°C ; (свинец плавится при 327°C , олово при 232°C); кроме того, сплав тверже олова.



Рис. 24. Выливание в форму.

Формочки для отливки (различной формы) учащиеся получают готовыми. Руководитель заготавливает их в нужном количестве из гипса. Еще проще изготовить формочки из картона или из бумаги. Из картона можно склеить небольшие коробочки четырехугольной формы. Из писчей бумаги не трудно заготовить цилиндрики, навив для этого смазанную клеем бумажную полосу на потребного диаметра стеклянную трубку. Затем бумажная трубка нарезается на части; каждый бумажный цилиндрик можно закупорить с одного конца пробкой, которая вместе с тем будет служить и подставкой для формочки.

Температура сплава так низка, что бумага почти не обугливается. Конечно, надо следить, чтобы дети не перегревали сплав, для чего рекомендуется немедленно гасить спиртовки, как только расплавятся последние кусочки свинца.

В О З Д У Х.

Работа 24-я.

Фонтан из колбы ¹⁾.

Текст работы. Собрать прибор, как показано на рисунке. Позаботьтесь, чтобы пробка хорошо подходила к колбе! На сво-

¹⁾ Конструкция работы — по Кононову - Николаевскому - Ягодовскому (1913), с небольшими изменениями.

бодный конец трубки наденьте резиновую смычку со стеклянным наконечником (сделать из оттянутой трубки). Налить в колбу немного воды. Плотно закрыть колбу пробкой.

Взять наконечник в рот и с силой вдуть воздух в колбу (действуйте мускулами щек!). Не отнимая рта и не переставая дуть, зажать пальцами резиновую смычку.

1. Чем воздух в колбе отличается от наружного воздуха? (Отв. — —).

2. Что наблюдается, если разжать резиновую смычку? (Отв. — —).

3. Как объяснить появление фонтана? (Отв. — —).

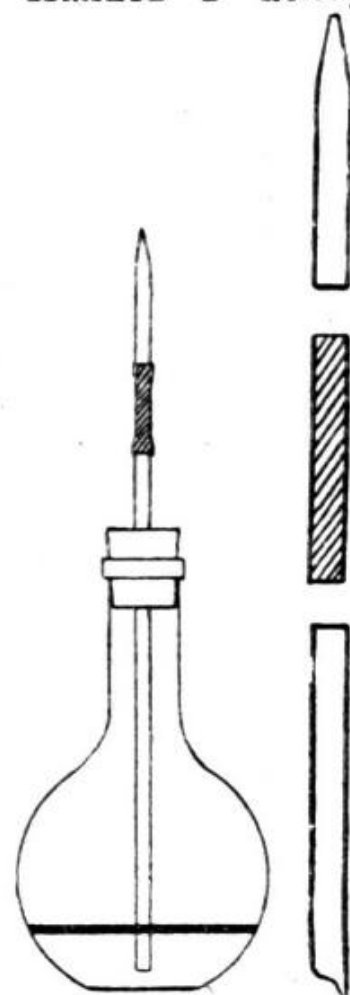


Рис. 25.

Пояснения для руководителя. Опыт демонстрирует сжимаемость и упругость воздуха. Воздух в колбе сжат дыхательным усилием. Появление фонтана объясняется упругостью сжатого воздуха, который давит на воду в колбе и выгоняет ее в виде фонтана.

Опыт удастся только в том случае, если прибор хорошо „держит“. Фонтан бьет, иногда, на высоту полуаршина и более.

Вместо корковых можно выдавать для работы каучуковые пробки с готовым отверстием. Вдувание воздуха в колбу удастся начинающим без особого труда. Наконечник, который придется брать в рот, должен быть оплавлен и не слишком заострен, во избежание поранения губ.

Как и опыт с воздушным пистолетом (срав. раб. 26) работа эта может повести к ряду соблазнов: например, испробовать действие фонтана, облив товарища. Во избежание всяких недоразумений я, до появления фонтанов, ука-

зывают, что их можно пускать только над раковиной или иным большим сосудом, определяя „законное“ направление струй.

Работа 25-я.

Фонтан внутри колбы.

Текст работы. Собрать прибор, показанный на рисунке. Колба плотно запирается пробкой; через пробку пропущена трубка с оттянутым концом. На свободный конец трубки надеть кусок резиновой трубки.

Высасывайте воздух из колбы через трубку насколько возможно сильнее. Не отнимая прибора от рта, зажмите пальцами резиновый наконечник.

Опустите конец трубки в стакан с водой и тогда разожмите пальцы.

1. Что происходит? (Отв. — —).
2. Как объяснить появление фонтана? (Отв. — —).

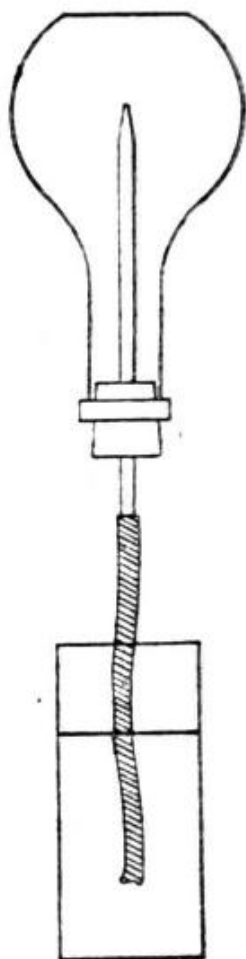


Рис. 26.

Пояснения для руководителя. Для успеха опыта необходимо, чтобы прибор „держал“. Поэтому для ускорения дела и здесь возможна замена корковых пробок каучуковыми, с готовым уже отверстием.

Чтобы фонтан внутри колбы бил достаточно долгое время, надо выставить оттянутый конец трубки выше горла колбы так, чтобы он пришелся в ее шаровидной части.

Фонтан образуется благодаря давлению наружного воздуха на поверхность воды в стакане, в то время, как воздух внутри колбы разрежен и давление его меньше наружного.

Работа 26-я.

Воздушный пистолет ¹⁾.

Текст работы. Для опыта нужна широкая стеклянная трубка и деревянная палочка, вершка на два длиннее трубки. Палочка должна свободно входить в трубку.

Отрежьте ломтик сырого картофеля или репы, толщиной в палец. Положите ломтик на стол, вдавите в него стоймя конец трубки. Продвиньте палочкой картофельную пробку до середины трубки. Вдавите вторую картофельную пробку в свободный конец трубки.

Теперь быстрым ударом по палочке протолкните среднюю пробку дальше по трубке, чтобы пистолет выстрелил.

1. Объясните, почему происходит выстрел из воздушного пистолета? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Опыт с пистолетом весьма поучителен, так как отлично демонстрирует сжимаемость воздуха и упругость сжатого воздуха, который выбрасывает пробку.

Нужная для опыта трубка: длина $\frac{1}{2}$ арш., диаметр 10—12 милл. (№ 11 или 12 по Ритингу). К трубке подогнана

деревянная палочка, толщиной с карандаш, длиной 10 верш. И трубки, и палочки заготавливаются в потребном числе до работы. Вместо картофеля можно взять сырую репу или брюкву.

Рис. 27.

¹⁾ По А. Я. Герду (1883), с изменениями.

При неумелой постановке, в особенности, если руководитель недостаточно владеет классом, работа эта может повести к некоторым нарушениям порядка. Картофельные пули могут полететь, куда не следует; в особенности соблазнительной мишенью являются фигуры товарищей. Руководитель может заранее ограничить право каждого известным числом выстрелов, а главное—указать определенную и обязательную для всех мишень. Я, обыкновенно, указываю на раскрытый вытяжной шкаф или какой-нибудь ящик, положенный для этой цели на бок. Это имеет то удобство, что картофельные пули там и остаются, следовательно, не разбрасываются по помещению, где могут быть раздавлены и загрязнять пол.

Работа 27-я.

Всасывающий насос.

Текст работы. Для опыта нужны две трубки—толстая и тонкая. Тонкая на два вершка длиннее толстой и свободно в нее входит. Толстая будет цилиндром насоса, из тонкой—сделаем поршень.

Надеть на конец тонкой трубки короткий отрезок резиновой трубочки. Резину сверху обернуть полоской марли. Марли надо взять столько, чтобы поршень как раз входил в цилиндр, но свободно в нем двигался. Смочить марлевый поршень водой. На верхний конец трубки поршня надеть длинную резиновую трубку.

Собрать прибор, как показано на рисунке. Опустить насос в чашку с водой. Вытягивать поршень кверху.

1. Идет ли вода за поршнем, если не зажимать резиновую трубку? (Отв. — —).

2. Идет ли вода за поршнем, если зажимать резиновую трубку пальцами? (Отв. — —).

3. Объясните, почему вода идет за поршнем? (Отв. — —).

Перекачайте воду из нижнего сосуда в верхний, как показано на рисунке. Взамен верхнего клапана—зажимайте ре-

зиновую трубку пальцами. Взамен нижнего клапана — положите на дно чашки плоскую рисовальную резинку; прижимая насос к резинке, можно запирать его снизу.

Когда каким клапаном надо действовать — догадайтесь сами!

Работу удобнее делать вдвоем.

Пояснения для руководителя

Опыт выясняет значение давления воздуха при работе насоса. Если воздух проникает снаружи в цилиндр насоса (через полый поршень), вода не идет за поршнем. Если же цилиндр закрыт сверху, то вода идет за поршнем: атмосферное давление на поверхность воды в чашке вгоняет воду в цилиндр.

В работе описана составленная мною простейшая модель насоса: из двух стеклянных трубок без клапанов. Трубки для насоса: 1) более толстая: диаметр 10—12 милл., длина $\frac{1}{2}$ аршина (трубка та же, что в работе 26); 2) более тонкая: длина 10 вершков, диаметр 5 милл. (№ 5 по Ритингу — т. е. обычный калибр трубок, принятых во всех работах). Марля дается работающим в виде бинта $1\frac{1}{2}$ —2 сантиметра шириною.

При наворачивании марли можно обойтись и без ниток, так как смоченная марля отлично держится на резиновой трубке.

Так как поршень сделан из полый трубки, то, само собою разумеется, что насос будет тянуть воду только в том случае, если зажать пальцами каучуковую Smyчку, надетую на

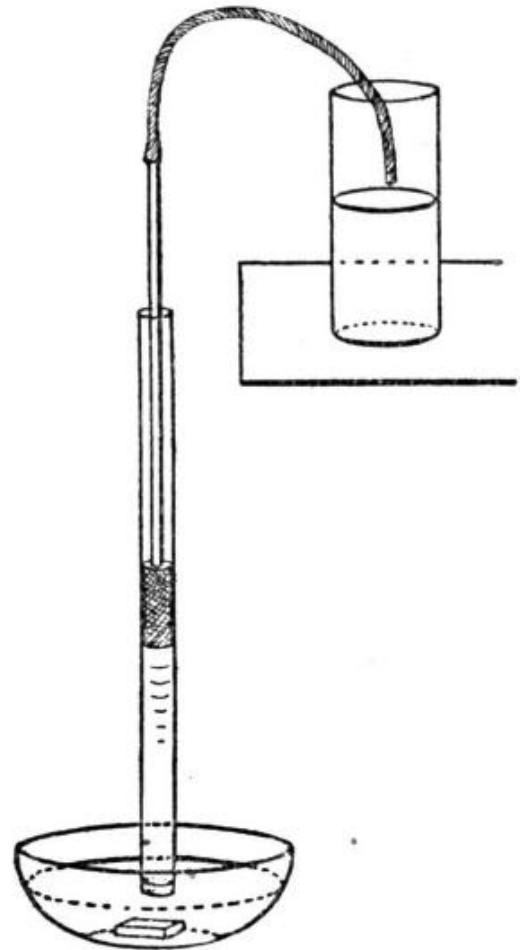


Рис. 28.

ручку поршня. Напротив того, если закрыть резинкой нижнее отверстие цилиндра и опускать поршень, освободив смычку, вода будет подниматься вверх и выливаться через смычку поршня. Одному делать эту операцию не особенно удобно, почему и рекомендуется давать эту работу на двоих.

Работа 28-я.

Изменение воздуха при нагревании и охлаждении ¹⁾.

Текст работы. Собрать прибор, как показано на рисунке. Поместить колбу в чашку с водой, а конец трубки опустить в стакан с водой. Нагревать чашку на спиртовке.

1. Что наблюдается в стакане? (Отв. — —).

2. Как объяснить это явление? (Отв. — —).

Когда вода в чашке сильно нагреется, вынуть колбу из чашки, но конец трубки оставить в стакане с водой.

3. Что наблюдается при остывании колбы? (Отв. — —).

4. Как объяснить это явление? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. При нагревании колбы часть воздуха, в ней заключенного, выходит по трубке через воду пузырьками. Происходит это потому, что при нагревании упругость воздуха увеличивается, давление возрастает, делается больше атмосферного, и воздух стремится в сторону меньшего давления, т. е. выходит из колбы. Объяснение это слишком сложно для изучающих начальный курс природоведения. Поэтому, в согласии с мнениями целого ряда методистов, работавших над курсом неживой природы (покойный А. Я. Герд, Л. Н. Никонов, К. П. Ягодковский и др.), я вполне допускаю в устах детей младшего возраста

¹⁾ По мысли А. Я. Герда (1883).

такое объяснение: воздух расширяется при нагревании и сжимается при охлаждении. Это объяснение не вполне точно, так как газ стремится, как известно, занять все пространство сосуда и не может изменять объема, как жидкое или твердое тело: изменяется упругость. Припоминаю, что это упрощенное объяснение не раз огорчало ученых рецензентов школьных учебников. Тем не менее приходится признать, что в курсе начального природоведения некоторая огрубленность и условность объяснений в отдельных случаях неизбежна.

Итак, по моему мнению, дети могут писать объяснение вроде следующего: „от нагревания воздух в колбе расширился и выходит пузырьками“.

При остывании колбы происходит явление, всегда удивляющее детей, как некоторая неожиданность: вода из стакана устремляется по трубке в колбу. Объяснение: воду гонит давление наружного воздуха, так как внутри колбы воздух разрежен и давление его слабее.

Чтобы опыт удался, прибор должен удовлетворительно „держаться“. Корковые пробки могут быть заменены каучуковыми.

Колбу необходимо нагревать на водяной бане, а не прямо на спиртовке (что упростило бы опыт), потому что перегретая колба легко лопается, когда прибор, при остывании, начнет натягивать воду из стакана.

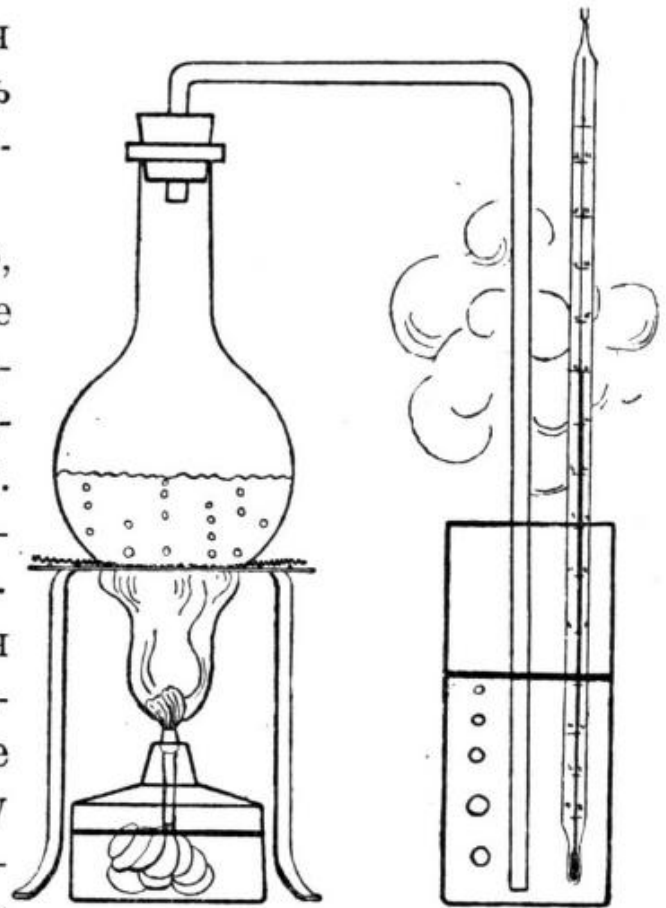


Рис. 29.

Работа 29-я.

Изменение воздуха от теплоты руки.

Текст работы. Собрать прибор, как показано на рисунке.

Втянуть в колено трубки (можно ртом) немного подкрашенной воды, и плотно вставить пробку в пробирку. Опустить пробирку в стакан с холодной водой.

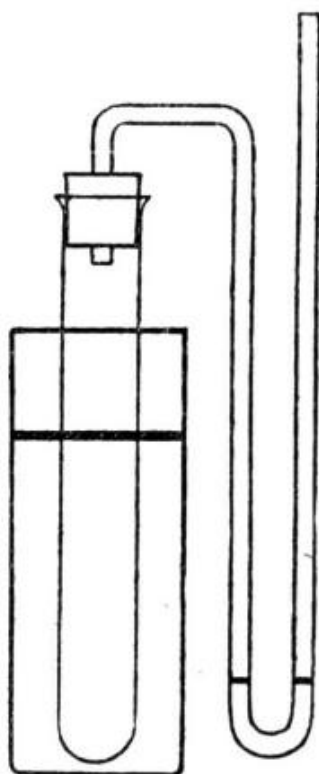


Рис. 30.

1. Изменяется ли положение водяного столбика в трубке? Как? (Отв. — —).

Через несколько минут вынуть пробирку и согреть ее, зажав в руке.

2. Как изменяется положение водяного столбика в трубке, если держать пробирку в руке? (Отв. — —).

3. Как изменяется воздух при нагревании и охлаждении? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Опыт показывает, что при нагревании упругость воздуха в пробирке возрастает, при охлаждении, наоборот, уменьшается. Как и в предыдущей работе, здесь вполне допустимо в устах детей такое объяснение: при нагревании воздух в пробирке расширяется, при охлаждении сжимается (срав. стр. 85).

Чтобы опыт удался, нужно чтобы прибор хорошо „держал“. Если возраст работающих или количество времени не позволяют заняться должной подгонкой корковых пробок, можно выдать детям каучуковые пробки нужного размера.

Подкрашенную воду заготавливают заранее (впрочем, можно обойтись и без нее). Подкрашивать воду надо растительными красками, либо флуоресцином, но ни в каком случае не анилиновыми красками, которые пачкают пальцы и красят посуду даже в сравнительно слабых растворах.

Работа 30-я.

Определить, имеет ли воздух вес ¹⁾.

Текст работы. Для опыта нужна чистая сухая колба с хорошо пригнанной резиновой пробкой.

Взвесить колбу вместе с пробкой на весах.

1. Напишите, какой вес (в граммах и дециграммах)? (Отв. — —).

Вынуть пробку и нагревать открытую колбу на пламени спиртовой лампы. Вращать колбу на огне! Затем плотно закупорить горячую колбу пробкой и дать ей остыть. Когда остынет, не открывая пробки, вторично взвесить на весах.

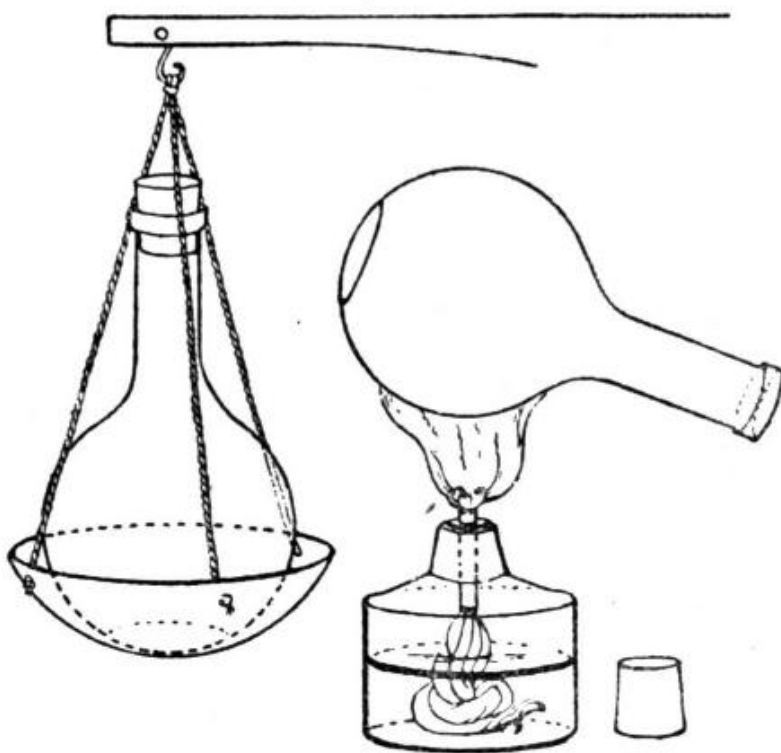


Рис. 31.

2. Сколько весит колба после нагревания? (Отв. — —).

3. Тяжелее или легче стала колба и насколько? (Отв. — —).

4. Почему изменился вес колбы? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Это—простейший способ показать весомость воздуха (без насоса).

Для опыта пригодна колба емкостью в 250—300 куб. сантиметров, т. е. того же размера, что и во всех прочих работах. Пробки нужны каучуковые, хорошо подогнанные к колбам; чтобы пробки не терялись и не перепутывались, их можно прикрепить к колбам при помощи креп-

¹⁾ По Н. С. Дрентельну, с изменениями.

кой нитки или шнурка. Успех опыта зависит от аккуратного взвешивания и правильного прогревания колбы.

Руководителю во время этой работы придется очень внимательно следить не только за ходом взвешивания, но и за тем, чтобы дети во-время закрывали колбы, не давая им остывать, и не начали бы нагревать сосуды, не вынув из горла пробки (такие случаи редки, но возможны).

Достаточно прогреть колбу, держа ее горло в руках и вращая в пламени, минут пять. Малая теплопроводность стекла позволяет это делать без всякой опасности ожога. Если взять колбу принятого нами для всех работ размера (250 куб. сант.), то дети получают разницу в весе около 0,2 грамма, что легко обнаруживается обыкновенными ручными аптечными весами.

Для справок: литр воздуха при комнатной температуре весит 1,2 грамма. Вес всего воздуха, заключенного в колбе емкостью 250 куб. сант.,—0,3 грамма.

Работа 31-я.

Получение кислорода, его свойства.

Текст работы. Собрать из пробирки и изогнутой трубки прибор, показанный на рисунке.

Получить от руководителя порцию порошка для добывания кислорода. Высыпать порошок в пробирку, наладить прибор. Свободный конец трубки опустить в чашку с водой и на-

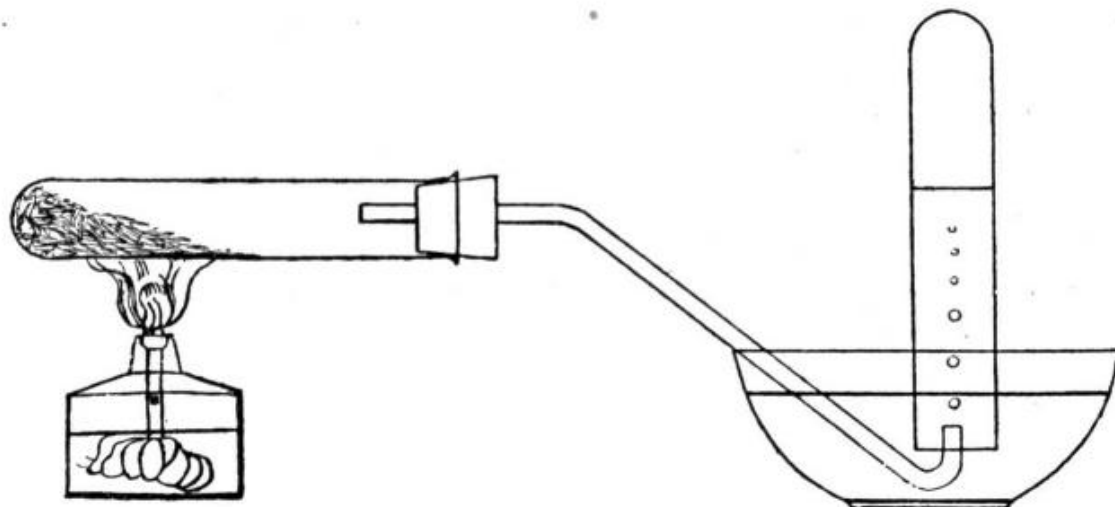


Рис. 32.

деть на него опрокинутую пробирку, тоже наполненную водой. Осторожно нагревать порошок в пробирке на спиртовой лампочке.

1. Что наблюдается? (Отв. — —).

Когда вся пробирка наполнилась газом, перевернуть ее и опустить в нее тлеющую лучинку.

2. Горит ли лучинка? (Отв. — —).

Соберите еще газа в пробирку и повторите опыт несколько раз. Его удобнее делать вдвоем.

3. Какие свойства кислорода видны из этого опыта? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Смесь для добывания кислорода, обычно употребляемая: на три ложки сухой порошкообразной бертолетовой соли одну ложку перекиси марганца; смешать лучинкой или роговой ложкой на бумаге; не тереть в ступке; материалы выписывать химически чистые; остерегаться попадания в смесь кусочков пробки, бумаги и т. п.; испытать смесь перед выдачей учащимся: доброкачественная должна разлагаться спокойно, без вспышек.

Несмотря на всеобщее употребление и указания на совершенную безопасность этой смеси со стороны специалистов по лабораторной технике (см., напр., В. Н. Верховский. Техника постановки химических опытов. СПб. 1911, стр. 375), целесообразность ее в последнее время в школьных лабораториях несколько заподозрена.

Дело в том, что, несмотря на все предосторожности, доброкачественная, повидимому, смесь все же дает (правда, очень редко) взрывы. Один из таких случаев, окончившийся очень печально¹⁾, получил широкую огласку, и с той

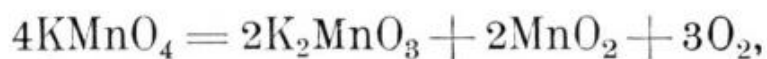
¹⁾ Он описан в 12 выпуске „Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht“—за 1913 г. Взрыв произошел при добывании кислорода на уроке в женской школе в Дармштате, в 1913 г. Реторту взорвало, ранило учителя и нескольких учениц, причем одна из них, раненая в горло, через несколько дней умерла.

поры описанная смесь подверглась гонению. Из препаратов, предложенных взамен, особенного внимания заслуживает марганцово-кислый калий, который, при незначительном нагревании, спокойно разлагается, выделяя кислород¹⁾. Опыт совершенно безопасный. Я проверил применимость этого препарата на практике, в руках детей, и пришел к выводу о безусловной желательности такой замены.

Для опыта нужен химически-чистый марганцово-кислый калий (*Kalium hypermanganicum purissimum pro analysi*), который можно достать в аптеке. Препарат следует растереть в фарфоровой ступке в порошок и смешать с сухим мелким речным песком, предварительно промытым и прокаленным: на 2 ложки марганцово-кислого калия — одну ложку песка. В этом виде смесь и выдается на руки детям под названием „порошка для добывания кислорода“, как она названа в тексте работы. Объяснять ли детям состав данной смеси или нет — зависит от взгляда руководителя.

Можно было бы употреблять в дело препарат прямо в мелких кристаллах, но тогда при разложении соли в пробирке слышен легкий треск, происходящий от распада кристаллов. Хотя этот треск совершенно безопасен, но все же он может беспокоить работающих. Подбавляя песок, мы несколько тормозим реакцию и делаем ее более спокойной, причем получающийся в пробирке порошкообразный остаток меньше пылит.

Разложение идет, повидимому, так:



причем в пробирке остается черный порошок, содержащий перекись марганца.

¹⁾ Препарат этот до сих пор не применялся для данной цели, и руководства практической химии почти не даю на него указаний. Причина та, что способ этот менее выгоден, чем обычный. Само собою понятно, что для добывания больших количеств кислорода он мало удобен, но в школьной лаборатории вполне применим. 50 граммов KMnO_4 дают около 4,6 литров газа.

Количество смеси на одну пробирку при данной работе — не более $\frac{1}{2}$ чайной ложки. Этого вполне достаточно, чтобы наполнить кислородом 2 — 3 пробирки ¹⁾.

Для простоты работу можно делать без штатива, держа прибор в руках. Нужно следить, чтобы дети, после прекращения нагревания, тотчас вынимали бы газоотводную трубку из воды: в противном случае прибор натянет воду при остывании.

Опыт имеет также то удобство, что после него пробирки бросать не приходится. Они отмываются тотчас и без всякого труда. Надо только наблюдать, чтобы дети при мытье пробирок после работы не перепачкали рук марганцовокислым калием. Бурые пятна на коже не отмываются довольно долго.

Работа 32-я.

Опыт со ржавлением железа ²⁾.

Текст работы. Скомкать в руке кусок мягкой тонкой железной проволоки. Смочить комочек водой и засунуть его в пробирку. Пробирку опустить вверх дном в стакан с водой.

1. Вошла ли вода в пробирку? Если не вошла, то почему? (Отв. — —).

Оставить прибор на несколько дней, пока проволока в пробирке не заржавеет. Затем вновь осмотреть прибор.

2. Изменился ли уровень воды в пробирке? Как? (Отв. — —).

3. Чем объяснить это изменение? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Опыт показывает, что при ржавлении железа поглощается кислород, который вступает в соединение



Рис. 33.

¹⁾ Автор доложил об этом способе добывания кислорода в школьной практике 28 ноября 1914 года в заседании Педагогического музея в Соляном Городке.

²⁾ По С. Созонову-В. Верховскому (1908).

с металлом, образуя ржавчину. Вода в пробирке поднимается, замещая поглощенный кислород.

Для опыта нужна довольно тонкая железная проволока. Более толстая проволока может разломать (при всовывании) пробирку. Проволоку надо заранее разрезать кусками удобной величины, чтобы один кусок, будучи скомкан, дал бы комок надлежащего размера. Поверхность проволоки не должна быть ржавой или жирной. Проволока смачивается, чтобы скорее заржавела. Подъем воды в пробирке после ржавления проволоки всегда хорошо заметен. Следует напомнить работающим, чтобы не наливали воды больше четверти стакана. Иначе пробирка всплывет в сосуде и может выпасть. Желая обставить опыт точнее, можно опустить в тот же стакан вторую контрольную пробирку, без проволоки.

Работа 33-я.

Прокаливание железных опилок.

Текст работы. Отвесить на весах 10 граммов железа в порошке.

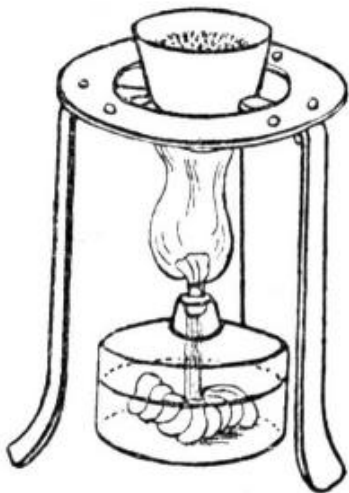


Рис. 34.

Всыпать железный порошок в тигелек, поставить на треножник и нагревать на спиртовке. Осторожно помешивать при этом порошок куском проволоки (не просыпать!).

1. Какие изменения наблюдаются во внешнем виде железного порошка при накаливании? (Отв. — —).

Хорошо прокалив порошок, дать тиглю остыть и снова взвесить содержимое на весах.

2. Какой вес получился? (Отв. — —).

3. Как объяснить изменение веса? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Работа выясняет, что железные опилки при прокаливании на воздухе вступают в соеди-

нение с кислородом воздуха, образуя, т. наз., окалину; вес полученной окалины больше, чем вес взятой для опыта порции опилок, благодаря присоединению кислорода.

Для работы нужно порошковатое железо (не „опилки“), называемое в продаже Ferrum metallicum limatum purum. Тигель для прокаливания должен быть настолько велик, чтобы порошок можно было бы мешать, не просыпая.

При прокаливании железный порошок чернеет и слипается в куски. При этом опилки тлеют, подобно раскалённым углям, что особенно хорошо заметно, если размешивать и разрыхлять массу.

Чтобы получить заметную прибыль в весе, достаточно прокаливать опилки 10—20 минут. Дети обыкновенно получают 1—1½ грамма привеса. Само собою разумеется, что процесс окисления здесь не доводится до конца.

Окалина — темно-серого, почти черного цвета и по составу представляет соединение окиси и закиси железа — $Fe_3 O_4$.

Работа 34-я.

Добывание и свойства углекислого газа.

Текст работы. Собрать нарисованный на рис. 35 прибор.

Положить в колбу несколько кусочков мрамора. При этом надо наклонять колбу боком, иначе камешки разобьют колбу. Облить мрамор соляной кислотой (30%) Заткнуть колбу пробкой с трубкой, а трубку провести в стакан.

1. Что наблюдается в колбе?
(Отв. — —).

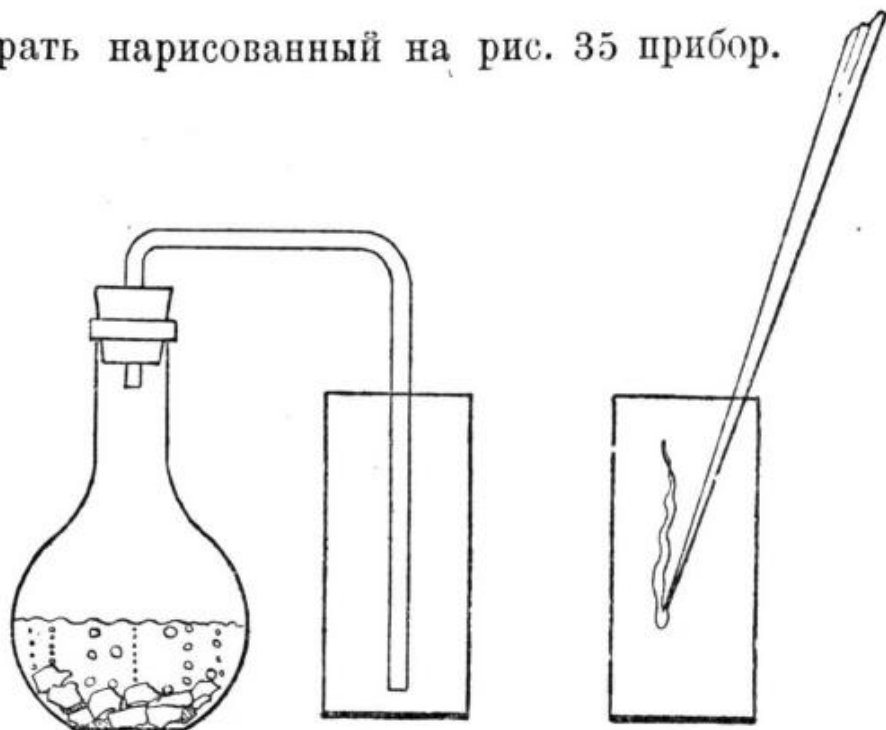


Рис. 35.

2. Что собирается в стакане? (Отв. — —).

Опустить в стакан зажженную лучину.

3. Что делается с лучиной? (Отв. — —).

Опрокинуть наполненный газом стакан над другим чистым стаканом.

4. Узнайте, перешел ли газ из верхнего стакана в нижний, или нет. Как узнать? (Отв. — —).

Налить в чистый стакан известковой воды и погрузить в воду трубку от прибора, чтобы газ „булькал“ через воду.

5. Изменяется ли известковая вода от углекислого газа? Как? (Отв. — —).

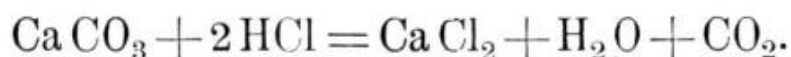
6. Какие свойства углекислого газа видны из этих опытов? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Работа выясняет общеизвестные свойства углекислого газа: углекислый газ не поддерживает горения, тяжелее воздуха, мутит известковую воду.

Нужный для работы мрамор или другой известняк надо заранее наколоть такими кусками, чтобы проходили в горло колбы. В каждую колбу работающие должны положить 8—10 кусочков мрамора; норму эту следует указать заранее, иначе одни наложат колбу мрамором чуть ли не до половины, другие ограничатся одним-двумя кусками, которые не дадут должного количества газа.

Кислоту следует давать обязательно разведеную. Удобнее всего брать 30% раствор соляной кислоты. Кислота такой крепости дает достаточно обильное выделение газа и в то же время не представляет в руках детей опасности. Советуем расставить кислоту по столам в склянках с притертыми пробками (по одной, или по две склянки на стол), чтобы дети подливали кислоту, по мере надобности, сами.

Реакция идет так:



Хлористый кальций легко растворяется в воде и не препятствует действию кислоты на мрамор. Если выделение газа прекращается, надо вновь прилить кислоты.

Известковая вода выдается для данной работы в готовом виде (если дети не сделали ее сами при одной из предыдущих работ). Чтобы получить известковую воду в большом количестве, надо разболтать несколько горстей гашеной извести (пушонки) в сосуде с водой, дать жидкости отстояться и просветлевший раствор осторожно слить (лучше с помощью сифона) в другой сосуд. Хранить в плотно закупоренном виде.

Работа 35-я.

Узнать, есть ли в воздухе углекислый газ.

Текст работы. Приготовить известковую воду. Для этого надо разболтать ложку гашеной извести в стакане с водой. Мутную жидкость профильтровать через бумажный фильтр.

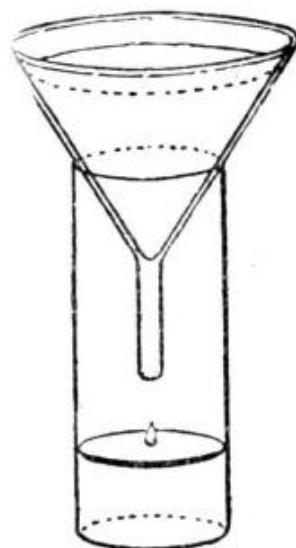
Налить прозрачную известковую воду в чистый стакан и оставить в покое до следующего занятия. Стакан ничем не покрывать. Через несколько дней осмотреть стакан.

1. Какая перемена произошла с известковой водой после стояния? (Отв. — —).

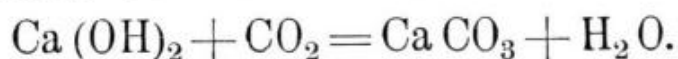
2. Как объяснить эту перемену? (Отв. — —).

Прилить в стакан с постоявшей известковой водой немного соляной кислоты: размешать жидкость.

3. Что наблюдается? (Отв. — —).



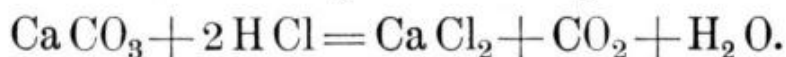
Пояснения для руководителя. Изменения во внешнем виде известковой воды, оставленной в открытом сосуде, заметны уже через несколько минут. Углекислота воздуха образует с растворенной в воде известью нерастворимую соль—углекислый кальций, которой появляется на поверхности воды в виде беловатой пленки:



Сперва пленка плавает на воде, но, при взбалтывании жидкости, тонет и осаждается на дне. Открытая поверхность

жидкости выделяет новую пленку, которая в свою очередь падает на дно и т. д.

Прилитая соляная кислота быстро растворяет осадок углекислого кальция, превращая его в растворимый хлористый кальций и вытесняя углекислоту:



Конечно, детей (в младшем курсе) нельзя вполне вводить в химическую сторону вопроса. Достаточно, если в своих заметках они укажут, что известковая вода в открытом сосуде „портится“ потому, что углекислота воздуха обладает свойством „мутить“ известковую воду, а полученный осадок „известняка“ в соляной кислоте растворяется с шипением, причем углекислый газ выделяется обратно.

Работа 36-я.

Состав углекислого газа ¹⁾.

Текст работы. Собрать прибор, показанный на рисунке. Положить колбу несколько кусочков мрамора (наклоняйте колбу боком!).

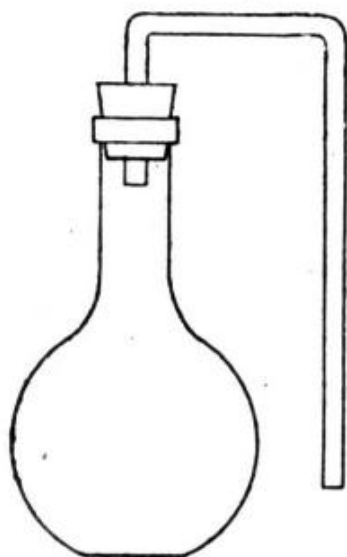


Рис. 36. Прибор для добывания углекислого газа.

Облить мрамор соляной кислотой (30%).

Заткнуть колбу пробкой с трубкой. Конец трубки провести в чистую банку.

1. Какой газ собирается в банке? (Отв. — —).

Когда банка полна газом (как это узнать?) отставить колбу в сторону, зажечь в щипцах ленту магния и опустить горящий магний в банку.

2. Горит ли магний в углекислом газе? (Отв. — —).

Осмотреть банку после сгорания магния.

3. Что наблюдается на дне и стенках банки? (Отв. — —).

4. Как объяснить появление угля в банке? (Отв. — —).

5. Какой состав углекислого газа? (Отв. — —).

¹⁾ Для младшего курса неживой природы эта работа впервые указана Я. И. Ковальским (1901).



Рис. 37. Горение магния.

Пояснения для руководителя. Работа выясняет, что углекислый газ состоит из соединения углерода и кислорода. Зажженный магний горит в углекислом газе

характерным треском, причем разлагает это соединение, отнимая кислород. Углерод при этом выделяется в виде черных частичек угля, а магний, соединяясь с кислородом, образует окись магния или магнезию, которая в виде белого налета покрывает стенки банки:



Черные частички угля отлично видны среди белого налета. даже если не прибегать к каким-либо способам удаления магнезии (напр., при помощи растворения ее в соляной кислоте).

Важно, чтобы на этом опыте дети ясно усвоили себе, что в состав углекислого газа входит углерод, и копоть на стенках банки выпала из углекислого газа. Эти сведения необходимы для последующих глав курса природоведения, например, для понимания процесса горения, дыхания, воздушного питания растений и т. д.

Работа 37-я.

Строение пламени свечи.

Текст работы. Зажечь свечу и рассмотреть ее пламя.

1. Сколько частей можно отличить в пламени?
(Отв. — —).

2. Какая часть самая темная? (Отв. — —).

3. Какая часть самая яркая? (Отв. — —).

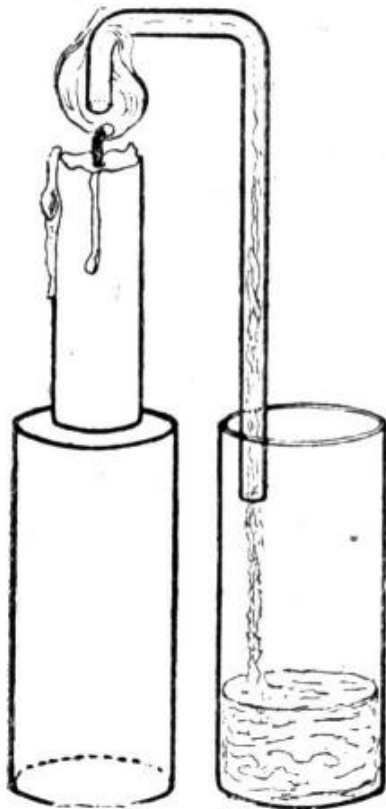


Рис. 38.

Быстро всунуть головку спички в нижнюю часть пламени и считать про себя: раз, два, три и т. д., пока спичка не вспыхнет. То же сделать в средней и верхней части пламени, замечая, когда вспыхивает спичка. Прodelать опыт несколько раз.

4. Какая часть пламени самая холодная? (Отв. — —).

5. Какая часть пламени самая горячая? (Отв. — —).

Согнуть трубку, как нарисовано. Короткий конец трубки вставить в самую нижнюю часть пламени, длинный — опустить в стакан. По трубке потечет стеариновый пар. Когда его наберется много, попробуйте поджечь его, спустив в стакан горящую лучинку.

6. Горит ли пар, выделяемый горячей свечей? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Работа должна выяснить, что в пламени свечи можно отличить три части: нижняя — самая темная и самая холодная, средняя — самая яркая и блестящая, верхняя — неяркая, но самая горячая. В темной нижней части пламени выделяются с фитиля продукты перегонки стеарина („стеариновый пар“), который нетрудно отвести в стакан при помощи отводной трубки и зажечь.

Проба со спичками дает возможность установить относительную температуру частей пламени. Чтобы дети не изводили при этом слишком большого числа спичек, полезно рекомендовать каждому отсчитать себе определенное количество спичек (напр., девять — по три спички на каждую пробу) и этим ограничиться. Пробу со спичками очень удобно ставить массовым способом, по команде.

Нужные для работы свечи режутся каждая на 4 части; таким образом, двух фунтов свечей достаточно на весь класс. Вместо подсвечника мы употребляем напр., перевернутый вверх дном стакан и т. под.

Газоотводную трубку нет надобности закреплять в штативе, чтобы не усложнять прибора; ее можно держать просто в руках. Чтобы ускорить работу, трубки можно изготовить заранее и выдать учащимся в готовом виде. Калибр трубки—обычно употребляемый в работах (5 мил-лим.—№ 5 по Ритингу), так как учащимся затруднительно гнуть более толстые трубки. Если же трубки будут выдаваться уже готовыми и заготавливаться руководителем заранее, то желательно воспользоваться трубками большего диаметра, которые быстрее собирают продукты перегонки стеарина.

В О Д А.

Работа 38-я.

Опыт с сухими опилками ¹⁾.

Текст работы. Насыпать в пробирку сухих древесных опилок (четверть пробирки).



Рис. 39.

Подогреть слегка пробирку на пламени спиртовой лампочки (не давать чернеть опилкам).

1. Что наблюдается на стенках пробирки? (Отв. — —).

Проделать тот же опыт с сухим песком с кусочками сухой бумаги и т. под.

2. Есть ли вода в этих сухих предметах? (Отв. — —).

3. Как она называется? (Отв. — —).

¹⁾ По С. Созонову—В. Верховскому (1908).

Пояснения для руководителя. Гигроскопическая вода — это вода, механически втянутая телами и присутствующая в веществах, которые мы обыкновенно считаем сухими. Кроме опилок, песка и бумаги, для данного опыта могут быть с таким же успехом взяты: поваренная соль, мука, вата, пакля, обрезки материй, кусочки кирпича и т. под. тела. Важно, чтобы учащиеся не перегрели взятые вещества, так как в противном случае органические вещества начнут обугливаться и подвергаться процессу перегонки.

Работа 39-я.

Изменение объема жидкости при нагревании и охлаждении.

Текст работы. Собрать прибор, указанный на рисунке.

Пробирку налить водой до верха и плотно закупорить пробкой, чтобы часть жидкости вошла в трубку и в пробирке не оставалось пузырьков воздуха. Навязать на трубку нитяное колечко (сделать из нитки). Передвинуть колечко до уровня воды в трубке. Опустить пробирку в стакан с горячей водой.

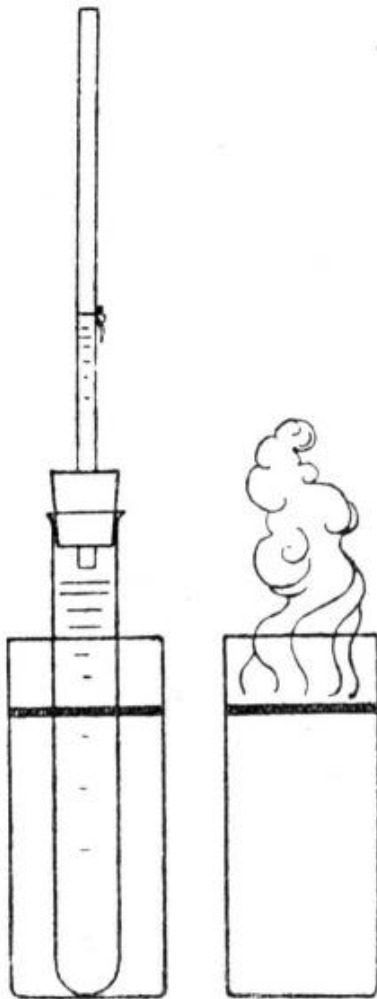


Рис. 40.

Холодная вода.

Горячая вода.

1. Изменяется ли уровень воды в трубке? Как? (Отв. — —).

Опустить пробирку в стакан с холодной водой.

2. Изменяется ли теперь уровень жидкости в трубке? Как? (Отв. — —).

3. Записать, что делается с водой при нагревании и охлаждении? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Работа демонстрирует явление расширения воды при нагревании и сжатия при охлаждении.

Успех опыта зависит от хорошей пригонки пробки. Держит ли пробка, проверить не трудно, так как в противном случае водяной столбик в трубке будет постепенно падать. Можно воспользоваться уже подогнанными к данному размеру пробирок и трубок каучуковыми пробками.

Нитяное колечко делается из обыкновенной вязальной или катушечной нитки и навязывается не слишком туго, чтобы его можно было с легким трением передвигать вдоль трубки.

Воду в пробирку можно наливать подкрашенную. Нужная для опыта горячая вода готовится самими работающими (напр., нагревается в колбах) или, запасенная заранее, приносится в класс в каком-либо сосуде, удобном для разливания (большой чайник и т. под.).

Работа 40-я.

Определить температуру таяния снега.

Текст работы. Возьмите у руководителя термометр.

1. Какую температуру он показывает на воздухе? (Отв. — —).

Соберите прибор, как показано на рисунке. Воронку надо наполнить снегом (или льдом). В снег вставить термометр.

2. Что делается со ртутью? (Отв. — —).

3. Когда ртуть установится, запишите, какую температуру показывает термометр в тающем снегу? (Отв. — —).

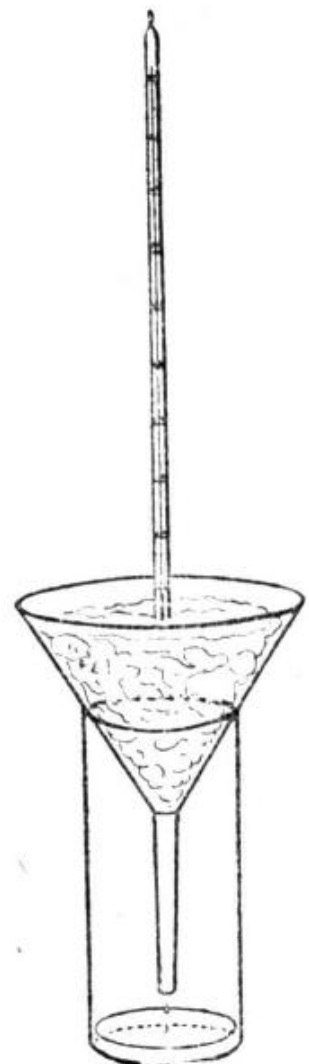


Рис. 41.

Пояснения для руководителя. Для опыта нужен снег или истолченный в куски лед. Будучи втиснут в снег, термометр может держаться в воронке без всякого штатива, что упрощает конструкцию опыта. Снег должен быть заготовлен в классе в одном или нескольких тазах, откуда дети могут брать его для опыта сами. Если в классе имеется несколько водопроводных раковин, то снег (или лед) удобно поместить заранее в одну из раковин (подвязав кран, чтобы им не пользовались).

Температура тающего льда или снега равна, как известно, 0° . Эта работа позволяет кстати проверить правильность показаний розданных учащимся термометров.

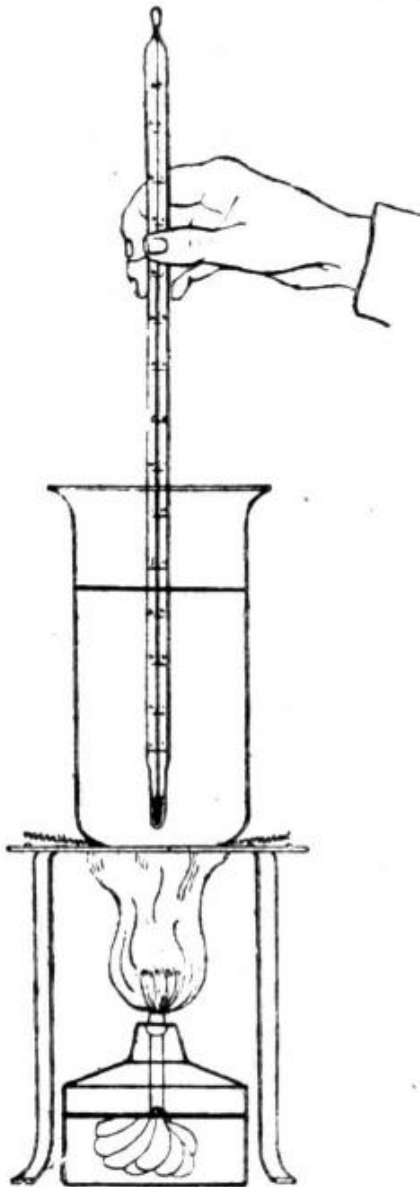


Рис. 42.

Работа 41-я.

Нагреть воду до кипения ¹⁾.

Текст работы Собрать прибор, показанный на рисунке 42-ом. Наполнить тонкий (химический) стакан холодной водой, бросить в воду щепотку опилок. Поставить стакан на треножник, подложить под него медную сетку.

Опустить в воду термометр. Зажечь спиртовку. Наблюдать.

1. При какой температуре опилки начали двигаться? (Отв. — —).

2. При какой температуре появились мелкие пузырьки воздуха на дне и стенках стакана? (Отв. — —).

3. При какой температуре на дне стакана стали появляться большие пузыри пара? (Отв. — —).

¹⁾ По мысли А. Я. Герда (1883).

4. При какой температуре от воды пошел пар?
(Отв. — —).

5. При какой температуре вода стала бить ключом? (Отв. — —).

6. Поднимается ли температура при дальнейшем нагревании воды? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Опилки кладутся в воду, чтобы можно было следить за движением токов в нагретой жидкости. Удобнее, если опилки не будут плавать на поверхности, но частью опустятся на дно. Для этой цели полезно до опыта обдать их кипятком и выдавать детям в размоченном и обваренном виде.

В вопросах отмечены лишь более важные и бросающиеся в глаза явления.

1) Движение опилок начинается тотчас же при начале нагревания воды, постепенно усиливаясь; при закипании воды их движение превращается в „пляску“;

2) появление пузырьков воздуха: при 20° — 30° С;

3) появление больших пузырей пара: при 40° — 50° С;

4) выделение пара с поверхности: при 50° — 60° С;

5) полное кипение: при 100° — 101° С.

Как известно, температуру $+100^{\circ}$ С имеют пары кипящей воды при давлении 760 милл. Температура самой кипящей воды при равных условиях несколько выше. Кроме того, давление весьма часто бывает иным. Все это служит причиной, почему термометр, погруженный в кипящую воду, часто не показывает точно $+100^{\circ}$ С, но выше или ниже. Учащиеся должны отмечать действительное показание термометра, а не цифру, известную из курса. Чтобы опыт был более точным, термометр не должен касаться дна и стенок стакана (держат в руке, или укрепить в штативе).

Само собою разумеется, что данные этой работы будут лишь приблизительными. Цель ее заключается в том, чтобы научить детей пристально наблюдать и подмечать новое в хорошо им известном „обыденном“ явлении.

а также уметь согласовывать свои наблюдения с постоянно меняющимися показаниями термометра. Опыт показывает, что, несмотря на простоту задания, работа возбуждает у детей большой интерес.

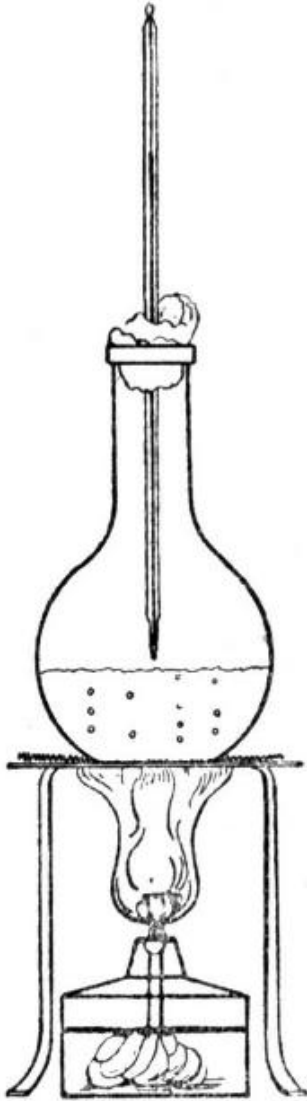


Рис. 43.

Работа 42-я.

Определить температуру кипения воды ¹⁾.

Текст работы. Собрать прибор, показанный на рисунке. Колбу надо налить водой до половины и поставить на треножник, подложив под колбу медную сетку.

Вставить термометр в колбу. Чтобы держался, укрепить его комком ваты в горле колбы. Шарик термометра должен быть над водой, близ ее поверхности.

Нагревать воду в колбе до кипения. Наблюдать за движением ртути. Заметить, когда она остановится.

1. Какую температуру показывает термометр во время полного кипения воды? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. За точку кипения воды принимают температуру ее паров при давлении 760 милл. Поэтому шарик термометра надо укрепить выше (на 1 сант.) уровня воды. Показание термометра не всегда будет точно равняться $+100^{\circ}\text{C}$, так как атмосферное давление может быть иным, да и термометр не всегда бывает точен.

¹⁾ Некоторые детали конструкции по Кононову — Николаевскому — Ягодовскому (1913).

Работа 43-я.

Определить температуру кипения спирта.

Собрать прибор, как показано на рисунке. Тонкий (химический) стакан налить водой до половины и поставить на треножник, подложив под стакан медную сетку.

Опустить в стакан пробирку со спиртом (налить четверть пробирки). В пробирку вставить термометр, чтобы его шарик был в спирту. Полезно бросить в спирт маленькую щепотку сухого песка.

Зажечь спиртовку и постепенно нагревать воду, пока спирт закипит.

1. Записать температуру кипения спирта? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Цель работы—выяснить учащимся, что различные жидкости имеют неодинаковую температуру кипения, напр., спирт по сравнению с водой.

Описанная конструкция опыта вполне безопасна, и воспламенения спирта не может произойти, если пробирка и лопнет. Можно вести работу без штатива (держа пробирку в руке).

Так как спирт легко перегревается и вскипает толчками, полезно предложить работающим положить в пробирки со спиртом маленькие щепотки сухого песка, отчего кипение делается менее бурным. Работу следует прекратить, как только спирт закипит.

Продажный спирт для горения, денатурированный различными подмесями, кипит около $+78^{\circ}\text{C}$ или несколько выше (в зависимости от способа денатурирования). Темпера-

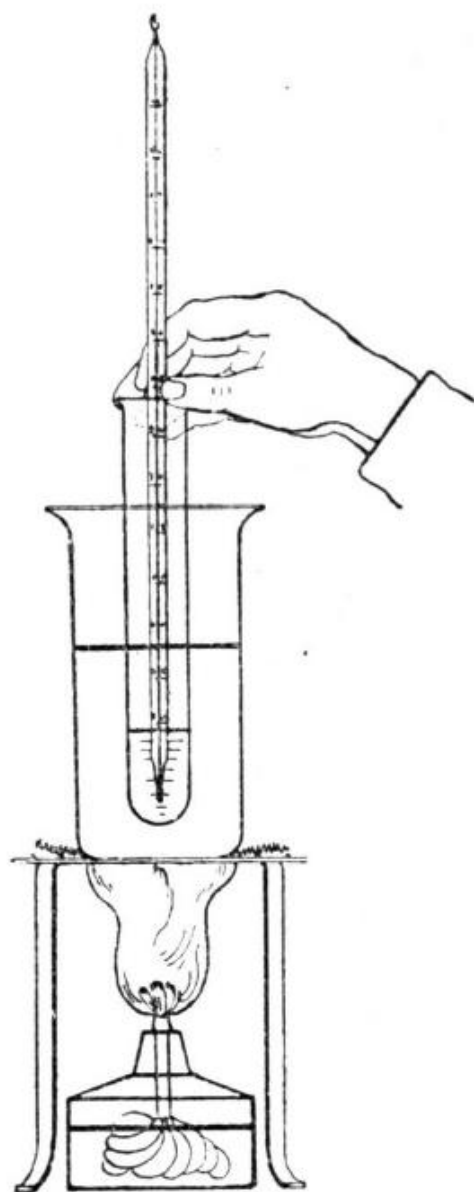


Рис. 44.

тура кипения чистого винного спирта $+78^{\circ}\text{C}$, метилового (древесного) спирта $+66^{\circ}\text{C}$.

Работа 44-я.

Нагреть воду паром.

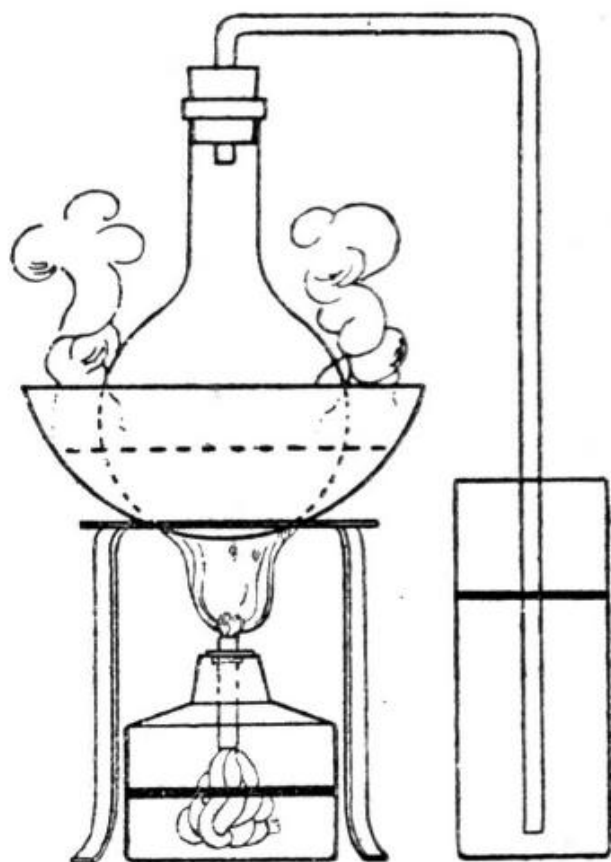


Рис. 45.

Текст работы. Собрать прибор, показанный на рисунке. Налить в колбу воды до половины. Колбу поставить на треножник на медную сетку. Зажечь спиртовку и нагреть воду в колбе до кипения.

Когда закипит, опустить паропроводную трубку в стакан с холодной водой. Поставить в стакан термометр.

1. Изменяется ли температура воды в стакане? (Отв. — —).

2. Прибывает или убывает вода в стакане? (Отв. — —).

3. Как объяснить явление? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Опыт этот показывает, что пар, сжижаясь, выделяет тепло, которое потребно для превращения воды в пар. Грамм водяного пара, сжижаясь, отдает 537 малых калорий, т.-е. количество тепла, способное нагреть до кипения почти в пять раз большее количество воды. Другими словами, если бы не было тепловых потерь (нагревание сосуда, излучение и т. д.), то $18\frac{1}{2}$ граммов водяного пара было бы достаточно, чтобы нагреть от 0° до $+100^{\circ}\text{C}$ сто куб. сант. воды.

Вода в стакане нагревается весьма быстро и в конце концов закипает. Прекратив нагревание, надо тотчас вынуть паропроводную трубку из воды. В противном случае прибор перетянет всю воду из стакана обратно в колбу.

Работа дает учащимся представление и о некоторых технических применениях пара: для отопления, для варки пищи и т. под. Можно видоизменить опыт, положив, напр., в стакан с водой яйцо или ломтик сырого картофеля. Молодой экспериментатор с удовольствием убедится, что таким путем можно „сварить“ продукт.

Работа 45-я.

Заморозить воду в пробирке.

Текст работы. Собрать прибор, показанный на рисунке.

Пробирку налить водой до верху и заткнуть пробкой со вставленной трубкой. Часть воды должна войти в трубку. В пробирке не должно остаться пузырьков воздуха.

Навязать на трубку нитяное колечко (из обыкновенной нитки) и спустить его до уровня жидкости в трубке.

Опустить пробирку в стакан, наполненный охлаждающей смесью, т.-е. мокрым снегом или толченым льдом, смешанным с солью. Наблюдать.

1. Изменяется ли положение жидкости в трубке? Как (Отв. — —).

2. Объяснить это явление. (Отв. — —).

Когда вода замерзнет, откупорить пробирку, согреть ее в руках и вытряхнуть оттуда ледяную палочку. Рассмотреть ее.

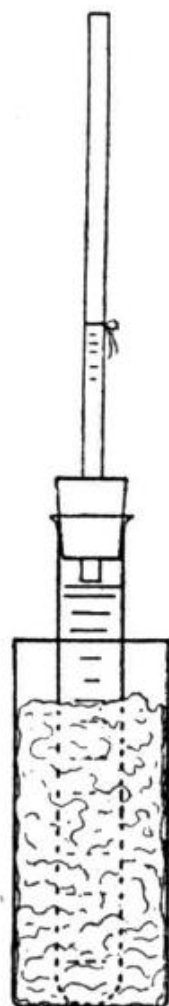


Рис. 46.

Пояснения для руководителя. Условия успешности опыта — хорошая подгонка пробки. Вместо корковых могут быть даны каучуковые пробки. Воду для наполнения пробирки можно взять подкрашенную.

Охлаждающая смесь: 2 весовых части снега + 1 часть поваренной соли (приблизительно). Понижение температуры наблюдается почти до -20°C . При опускании

пробирки в охлаждающую смесь, столбик воды сперва падает вследствие сжатия воды при охлаждении, но затем ниже $+4^{\circ}\text{C}$ вода начинает быстро расширяться (92 объема воды дают 100 объемов льда).

Ледяная палочка, вытряхнутая из пробирки (в конце опыта), показывает на изломе правильное концентрическое строение.

Работа 46-я.

Определить температуру плавления воска ¹⁾.

Текст работы. Собрать прибор, как показано на рисунке. Тонкий (химический) стакан налить водой до половины и поставить на треножник, подложив под стакан медную сетку.

Налепить на шарик термометра кусочек воска, размером не более горошины. Опустить термометр в воду, держа его в руке.

Зажечь спиртовку и нагревать воду.

Следить за температурой.

Едва воск начнет плавиться, он отстанет от термометра и всплывет.

1. Запишите температуру плавления воска? (Отв. — —).

2. Напишите температуру плавления других известных вам тел? (Отв. — —).

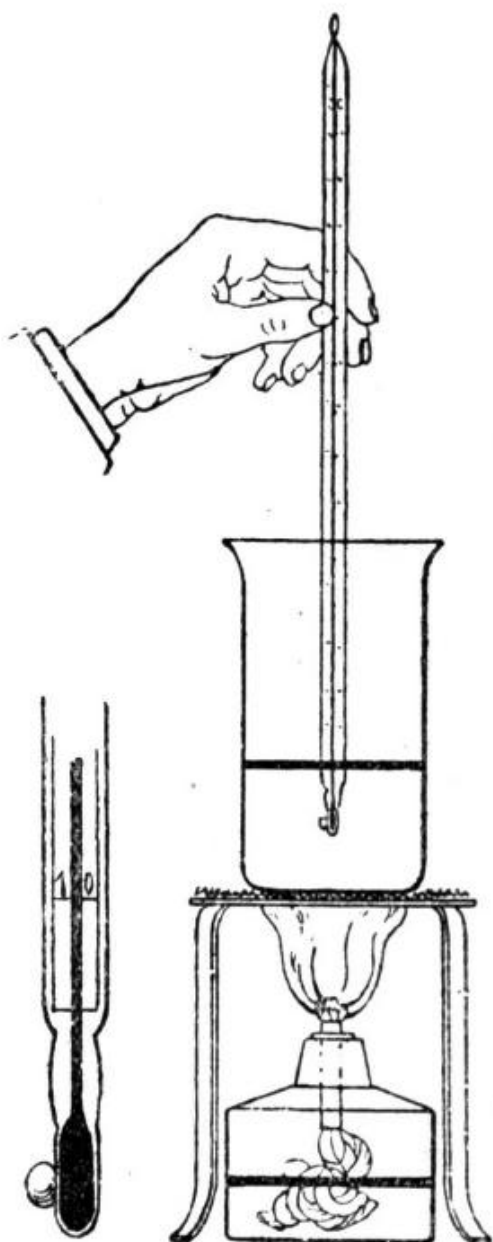


Рис. 47.

Пояснения для руководителя. Предлагаю простейший вариант этого опыта, притом такой, при котором можно обойтись без штатива. Восковому комочку удобнее всего

¹⁾ По Н. С. Дрентельну с изменениями.

придать форму шарика. Чтобы воск пристал плотно, надо предварительно насухо вытереть термометр. Следует предупредить работающих, чтобы не вдавливали термометр в воск сильно, надевали бы, например, воск на конец термометра на подобие кольца или шапочки. Держать термометр следует так, чтобы не касаться им дна и стенок стакана. Полезно слегка двигать им, помешивая воду.

Температура плавления пчелиного воска для разных сортов его различна (от $+61^\circ$ до $+70^\circ$).

Аналогичный способ можно сделать со стеарином (плав. около $+50^\circ\text{C}$), парафином (плав. от $+40^\circ$ до $+55^\circ$), говяжьим салом (плав. около $+37^\circ\text{C}$) и т. д. Перечисленные вещества нельзя „налепить“ на термометр, подобно воску, но следует поступить иначе: расплавить некоторое количество, например, стеарина в выпарительной чашке и предложить учащимся обмокнуть шарики своих термометров в жидкость, дав ей застыть на воздухе. Также, впрочем, можно поступать и с воском.

Работа 47-я.

Фильтрование воды.

Текст работы. Сделать из цедильной бумаги фильтр. Вложить его в воронку.

Разболтать в стакане воды щепотку порошка талька. Вылить мутную воду в воронку с фильтром, а снизу подставить чистый стакан.

1. Очищается ли вода от талька фильтрованием? (Отв. — —).

Разболтать в другом стакане с чистой водой ложку соли или прибавить туда несколько капель красных чернил. Фильтровать.

2. Очищается ли вода от соли (чернил) фильтрованием? (Отв. — —).

3. От каких примесей можно очистить воду фильтрованием, от каких нельзя? (Отв. — —).

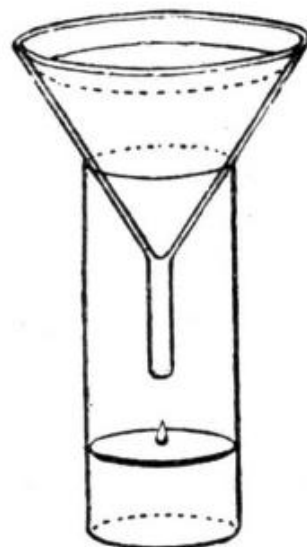


Рис. 48.

Пояснения для руководителя. Работа показывает, что фильтрованием можно очистить воду от нерастворимых примесей, от растворимых — нельзя. Вместо талька можно взять мел. Рекомендуем красные чернила, а не черные, так как многие сорта последних при размешивании с водою выделяют нерастворимые осадки. Разумеется, вместо чернил можно взять любую растворимую в воде краску или раствор какой-нибудь цветной соли.

Работа 48-я.

Перегонка воды.

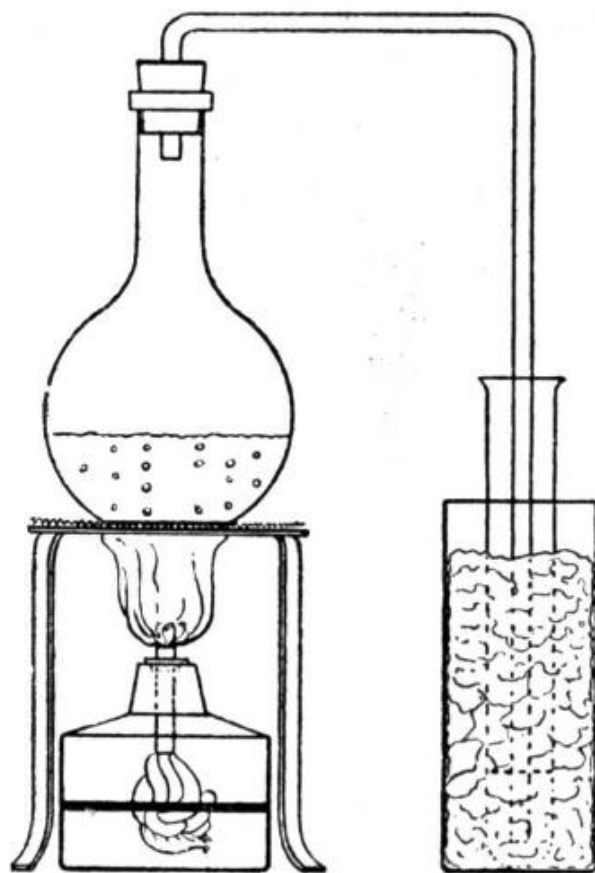


Рис. 49.

Текст работы. Собрать прибор, как указано на рисунке.

Колбу наполнить водою до половины. Воду в колбе подкрасить растворимой краской, которую получить от руководителя. Поставить колбу на треножник, подложив под нее медную сетку. Трубку от колбы опустить в сухую чистую пробирку, а пробирку вставить в стакан с холодной водою (лучше прибавить в воду льда или снега). Зажечь спиртовку и ждать, пока вода закипит.

1. Что наблюдается в пробирке? (Отв. — —).

Когда накопится полпробирки воды, прекратить перегонку.

2. Чем вода в пробирке отличается от воды в колбе? (Отв. — —).

Пояснения для руководителя. Воду в колбе подкрашивают, растворяя в ней несколько кристаллов какой-нибудь неядовитой цветной соли, например, марганцово-кислого калия, хромовых квасцов, двуххромовокислого калия и проч.

Можно употребить раствор какой-нибудь растительной краски: сандала, кампеша; годится свекольный сок или сок красной капусты. Отнюдь не следует употреблять для этой цели анилиновых красок, которые, даже в (слабых сравнительно) растворах, красят посуду и, постояв в ней, нелегко отмываются.

Вещества для подкрашивания—в сухом виде, или в виде растворов—раздаются работающим по мере надобности. Свекольный и капустный сок нет надобности заготавливать заранее. Проще выдать работающим ломтики сырой свеклы или капусты, которые, будучи брошены в колбу, подкрасят воду, когда она нагреется до кипения.

В своих ответах по поводу этой работы учащиеся отмечают, что в пробирке начинает скопляться вода. Эта вода отличается от воды в колбе тем, что она прозрачна и бесцветна. На вопросы детей руководитель поясняет, что такая вода называется дистиллированной, и учащиеся заносят это новое слово в свои тетради. Сопоставляя эту работу с предыдущей, легко сделать вывод, что перегонкой можно очистить воду от растворимых примесей, от которых ее нельзя очистить фильтрованием.

Работа 49-я.

Примеси в питьевой воде.

Текст работы. Собрать прибор, как показано на рисунке.

Налить в фарфоровую чашку немного обыкновенной чистой питьевой воды. Зажечь спиртовку и выпарить воду в чашке досуха.

1. Есть ли остаток на дне чашки? (Отв. — —).

Когда чашка остынет, вымыть ее и проделать тот же опыт с дистиллированной водой.

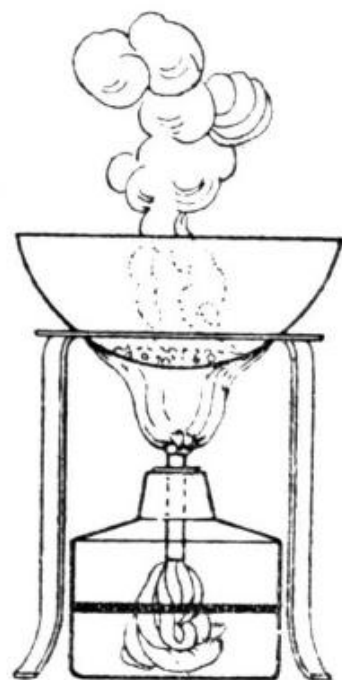


Рис. 50

2. Есть ли теперь остаток на дне чашки?
(Отв. — —).

3. Объясните разницу!

Пояснения для руководителя. В природе нет совершенно чистой воды. Даже дождевая вода содержит некоторое количество солей. Гораздо больше растворимых подмесей в воде рек, ручьев, источников, колодцев и т. под. В среднем, эти подмеси составляют 0,01%—0,03% (от 1 до 3 граммов на ведро воды). Это незначительное количество подмесей тем не менее оставляет в чашке при выпаривании воды достаточно заметный след, который не наблюдается при выпаривании перегнанной воды.

Инвентарь школьной лаборатории.

Ниже следует подробный перечень приборов, посуды и материалов, употребляемых в работах. Указано количество, нужное для набора на 30 работающих ¹⁾. Стоимость каждого такого набора в настоящее время точно указана быть не может.

№.№	Предметы	Набор на 30 уче- ников.
		Коли- чество.
I.		
Посуда и приборы ²⁾.		
1	Стаканы оконные , на 120 куб. сант. (Рит. 2451).	100
2	Колбы плоскодонные рвантовые на 250 куб. сант. (Рит. 1869).	40
3	Химические стаканы на 250 куб. сант. (Рит. 2452)	40
4	Воронки белого стекла под углом 60° диам. 10 сант. (Рит. 1668).	30
5	Пробирки , диам. 2 сант., длина 12 ¹ / ₂ —15 сант.: выгоднее заказывать пробирки с более толстыми стенками без развернутых рантиков („заказные“), на сотню.	200
6	Мензурки — цилиндры измерительные, с носиками и дел. на куб. сант. на 100 сем. (Рит. 1455).	12
7	Лампы стеклянные спиртовые с притертым колпачком без ножки, вмест. на 60 гр. (Рит. 1945).	30
8	Чашки для выпаривания фарфоровые с носиком без рванта, диам. 10 сант. (Рит. 2621).	30
9	Тигли плавильные фарфоровые с крышками (Рит. 2480), вмест. 20 гр.	30
10	Банки широкогорлые материальные, бел. стекла, вмест. 1 литр (Рит. 2389) — (для хранения сухих материалов, а также для работы 38-й).	40

¹⁾ Набор несколько увеличен против нормы (в виду возможности случайного боя посуды и т. п.).

²⁾ Пометка „Рит.“ (и цифра) указывает на соответствующий № последнего каталога „О-ва стекл. производства И. Ритинг в Петрограде“.

№№	Предметы	Набор на 30 уче- ников.
		Коли- чество.
11	Склянки реактивные с притертыми пробками вместим. 400 гр. (Рит. 2394)—(для хранения разведенной соляной кислоты—по числу рабочих столов). . .	6
12	Термометры химические Цельсия с делениями на бумаге от -15° до $+120^{\circ}$ (Рит. 2481) (по 2 на раб. стол).	12
13	Весы ручные (аптек.) с медн. коромыслом и рогов. чашками, с нагрузкой до 200 гр. и точностью до 0,1 гр.	6
14	Разновесы граммовые, медные, в деревянном ящике, от 0,01 до 100 гр. (Рит. 1785)	6
15	Треножки медные, складные, вышиною 10 сант. (Рит. 2502)	30
16	Щипцы для тиглей, железные (Рит. 2700)	12
17	Прессы чугунные для сжимания пробок (пробко-мялки) (Рит. 2308), или деревянные.	2
18	Ножницы стальные	12
19	Ножи прямые, малые	12
20	Напильники трехгранные для резки трубок.	6
21	Сверла пробочные латунные (заказные) для трубок диам. 5 мм. (№ 5-й по Рит.) (сравн. № 23). . .	12
22	Сетка медная (Рит. 2475)	—
23	Трубки стеклянные, легкоплавкие, 5 мм. наружн. диам. (№ 5 по Рит. 2550), за фунт.	20 ф.
24	Трубки каучуковые, красные, не вулканизирован-ные, к диам. стеклян. трубок (ср. № 23) (Рит. 1852)	$\frac{1}{2}$ ф.
25	Пробки корковые по диаметру горла пробирок и колб (см. выше №№ 2 и 5)	500
26	Пробки каучуковые, по диаметру горла пробирок и колб (Рит. 1865) (см. №№ 2 и 5)	1 ф.
27	Бумага для фильтрования русская (Рит. 1596) . .	10
28	Линейки деревянные с делен. на сант. и миллим., дл. 15 — 20 сант.	30

II.

Дополнительные предметы
(изготавливаются по заказу руководителя).

№№	Предметы	Количество на 30 учен.
29	Спицы медные или железные, нумерованные, точно измеренной длины (от 5 до 15 сант.), 10-ти размеров (напр., след. размеры, в сантиметрах: 5; 6,1; 7,6; 8,2; 9,7; 10,3; 11,8; 12,4; 13,9; 14,5), по 6 шт. каждого размера (см. раб. 4), всего 6 компл.	6 × 10
30	Прямоугольные куски картона , измеренные и занумерованные, 10 размеров (напр., следующие размеры, в сантиметрах: 2 × 2; 2 × 3; 3 × 3; 3 × 4; 4 × 8; 5 × 5; 5 × 8; 5 × 9; 6 × 7; 10 × 10), по 6 шт. каждого размера (см. раб. 6), всего 6 компл.	6 × 10
31	Брусочки деревянные , прямоугольные, для измерения, занумерованные, 5 размеров (напр., следующие размеры, в сантиметрах: 2 × 3 × 4; 4 × 5 × 6; 2 × 4 × 6; 3 × 5 × 7; 5 × 5 × 5), по 6 шт. каждого (см. раб. 7), всего 6 комплектов.	6 × 5
32	Осколки гранита, мрамора или др. пород; определенного объема, пригодного для опускания в мензурки (см. инв. № 6), занумерованные (см. раб. 8).	30
33	Куски меди, железа, свинца, олова, цинка и т. п. для опред. удельного веса	30
34	Набор медных палочек, дл. 3 вершка, диам. 5 мм. (для раб. 21)	30
35	Набор такого же размера железных палочек (к раб. 20 и 21).	30
36	Набор такого же размера стеклянных палочек (к раб. 20)	30
37	Шкалы твердости состоящие из пластинок (10 × 6 сантиметров) красной меди, железа, стекла и образцов полевого шпата и кварца (к раб. 19).	6
38	Набор из 10 минералов для описания (к раб. 19), по 10 — 15 экземпляров каждого минерала, в коробках; размер кусков — чтобы годились для опускания в мензурки (см. инв. № 6)	10 × 15

III.

Материалы.

Часть материалов, нужных для работ, не приобретается покупкой, но готовится руководителем, тем более, что некоторые из них не имеют никакой или почти никакой продажной цены. По отношению к тем продуктам, которые приходится покупать, цены в настоящее время, к сожалению, указать невозможно.

№№	М а т е р и а л ы	Количество на 30 учев.
39	Песок сухой, предварительно промытый и просеянный	10 ф.
40	Глина сухая, толченая в порошок, просеянная. . .	10 ф.
41	Почва огородная, сухая и просеянная.	3 ф.
42	Каменный уголь, толчеый в порошок, просеянный .	3 ф.
43	Соль поваренная, нечистая, т. наз. „кухонная“ (в лабораториях)	10 ф.
44	Медь в порошке	5 ф.
45	Опилки древесные, отсеянные	—
46	Известь негашеная. <i>Calcaria caustica pura e marmore</i>	5 ф.
47	Квасцы калиевые. <i>Alumen kalicum purissimum</i> . .	5 ф.
48	Мрамор белый в кусках	5 ф.
49	Железо в опилках. <i>Ferrum limatum purissimum</i> . . .	5 ф.
50	Свинец (в виде дроби).	5 ф.
51	Олово в прутках	5 ф.
52	Медный купорос. <i>Cuprum sulfuricum purissimum</i> . .	5 ф.
53	Соляная кислота. <i>Acidum hydrochloricum purum</i> . .	5 ф.
54	Магний в лентах <i>Magnesium metallicum</i>	25 гр.
55	Марганцово-кислый калий. <i>Kalium hypermanganicum purissimum pro analysi</i>	200 гр.
56	Флуоресцин <i>Fluorescinum purum</i>	10 гр.
57	Гипс жженный	5 ф.
58	Воск желтый	ф.
59	Вата гигроскопическая	1 ф.
60	Бинты марлевые, шириною в 2 — 3 сантиметра.	6 куск.
61	Клей „синдетикон“ или аналогичного качества, по одной склянке на стол.	6 скл
62	Свечи стеариновые.	3 ф.