

ПРОФ. В. Н. ВЕРХОВСКИЙ

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА
ХИМИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА
В ШКОЛЕ

ТОМ
I

ТОМ
I

ПЕРВОЕ ИЗДАНИЕ ~ 1959

ПРОФ.
В. Н. ВЕРХОВСКИЙ

ТЕХНИКА
И МЕТОДИКА
ХИМИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА
В ШКОЛЕ

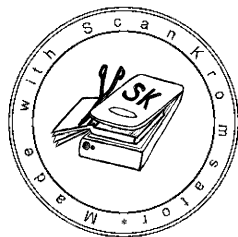
В. Н. ВЕРХОВСКИЙ

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛЕ

*П о с о б и е
для преподавателей и студентов
педагогических вузов*

ТОМ ПЕРВЫЙ
ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ,
ПРИЕМЫ РАБОТЫ И ОПИСАНИЕ ОПЫТОВ

*ИЗДАНИЕ ШЕСТОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ*



Scan AAW

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

Москва • 1959

ПРЕДИСЛОВИЕ К ШЕСТОМУ ИЗДАНИЮ

По сравнению с четвертым изданием «Техники и методики химического эксперимента в школе», вышедшим еще при жизни автора, пятое издание было выпущено в 1953 г. без существенных изменений.

Настоящее издание подготовлено кафедрой методики преподавания химии Ленинградского государственного педагогического института имени А. И. Герцена.

Работая над книгой, коллектив кафедры стремился сохранить характер расположения материала, принятый в свое время автором, стиль изложения и все методические указания к постановке химического эксперимента в условиях средней школы. Перестановка отдельных вопросов внутри глав сделана с целью объединения однотипного материала и устранения повторяемости, имевшей место в предыдущих изданиях. Часть опытов с водородом перенесена из второго тома в первый, чтобы придать законченность главе. Из книги устранен явно устаревший и не находящий практического применения материал (описание металлических газометров, некоторых деревянных зажимов, ртутных автоматических выключателей для моторов вытяжной вентиляции, описание приборов для выпрямления трехфазного тока, описание сложных электролитических прерывателей и т. п.).

Мы не ставили задачей включать в шестое издание все новое, что появилось в технике и методике школьного химического эксперимента за последние годы, это очень увеличило бы объем книги и сильно изменило ее характер. Тем не менее мы считали необходимым дать описание и изложить правила обращения с наиболее распространенными выпрямителями переменного тока (селеновым, купроксным, газотронным, которые во многих случаях уже являются необходимой принадлежностью школьного химического кабинета), ввести ряд новых опытов (например, в первом томе новые опыты с водородом), дать описание некоторых новых приборов, доступных для изготовления в школьных мастерских или на практических занятиях по химии. Изменили и сделали много новых рисунков, схем электрических цепей и др.

Описание индукторов, прерывателей и других приборов, связанных с использованием электрического тока, мы сделали почти

полностью заново. Особенно значительные изменения и дополнения сделаны во втором томе.

Существенной обработке подвергалась редакция книги: устранено изложение материала от первого лица, переделаны все неудачные фразы, во многих местах изменена редакция целых абзацев, а иногда и страниц. Мы пользовались при работе различной методической литературой по технике и методике химического эксперимента, но особенно значительная часть материала (в том числе много новых рисунков) заимствована нами из книги К. Я. Парменова «Опыты с электрическим током в средней школе», Учпедгиз, 1948, а также из книги П. И. Воскресенского «Общая техника лабораторных работ», Госхимиздат, 1947.

Мы сочли необходимым дополнить и уточнить биографию В. Н. Верховского, написанную в 1953 г. А. Н. Коковиным, а также дать специальную вводную статью о методических взглядах В. Н. Верховского и их значении в настоящее время.

Кафедра методики преподавания химии

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

Каждый, кому приходилось ставить химические опыты в школе, знает, сколько трудностей они представляют для начинающего. Лучше всего это известно преподавателям средней школы. Они находятся в гораздо более трудных условиях, чем начинающий лаборант высшей школы. Последний всегда может воспользоваться советами своих более опытных товарищей, и, несмотря на это, начинающему лаборанту приходится затрачивать очень много труда, пока он усвоит все «лабораторные секреты» и научится ставить опыты так, чтобы они наверняка удавались. Преподавателю же средней школы обычно приходится до всего доходить самому и тратить много времени на самые, казалось бы, простые опыты. Кроме того, положение преподавателя затрудняется еще тем, что ему не только приходится самому ставить опыты, но и руководить работой учащихся, для чего нужно иметь еще больше умения и опыта.

Цель настоящей работы — прийти на помощь главным образом преподавателю и лаборанту средней школы. Но автор полагает, что его книга может служить также руководством и для преподавателей школ других типов, для практикума студентов педагогических институтов, для подготовки преподавателей к лекциям по химии, для начинающих работников высшей школы, для наиболее интересующихся учащихся при их самостоятельной работе и для организации работы школьных химических кружков.

Поэтому при выборе материала автор не ограничивается программой средней школы, а охватывает вопросы значительно шире.

При составлении и переработке книги автор ставил своей задачей дать преподавателю возможно более разнообразный материал и возможно большее число вариантов для каждого опыта, для того чтобы преподаватель мог выбирать то, что более всего подходит к содержанию преподаваемого им курса и что позволяет осуществить ресурсы лаборатории и аудитории.

Предполагается, что преподаватель может черпать из книги материал для демонстрационных и лабораторных опытов, а в некоторых случаях и давать книгу учащимся для самостоятельных работ.

Для большинства опытов дано описание как демонстрационной, так и лабораторной постановки.

Само собой разумеется, что некоторые опыты, описанные как демонстрационные, могут быть проделаны и самими учащимися, и, наоборот, некоторые опыты, рассчитанные на лабораторию, могут в крайнем случае послужить и в качестве демонстрационных.

Демонстрационные опыты обозначены в тексте слева знаком ○, лабораторные — знаком ●, и опыты, которые могут быть и демонстрационными и лабораторными, — знаком ○●.

Часть лабораторных опытов разработана в виде как бы инструкций, которые преподаватель дает учащимся в устной или письменной форме. В описаниях некоторых опытов приведены соответствующие вопросы, которые могут придать работе учащихся исследовательский характер. Но для тех опытов, которые от приводимых соответствующих им демонстрационных отличаются лишь масштабом и некоторыми деталями, указаны лишь эти отличия, чтобы не увеличивать размера книги.

В связи с этим читатель найдет в книге несколько различных стилей изложения: подробное методическое описание основных опытов, более сжатое описание различных вариантов и дополнительных опытов и описание, имеющее характер инструкции учащимся, для основных лабораторных работ.

В описаниях опытов все необходимое для постановки опыта дается не в виде довольно обычного в руководствах особого списка, а выделено в тексте курсивом.

В тексте слово «горелка» обозначает: газовая горелка или лампа Бартеля. Если не дается особых указаний, опыт можно производить и со спиртовой лампочкой.

В четвертом издании книги сохранены имевшиеся в предыдущих изданиях латинские названия реактивов, приводимые в скобках после русских, так как во многих школах и лабораториях сохранились еще реактивы с латинскими названиями на этикетках. Встречаются латинские названия у некоторых реактивов, имеющих в продаже и в настоящее время.

При составлении своей книги автор старался особенно подробно останавливаться на всех мелочах, которые могли бы облегчить и обезопасить труд экспериментатора, не стесняясь давать даже самые элементарные наставления. В вопросах, касающихся техники эксперимента, лучше привести лишние подробности, чем пропустить какие-либо указания, которые могут оказаться полезными.

Особое внимание обращено автором на простоту приборов и опытов. Простота в постановке опытов, в особенности школьных, имеет большое методическое значение. Чем проще устроен прибор, чем меньше отвлекающих внимание ненужных деталей и «эффектов», чем проще манипуляции, тем ярче выступает перед учащимися само явление, которое они должны наблюдать и изучать.

В книге описан ряд простых приборов, выработанных лично автором. Кроме того, даются описания проверенных автором простых

приборов, найденных в литературе или сообщенных товарищами по работе.

Помимо методически ценных простых приборов и пособий, преподавателю нередко приходится пользоваться упрощенными самодельными приборами и пособиями.

Ввиду этого, помимо «нормальных», по мнению автора, простых приборов и пособий, приводится целый ряд всякого рода упрощений, которыми в случае крайней нужды может воспользоваться преподаватель, чтобы не отказываться от постановки опытов, лежащих в основе преподавания химии. Так, например, помимо описания пробочных сверл и работы с ними, указывается, каким образом можно сделать отверстие в пробке без помощи сверла, как можно наточить сверло без помощи специальной точилки, как можно обмять пробку без пробкомаялки и т. п.

При этом автор считает необходимым отметить, что он отнюдь не сторонник таких упрощений, которые не вызываются методическими соображениями. Школьный химический кабинет должен снабжаться нормальными приборами и пособиями, преподаватель и учащиеся не должны тратить время на изготовление самодельных приборов и пособий.

Но могут быть случайные затруднения, выйти из которых нужно помочь преподавателю. Вот почему сохраняется в четвертом издании книги описание некоторых упрощений и самодельных приборов.

Преподаватель должен уметь обойтись без того или иного прибора или пособия, ни при каких условиях не переходя на «меловую химию», но ему отнюдь не следует стремиться к тому, чтобы заменить нормальные пособия самодельными и думать, что в этом заключается простота в постановке школьного химического эксперимента.

Так как книга не предназначается для чтения подряд всего, что в ней изложено, автор не считал нужным избегать в некоторых случаях повторений, чтобы эти повторения облегчили понимание описаний отдельных опытов без обязательного чтения предшествующего текста.

Значительная часть новых опытов, приводимых в этом издании, а также в предыдущих изданиях, выработана лично автором. Остальные новые опыты и детали опытов заимствованы из советской и иностранной литературы, а также из практики преподавателей и методистов, делившихся с автором своими достижениями. Их фамилии и инициалы по мере возможности указаны в тексте в скобках.

Все вновь придуманное и заимствованное из новейшей литературы в громадном большинстве случаев проверялось на практике в лаборатории как лично автором (при первом издании только автором), так и его сотрудниками: А. Н. Коковиным, Б. И. Субботиным, А. Д. Смирновым, М. И. Сусловой и Т. В. Шатуновой.

Исправления рисунков и новые рисунки сделаны художником Ю. Д. Скалдиным.

Всем им автор приносит глубокую благодарность за проделанный ими большой труд.

Автором получен ряд ценных замечаний от гг. Н. И. Авдюнина, Б. М. Вайнштейна, П. В. Верещагина, В. С. Горшечникова, Л. А. Дубынина, Л. В. Никитина и других, которым он также выражает свою признательность.

Ленинград,
1 января 1947 г.

Проф. *В. Н. Верховский.*

В. Н. ВЕРХОВСКИЙ

(1873—1947)

В истории развития советской школы одно из важнейших мест принадлежит Вадиму Никандровичу Верховскому, крупнейшему методисту-химику, впервые разработавшему научные основы методики преподавания химии. Имя профессора Верховского пользуется широкой популярностью и глубоким уважением среди ученых-химиков, преподавателей и деятелей народного просвещения.

Вадим Никандрович Верховский родился 12 ноября 1873 г. в городе Белом бывшей Смоленской губернии, в семье среднего служащего (отец его служил секретарем уездной управы).

В 1893 г. после успешного окончания Смоленской классической гимназии В. Н. Верховский поступил в Петербургский университет, где учился сначала на физико-математическом факультете, а затем, заинтересовавшись химией, перешел на естественный факультет.

В Петербургском университете тогда работали достойные ученые Д. И. Менделеева и А. М. Бутлерова: проф. Д. П. Коновалов — по аналитической химии, проф. Н. А. Меншуткин — по органической химии, проф. А. Е. Фаворский (впоследствии академик) — по технологии и технической химии, доцент В. Е. Тищенко (впоследствии академик) и др.; под их руководством формировался и рос молодой ученый.

Вадим Никандрович был непревзойденным химиком-экспериментатором. В искусстве экспериментирования он совершенствовался упорно и систематически. Еще будучи студентом, он произвел первое крупное научное исследование «Электрические и термические свойства сплавов цинка и меди». За это исследование он получил весьма лестный отзыв от своего руководителя проф. Д. П. Коновалова и был удостоен диплома первой степени.

Изучая науки, работая в лабораториях и занимаясь частными уроками для помощи семье, студент Верховский не отрывался от общественной жизни. По своим общественно-политическим взглядам он примыкал к передовому революционному студенчеству. Наряду с учебной и научной литературой по изучавшимся дисциплинам он, с присущей ему обстоятельностью, штудировал революционную марксистскую литературу. В общественно-политической жизни он

проявлял себя прогрессивным, последовательным и принципиальным человеком. Окончив университет в 1899 г., он отказался сдавать государственные экзамены из солидарности с революционным студенчеством и из протеста против вмешательства полиции в дела университета; государственные экзамены были сданы на следующий год.

По окончании университета Вадим Никандрович получил назначение на должность помощника начальника пироксилинового завода, где работал некоторое время, а затем поступил в качестве научного сотрудника в основанную Д. И. Менделеевым Научно-техническую лабораторию Морского ведомства. В этой лаборатории был разработан пироколлодийный бездымный порох и изучались другие взрывчатые вещества. Кроме участия в этих широко известных работах, лично В. Н. Верховским был выполнен ряд работ научно-исследовательского характера и проведено экспериментальное научное исследование на тему «Стойкость нитроклетчатки», опубликованное в отчетах лаборатории. Это был первый и успешный опыт приложения знаний и навыков по химии, полученных в университете, для самостоятельной разработки ответственных научных вопросов.

В Научно-технической лаборатории Морского ведомства Вадим Никандрович проработал в течение пяти лет. За это время он проявил себя изобретательным и инициативным исследователем.

Во время первой мировой войны 1914—1918 гг. Вадим Никандрович занимался научно-исследовательской работой в области военной химии. К этому времени относится разработка способа получения веществ, необходимых для определения концентрации ОВ в газовой волне, тогда же им был предложен новый способ получения химического поглотителя для противогазов.

Научно-исследовательской работой в области химии он занимался на протяжении всей своей жизни.

За последние годы Вадим Никандрович совместно со своими сотрудниками изучал длительный гидролиз солей, условия образования основных солей, свойства фосфатов кальция, условия получения и свойства соединений азота с серой, занимался разработкой нового способа определения углекислого газа в карбонатах и другими вопросами.

Начиная с 1902 г., научно-исследовательскую работу Вадим Никандрович совмещал с чтением лекций в вечерних школах для рабочих при Техническом обществе, сначала на Шлиссельбургском тракте, а затем в Галерной гавани. Этой работе по рабочему образованию в дореволюционном Петербурге он посвятил свыше десяти лет.

В 1905 г. Вадим Никандрович поступил на должность лаборанта кафедры химии во вновь организованный Женский педагогический институт. С этого времени началась его совместная работа

с проф. С. И. Созоновым, широко образованным ученым и талантливым педагогом, который оказал решающее влияние на всю дальнейшую научно-педагогическую деятельность Вадима Никандровича. Их совместная работа постепенно перешла в плодотворное научное содружество.

В Женском педагогическом институте на Вадима Никандровича было возложено руководство по организации и оборудованию химической лаборатории во вновь построенном здании института. С этой работой он справился блестяще. Химические лаборатории, построенные и оборудованные по его проектам и указаниям, являлись образцовыми учебными лабораториями, послужившими примером для строительства подобных лабораторий в других высших учебных заведениях Петербурга.

Исполняя обязанности лаборанта, Вадим Никандрович начал работу над методикой и техникой химического эксперимента и над вопросами методики преподавания химии. В этой области он трудился всю жизнь.

Начиная с 1906 г., в течение 25 лет Вадим Никандрович совмещал работу в Педагогическом институте с преподаванием химии в Тенишевском училище. (Сейчас в этом здании в Ленинграде на Моховой улице помещается 192-я средняя школа.) Это было одно из немногих средних учебных заведений прогрессивного направления и являлось одним из центров передовой педагогической мысли того времени. В этом училище работали такие крупнейшие преподаватели-методисты, как П. А. Знаменский, Г. М. Григорьев, Л. Н. Никонов, К. П. Ягодовский и другие, в тесном содружестве с которыми работал В. Н. Верховский. В Тенишевском училище была создана образцовая химическая лаборатория, которая и до сего времени является одной из лучших школьных химических лабораторий в Ленинграде. Здесь и в Педагогическом институте Вадим Никандрович разрабатывал свои методические приемы преподавания, многократно и тщательно лично проверял их на практике в классе, а на основе этой творческой работы создавал всем известные учебные и методические пособия и руководства. Своими успехами и неудачами в работе он всегда делился с С. И. Созоновым, получая от него ценные указания и советы.

В 1909 г. вышла в свет книга С. И. Созонова и В. Н. Верховского «Первые работы по химии», которая не имела себе подобных в учебной и методической литературе. Она отличалась новизной методической мысли, оригинальностью построения курса химии на основе эксперимента и самостоятельных работ учащихся в лаборатории. Методические взгляды авторов нашли многочисленных последователей, а книга имела такой спрос, что выдержала 10 изданий большими тиражами. Все опыты, описанные в руководстве, исключительно просты, изящны и доступны, притом разработаны и проверены авторами лично.

В 1911 г. на основе богатого опыта преподавания и совместных педагогических исканий авторы составили учебник, вышедший в свет под названием «Элементарный курс химии». Эта книга послужила основой для создания широко известного учебного руководства С. И. Созонова и В. Н. Верховского «Учебника химии», впервые изданного в 1915 г. и за 14 лет выдержавшего 11 изданий.

Над составлением «Учебника химии» авторы работали около восьми лет. За это время несколько раз менялся план книги, постепенно подбирались материал, разрабатывались методические приемы изложения наиболее трудных тем, которые проверялись на практике, в классе. Таким путем была достигнута необыкновенная простота, ясность и строгая научность изложения. В книге нет глав, написанных одним из авторов, и глав, написанных другим автором. Авторы работали по принципу взаимного редактирования и переработки. Такой принцип работы над рукописью обеспечил единство стиля и языка изложения на протяжении всей книги.

Сорок пять лет Вадим Никандрович разрабатывал технику и методику химического эксперимента. Он работал в этой области с вдохновением и упорством, не жалея сил и времени, сознавая, что результаты этой работы будут способствовать улучшению преподавания химии и распространению химических знаний. Им разработано и проверено много новых опытов и новых приборов; многие из них являются в настоящее время общепринятыми и описываются в учебных руководствах других авторов.

Многие приборы и предметы оборудования химических лабораторий, которыми пользуются преподаватели химии в своей повседневной учебной работе, носят имя изобретателя, например: эвдиометр Верховского, озонатор Верховского, штатив Верховского и т. д.

Результаты многолетней работы по химическому эксперименту Вадим Никандрович опубликовал в книге «Техника постановки химических опытов», вышедшей в свет в 1911 г. Для каждого нового издания книга перерабатывалась и дополнялась описаниями новых опытов, разработанных автором или заимствованных из литературы. Под названием «Техника и методика химического эксперимента в школе» эта книга выходит шестым изданием. До сих пор она является незаменимым руководством для учителей химии, преподавателей, лаборантов и студентов педагогических институтов; ею пользуются как справочником и пособием лаборанты и лекционные ассистенты многих высших учебных заведений, а также сотрудники научно-исследовательских институтов и лабораторий.

В процессе организации и оборудования первоклассных химических лабораторий в Женском педагогическом институте и в Тенишевском училище Вадиму Никандровичу пришлось ввести много новшеств, усовершенствований и разрешить ряд важных технических вопросов. Так, например, он разработал новый принцип

расчета вытяжных шкафов, принятый в настоящее время в научно-технической литературе. По этому вопросу им была написана монография «Вытяжные шкафы», изданная в 1910 г., которая до сего времени является ценным пособием при строительстве и оборудовании химических лабораторий.

С первых дней Великой Октябрьской социалистической революции Вадим Никандрович занял должное место на фронте народного просвещения и с присущей ему энергией взялся за дело налаживания химического образования в молодой Советской республике.

В 1918 г. Вадим Никандрович был приглашен в качестве профессора на заведование кафедрой неорганической химии во вновь организованный педагогический институт, впоследствии переименованный в Государственный педагогический институт имени А. И. Герцена. Работой в этом институте он начал и закончил последний период своей жизни.

Чтение лекций, научно-исследовательскую и административную работу в институте и преподавание в средней школе Вадим Никандрович совмещал с огромной научно-методической и организационной работой в учреждениях Народного комиссариата просвещения РСФСР. С 1918 г. он принимал активное участие в работах Комиссии по реформе школы при Наркомпросе и был членом Коллегии экспертов, состоял членом Исполнительной комиссии по наглядным учебным пособиям, позднее — членом Научно-методического совета и Ученого совета при Народном комиссариате просвещения.

Несмотря на чрезвычайную занятость, он всегда и с большим желанием проводил культурно-просветительную работу среди широких кругов населения. Он прочитал большое число лекций рабочим, матросам, солдатам, командирам, инженерно-техническим работникам, учителям городских и периферийных школ. Эти лекции всегда были красивы по форме, интересны по содержанию и сопровождались опытами, иногда специально для этой цели разработанными.

Забота о распространении химических знаний среди трудящихся помогала Вадиму Никандровичу преодолевать трудности переходного периода, побуждала его на новые искания и изобретения средств наглядности преподавания. Так, например, для поездок с целью обучения сельских учителей методике и технике постановки химических опытов с доступными в то время (1921—1923) средствами Вадим Никандрович разработал простейшие опыты и походную химическую лабораторию, которой был снабжен «вагон-курс», специально построенный и оборудованный для учебных целей. Эту своеобразную и ценнейшую для того времени работу неутомимый ученый закончил изданием монографии под названием «Простейшие приборы». Одновременно с этим была составлена и выпущена в свет широко известная книга «Химическая лаборатория трудовой школы» — руководство для учителя, где дано описание разработа-

ных автором предметов оборудования, приспособлений и наглядных пособий.

В 1927 г. Вадим Никандрович совместно с Л. И. Багалом составил «Краткий курс химии». Этот учебник в значительно переработанном виде выдержал пять изданий в качестве учебного руководства для рабочих технических школ и для школ взрослых.

Научно-методическая деятельность Вадима Никандровича охватывает все стороны преподавания химии. Он много работал над вопросами наглядности преподавания и в этом деле достиг выдающихся успехов. Им были разработаны и сконструированы наглядные учебные пособия нового типа, так называемые «модели-схемы» химических заводов, установок и аппаратов. По этим моделям-схемам, пространственным схематическим макетам, показывающим внешний вид изучаемых объектов, их внутреннее устройство (видимое при разборе модели) и взаимодействие отдельных частей, учащиеся значительно легче разбираются в принципах устройства завода или установки, чем по чертежам, и получают вполне конкретные знания. Некоторые модели-схемы, как-то: мартеновская печь, завод соляной кислоты с механической сульфатной печью, современный газогенератор и др. — были выпущены в продажу и с успехом применялись в школах.

Логическим продолжением работы по наглядности преподавания была его работа по использованию кино в учебном процессе. В 1935 г. В. Н. Верховским совместно с А. Н. Коковинным были созданы учебные кинофильмы по химии: «Производство водорода по железопаровому способу», «Применение водорода», «Жидкий воздух и кислород, их производство и применение», «Круговорот азота в природе», «Производство соляной кислоты и сульфата натрия».

Вадим Никандрович не обошел своим вниманием и экскурсионной учебной работы. В 1927 г. он совместно с Л. И. Багалом, Г. И. Лениным и Ю. Н. Ловягиным составил и выпустил в свет два сборника под общим названием «На химических заводах». Эти сборники, содержащие описание целого ряда наиболее важных химических производств, явились ценными пособиями для проведения учебных производственных экскурсий по химии.

Заботы Вадима Никандровича о внеклассном чтении учащихся выразились в переводе и редактировании им серии книг Э. Слоссона под общим названием «Созидающая химия». В этих книгах в увлекательной форме рассказывается о соревновании химических лабораторий и химических заводов с природой. В 1928 г. он при участии группы ленинградских авторов составил и издал три выпуска «Химической хрестоматии», которая хорошо методически продумана, написана занимательно и научно. Хрестоматия пользовалась большой популярностью у учащихся, развивала у них интерес к химии и химической промышленности, способствовала расширению и углублению знаний, полученных в классе. Постоянно

следуя за научной химической литературой и течением научной мысли в смежных областях, Вадим Никандрович пользовался передовым научным методом и в своей методической работе. Он систематически и глубоко изучал марксистско-ленинскую философию, на основе которой разрабатывал вопросы методики преподавания химии.

В 1933 г. Вадимом Никандровичем были написаны стабильные учебники по химии для средней школы (по органической химии совместно с Я. Л. Гольдфарбом и Л. М. Сморгонским). Содержание учебников В. Н. Верховского характеризуется высоким научным уровнем. Несмотря на простоту изложения, соответствующую возрастным особенностям учащихся, учебники не содержат упрощений и вульгаризации.

Изложение дается в строгой логической последовательности — от простого к сложному, от известного к неизвестному. Весь последующий материал основан на предыдущем и с ним связан. Система учебника такова, что приводит учащихся к постепенному и последовательному ознакомлению с основами химии и развивает их логическое мышление. В своем учебнике автор умело осуществил принцип градации трудностей. Так, например, материал, приводящий учащихся к умению сознательно составлять формулы химических соединений и писать равенства химических реакций и ими пользоваться, расположен таким образом, что учащиеся постепенно преодолевают одну трудность за другой и легко овладевают химическим языком.

Эксперимент для учащихся, приводимый в учебнике и лежащий в основе изложения, исключительно прост и доступен. Экспериментальный материал оригинален и большей частью разработан самим автором.

Теоретический материал учебника тесно связан с производственным материалом и базируется на примерах современных химических производств. Автор нашел способ необыкновенно просто и ясно изложить основные принципы важнейших химических производств, не загромождая изложения излишними деталями и технической терминологией. Во всех подобных случаях осуществлен принцип логического описания производственных установок на основе химического процесса. При краткости изложения везде дана ясная картина изучаемого производства.

Наглядности и ясности изложения способствуют специально разработанные и нигде ранее не встречавшиеся схемы и чертежи производственных установок: от перспективных рисунков делается методический переход к схематическим чертежам.

В учебнике Вадим Никандрович предусмотрел формирование у учащихся правильного материалистического мировоззрения как на основе сообщаемых сведений, так и путем способа изложения материала. Ему удалось методически разработать и дать для учащихся ряд простых научных определений важнейших химических

понятий и осуществить при этом принцип постепенного развития определений по мере формирования соответствующих понятий на различных ступенях изучения химии. При преобладании доказательного метода изложения в учебнике выдержан простой, ясный и четкий язык, что является результатом большого авторского труда, таланта и опыта. Стабильный учебник В. Н. Верховского выдержал тринадцать изданий. По нему учились химии многие поколения советских школьников. И если этот учебник устарел по ряду положений ко времени перестройки школьной программы и был заменен, то в методическом отношении он остался непревзойденным.

Одновременно с работой по составлению учебника в 1934 г. Вадимом Никандровичем была написана первая на русском языке «Методика преподавания химии». Третья часть этой книги — методика преподавания органической химии — написана совместно с Я. Л. Гольдфарбом и Л. М. Сморгонским; в разработке некоторых частных вопросов методики преподавания принимали участие А. Н. Коковин и К. Я. Парменов.

«Методика преподавания химии» В. Н. Верховского является методическим пособием для учителя к стабильному учебнику. В ней изложены методические взгляды автора — его методические теории, выработанные им в течение многих лет научно-педагогической работы. Эта книга вышла из печати двумя изданиями; автор готовил к печати третье издание, но смерть оборвала эту работу.

Работу в научно-исследовательских учреждениях, в институте и в средней школе Вадим Никандрович всегда совмещал с большой научной и педагогической деятельностью по общественной линии. С 1913 г. он участвовал в качестве организатора или члена президиума, а также докладчика на всех съездах, совещаниях и конференциях, где обсуждались вопросы преподавания химии; принимал участие в качестве делегата в нескольких международных химических конгрессах; состоял активным членом Русского физико-химического общества (ныне Ленинградское отделение Всесоюзного научно-исследовательского химического общества имени Д. И. Менделеева), в котором много лет являлся членом совета, а также организатором и бессменным председателем секции преподавания химии.

Когда началась Великая Отечественная война, Вадим Никандрович до декабря 1941 г. оставался в Ленинграде и испытал тяжести блокады. В декабре он на самолете был вывезен из Ленинграда и эвакуирован в Кировскую область. В тяжелых условиях эвакуации он развил кипучую деятельность. Он редактировал химическую литературу и посещал школы для оказания помощи учителям, принимал участие в организации воскресного университета и читал в нем лекции, сотрудничал в институте школ Наркомпроса. Здесь же им была разработана новая программа законченного пропедевтического курса химии для VII класса неполной средней школы,

При разработке программы он поставил себе задачу создать такой курс, который ориентировал бы оканчивающих семилетку и выходящих в жизнь молодых людей в роли и значении химии для нашей страны.

В 1943 г. Вадим Никандрович переехал в г. Кыштым Челябинской области, где находился Ленинградский педагогический институт имени А. И. Герцена. Наряду с работой в Институте он безотказно читал лекции для учителей и учащихся с выездом в ближайшие города и селения. На научно-методической конференции в г. Свердловске он выступил с большим докладом на тему «О преподавании химии на Урале» и прочитал свердловским учителям два цикла лекций на научные и методические темы. Кроме того, в Кыштыме он консультировал по вопросам химической технологии один из заводов.

Страна отблагодарила Вадима Никандровича за его плодотворный научный труд и честное служение народу. В 1940 г. Президиумом Верховного Совета РСФСР ему было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки РСФСР. В 1944 г. за многолетнюю и плодотворную деятельность в области педагогического образования правительство наградило его орденом Трудового Красного Знамени. Он был награжден медалями «За оборону Ленинграда» и «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

Летом 1945 г. Вадим Никандрович, который всегда отличался бодростью и хорошим здоровьем, заболел тяжелой и изнурительной болезнью. Последние полтора года жизни он почти не покидал постели и медленно угасал, однако не прекращал работы до последнего дня жизни.

Вадим Никандрович скончался 6 января 1947 г., на 74-м году жизни. Он похоронен в Ленинграде на Волковом кладбище, недалеко от могилы великого русского химика Д. И. Менделеева.

Вся деятельность Вадима Никандровича Верховского является примером творческого труда, смелой мысли, борьбы за новое и передовое в методической науке. Его труды будут еще долго служить нашей советской школе.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ В. Н. ВЕРХОВСКОГО И ИХ СОВРЕМЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В методической литературе последнего времени высказан взгляд, довольно точно определяющий значимость работ В. Н. Верховского как одного из основоположников методики преподавания химии в средней школе. Необходимо добавить, что основная его творческая научно-методическая деятельность особенно развилась после Великой Октябрьской социалистической революции. Его методические взгляды не являлись чем-то застывшим, наоборот, вся его многосторонняя деятельность отличается большой подвижностью. Эта подвижность, однако, связана с определенной целеустремленностью, поэтому каждый этап его деятельности содержал в себе нечто основное, устоявшееся. В то же время его взгляды были чужды косности. Он проявлял диалектический подход в решении многих вопросов преподавания химии в средней школе. Острота, с которой В. Н. Верховский ставил вопросы, сохранилась и теперь. Вот почему в методической литературе до сих пор идет обсуждение им достигнутого, а многое из разработанного им сохраняет значение и по настоящее время.

До Великой Октябрьской социалистической революции В. Н. Верховский был связан с самыми прогрессивными деятелями и коллективами, работавшими над вопросами преподавания естествознания в школе. Но в те годы В. Н. Верховский проявляет свою полную самостоятельность лишь в ограниченной области методики химии — в области техники школьного эксперимента.

В первые годы после прихода Октября круг методической работы В. Н. Верховского значительно расширяется, определяется его основная методическая линия — линия борьбы за самостоятельный систематический курс химии в средней школе.

В 1918 г. по поручению Наркомпроса В. Н. Верховским была составлена первая программа по химии для трудовой школы.

В 1923 г. выходит его статья «Вопрос о преподавании химии в Германии» («Естествознание в школе», 1923, № 1 и 2). Анализируя поставленный вопрос, В. Н. Верховский ставит ряд практических задач по дальнейшему улучшению преподавания химии в советской школе, в которой химия стала самостоятельным, обязательным предметом. Он выступает за скорейшую организацию школьных

лабораторий и введение практических занятий по химии в массовой школе. В. Н. Верховский пишет о том, что

необходимо прежде всего добиться средств на устройство химических лабораторий, на введение практических занятий. Необходимо без усталы повторять, что без этого преподавание химии не только бесполезно, но даже вредно, что колоссальное значение химии для нашего времени требует особенно внимательного отношения к этому предмету, что затраты на постановку преподавания химии окупятся поднятием у нас химической промышленности, которая без этого никогда не станет на должную высоту.

В капитальных работах, в ряде отдельных статей и выступлений В. Н. Верховского, проявляется его борьба с методическим прожектерством и с антинаучными методическими теориями, проникшими к нам из-за границы (например, с прагматическими взглядами Смита, с «махизмом» Оствальда и др.).

В последующей работе В. Н. Верховский ведет острую дискуссию с П. П. Лебедевым и показывает несостоятельность методических взглядов последнего по основному вопросу о системе знаний, отстаивает принцип систематичности.

Таким образом, основная линия В. Н. Верховского в методических работах определяется его стремлением к разработке научных основ методики химии на основе марксистской диалектики.

Будучи сам учителем химии в советской школе, связанным со своими учениками—учителями химии, Верховский проверяет свои теоретические взгляды в практике педагогического эксперимента, привлекая к этой работе своих ближайших сотрудников В. А. Жегалову-Агаханянц, Я. Орловскую и др. Совместно с М. А. Афанасьевым Верховский разрабатывает систему проверки знаний учащихся.

Теоретическая и практическая работа В. Н. Верховского по методике преподавания химии находит известное завершение в его статье «Принципы построения программ по химии в ФЗС» (журнал «На фронте коммунистического просвещения», 1931, № 4 и 5). Вопрос о принципах построения программы по химии он решает в этой статье, исходя из принципа единства теории и практики в связи с проблемой политехнического обучения. Основой изучения химии является не формальная «динамика» производственных процессов, как утверждали авторы программ, учебников и рабочих книг периода 1931 г., а периодический закон и периодическая система, подготовка к изучению которых, а также изучение и дальнейшее использование при обучении химии вскрывает связь между химическими элементами и динамикой химических процессов.

Излагая, далее, вопрос о системе изучения химии в школе, В. Н. Верховский выдвигает еще два принципа, которые должны быть осуществлены при построении программ и учебников по химии

и использованы при разработке методики уроков: а) принцип многостороннего изучения и б) принцип развития понятий.

Принцип многостороннего изучения вытекает из диалектической логики: *чтобы изучить предмет, надо изучить все его стороны*, все его связи и опосредствования. С этим положением тесно связано и другое — изучение предмета в его развитии.

«Обыкновенно в догматическом преподавании стараются данную вещь показать всю до конца, дать точные определения. Если подойти к преподаванию диалектически, то каждое данное явление нужно рассматривать на каждом этапе с разных сторон, вскрывать новое в изучении данного предмета. Мы должны развивать понятия у учащегося, подводить его к этим понятиям, не давать сразу все в законченном виде, не забегать вперед, а *развивать знание*»¹.

В последующих своих работах В. Н. Верховский дополнил разработку принципов обучения химии принципами историзма и «движущего противоречия».

Принцип историзма, по В. Н. Верховскому, заключается не только в том, что учащийся в известной мере должен быть знаком с историей химии, но и в том, что *изучение истории развития химии может помочь методике в разработке подхода к постепенному раскрытию содержания химических понятий*. Заметим, что Н. К. Крупская в своих работах рекомендовала методистам заняться историей науки для разработки вопроса о системе и методике изучения предмета².

Принцип «движущего противоречия» был сформулирован В. Н. Верховским на основе учения Ленина о путях познания, о путях от незнания к знанию.

«... мы можем очень хорошо показать учащимся диалектику исторического развития понятий через гипотезы и противоречия; можно дать им, если не осознать тот экспериментальный метод разрешения научных вопросов, которым пользуется химия, то хотя бы впервые приблизить к его пониманию», — пишет В. Н. Верховский, раскрывая вышеупомянутый принцип (см. В. Н. В е р х о в с к и й и др., Методика преподавания химии в средней школе, Учпедгиз, 1936, стр. 19).

Как конкретизируются вышеперечисленные принципы в методике преподавания химии, В. Н. Верховский показывает в написанных им программах и учебнике химии.

Так основные этапы развития понятия о растворах в школьном курсе определяются следующим образом: а) сначала он доказательно

¹ «На фронте коммунистического просвещения», Госучпедиздат, 1931, № 4 — 5, стр. 27.

² Н. К. К р у п с к а я, Избранные педагогические сочинения, 1948, стр. 177.

формирует у учащихся понятие о растворах путем сравнения их с суспензиями и эмульсиями на основе признака прозрачности; б) далее следует развитие понятия о растворе на основе отличия от жидких смесей путем наблюдения химических явлений, сопровождающих растворение; в) недостаточность признака прозрачности для характеристики раствора вытекает из сопоставления истинных растворов с другими дисперсными системами, в частности с коллоидными растворами; г) наконец, процесс взаимодействия растворяемого вещества с растворителем выясняется при изучении растворов электролитов. Вся эта система развития понятия о растворах осуществляется путем последовательного расположения учебного материала по всему курсу химии средней школы.

Дидактически, с наибольшей полнотой принцип движущего противоречия был применен В. Н. Верховским к разработке методики изучения закона сохранения веса веществ. В методике этой темы В. Н. Верховский показывает, что для развития логического мышления при изучении химии возникновение противоречия между выводами из наблюдения и «гипотезой» имеет активизирующее значение.

Закон сохранения веса веществ излагается В. Н. Верховским в его методике до атомно-молекулярного учения, а позднее упомянутое учение объясняет закон.

Рекомендуемую им методику изучения этого закона В. Н. Верховский противопоставляет традиционно сложившейся: «В учебной литературе и в преподавании мы сплошь и рядом встречаемся с весьма простым разрешением вопроса о том, как рассматривать закон сохранения веса веществ: дается формулировка закона и затем один-два опыта, иллюстрирующих данный закон».

«Закон сохранения веса веществ, таким образом изложенный, данный в готовой форме, очень легко «усваивается» учащимися...»

Между тем на примере этого закона мы можем очень хорошо показать учащимся диалектику исторического развития понятий через гипотезы и противоречия¹.

Из опытов по прокаливанию металлов на воздухе возникает вопрос о возможном изменении в весе. «Здравый смысл» подсказывает, что вес полученной окалины должен быть меньше. Однако взвешивание подтверждает обратное. Возникшее противоречие разрешается новой гипотезой об участии в данном процессе воздуха, которая подтверждается опытами по прокаливанию металлов в закрытых пробирках. Так, учащиеся приходят к выводу о неизменности веса при химических реакциях, который подтверждается на примерах других явлений (реакции между растворами солей с образованием осадков и др.).

¹ В. Н. В е р х о в с к и й, Методика преподавания химии в средней школе, Учпедгиз, 1936, стр. 19.

По окончании этих опытов учитель предлагает еще цикл опытов со свечой, в ходе которых снова возникают противоречия и гипотезы.

Учащиеся опять убеждаются в неизменности веса веществ при химической реакции. Таким образом, с учащимися проделывается большая логическая работа, в которой «логика здравого смысла» терпит поражение. В. Н. Верховский пишет: «Может ли преподаватель в результате сказать, что мы «вывели» закон сохранения веса веществ? Конечно, нет. Он должен указать учащимся, что проделанные опыты являются только примерами, что рассматриваемый вопрос разрешен наукой...»¹.

При этом указывается, что это только подход к закону, который, опираясь на факты истории и современности, формулирует учитель и отмечает значение его открытия для борьбы с религиозными предрассудками. При изложении методики изучения этого закона В. Н. Верховский высказывает и свое отношение к вопросу о формировании диалектико-материалистического мировоззрения учащихся: «Мы полагаем, что в процессе познания учащегося могут быть некоторые элементы диалектического мышления...»²

Сейчас, когда ставится вопрос об активизации работы учащихся на уроках и развитии их логического мышления, приведенные соображения В. Н. Верховского весьма актуальны. Нельзя не отметить, что и в других вопросах, в частности при изучении основных положений атомно-молекулярного учения, является ценным изложенный выше методический подход с использованием приемов логической работы и эксперимента.

Методика В. Н. Верховского как теория обучения химии тесно связывается с общей дидактикой. Дидактические принципы и правила находят в ней конкретное отражение и развитие. Это показывает как вышеизложенное, так и все его методические работы. Основной задачей обучения химии В. Н. Верховский считает: «Дать конкретно законченную систему химических знаний, наиболее необходимых как для ясного понимания химических производственных процессов, так и для общей ориентировки в науке химии, а также и для понимания других предметов. Мы должны всегда помнить о том, что каждый предмет должен быть связан со всеми остальными, не должно быть никакого отрыва одного предмета от другого» («На фронте коммунистического просвещения», 1931, № 4—5, стр. 23).

В. Н. Верховский разрабатывал и вопросы политехнического обучения. В разрешении этих вопросов он исходит из принципа единства теории и практики, в дидактическом понимании, на основе

¹ В. Н. В е р х о в с к и й, Методика преподавания химии в средней школе, Учпедгиз, 1936, стр. 22.

² Т а м ж е, стр. 19.

высказываний Маркса, Энгельса, Ленина. При этом он показывает, что в химии понятие практика включает понятия эксперимент и производство, отсюда выводится значимость эксперимента при обучении химии в политехнической школе; эксперимент — тоже практика.

Какое значение придавал В. Н. Верховский эксперименту, видно из того, что этим вопросом он открывает книгу для учителя «Методика преподавания химии в средней школе».

В одной из своих статей (Стенограмма доклада бригады ленинградских учителей в 1930—1931 гг.) он пишет, что цель обучения химическому эксперименту в школе это не только приобретение умений и навыков его выполнения, но и выработка умения ставить доступные окончившему среднюю школу вопросы и разрешать их посредством эксперимента. Как этому обучить, он отвечает: «Химия изучает скрытые от непосредственного наблюдения формы движения материи — электронов, протонов, нейтронов, атомов, молекул. Созерцая, внимательно наблюдая, внешние проявления этого скрытого от нас движения, мы стараемся разгадать его».

От химика требуется особая четкость, особое умение наблюдать, подмечать мельчайшие детали явления для того, чтобы на основании своих наблюдений разгадывать тончайшие формы движения материи»¹.

Методико-практический вывод из этого такой: с того момента, когда учащийся начинает экспериментировать под руководством учителя, вопрос об обоснованности его действия до деталей должен быть осознан учащимися. Учитель должен помочь учащимся, применяя «исследовательский метод»; так называл В. Н. Верховский «эвристическую беседу», сопровождающую эксперимент.

Это начало учительских «почему?» в эвристической беседе вырастает потом в побуждения к самостоятельному действию при решении отдельных вопросов, а затем к их постановке и последующему самостоятельному решению их посредством эксперимента.

К правильной оценке методики эксперимента при обучении химии В. Н. Верховский пришел не сразу. Небезынтересно как для методики химии, так и для ее истории остановиться на этом вопросе.

Как отмечалось в биографии В. Н. Верховского, непосредственно свою методическую работу он начал у С. И. Созонова. Последний был выдающимся методистом, учителем физики и химии в Тенишевском училище, а впоследствии — профессором Женского педагогического института, весьма прогрессивного для того времени. Его методическая деятельность особенно активизировалась в период 1905—1907 гг.

¹ В. Н. В е р х о в с к и й, Методика преподавания химии в средней школе, Учпедгиз, 1936, стр. 6.

Не вдаваясь в подробности методических взглядов С. И. Созонова, отметим одно из его высказываний о методическом значении эксперимента по химии, особенно ценное и для нашего времени. «Основная черта этого метода и педагогическое его значение — не в одной только наглядности, не в одном накоплении в уме ученика конкретных представлений, полученных путем наблюдения; нет, она всецело лежит в эксперименте как приеме сложной логической работы»¹.

«Преподаватель физики и химии должен владеть техникой эксперимента в такой же точно мере, в какой он должен владеть логикой своего предмета и техникой речи, чтобы его понимали. Экспериментальная подготовка требует очень длительной и сложной школы»².

Эти высказывания ценны тем, что в них дается дидактическая оценка значения химического эксперимента для активизации и развития логического мышления учащихся. В них видно, какое большое значение С. И. Созонов придавал овладению учителем техникой эксперимента.

Разработкой техники эксперимента по химии и занялся под руководством С. И. Созонова В. Н. Верховский.

После введения химии как предмета с практическими занятиями по общей и аналитической химии в V и VI классах реальных училищ (см. «Программы по химии для реальных училищ», 1906) понадобилось разрабатывать технику эксперимента по химии применительно к весьма скромным условиям и возможностям. Это и выполнил В. Н. Верховский. Если просмотреть журнал «Природа в школе» (он просуществовал только в течение одного 1907 г.), то видно, что теоретические статьи С. И. Созонова сопровождались рядом статей В. Н. Верховского на тему «К постановке химического эксперимента в школе» (см. «Природа в школе», 1907, № 1—10, 12).

Итогом совместной творческой работы С. И. Созонова и В. Н. Верховского в области химического эксперимента явилось изданное в 1908 г. пособие «Первые работы по химии», выход которого следует считать важным этапом в развитии методики преподавания химии. Книга предназначалась для проведения практических занятий в школьной лаборатории и только в течение нескольких месяцев 1908 г. выдержала два издания.

В это же время разрабатывался «Элементарный курс химии», отражавший главным образом методические позиции С. И. Созонова. Эта книга, предназначенная не только для обучения химии в школе, но и для самообразования, содержала методические указания и дополнительный хрестоматийный материал для самостоятельного чтения. Ввиду большого объема и разнотипности задач она не могла

¹ «Природа в школе», 1907, № 2, стр. 102.

² Там же, стр. 104.

удовлетворить требованиям учебника и в 1915 г. была переделана в учебник химии для средней школы. Как «Первые работы по химии», так и «Учебник химии» С. И. Созонова и В. Н. Верховского переиздавались в годы советской власти вплоть до 1928 г. С 1923 г. В. Н. Верховский стал самостоятельным редактором указанных руководств и начал их методическую перестройку. Полная методическая перестройка была сделана В. Н. Верховским в стабильном учебнике химии для средней школы в соответствии с историческими решениями Центрального Комитета партии о школе (1932).

Однако самостоятельная линия в методических работах В. Н. Верховского началась еще с разработки вопросов оборудования школьных «аудиторий» и лабораторий, опубликованных в упомянутом журнале «Природа в школе». В его статьях разбирались важнейшие вопросы оборудования химических лабораторий школы того времени (нагревательные приборы, лабораторные и демонстрационные столы, водоснабжение, упрощенные приборы для опытов и т. д.). Но постепенно в этих статьях стала описываться техника и методика отдельных школьных опытов. Это направление работ нашло свое завершение в монографии «Вытяжные шкафы» (1908) и, наконец, в книге «Техника постановки химических опытов» (1911), в последней решались и вопросы методики эксперимента.

«Техника постановки химических опытов» отражает работу В. Н. Верховского над техникой и методикой «лекционных», «классных опытов», т. е. работу по демонстрационному эксперименту, которому автор придавал большое, самостоятельное значение при обучении химии.

«Совсем упразднить лекционный эксперимент вряд ли возможно и нужно... Метод лабораторных уроков имеет очень выгодную сторону — коллективность работы. В то же время этот метод не исключает ни классных занятий, когда они полезны и нужны, ни проработки отдельных вопросов по выдаваемым учащимся книгам, письменным заданиям, вопросникам и т. п.»

Эти очень осторожные высказывания в пору методического прожектерства и признания универсализма лабораторных опытов показывают основную линию методики В. Н. Верховского по вопросу о методике урока. Демонстрационный опыт не может быть упразднен как и «классные занятия», т. е. урок.

В новой редакции «Техники постановки химических опытов» последняя превращается в «Технику и методику химического эксперимента в школе» (первая часть «Приборы, материалы и приемы работы» вышла в 1924 г.). В 1926 г. при издании второй части («Описание опытов») автор расширяет ее методический план. Для большинства опытов дается описание как лекционной, так и лабораторной постановки.

«Техника и методика химического эксперимента в школе» — это одна из трех частей методики химии В. Н. Верховского. Эга

книга вместе с учебником по химии и упомянутой выше книгой для учителя по методике преподавания химии представляют своеобразное единое целое как по форме, так и по содержанию¹.

Техника и методика химического эксперимента в школе это не только книга для классных занятий, многие из описанных опытов могут быть использованы и на внеклассных занятиях (занятия кружка, вечера занимательных опытов и т. п.).

В своей последней печатной работе по методике химии «Очередные вопросы постановки преподавания химии в школе» («Советская педагогика», 1944, № 4, стр. 11) В. Н. Верховский подводил итоги своей работы за советский период.

Высказываясь в этой статье об эксперименте, он указывает на необходимость большего использования в школьном эксперименте современной техники и материалов (пластмасс и пр.). Он уделяет также внимание вопросу о методике эксперимента с малыми количествами реактивов. Учтывая, что некоторые из методистов чрезмерно увлеклись «малыми количествами», превращая опыты с ними в самоцель, В. Н. Верховский указывает, что это не универсальная методика для школы. Здесь, по его мнению, методическая мысль должна идти не столько по линии «изобретательства» новых приборов, сколько в определении места и системы лабораторных занятий с указанными количествами реактивов.

Заметим, что автор руководства по технике и методике школьных опытов по химии пользуется на его страницах (изд. 1924 и 1926 гг.) новым понятием — «лабораторный урок».

Методика лабораторного урока разрабатывается в советский период и противопоставляется дореволюционной методике преподавания, копировавшей вузовскую. Методика лабораторного урока, преодолевая разрыв между демонстрацией и лабораторными занятиями, расширяя методические возможности учителя химии, противостоит универсализации методов учебной работы на уроке химии.

Впервые это методическое понятие вводится в 1922 г. в работе В. Н. Верховского «Лаборатория трудовой школы» (эта книга выдержала четыре издания, последнее в 1924 г.; основной ее материал вошел в «Технику и методику химического эксперимента в школе»).

С наибольшей полнотой методическое понятие лабораторного урока раскрыто в «Методике преподавания химии» В. Н. Верховского, составленной совместно с Л. М. Сморгонским и Я. Л. Гольдфарбом (им принадлежит основная часть методики преподавания органической химии). В «Методике преподавания химии»: «Форма лабораторных уроков является наиболее гибкой формой преподавания. В течение одного и того же часа лабораторный урок может смениться,

¹ В основном «Техника и методика химического эксперимента в школе» стабилизировалась в четвертом издании (т. I, 1940, и т. II, 1947).

если этого потребует материал, беседой, лекцией, упражнениями, затем преподаватель снова может возвратиться к лабораторному уроку, где главным моментом являются опыты, проделываемые учащимися на их столах» (стр. 17, изд. 1936 г.).

Далее автор поясняет, что задача лабораторного урока — это разрешение вопросов, которые ставит учитель (или даже учащиеся), но которые разрешаются посредством лабораторного опыта самими учащимися. При этом ответ, полученный на основе наблюдения, не всегда может вести сразу к необходимому выводу, но могут встретиться и «противоречия», требующие гипотез и постановки опыта в иных условиях. Лабораторные опыты проводятся фронтально, под руководством учителя.

Все эти соображения приводят к неизбежному выводу, что В. Н. Верховский был против догматизма в преподавании химии и показывал, как следует разрешать задачу развития логического мышления в процессе преподавания химии при помощи эксперимента.

Особое внимание В. Н. Верховский уделяет вопросу о формировании умений и навыков при обучении химии. Это выражено им в учебниках и особенно в его «Рабочей книге». Последняя, конечно, утратила сейчас свое значение, как «книга для ученика», но представляет несомненный интерес для учителя, методиста-исследователя при условии критического ее использования.

Обращает на себя внимание «Рабочая тетрадь по химии», прилагаемая к «книге». Она учит целенаправленности наблюдения, вырабатывает умение правильно фиксировать наблюдаемое, прививает навыки в решении экспериментальных задач.

Система постепенно усложняющейся техники эксперимента, рисунки, показывающие, как надо правильно проводить лабораторный опыт в сравнительном плане — все это является в известной мере решением вопроса о формировании умений и навыков учащихся в области химического эксперимента. «Рабочая книга» дает методику правильной зарисовки приборов «в геометрали» (см. подробности в «Методике преподавания химии», Учпедгиз, 1936, стр. 57).

Этим не исчерпывается анализ «Рабочей книги», которую от подобных руководств отличает методическая выдержанность системы основ химии в элементарном курсе и попытка дидактически разрешить вопрос о связи теории с практикой.

Нельзя обойти вниманием то, что сейчас, когда программа регламентирует вопрос о практических занятиях, в практике работы отдельных учителей встречается «забвение» лабораторной работы и лабораторного урока. Лабораторные работы, проводимые под наблюдением учителя, отличаются степенью самостоятельности работы учащегося от практических занятий, на которых опыты выполняются по инструкции, ранее изученной учащимися, и другими особенностями.

Все, что сказано В. Н. Верховским по этому вопросу, показывает необходимость осуществления того и другого вида лабораторных занятий для правильного формирования практических умений и навыков учащихся по химии.

После «Рабочей книги» методика и техника лабораторного эксперимента получает развитие и в учебниках для средней школы. Сравнительное изучение инструкции В. Н. Верховского и ныне действующих учебников во многих случаях показывает преимущества его методики. Это относится к технике предосторожности, к последовательности описания хода опытов, к точности рисунка и др. (см., например, инструкции к проведению опытов по получению аммиака и др.).

В 1941 г. он выступает с докладом на Ленинградской областной научно-педагогической конференции по этому вопросу. Он пересматривает вопрос о лабораторном уроке. На основе опыта работы школы он приходит к выводу о недостаточности лабораторных работ для формирования умений и навыков, о необходимости дополнительного введения специальных практических занятий по химии. Последнее находит выражение в подготовке им к переизданию книги «Первые работы по химии».

Как выше упоминалось, в дидактической интерпретации понятия практика (В. Н. Верховский исходил из марксистского ее понимания) — это эксперимент и производство.

На этой основе В. Н. Верховский указывает на два типа изучения химических производств: а) от производства — к изучению его химизма в лаборатории, а затем и повторному экскурсионному изучению производства; б) от лаборатории — к производству. Так как последнее более доступно в массовой школе, то в программах и учебниках придерживаются второго типа ознакомления с производством. Однако в настоящее время в практике отдельных школ мы встречаем и первый из указанных типов.

Попутно отметим, что В. Н. Верховский учитывал невозможность экскурсий по всем изучаемым производствам, поэтому он так много работал над образным описанием технологии производств в учебнике и также большое внимание уделял методике рисунка-схемы, специально им разработанной. Он разработал модели-схемы производственных аппаратов и составил методические описания к ним. Кроме того, он большое внимание уделял методике постановки и использования учебных кинофильмов по химии, редактировал некоторые из них (совместно с А. Н. Коковиным). Полноценный методически разработанный им и заснятый кинофильм «Производство соляной кислоты», к сожалению, не дошел до школы и был утрачен во время Великой Отечественной войны.

В «Технику и методику» вводятся опыты с использованием действующих моделей и экспериментов, иллюстрирующих производственные процессы. Под руководством В. Н. Верховского вы-

полняется диссертационное исследование преподавателя химической технологии П. Г. Смиттена (Педагогический институт имени А. И. Герцена). В этом исследовании, нашедшем отражение в «Методике преподавания химии», приводится описание так называемого «конструктивно-исследовательского приема», когда учащиеся, изучившие лабораторное получение и свойства вещества, эвристически подводят учителем к пониманию того, как видоизменяется форма процесса, подбираются исходные вещества, аппаратура и материалы при осуществлении производства вещества в технике (см. «Методика преподавания химии», 1936, стр. 33 и дальше). Сейчас этот вопрос особенно важен и нельзя не считаться с тем, что высказано, исследовано, описано В. Н. Верховским в этой области.

В. Н. Верховским сделан большой вклад в дело профессионального обучения учащихся в специальных школах для подготовки рабочих кадров химической промышленности. Совместно с М. И. Коварской и В. В. Терновским в 1932 г. им была выпущена «Рабочая книга по технической химии» для ФЗУ основной химической промышленности в двух частях (ч. 1 «Минеральные кислоты и основания» и ч. 2 «Соли минеральных кислот»).

Эти малоизвестные книги, утратившие непосредственное значение, представляют интерес для методиста-исследователя. В них определена методическая последовательность изучения химических производств. Изучение химических производств в системе связывается с изучением основ химии. В них разработан целый ряд практических занятий, в которых дана методика и техника технического анализа. Сейчас, когда ставится вопрос о факультативных курсах по химической технологии, изучение этих работ может иметь практическое значение. Многие из практических занятий можно использовать во внеклассной работе.

Следует отметить и учебник В. Н. Верховского по «Химическому анализу» (1935) для X класса средней школы. Его отличает подбор содержания, выбор и разработка рецептуры качественного и количественного анализа отдельных химических соединений и их смесей.

Для целей внеклассной работы интересна также «Химическая хрестоматия», изданная В. Н. Верховским в двух книгах и трех частях (1929—1930).

Стабильные программы и учебники для средней школы, составленные В. Н. Верховским при очень незначительных изменениях, служили советской школе в течение 15 лет и были переведены на 23 языка народов Советского Союза. И если технологический материал и некоторые другие вопросы, изложенные В. Н. Верховским, несколько устарели, то по своим дидактическим качествам в основном они еще не превзойдены. Многие в их содержании сохранило значение и по настоящее время.

Многогранная деятельность В. Н. Верховского протекала в разных учреждениях. Еще мало изучена его деятельность в Военно-политической академии РККА имени Толмачева, где им выполнен ряд методических исследований. Литографированные издания «Неорганическая химия» и «Органическая химия» (совместно с проф. Л. И. Багалом) послужили впоследствии для разработки учебника для школ взрослых (это руководство имеет многие преимущества, но мало использовано и изучено). Но основная научно-методическая работа, вся жизнь В. Н. Верховского связана с Педагогическим институтом имени А. И. Герцена. Здесь (начиная с предыстории института в дореволюционный период) протекала его работа по методике химии, по технике и методике химического эксперимента. Он был организатором химического отделения, впервые разработал и вел как курс методики химии, так и практикум по технике и методике химического эксперимента. Работа в этой области была поставлена им на высоту научного исследования. Вопросам техники и методики эксперимента были посвящены многие диссертационные работы, а также дипломные работы студентов. После Великой Отечественной войны по инициативе В. Н. Верховского в институте была организована первая в РСФСР кафедра методики преподавания химии.

Научно-методическая деятельность В. Н. Верховского еще ждет детального исследования, которое принесет немало пользы в решении многих вопросов методики преподавания химии.

ВВЕДЕНИЕ

*Искусство экспериментирования
не есть природный дар: оно вырабаты-
вается упражнением.*

Т и н д а л ь.

Каждый опыт, который преподаватель предполагает показать классу или дать для работы учащимся, каким бы простым и легким он ни казался, непременно должен быть *проделан предварительно*. Самый опытный экспериментатор, производя опыт, которого он раньше никогда не проделывал, легко может упустить какую-нибудь незначительную и на первый взгляд несущественную подробность, от которой на самом деле зависит успех опыта. Как бы ни были детальны указания относительно постановки опытов, однако предвидеть все ошибки, которые может сделать производящий опыт, невозможно, а между тем неудавшийся опыт нередко совершенно губит все методические планы преподавателя. *Опыт должен удаваться наверняка*. Особенно важно хорошо проработать опыт в том случае, когда преподаватель предполагает внести в постановку опыта какое-нибудь изменение, упрощение или усовершенствование или когда он хочет поставить новый, им придуманный опыт. Укажем на такой пример. Предполагается показать, что спирт в противоположность эфиру растворяется в воде в любой пропорции. Чистого спирта нет. Взамен его берется денатурированный — не все ли равно? На уроке учащиеся приливают к спирту воду и получают мутную жидкость, так как прибавленные к спирту денатурирующие вещества не все растворимы в воде. Опыты, приводимые в различных руководствах, также требуют предварительной проработки и проверки. Нередко попадаются описания таких опытов, которые были придуманы за письменным столом и не только не удаются, но и не могут удаваться или представляют большую опасность.

Пробуя какой-нибудь новый, не описанный в этой книге опыт, следует проделывать его сначала в возможно малом масштабе, беря десятые доли грамма вещества или приливая жидкость по каплям, и только убедившись, что опыт идет спокойно и безопасно, его можно ставить со значительными количествами веществ.

Только после того, как опыт хорошо испытан и изучен, можно дать его учащимся или проделать на уроке.

Конечно, и хорошо подготовленный и проработанный опыт может не удался по каким-либо случайным обстоятельствам, но если преподаватель вполне владеет данным опытом, он всегда

может *разъяснить*, почему *опыт не удался*, и сейчас же или на следующий раз его повторить.

Некоторые опыты, на первый взгляд совершенно простые, часто удаются только после большого навыка. Например, опыт пускания мыльных пузырей, наполненных водородом, казалось бы, опыт совершенно простой: приготовить мыльную воду, опустить в нее трубку от водородного прибора и, открыв кран, надуть водородом пузырь.

Однако, как видно будет из подробного описания этого опыта, прежде чем научиться проделывать его наверняка, придется потратить немало времени.

При описании отдельных опытов ниже указаны, по возможности, все важнейшие причины неудач и дано возможно подробное описание устройства приборов и манипуляций, но *не следует думать, что опыт может удаваться только в данной постановке*, и отказываться от опыта только потому, что нет такого прибора, который указан в описании. Несколько видоизменив прибор, очень часто можно выйти из затруднительного положения.

Видоизменяя какой-нибудь опыт, никогда, однако, не следует забывать, что всякий школьный опыт должен быть *возможно прост*, и все *условия*, в которых протекает демонстрируемое явление, должны быть для учащихся *легко объяснимы*. Ничто постороннее не должно запутывать и усложнять суть данного явления. Как на *пример неудачного упрощения*, усложняющего данное явление, можно указать на часто приводимый во многих учебниках опыт с кипением воды под уменьшенным давлением: в колбе кипятят воду; когда весь воздух из воды вытеснен, колбу быстро закрывают пробкой и перевертывают вверх дном. Если охлаждать дно колбы, обливая его водой, то находящийся внутри колбы водяной пар быстро конденсируется, давление над водой понижается и вода начинает кипеть.

Прежде чем обратить внимание учащихся на то, что вода начинает кипеть вследствие уменьшения давления, нужно еще объяснить, почему давление понижается, а это, особенно в начале курса, далеко не просто, и кажущаяся простота опыта является на самом деле его усложнением. Поэтому следует, несомненно, предпочесть опыт с выкачиванием воздуха из склянки, где находится теплая вода, при помощи насоса. Даже если учащиеся не знакомы с устройством насоса, они легко поймут, что при выкачивании воздуха давление внутри склянки понижается.

Ставя какой-нибудь опыт, преподаватель должен быть вполне знаком со всеми деталями прибора, с которыми опыт производится. Он должен ясно понимать назначение каждой мельчайшей части прибора, чтобы в случае надобности суметь объяснить их учащимся. Если прибор непрозрачный, металлический, например кран Даниэля, его следует подробно осмотреть, развинтить и т. д.

Наладив и *испытав* какой-нибудь прибор, его следует *оставить в том же виде до опыта*, ничего уже в нем не изменяя и не переделывая. Подготовив опыты к данному уроку, следует составить самый *подробный список* всего, что нужно выставить на лекционный стол или на столы учащихся, не упуская ни одной мелочи, чтобы перед самым уроком по этому списку можно было быстро проверить, все ли заготовлено. Самое лучшее, если для этой цели завести *особую тетрадь*, в которую заносить все, что нужно для данного опыта, и зарисовывать схему установки. В этой тетради удобнее писать только на одной стороне листа, оставляя другую чистой для всякого рода заметок на будущее время, упрощений и усовершенствований прибора, деталей опыта, методических соображений и т. д.

Некоторые предметы должны всегда находиться под рукой для каждого урока, а именно: *спички, горелка (лампа), вода в графине или промывалке, штатив с пробирками, фильтровальная бумага, полотенце.*

Эти предметы обыкновенно выставляются совершенно независимо от того, какие опыты будут проделываться. Кроме того, в *ящиках и шкафиках стола* преподавателя всегда должны иметься на всякий случай: различные горелки или лампы, несколько коробок спичек, запас фильтровальной бумаги, белый и черный картон для «фона», щипцы для тиглей, пинцет, нож, ножницы, напильник или нож для резки стекла, пробочные сверла, роговые ложечки разной величины, лучинки, стеклянные палочки, оплавленные стеклянные трубки разной длины, кусочки каучука разной длины и диаметра, набор пробок, запас классного мела.

При *расстановке приборов на демонстрационном столе* и на столах учащихся *следует удалять с них все лишнее*, не относящееся к данным опытам и могущее отвлекать внимание учащихся.

Хорошо, если сзади лекционного стола есть невысокий второй стол, на который можно ставить некоторые приборы, нужные только в конце урока. На этот же стол можно отставлять уже использованные приборы.

Располагать на столах приборы, реактивы, препараты и все нужное для опытов лучше всего *группами*, ставя вместе все, что может понадобиться для данного опыта. Иногда на посуде полезно бывает делать надписи карандашом для писания по стеклу, чтобы во время урока не перепутать, для какой цели приготовлена данная колба, стакан и т. п.

Можно вставлять в отверстия пробирок, колб и т. п. бумажки с соответствующими надписями.

На лекционном столе все приборы следует размещать так, чтобы ни один прибор во время демонстрации не загороживался другими приборами. *Все, что делает преподаватель, должно быть отчетливо видно всем учащимся.* Поэтому приборы следует брать

достаточных размеров, и материалы должны быть взяты в достаточных количествах.

Штативы, на которых установлены приборы, должны быть обращены стержнем к преподавателю, «лицом» к учащимся, весы — стрелкой к учащимся.

Лучше всего оставить на середине стола свободное место, куда и переставлять демонстрируемые приборы.

Можно рекомендовать с первого же урока или лекции *распределить места учащихся* сообразно их зрению: близоруких посадить ближе к лекционному столу, дальноруким — дальше от стола. Нужно следить за тем, чтобы каждый прибор был достаточно освещен, и располагать ближе к окнам те приборы, для которых это особенно важно. В некоторых случаях за прибором полезно поставить белый или черный *экран* в виде, например, листа белого картона или картона, выкрашенного в черный матовый цвет, что очень легко и просто сделать при помощи политуры с голландской сажой. Иногда полезно осветить прибор переносной лампой — сбоку или сзади — через прозрачный экран, например через матовое стекло или через наклеенную на рамку тонкую бумагу или кальку.

Если намечена постановка опытов, представляющих *опасность* в смысле взрыва, пожара, отравления, должно быть заранее подготовлено *все, предотвращающее какую бы то ни было возможность несчастного случая* (см. ниже, стр. 54). Следует иметь в виду, что все меры предосторожности не только оберегают учащихся и преподавателя от всяких случайностей, но имеют и педагогический смысл, заставляя учащихся относиться к данному опыту особенно серьезно и остерегаться производить его дома, что нередко кончается несчастьем.

Установив на столе приборы и все нужное для опытов, необходимо *испытать, держат ли приборы*, если предполагаются опыты с газами; удостовериться, в *исправности ли горелки* или лампы (есть ли спирт в лампах, достаточно ли длинны фитили и т. д.), не перегнулись ли каучуки, действуют ли винты у зажимов на штативах, легко ли вынимаются притертые пробки и т. д.

До начала опыта нужно удостовериться, все ли в порядке, пустить в ход *вентилятор*, если для опыта нужна тяга. Тягу, действующую подогреванием воздуха, необходимо установить заранее, до начала урока.

Приступая к опыту, если прибор более или менее сложный, следует предварительно *разобрать с учащимися устройство прибора*, причем даже сравнительно простой прибор следует нарисовать схематически на доске. Затем учащиеся должны ознакомиться с веществами, с которыми будут производиться опыты, если эти вещества им еще не знакомы. В некоторых случаях, кроме того, необходимо сначала подробно разобрать ход предстоящего опыта или произвести так называемый *мысленный эксперимент*.

Полезно отметить следующий *дидактический прием* при демонстрации более трудных опытов, которые при всех предосторожностях могут иногда не удаваться. Приступая к демонстрации опыта, следует предупредить учащихся, что в таком-то и таком-то случае или по таким-то причинам опыт может не удался. Тогда в случае удачи и преподаватель и учащиеся получают известное удовлетворение, при неудаче же не получается неизбежного конфуза.

Особенно нежелательно и невыгодно перед началом опыта в ярких красках описывать, что «мы сейчас увидим». После такого описания малейшая неудача совершенно портит настроение как преподавателю, так и аудитории.

В случае неудачи опыта преподаватель никогда не должен конфузиться. Указав учащимся причину неудачи, следует опыт сразу же повторить. Если же это невозможно, повторить его на следующем уроке. Этим только увеличится авторитет преподавателя. Если причина неудачи опыта не ясна, следует сказать об этом учащимся, не стараясь во что бы то ни стало найти хотя бы фиктивную причину неудачи. Нужно постараться найти причину к следующему уроку, сообщить о ней учащимся и повторить опыт.

Демонстрируя опыт, рекомендуется *не делать этого молча*. На аудиторию это обыкновенно производит расхолаживающее впечатление. Все свои действия следует *объяснять*, например: «Помещаю в колбу медные стружки, вставляю пробку с капельной воронкой, наливаю в воронку слегка разбавленную азотную кислоту и вливаю в колбу. Пока мы ничего не видим, но вот колба начинает наполняться бурым газом, жидкость в колбе зеленеет. Теперь мы выждем некоторое время, пока выделяющийся газ вытеснит из колбы воздух. Обратите внимание, что газ в колбе делается более и более бурым, пузырьки же газа, выходящие из газоотводной трубки, дают бурое облачко. Теперь скоро уже можно будет начать собирать газ. Я наполняю цилиндр водой, закрываю стеклышком, опрокидываю в пневматическую ванну и помещаю над концом газоотводной трубки. Газ собирается в цилиндр. Заметьте, что этот газ совершенно бесцветен. Это окись азота...» и т. д.

Таким образом, объясняя каждое свое действие, преподаватель фиксирует внимание учащихся на опыте, приучает их наблюдать явление во всех деталях и отдавать себе отчет во всех манипуляциях.

Во время демонстрации опыта или во время проделывания опыта учащимся не должно быть *ничего, отвлекающего внимание*. Например, не следует одновременно готовить или производить другой опыт, раздавать что-нибудь учащимся, производить опрос отдельных учащихся, вывешивать таблицы и т. д.

Кроме того, необходимо *соблюдать все правила по технике безопасности* (стр. 44).

Того же следует строго требовать и от учащихся, *не боясь быть педантичным* и помня, что на преподавателе лежит *большая и серьезная ответственность* за жизнь и здоровье учащихся, которые легко могут пострадать при несоблюдении необходимых предосторожностей как с их стороны, так и со стороны преподавателя.

Даже зная, например, что из аппарата получается чистый водород, не содержащий примеси воздуха (аппарат был только что испытан на предыдущем уроке), прежде чем производить опыт, водород следует испытать перед учащимися, отмечая необходимость такого испытания. Опустив кусочек натрия в воду и зная, что при данном размере кусочка опыт не представляет опасности, следует демонстративно отойти от сосуда, указывая на опасность опытов с натрием и тем предупреждая попытки учащихся производить рискованные опыты с натрием, который им удалось бы случайно раздобыть, и т. д.

Опыты с ядовитыми газами и парами следует обязательно производить *под тягой* и только в отдельных случаях, беря минимальные количества веществ; можно некоторые опыты, например с хлором или сероводородом, производить и без тяги, проветривая затем помещение (ниже будут даны соответствующие указания), или в приборах, снабженных на конце фильтрами-поглотителями (активированный или хорошо высушенный и прокаленный древесный уголь).

Демонстрационный опыт не должен быть продолжительным. Опыт должен быть так подготовлен, чтобы он не затягивался. Если для опыта понадобится горячая вода, она должна быть заготовлена заранее, если потребуется тяга, она должна быть пущена, реактивы должны быть все заготовлены. Если опыт продлевается с весами и помещаемые на весы приборы должны быть тарированы, то это следует сделать заранее, заготовив тару в коробочках с надписями или в чашках.

Лишь в очень редких случаях, когда на уроке приходится продлевать опыт, который по существу должен был бы продлеваться лабораторно самими учащимися, опыт, требующий продолжительного прокаливания, остывания и т. д., наблюдение за ходом опыта временно прерывается. Преподаватель переходит к другим вопросам, а затем снова возвращается к продолжению опыта.

В некоторых случаях, когда важно, чтобы учащимся видны были возможно ясно все детали явления, и когда условия демонстрации опыта это позволяют, преподаватель показывает опыт, поместившись в проходе между столами учащихся или став перед окном.

Примером такого опыта может служить опыт с кристаллизацией из пересыщенного раствора. Учитель, став перед окном, держит колбу с пересыщенным раствором на некоторой высоте и, открыв колбу, бросает в нее кристаллик соли. Учащиеся в таких условиях могут наблюдать быстрый процесс кристаллизации с меньшего

расстояния, чем если бы опыт производился на демонстрационном столе.

Иногда можно предложить учащимся подойти к столу и расположиться так, чтобы явление было всем хорошо видно.

Очень часто продукты реакции или исходные материалы, или мелкий прибор должны быть показаны учащимся вблизи. В таком случае преподаватель нередко поступает так, как это принято делать (и совершенно напрасно) в высшей школе: передает вещества или предметы учащимся, «посылает по рукам». Этот прием допустим только в том случае, когда на это время преподаватель прекращает урок. При этом желательно передавать показываемое в нескольких экземплярах, чтобы на демонстрацию не уходило слишком много времени. Если же объект передается из рук в руки и в то же время преподаватель продолжает беседу, то, конечно, рассматривающие объект в это время уже не слушают слов учителя и теряют нить урока.

Лучше всего, если преподаватель сам *проходит между столами* учащихся, демонстрируя им какой-нибудь объект и давая нужные пояснения. Это берет меньше всего времени и не мешает цельности урока.

Остановимся теперь на *организации лабораторных занятий*.

На данном этапе развития школы вряд ли возможно будет в массовой школе вести работу так, чтобы все лабораторные опыты проделывал каждый учащийся индивидуально, но к этому нужно стремиться.

Обычно работа в классе-лаборатории ведется небольшими группами — *звеньями* — учащихся. Звенья состоят из двух-трех, максимум четырех человек. Все звенья обычно проделывают те же опыты параллельно.

На самостоятельных практических занятиях и при решении экспериментальных задач каждый учащийся должен работать сам.

Для каждого звена до урока заготавливается все необходимое для намеченных опытов.

Приборы и материалы, заготовленные для лабораторных занятий, следует полностью выставлять на столы учащихся во время перемены, а не во время урока, по мере надобности, как это нередко делается. Последний прием обычно задерживает течение урока и нарушает его цельность.

Необходимо с первых же уроков приучить учащихся не трогать раньше времени заготовленные приборы и материалы.

Для того чтобы на переноску приборов и материалов на столы учащихся затрачивать возможно меньше времени, следует пользоваться деревянными или из оцинкованного железа подносами (рис. 1), которые могут быть изготовлены учащимися на внеклассных занятиях или на занятиях по труду. На этих подносах и заготавливать

до урока все необходимое для опытов учащихся. Если число классов велико, следует иметь несколько комплектов подносов. Для подносов с приборами должна быть устроена особая полка или этажерка.

На тех же подносах по окончании урока приборы и реактивы уносятся из класса.

Штативы, лампочки, держалки для пробирок и прочие предметы, являющиеся постоянной принадлежностью рабочего места, могут постоянно оставаться на столах, служа для всех классов.

Для пробирок можно рекомендовать стойки-гнезда, вмонтированные возле бортиков по углам стола.

Многие реактивы и материалы можно давать уже в отмеренных количествах в пробирках. Для того чтобы не было путаницы, на пробирках следует делать надписи восковым карандашом. За неимением такого карандаша можно у части пробирок, которые предполагается применять для вышеуказанной цели, сделать матовые полоски. По матовому стеклу очень удобно писать обыкновенным графитовым или химическим карандашом. Матовую полоску очень легко сделать, потерев пробирку куском наждачной бумаги.

Написанное легко стирается резинкой.

Можно, что, однако, гораздо менее удобно, наклеивать на пробирки бумажные этикетки или в крайнем

случае вкладывать в отверстие для пробирок свернутые бумажки с соответствующими надписями.

При хорошо дисциплинированном классе можно на доске штатива против каждого отверстия для пробирки поставить номер и затем перед началом работы выписать на доске под соответствующими номерами названия заготовленных реактивов.

Если класс малодисциплинирован, то концентрированные кислоты и другие опасные вещества лучше раздавать во время урока перед самым опытом.

Сухие вещества, если посуды недостаточно, можно выдавать в коробочках или в бумажных пакетиках.

Некоторые приборы для опытов сооружаются из выданного материала самими учащимися. Но совершенно нет надобности, чтобы они сооружали все приборы сами. Большинство приборов выставляется на урок в *собранном виде*.

Это диктуется, с одной стороны, тем, что, после того как учащиеся научатся собирать приборы на нескольких примерах, эта работа, отнимающая много времени, уже ничего не дает учащимся, с другой стороны, скромные средства лаборатории и дефицитность пробок и трубок заставляет школу экономить на этих материалах.

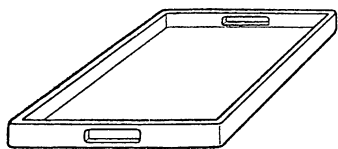


Рис. 1. Поднос для переноски наборов для лабораторных работ.

Описанные ниже приборы для опытов учащихся в большинстве случаев крайне просты и состоят из пробирок, трубок, баночек и стаканов.

Для всех опытов, где пробка не подвергается воздействию концентрированных азотной или серной кислоты, удобнее всего применять каучуковые пробки с готовым отверстием, которые служат при бережном хранении несколько лет, хорошо держат и годятся для пробирок, значительно различающихся по диаметру.

Помимо удобства, каучуковые пробки, благодаря тому что они служат долгое время, обходятся в конечном итоге дешевле корковых.

Стеклянные трубки для приборов полезно заготовить заранее нескольких стандартных типов, из которых при помощи каучуковых трубок составляются все нужные для приборов трубки, *каучуковая трубка* диаметром 6 мм должна быть длиной около 15 см.

Для того чтобы привлечь к работе по возможности всех учащихся каждого звена, полезен такой дидактический прием: учащиеся каждого звена в том порядке, как они сидят за столами, получают каждый свой номер. Скажем, первые от окна — № 1, вторые — № 2, третьи — № 3 и четвертые — № 4. При работе один опыт или манипуляцию проделывают по указанию учителя первые номера каждого звена, следующий опыт — вторые номера и т. д. После четвертых опять работают первые.

Таким образом, мы избегаем монополии наиболее активных и привлекаем к работе последовательно всех учащихся.

Следует еще остановиться на вопросе об *инструктировании* учащихся относительно производства опытов на лабораторных занятиях.

Инструкции могут быть устные (преимущественно в младших классах и в старших для более простых опытов) и письменные — продиктованные, отпечатанные на машинке или размноженные на ротаторе или отпечатанные в виде особого руководства.

При устной инструкции преподаватель не только рассказывает, но рисует на доске приборы, демонстрирует их, поскольку это нужно, показывает, как производить те или иные манипуляции. Часто такая инструкция требует меньше времени, чем в том случае, когда учащиеся читают напечатанные наставления или пользуются книгой.

В некоторых случаях, для того чтобы проверить, насколько учащиеся усвоили инструкцию, полезно вызвать кого-нибудь из наименее внимательных учащихся и предложить ему повторить, как он будет проделывать данный опыт.

В зависимости от той методической задачи, которую преследует данная лабораторная работа, преподаватель строит инструкцию различно.

1. Преподаватель может дать наставление: как производить данный опыт, не указывая, с какой целью он ставится, и потом задать вопросы, на которые учащиеся должны ответить по окончании опыта. Например, учащимся предлагается нагреть до кипения воду в колбочке, закрытой пробкой, в которую вставлена оттянутая на конце трубочка, и наблюдать, что выходит из конца трубочки. На вопрос учителя, что они видят, учащиеся обычно отвечают «пар». После этого ожидаемого ответа учитель разъясняет, что пары воды невидимы, как всякий бесцветный газ, и что наблюдаемое учащимися облачко — это не пар, а туман, капельки воды.

Ясно, что если бы учитель в данном случае заранее сказал, что цель опыта — наблюдать отличие пара от тумана, то опыт дал бы меньший педагогический эффект и отличие тумана от пара запечатлелось бы менее ярко, чем после сделанного учащимися неправильного заключения. Случаев, когда полезно не говорить заранее о цели опыта, сравнительно немного.

2. Учитель предлагает проделать опыт с определенной целью, не говоря заранее об ожидаемых результатах. Это наиболее частый случай в практике преподавания. Например, учащиеся получают азотную кислоту с целью ознакомиться со способом ее получения и ее свойствами.

Производя опыт, учащиеся обнаруживают, что азотная кислота получается желтого цвета (примесь окислов азота), что азотная кислота разрушает пробку (если опыт производится в пробирке), что она перегоняется при сравнительно высокой температуре, что при действии азотной кислоты на медь выделяются окислы азота и т. д.

Свойства азотной кислоты являются выводом из опыта, и потому о них не следует сообщать учащимся заранее.

3. В целом ряде случаев, однако, учитель должен не только рассказать, с какой целью проделывается опыт, указать на технику работы, но и остановиться заранее на ожидаемых результатах, так как без знания этих результатов учащемуся не будет ясен смысл ряда деталей в постановке опыта. Так, например, при получении аммиака учащийся должен заранее написать равенство реакции получения аммиака, для того чтобы он сознательно взял нужные количества нашатыря и извести, для того чтобы он правильно укрепил пробирку в штативе несколько наклонно, отверстием вниз, так как иначе вода будет стекать на горячие стенки пробирки, и она лопнет. Учащийся должен знать, что аммиак легче воздуха, почему его собирают в перевернутую пробирку; должен знать, что аммиак растворяется в воде, и потому должна быть подготовлена чашка с водой; что раствор аммиака в воде, в противоположность раствору хлористого водорода, легче воды и быстро насыщает верхний слой, почему пробирку для лучшего поглощения аммиака водой необходимо встряхивать.

Таким образом, единственными самостоятельными выводами учащихся будут: аммиак очень хорошо растворим в воде и имеет щелочную реакцию на лакмус.

Кроме того, могут быть такие иллюстрирующие опыты, при которых учащийся наперед знает все результаты опыта, например: перегонка воды, вытеснение металлов друг другом, восстановление металлов углем и т. п. Было бы нелепо, если преподаватель предложил бы учащимся нагревать окись свинца с углем, для того чтобы посмотреть, не произойдет ли при этом какая-нибудь реакция.

4. Могут быть такие случаи, когда преподаватель ставит перед учащимися ряд вопросов, на которые они должны дать ответы на основании сделанных ими опытов; в последних имеются элементы исследования. Например, растворяя ряд веществ, учащиеся сами приходят к выводам, что есть вещества хорошо растворимые, мало-растворимые и нерастворимые, что растворимость одних веществ сильно меняется с температурой, других — мало (см. т. II).

В таких случаях в инструкции ставится лишь задача и даются общие указания относительно тех опытов, которые нужно проделать. Учащиеся должны сами придумать способ, при помощи которого можно убедиться в том, что вещество, на первый взгляд нерастворяющееся, действительно нерастворимо.

Таким образом, соответственно указанным типам эксперимента и инструкция преподавателя должна носить различный характер.

Во всех случаях, когда опыт при неправильной постановке мог бы представлять *опасность*, в инструкции преподавателя на это должно быть обращено *особое внимание* (см. ниже, «Правила по технике безопасности»).

При более сложных опытах, особенно в младших классах, инструкции даются преподавателем по отдельным этапам опыта, и после того как данный этап проделан, даются дальнейшие указания.

Остановимся для примера на опыте соединения серы с железом.

После того как учащиеся на предшествовавшем опыте получения смеси серы с железом убедились, что при смешении порошков нового вещества не получается, учитель предлагает проделать опыт с нагреванием смеси для того, чтобы вызвать реакцию, и указывает, что для опыта лучше взять отвешенные количества порошков — 3,5 г железа и 2 г серы.

Первый этап работы заключается в том, что отвешиваются сера и железо и порошки смешиваются в ступке или на листе бумаги, пока не получится вполне однородная по виду масса.

После того как все звенья получили смесь, учитель предлагает убедиться, что действительно получилась механическая смесь, бросая щепотку ее в стакан с водой и взбалтывая.

Затем учитель сообщает, что нагревание смеси будет производиться в пробирке, в которую учащиеся по указанию учителя пересыпают смесь, оставляя немного на бумажке для сравнения с про-

дуктом ожидаемой реакции, и укрепляют пробирку в штативе (точно указывается, как это сделать.)

Когда у всех звеньев пробирка укреплена, объясняется, как нужно нагревать смесь и наблюдать реакцию: сначала осторожно прогреть всю пробирку, затем сосредоточить нагревание на доньшке, пока не заметно будет явлений, указывающих, что реакция началась (какие именно это явления, наперед говорить не следует), после чего сейчас же прекратить нагревание и следить за явлением. Ввиду важности внимательного соблюдения всех условий один из учащихся повторяет, как будет проделываться опыт.

Только после этого учащиеся приступают к выполнению опыта.

Учащиеся обнаруживают, что происходит бурная реакция, пробирка раскаливается и нередко растрескивается.

Преподаватель предлагает дать полученной массе остыть и, пока идет остывание, обсуждает результаты опыта. Ставится, например, вопрос, каким образом учащиеся могли так сильно накаливать массу на спиртовых лампочках. Выясняется, что масса «сама собой» раскалилась, произошло явление, сопровождающееся раскаливанием; учитель сообщает учащимся соответствующий термин — произошло «выделение тепла».

Учащиеся нередко утверждают, что при опыте сера или железо «сгорели». Для разрешения вопроса, что за явление произошло, необходимо исследовать полученное вещество и сравнить его со взятой смесью. Ожидать для этого полного остывания вещества нет надобности. Учитель предлагает отбить конец пробирки со сплавленной массой, поместить массу в ступку, отобрать осколки стекла, часть массы истереть в порошок и сравнить по виду со взятым порошком, а затем бросить в воду и взболтать, испытать магнитом¹.

Вывод: получилось новое вещество. Учитель объясняет, что происходившее явление не есть горение серы и железа, а их взаимодействие, соединение, сопровождающееся, как и горение, разогреванием, выделением тепла, но что часть серы, находившейся на поверхности, при этом действительно сгорела.

Если у учащихся все же остаются сомнения, не получается полной ясности, можно проделать дополнительный опыт, который следует заготовить про запас.

Немного смеси высыпается в железный тигель или в большой железный наперсток. Сверху, для того чтобы не было доступа воздуха, насыпается сухой песок, и тигель нагревается.

Никакого пламени при этом не получается, но дно тигля обычно накаливается докрасна.

¹ Это можно делать только в том случае, если для опыта был взят железный порошок, а не спилки. В последнем случае полученное сернистое железо содержит примесь железа и притягивается магнитом.

Если высыпать песок и постучать опрокинутым тиглем о стол, из тигля вываливается лепешка такого же сернистого железа, которое получилось при первом опыте.

Если бы еще не втянувшись в лабораторную работу учащимся VII класса дать сразу описание всего хода опыта, а не разбить его на отдельные этапы, им было бы трудно удержать в памяти все указания преподавателя, и опыт у многих не удался бы.

Кстати, следует отметить один *дидактический прием*, который полезно соблюдать, давая инструкцию для лабораторных опытов. Обычно, если преподаватель употребляет в своей беседе повелительное наклонение — «отвесьте, нагрейте и т. д.», то учащиеся сразу же бросаются исполнять указания преподавателя, не дав ему докончить объяснения. Если же употреблять будущее время — «опыты вы будете проделывать так-то и так-то», то это несколько сдерживает пыл учащихся, и они выслушивают объяснения с большим терпением.

Чем старше возраст учащихся, тем реже приходится прибегать к инструктированию опытов по отдельным этапам. Педагогический такт преподавателя должен подсказать ему, в каких случаях можно сразу описать весь ход опыта, в каких лучше описывать его по частям.

Ниже описания ряда лабораторных опытов даются в такой форме, в какой учитель дает инструкцию опыта, причем приводятся и те вопросы, которые в процессе работы могут быть поставлены учащимся.

При хорошей подготовке опытов, продуманной инструкции и надлежащей дисциплине класса все звенья обыкновенно заканчивают опыт почти одновременно. Большинство опытов, описанных ниже, настолько просты, что никакой задержки происходить не должно.

Неудача и задержка у какого-либо звена обычно происходит по вине работающих.

Преподаватель должен быть всегда готов прийти на помощь звену, у которого произошла неудача, чтобы быстро ее ликвидировать, но для этого не следует задерживать весь класс, и если опыт сильно затянулся по вине работающих, им следует предложить опыт не заканчивать, а посмотреть результаты его у своих соседей.

Такой прием обыкновенно повышает дисциплину класса и внимание к инструкциям преподавателя, и класс выравнивается в работе.

Для особенно аккуратно и быстро работающих звеньев можно иногда иметь про запас дополнительные опыты, можно также предложить описать проделанный опыт более подробно, чем описывают остальные звенья.

Этими приемами обычно удается выравнивать работу класса и поддерживать дисциплину и порядок во время лабораторных занятий.

Очень хорошим стимулом, повышающим качество и темп работы, является *соревнование* между звеньями в аккуратности и точности работы.

В некоторых случаях отдельные звенья могут проделывать различные, но аналогичные опыты, после чего делается сводка полученных результатов. Например, отдельные звенья прокаливают различные металлы, и оказывается, что все металлы, превращаясь в окислы, увеличиваются в весе. Подобное же распределение аналогичных опытов между звеньями может быть и в других случаях. Например, различные звенья получают различные сложные эфиры и делятся результатами опытов, передавая друг другу полученные эфиры, проделывают различные опыты на способы получения солей, получают различными способами кислород и т. д.

Но было бы неправильно распределять между звеньями различные, не аналогичные опыты, например: при работах по теме «Азот» одному звену дать получение азота и испытание его свойств, другому — получение аммиака и знакомство с его свойствами, третьему — получение солей аммония и т. д. с тем, чтобы по окончании работы звенья поделились результатами своих опытов, после чего преподаватель сделал бы сводку этих результатов. В таком случае получавшие азот не получают никаких живых, конкретных впечатлений об аммиаке, получавшие аммиак не познакомятся со свойствами азота и т. д., для них результаты опытов товарищей дадут не больше, если не меньше, того, что дал бы рассказ учителя или чтение учебника.

Многолетний опыт убедил нас, что наиболее целесообразной является *организация звеньев* по добровольному принципу. Система, когда звенья составляются преподавателем (например, сильные прикрепляются к слабым), дает несравненно худшие результаты. Работа звеньев в этом случае постоянно тормозится вечно возникающими недоразумениями. Наоборот, даже слабые звенья, если такие образуются, начинают подтягиваться за успевающими и иногда проделывают работу не хуже сильных.

При проведении практических занятий незадолго до конца урока следует закончить все опыты, чтобы учащиеся могли привести в порядок свои столы.

По окончании урока следует сейчас же рассортировать все оставшееся на столе и указать лаборанту, что нужно оставить до следующего раза, что вымыть, что поставить в шкаф и т. д.

ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХИМИЧЕСКИХ РАБОТАХ

1. Общие правила

1. *При всех работах соблюдать максимальную осторожность, помня, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знакомство с приборами и свойствами веществ, с которыми ведется работа, может повлечь за собой несчастный случай.*

2. *Химические опыты проделывать* с такими количествами веществ и концентрациями, в такой посуде и приборах и вообще в таких условиях, которые указаны в руководствах.

3. *Не ставить ни одного опыта* и не пускать в дело ни одного прибора без предварительной проверки.

Всякие изменения в постановке опытов допустимы только после предварительного испытания в малом масштабе или с принятием необходимых предосторожностей даже для опытов, которые кажутся безопасными.

4. *Не производить никаких опытов в грязной посуде.* Посуду мыть сейчас же после опыта, не оставляя надолго невымытой. Известны несчастные случаи при опытах с грязной посудой. Например, склянка из-под бензина была наполнена кислородом. При испытании тлеющей лучинкой произошел взрыв смеси паров бензина с кислородом, при котором было ранено несколько человек.

5. *Не мыть посуду с песком*, так как она после этого легко растрескивается, особенно при нагревании.

6. *Не оставлять никаких веществ в посуде без этикеток или надписей.*

7. Беря вещество для опыта, *внимательно читать этикетку*, особенно на латинском или другом языках, и при малейшем сомнении наводить справку или производить проверку.

8. *Никаких веществ в лаборатории не пробовать на вкус.*

Не следует класть на химические столы еду, папиросы и т. п.

9. *Нюхать какие бы то ни было вещества в лаборатории с осторожностью*, не наклоняясь над сосудом и не вдыхая полной грудью, а направляя к себе пары или газы рукой или неплотно прикрыть склянку тампоном ваты, которая удержит некоторое количество паров, достаточное для определения вещества органолептически (по запаху).

Такие сильные яды, как мышьяковистый и фосфористый водород и т. п., совсем нюхать нельзя.

Следует помнить, что действие многих ядов (например, соединений мышьяка) сказывается не сразу, а лишь через некоторое время, и что при неосторожном вдыхании ядовитых газов и паров возможны случаи серьезного и даже смертельного отравления.

Работу с сильно ядовитыми газами, как окись углерода, мышьяковистый и фосфористый водород, *производить только в хорошо действующей тяге.* При работах с малыми количествами некоторых ядовитых газов (хлор и т. п.) использовать поглотители (активированный уголь и пр.).

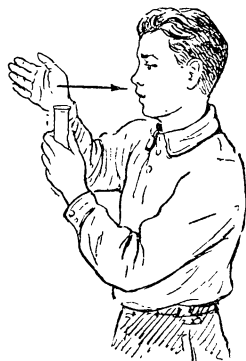


Рис. 2. Как следует нюхать вещества.

10. Вообще со всеми веществами в лаборатории обращаться как с более или менее ядовитыми, так как более $\frac{3}{4}$ веществ, применяемых в лаборатории, ядовиты.

11. Никаких веществ из лаборатории никому не давать и не брать домой.

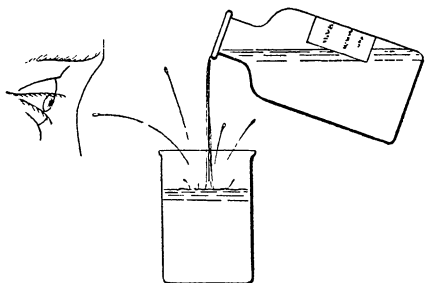


Рис. 3.

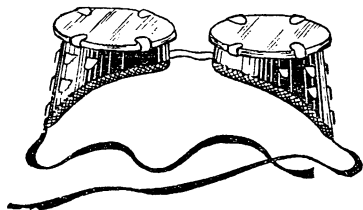


Рис. 4. Предохранительные очки.

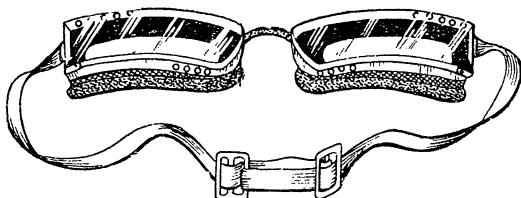


Рис. 5. Шоферские очки.

12. Не наклоняться над сосудом, в котором что-нибудь кипит или в который наливается какая-нибудь жидкость (особенно едкая), так как брызги могут попасть в глаза (рис. 3).

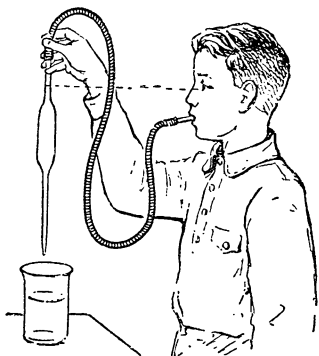


Рис. 6. Предосторожность при работе с пипеткой.

13. Вообще беречь глаза и при всех опытах, при которых может произойти разбрызгивание или разбрасывание веществ, взрыв, надевать очки лучше предохранительные с толстыми стеклами и щитками, прилегающими к лицу (рис. 4), или шоферские (рис. 5).

14. Для насасывания жидкости в пипетку и вообще при работе с пипеткой пользоваться каучуковой трубкой, как показано на рисунке 6, особенно работая с едкими жидкостями.

15. Пробирку, в которой нагревается жидкость, держать отверстием в сторону, а не к себе и не к соседу, так как жидкость вследствие перегрева нередко выбрасывается из пробирки.

Во избежание этого никогда не греть пробирку только снизу, а прогревать все содержимое пробирки.

16. *Остатки опасных веществ (щелочные металлы, фосфор, сероуглерод и т. д.) не выбрасывать* в мусорные ящики или раковины, а *тщательно собирать* в предназначенные для этого сосуды, чтобы потом использовать или уничтожить (см. ниже).

17. *Соблюдать особую осторожность при работе с горючими веществами* (см. ниже, стр. 52) и нагревательными приборами.

Во избежание пожара электроплитки и другие электронагревательные приборы ставить на подставки из керамики, на лист асбеста или другие огнеупорные материалы.

18. *Производя опыт, при котором в приборе выделяется газ или нагревается жидкость, остерегаться сильного повышения давления и взрыва* вследствие закупорки трубки порошком, слипания стенок или резкого перегиба каучука, слишком большого сопротивления в промывных сосудах или в поглотительных приборах и т. п. В этом случае прибор не должен представлять собой замкнутую систему и иметь обязательно свободный выход для газа.

Всякий прибор перед опытом должен быть самым тщательным образом проверен.

Не нагревать плоскодонных колб и другой плоскодонной посуды на голом огне: необходимо подкладывать асбестированные сетки или просто лист асбеста.

19. Соблюдать большую осторожность при работе с источниками тока высокого напряжения (трансформаторы, индукторы). Во время действия прибора ни в каком случае не приближать руки или тело к клеммам высокого напряжения или к присоединенным к ним проводам.

Оставляя индуктор или трансформатор в доступном для неопытных лиц помещении, *отключать и прятать провода, соединяющие с первичной цепью.*

20. На видном месте в лаборатории должны находиться *медицинские средства* на случай ожогов, порезов и т. п.

При некоторых опытах должны быть заранее заготавливаемые *противоядия*, как, например, при опытах с фосфором — раствор ляписа или марганцовокалиевой соли.

Если какой-нибудь реактив *попадет на тело*, то прежде всего нужно *смыть реактив большим количеством воды*, а уже затем вытирать или применять нейтрализующие вещества.

Особенно важно быстро *промыть глаза*, если в них попадет какой-нибудь реактив. Можно промывать глаза под краном, а еще лучше из обыкновенной промывалки с присоединенным на каучуке наконечником. *Такая промывалка всегда должна быть наготове в лаборатории.*

21. В лаборатории всегда должно быть наготове *достаточное количество нейтрализующих растворов* для нейтрализации попав-

ших на тело, платье или пролитых кислот и щелочей: растворы соды, аммиака, уксусной кислоты, борной кислоты.

22. В лаборатории должны быть в полном порядке *противопожарные средства*.

2. Правила обращения с ядовитыми и едкими веществами

1. Иметь в помещении *противогаз*.

2. Работу с особенно опасными веществами, как бром, белый фосфор, концентрированные кислоты и т. п., не поручать неопытным работникам без особого наблюдения.



Рис. 7. Опыт взаимодействия брома с алюминием с использованием поглопителя.

3. Все манипуляции с ядовитыми газами и парами прoдeлывaть в вытяжном шкафу или в приборах с поглотителями (активированный уголь и т. п., рис. 7).

Во время работы в вытяжном шкафу:

а) все дверцы держать опущенными, обязательно оставляя под ними небольшие щели для притока воздуха;

б) приподнимать одну дверцу только на короткое время для необходимых манипуляций;

в) во время работы не влезать в вытяжной шкаф с головой;

г) если задвижки в каналах вытяжного шкафа закрыты, открыть их и тягу в шкафу устанавливать заранее, до начала опыта;

д) прежде чем разбирать прибор, в котором содержится ядовитый газ, необходимо вытеснить из прибора под тягой весь газ водой или воздухом;

е) работая с хлором, бромом и другими ОВ, иметь наготове противогаз.

4. При разбивании кусков твердых веществ надевать предохранительные очки (рис. 5), а при разбивании едких щелочей — и резиновые перчатки.

5. Измельчение едких щелочей, натронной извести, йода, солей двухромовой кислоты (как хромпик), солей анилина и других веществ, дающих едкую или ядовитую пыль, производить в вытяжном шкафу или надевать противогаз.

6. При обращении с запасами концентрированных кислот и аммиака соблюдать нижеследующие предосторожности:

а) большие бутылки держать в корзинах;

б) разливать обязательно через воронку;

в) не наклонять большую бутылку, стоящую на полу, а поворачивать ее, приподняв с пола, лучше вдвоем; бывали случаи, что бутылка при наклонении раздавливалась под влиянием тяжести содержимого;

г) концентрированные кислоты *соляную и азотную* и концентрированный *раствор аммиака разливать под тягой*;

д) *при разбавлении концентрированной серной кислоты* вливать кислоту в воду, а не наоборот, во избежание разбрызгивания и даже взрыва.

7. При растворении концентрированной серной кислоты в воде, при изготовлении хромовой смеси при смешивании концентрированных серной и азотной кислот и вообще *при смешивании веществ, сопровождающемся выделением тепла*, пользоваться *тонкостенной химической посудой* (колбы, стаканы и т. п.) или *фарфоровой посудой* (для едких щелочей), так как толстостенная химическая посуда (склянки, банки и т. п.) от нагревания может треснуть. При разбавлении и смешивании *значительных количеств* указанных веществ ставить сосуд (колбу, стакан) в эмалированный таз и т. п.

Не вливать горячих жидкостей в толстостенную посуду и приборы. Не добавлять в них (например, в аппарат Киппа) концентрированную серную кислоту.

8. *При работах с белым фосфором* соблюдать особую осторожность (на право хранения белого фосфора иметь специальное разрешение):

а) хранить *под водой*;

б) *не трогать руками*, брать только пинцетом или щипцами;

в) резать *под водой* комнатной температуры в толстостенной посуде (ступка, тарелка);

г) перед выниманием отрезанного куска из воды в *теплом помещении* добавлять в сосуд *холодной воды* или льда;

д) *осушать прикладыванием* бумаги, не тереть;

е) *крупные остатки* собирать в банку с водой, которую сдавать ответственному лицу;

ж) *мелкие остатки* собирать на фильтр и вместе с влажным фильтром *сжигать* на сетке или на железной пластинке под тягой или в печи;

з) *не ронять* на пол, особенно если в полу есть щели; упавший случайно кусочек сейчас же отыскать;

и) *посуду*, в которой резали фосфор, *мыть концентрированным раствором марганцовокалиевой соли* и затем водой;

к) в случае *воспламенения* фосфора потушить его, засыпая песком;

л) если кусочек фосфора *загорится на руке* или на теле, погасить, прижав полотенце и т. п., и сейчас же смазать обожженное место раствором марганцовокалиевой или азотносеребряной соли (иметь наготове); при серьезных ожогах обратиться после этого к врачу;

м) *не оставлять зимой в неотопляемом помещении.*

При замерзании воды, в которой хранится фосфор, банка может лопнуть, и затем при оттаивании вода вытечет и фосфор загорится.

9. *При работах с бромом:*

а) *производить опыты* в вытяжном шкафу;

- б) *остерегаться вдыхать пары брома;*
- в) *беречь глаза от паров брома;*
- г) *беречь руки, так как бром дает долго незаживающие язвы;*
- д) *при наливании тщательно снимать каплю с края горлышка склянки о край сосуда (рис. 8), так как бром легко стекает по стеклу и может обжечь руку;*

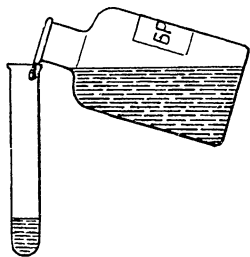


Рис. 8. Снятие капли жидкости с края сосуда.

е) *при переливании больших количеств надевать резиновые перчатки;*

ж) *в случае ожога оmyвать обожженное место концентрированным раствором тиосульфата натрия («гипосульфит»); иметь его наготове;*

з) *после вдыхания паров брома нюхать разбавленный раствор аммиака, выйти на свежий воздух.*

10. *При несчастном случае: если в помещение по какой-нибудь случайности попадет большое количество ядовитого газа или пара, например разобьется большая склянка с бромом, запаянная трубка с жидкой двуокисью азота, с жидким хлором, бутылка с концентрированной азотной кислотой, испортится кран у баллона с хлором, фосгеном и т. п., поступать следующим образом.*

А. Если нет противогаса:

- а) *приказать всем присутствующим, задержав дыхание, без паники выйти из помещения; закрыть двери;*
- б) *задержав дыхание, бежать к окну;*
- в) *открыв или, в крайнем случае, разбив окно, вдохнуть свежий воздух;*
- г) *бежать ко второму окну, если оно имеется, и открыть или разбить его;*
- д) *вдохнув свежий воздух, бежать к двери, выйти и закрыть за собой дверь;*
- е) *оставить помещение закрытым до полного проветривания.*

Б. Если есть противогаз:

- а) *приказать всем присутствующим, задержав дыхание, выйти без паники из помещения;*
- б) *задержав дыхание, выждать, пока все удалятся, после чего закрыть двери и надеть противогаз;*
- в) *открыть окна, устроив, если возможно, сквозняк;*
- г) *выйти из помещения, закрыть за собой двери и оставить помещение закрытым до полного проветривания.*

11. *При опытах с ртутью иметь обязательно поднос для ртути. Нагревать ртуть в открытом сосуде можно только под хорошей тягой.*

3. Правила при работе с горючими газами и парами

1. Не зажигать водород и другие горючие газы или пары без предварительного испытания на чистоту в пробирке.

Рекомендуется правило зажигания водорода (и других горючих газов):

а) испытать водород на чистоту при помощи пробирки;

б) когда водород в пробирке загорится спокойно, без взрыва, поднести пробирку с горящим водородом к газоотводной трубке прибора и таким образом зажечь выходящий из трубки водород.

Такой способ зажигания водорода совершенно гарантирует от преждевременного зажигания, представляющего большую опасность. Если из трубки выходит невзрывчатая смесь, содержащая очень мало водорода, она в пробирке не загорится. Если смесь в пробирке взрывается, то в ней не будет пламени, и только при чистом водороде внутри пробирки появляется пламя, которым и можно зажечь выходящий из трубки водород;

в) никогда не зажигать водород пламенем спички или горелки.



Рис. 9. Предохранительная трубка с сеткой.

2. При сборке приборов для опытов с горючими газами и парами применять предохранительные трубки с медными сетками (рис. 9), для ацетилена брать железную сетку.

3. Перед собиранием газа в газометр, бывший ранее в употреблении, выливать из него всю воду и заменять свежей, так как вода может содержать в растворе газ, который раньше был в газометре, и возможно образование опасной смеси газов.

Газ выделяется из воды вследствие того, что его парциальное давление в новом газе равно нулю. Бывали случаи взрывов после наполнения кислородом газометра, вода которого содержала в растворе ацетилен или другой углеводород.

4. Не пользоваться газометром для собирания водорода или ацетилена.

5. Прежде чем пользоваться для очистки газа промывной склянкой, колонкой и т. п., бывшими в употреблении, удалять из них ранее бывший газ продуванием или просасыванием воздуха.

4. Правила обращения с нагревательными приборами

1. Не оставлять зажженных горелок или ламп и включенных нагревательных приборов, уходя из лаборатории, хотя бы ненадолго.

2. Следить, нет ли в лаборатории утечки газа. При обнаружении запаха газа (бензина):

а) загасить все горелки;

- б) не включать и не выключать электрический ток;
- в) закрыть двери;
- г) открыть окна или форточки;
- д) проверить, не открыт ли где-нибудь газовый кран, нет ли отверстия в каучуке или в газопроводе; остановить утечку газа;
- е) проветривать помещение до полного исчезновения запаха газа (бензина).

3. Пользуясь газовой горелкой, следить, чтобы пламя не проскакивало внутрь горелки. Если пламя проскочит, закрыть кран, дать горелке вполне остыть и лишь после этого снова зажечь ее, уменьшив предварительно приток воздуха.

4. Пользуясь лампами или горелками, в которых горючая жидкость поступает под давлением (примус, лампа Бартеля и т. п.):

а) ни в каком случае не применять бензина для ламп, предназначенных для керосина; несоблюдение этого правила влечет за собой большое число несчастных случаев;

б) держать лампу в чистоте и порядке; перед каждым зажиганием прочищать отверстие для выхода паров горючего и проверять, достаточно ли в лампе горючего;

в) не допускать полного выгорания горючего, своевременно добавляя его в лампу: после того как вся жидкость истрачена, из отверстия горелки выходит взрывчатая смесь паров горючего с воздухом и может произойти опасный взрыв;

г) следить, чтобы давление в резервуаре не повышалось выше нормы; резервуар не должен сильно нагреваться;

д) при наливании в лампу бензина поблизости не должно быть огня.

5. Пользуясь спиртовой лампочкой:

а) соблюдать большую осторожность, чтобы не разбить и не опрокинуть лампочку;

б) не допускать сильного нагревания резервуара;

в) не зажигать лампочку, наклоняя ее ко второй горящей лампочке.

5. Правила при работе с горючими жидкостями.

Противопожарные меры

1. Иметь в помещении противопожарные средства: огнетушитель, ведро, ящики или мешки с песком, одеяло или войлок.

Знать, где находится пожарный рукав и как с ним обращаться, если он имеется в помещении.

2. Соблюдать крайнюю осторожность при работе с горючими и особенно с легковоспламеняющимися жидкостями (сероуглерод, эфир, бензол, бензин, лигроин и т. п.):

а) не держать на столе больших количеств (не более 200 мл) горючих жидкостей;

б) не проливать;
 в) не держать близ огня;
 г) переливать небольшие количества только вдали от огня;
 д) при переливании больших количеств все огни в помещении должны быть потушены;

е) не выливать в раковину;
 ж) не греть на голом огне и в открытых сосудах, а только на водяной бане, пользуясь обратным холодильником.

3. Если случайно прольется сколько-нибудь значительное количество легковоспламеняющейся жидкости, то поступать следующим образом:

а) немедленно погасить в помещении все горелки и выключить электрические нагреватели;

б) закрыть двери, открыть форточки или окна;

в) собирать пролитую жидкость полотенцем или тряпкой, которую выжимать над широким сосудом, из которого перелить затем жидкость в склянку с пробкой;

г) прекратить проветривание только после полного исчезновения запаха пролитой жидкости в помещении.

4. В случае воспламенения горючей жидкости (при растрескивании колбы и т. п.) спокойно, без паники:

а) погасить горелку;

б) отставить сосуды с огнеопасными веществами;

в) прикрыть пламя полотенцем;

г) если не погаснет — засыпать песком;

д) если не погаснет — воспользоваться огнетушителем;

е) если не погаснет — вызвать пожарных.

Спирты и другие горючие жидкости, растворимые в воде, можно заливать водой.

5. Если загорится платье:

а) не бежать!

б) гасить пламя обертыванием тела одеялом, войлоком, пальто и т. п.

6. Загоревшийся фосфор и щелочные металлы гасить песком. Предосторожности при работе с фосфором см. выше (стр. 49).

7. Если загорятся провода электрической сети, — не применять воды и огнетушителей с жидкостью, не выключив ток: повернуть выключатель, выключить рубильник или, если провода горят за местными выключающими приспособлениями, — вывинтить пробки или выключить рубильник при вводе тока в помещение (нужно твердо знать, где они находятся).

8. В случае возникновения вообще пожара в помещении:

а) вызвать пожарных по телефону;

б) до прибытия пожарных применять огнетушители и затем воду из пожарных рукавов.

6. Правила при опытах и работах, которые могут сопровождаться взрывами, разбрызгиванием и разбрасыванием веществ или предметов

1. При всех опытах, которые могут сопровождаться взрывом, разбрызгиванием или разбрасыванием веществ или предметов, работать особо внимательно, соблюдая все предосторожности:

а) надевать предохранительные очки (рис. 4) или хотя бы обыкновенные очки;

б) в особо опасных случаях демонстрировать опыт за толстым стеклом (рис. 10).

2. При изготовлении смесей окислителей (солей кислородных кислот хлора, азотной, марганцовой, двухромовой и т. п. кислот, перекиси и т. д.) с другими веществами:



Рис. 10. Предохранительное стекло.

а) измельчать окислители в чистом виде, осторожно растирая небольшими порциями в совершенно чистой ступке, а еще лучше путем быстрой кристаллизации из горячего раствора (особенно бертолетову соль);

б) смешивать окислители с измельченными другими веществами никоим образом не растиранием в ступке, а встряхиванием в колбе или в склянке или размешиванием роговой ложкой, шпателем и т. п. на листе чистой гладкой бумаги.

3. При работах с натрием и калием:

а) надевать предохранительные или иные очки;

б) резать металлы на сухой бумаге;

в) остерегаться воды, держать пинцетом или щипцами (в случае необходимости можно брать сухими руками, смоченными керосином);

г) тщательно срезать корку и внимательно удалять все включения, не имеющие металлического блеска;

д) для опытов взаимодействия металлов с водой *никоим образом не брать кусочков больше горошины*; не заворачивать металл в бумагу;
 е) обрезки сразу собирать в банку с керосином;
 ж) *мелкие остатки уничтожать*, обливая в чашке спиртом (денатуратом);

з) *бумагу*, на которой резали металл, *сжигать* на сетке или куске жести под тягой.

4. *Аммиачный раствор окиси серебра* перед каждым опытом *готовить заново* в количестве, нужном для опыта, так как *при хранении* этот раствор представляет *опасность взрыва* (образование гремучего серебра).

5. *При работах с вакуумом*, как, например, при перегонке и т. п.:

а) *надевать предохранительные очки*;

б) пользоваться лишь *круглодонными* небольшими колбами или, при обыкновенной температуре, *толстостенной посудой*.

6. *Новый вакуум-эксикатор*, прежде чем пускать в работу, обязательно *испытывать* на прочность: прикрыть одеялом, поместить в деревянный ящик и т. п. и дать возможно полное разрежение хорошим насосом.

7. *При работах с масляными и парафиновыми банями остерегаться воды*. Небольшое количество воды при нагревании под слоем масла перегревается, и происходит взрыв.

8. *Стальные баллоны со сжатыми и сжиженными газами*:

а) *оберегать от нагревания* — не ставить у печки, у радиатора центрального отопления, у муфельной печи, на солнце и т. д.;

б) *оберегать от падения и ударов*;

в) *краны открывать и закрывать медленно*, никоим образом не прибегая при открывании туго открывающихся кранов к молотку и зубилу;

г) у баллонов с кислородом *не смазывать ничем* винтовых нарезок; не применять эбонитовых или фибровых прокладок, а только свинцовые;

д) *прежде чем пускать в работу газ* из вновь доставленного или неизвестного баллона, *испытать* газ на чистоту, взяв пробу в пробирку.

9. *При вскрывании запаянных стеклянных трубок и сосудов с какими-либо веществами обязательно предварительное охлаждение* трубки или сосуда.

Чем ниже температура кипения вещества, тем сильнее нужно его охладить.

7. Правила обращения со стеклом

1. *При разламывании надрезанных стеклянных трубок* стараться в то же время как бы *разорвать* трубку, чтобы не порезать руки краями стекла. При работе никто не должен стоять рядом.

2. Вставляя стеклянную трубку в пробку или в каучук, держать трубку рукой как можно ближе к вставляемому концу.

3. Вставляя пробку в колбу и вообще в горлышко тонкостенной посуды, не ставить сосуд на стол, а держать за горлышко как можно ближе к тому месту, куда вставляется пробка, но не за дно и не за стенки.

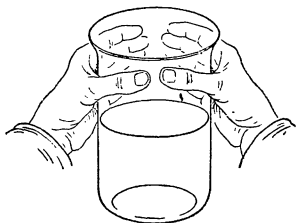


Рис. 11. Поднимание большого стакана с жидкостью.

4. Тонкостенную химическую посуду нагревать с осторожностью (подкладывание сетки, взбалтывание; не нагревать стекло выше уровня жидкости).

5. Большие колбы и стаканы с жидкостью не ставить непосредственно на стол и особенно на плитки, а подкладывать бумагу или асбест.

6. Большие химические стаканы с жидкостью поднимать только двумя руками, держа так, чтобы отогнутые края стакана упирались на большие и указательные пальцы (рис. 11). Иначе стакан легко раздавить.

7. При стеклодувных работах беречь глаза от стеклянных нитей и пленок стекла, получающихся при его раздувании.

8. Первая помощь при несчастных случаях

1. Во всех случаях ранения — глубокого пореза, отравления, серьезных ожогов и т. п. — немедленно обратиться к врачу. До врачебной помощи срочно оказать помощь пострадавшему, используя все средства индивидуальной первой помощи.

2. При отравлении вредными газами **немедленно** закрыть до отъезда дверцы вытяжного шкафа, в котором проводился опыт, прекратить опыт, закрыть краны газовых горелок, открыть окна и двери. Пострадавшего **немедленно** вынести на свежий воздух, расстегнуть одежду, снять пояс и т. п., облить грудь, голову и лицо холодной водой, поднести к носу пострадавшего платок или вату, смоченные нашатырным спиртом. Когда пострадавший придет в сознание, дать ему крепкого чая. При неглубоком отравлении хлором дать понюхать смесь этилового спирта с нашатырным спиртом.

3. При отравлении щелочами (каустической содой, нашатырным спиртом, поташом и т. п.) дать выпить молока или 2-процентной уксусной или лимонной кислоты или сок лимона. Не давать рвотных средств.

4. При отравлении кислотами (соляной, серной, щавелевой, уксусной и карболовой) пострадавшему дать пить воду со льдом, с тертым мелом, золой, тертой яичной скорлупой ($1/2$ чайной ложки на стакан воды), 1-процентный раствор питьевой соды, известковую

воду, муку с водой. **Не давать** рвотных средств и не промывать желудок.

5. При отравлении скипидаром промыть желудок.

6. При отравлении бензином промыть желудок, вызвать рвоту, дать понюхать нашатырный спирт, вынести на свежий воздух, сделать искусственное дыхание, класть попеременно холодное и горячее на грудь.

7. При отравлении мышьяком и его соединениями вызвать рвоту молоком или смесью молока со сбитым яичным белком, затем дать слабительное и мочегонное.

8. При отравлении йодом пострадавшему дать пить крахмал с водой, молоко, крепкий чай или соду.

I. ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

1. ПОМЕЩЕНИЯ

Для правильной постановки преподавания химии в средней школе необходимы специально оборудованные помещения.

1. Класс-лаборатория для лабораторных работ учащихся.

Если в данной школе большое число параллелей, то следует устроить два класса-лаборатории. Кроме того, желательны следующие помещения.

2. Препаровочная — комната для подготовки опытов и для хранения приборов, материалов, посуды. В комнате работает лаборант, если таковой имеется.

3. Чулан для хранения кислот, аммиака, брома и других зловонных и едких веществ, которые в препаровочной держать нельзя. Здесь же можно хранить запасы посуды и некоторых материалов, приобретаемых в больших количествах.

4. Класс-аудитория для уроков и лекций с демонстрациями опытов, наглядных пособий, диапозитивов, кино и т. д. Помещение может быть общее для химии и естествознания.

В средней школе это помещение не является необходимым, но весьма желательно, особенно в больших школах.

5. Лаборатория для самостоятельных занятий учащихся.

Помещение, необходимое в тех школах, где ведутся самостоятельные практические работы учащихся по анализу, и т. п.

6. Комната преподавателя для его самостоятельной работы. В случае невозможности отвести такое помещение, стол преподавателя помещается в препаровочной.

В массовых школах и школах-новостройках для преподавания химии отводятся две комнаты: так называемый «химический кабинет» и препаровочная. Химический кабинет представляет собой класс, оборудованный для преподавания химии.

Помещения для преподавания химии не должны быть разбросаны в различных частях здания. Препаровочную желательно иметь в непосредственной связи с классом-лабораторией. Удобнее всего, если препаровочная примыкает к той части класса, где стоит

демонстрационный стол. Остальные помещения, кроме чулана, также должны быть расположены поблизости, чулан же можно устроить и отдельно — на черной лестнице и т. п.

Очень желательно, чтобы химические помещения были отделены от остальных помещений школы и имели один общий, запирающийся вход. Это удобно для хранения инвентаря, а также и потому, что «химические» запахи не будут проникать в другие школьные помещения, что обыкновенно вызывает нарекания «соседей».

По своему объему помещения химической лаборатории должны превышать кубатуру, являющуюся по данным гигиены нормальной для обычных классных помещений. Помимо необходимости достаточного места для специального оборудования, следует учитывать порчу воздуха продуктами горения и газами, выделяющимися при химических опытах.

В котором этаже удобнее расположить отводимые под химию помещения, — зависит от различных условий, но, вообще говоря, удобнее нижние этажи. В нижние этажи легче проводить воду и газ. Напор воды в нижних этажах больше и постояннее, если же водопровода нет, то воду легче доставлять или накачивать. Если тяга в вытяжных шкафах (см. ниже) достигается при помощи нагретого воздуха, то чем длиннее вытяжной канал, тем лучше; следовательно, в этом случае нижние этажи выгоднее. В верхнем этаже такая тяга может совсем не действовать. Если вентиляция электрическая, то, наоборот, чем короче канал, тем выгоднее. Однако, несмотря на это все же лучше и при электрической тяге делать длинный канал, чтобы в случае порчи вентилятора или прекращения электрического тока можно было установить тягу подогреванием воздуха.

При выборе этажа необходимо руководствоваться также условиями освещения, особенно для класса-лаборатории и класса-аудитории. Самый нижний этаж нередко бывает недостаточно освещен.

Расположение относительно стран света не имеет большого значения. Солнечный свет не является нежелательным, а для некоторых опытов может быть даже полезен (опыты с почернением солей серебра, взаимодействия хлора с водой, взрыв смеси хлора с водородом и т. д.).

Так как химикам приходится иногда пользоваться приборами из физического кабинета, то желательно, чтобы химические помещения были расположены не очень далеко от физического кабинета.

Класс-лаборатория отличается от обычной лаборатории для практических занятий прежде всего тем, что в нем все столы для учащихся односторонние. Учащиеся все сидят лицом к демонстрационному столу. У столов не делается обычных полок для реактивов (или делается одна низкая).

Столы могут быть со шкафами и без шкафов (см. ниже). Столы делаются на двоих, троих или на четверых учащихся, считая в длину не менее 60 см на каждого учащегося.

Столы не следует делать слишком широкими, и ставить их нужно возможно близко один за другим для того, чтобы не увеличивать расстояние между последним столом и столом преподавателя (что мы нередко видим в школах). Опыты преподавателя, учебные пособия и классная доска должны быть хорошо видны с последних столов учащихся.

Вполне достаточная ширина столов для учащихся 55 см. Расстояние между стоящими друг за другом столами должно быть такое, чтобы за столами удобно было сидеть и чтобы каждый из учащихся мог без особого труда выйти из-за стола за нужным для опыта предметом (65—70 см).

На какое число учащихся делать каждый стол — зависит от ширины класса. Если класс достаточно широкий, не уже 8 м, то лучше всего делать столы на 4 учащихся и ставить их в два ряда, с проходом около 80 см между рядами.

Тогда последний стол (считая 40 человек в классе) будет от середины демонстрационного стола на расстоянии около 6,8 м и от доски — около 8 м.

На рисунке 12 дан примерный план класса-лаборатории средней школы и препаровочной комнаты при ней. Ширина класса 8 м, длина 10 м. Здесь столы на четверых учащихся поставлены в два ряда.

К сожалению, во многих новых школах химические классы делают узкими и длинными.

На рисунке 13 дан план химического кабинета и препаровочной. В кабинете двухместные столы поставлены в три ряда.

В классе шириной 7 м можно сделать часть столов на троих учащихся, часть — на четверых. Тогда в ряду будет не восемь, а семь учащихся и число стоящих друг за другом столов увеличится на один, — будет шесть рядов вместо пяти. При этом учащиеся, сидящие за последним столом, будут от доски на расстоянии около 9,5 м. В таком случае придется сузить проходы между рядами столов и расстояние между крайними столами и стеной до 70 см, ширину столов-полок у окон (для предметов общего пользования, весов и т. д.) — до 40 см, и в классе будет тесновато.

Если все столы сделать на три человека, то класс еще более растянется, будет уже стоять по семь столов один за другим. Учащиеся, сидящие за последними столами, будут на расстоянии около 10,3 м от доски, и многое на демонстрационном столе и на доске им будет плохо видно.

Если в помещении имеется газ, то столы следует прикрепить к полу, чтобы к ним можно было подвести газовые трубы (по одному крану на каждого учащегося) и электропроводку. Тогда и раковины

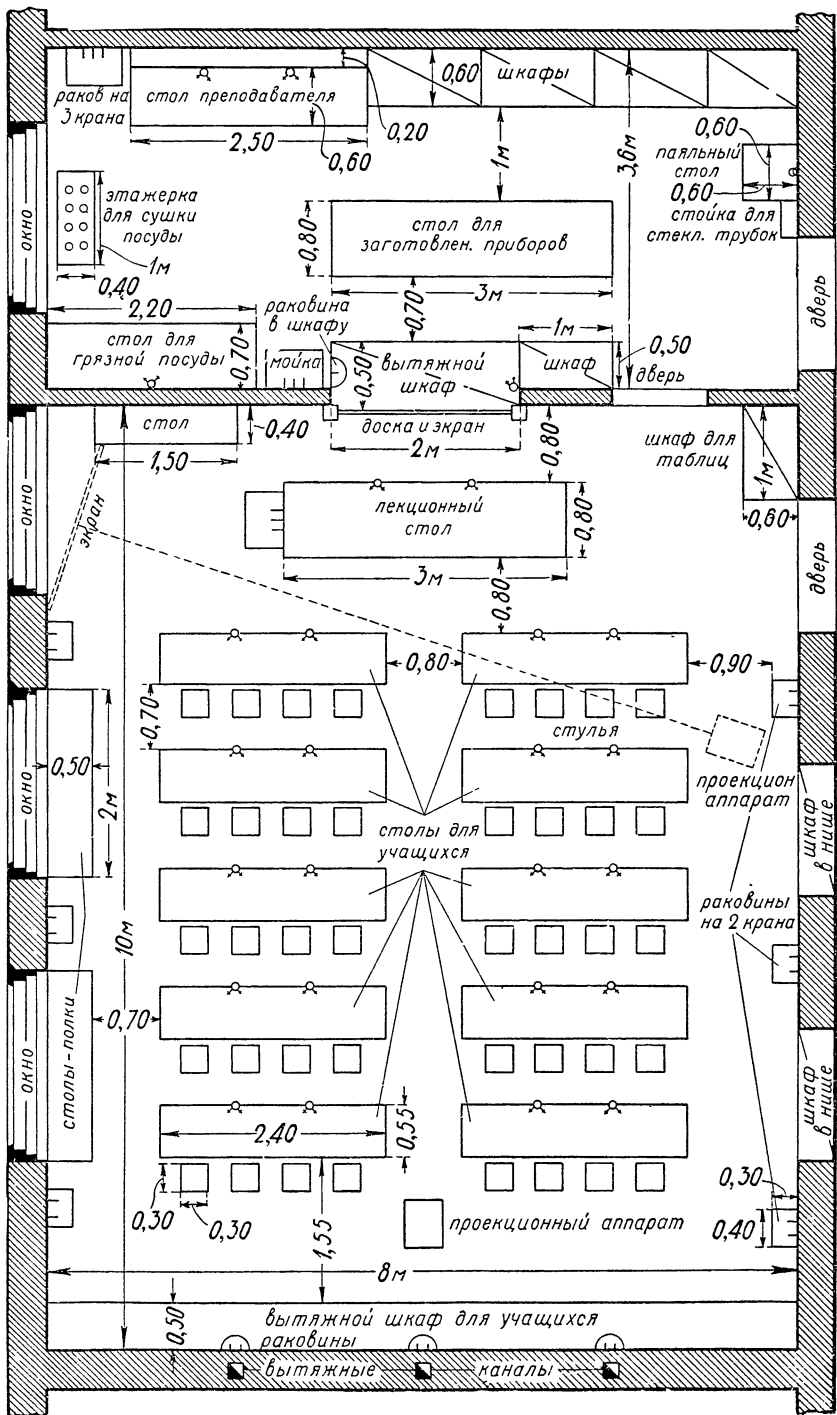


Рис. 12. Примерный план класса-лаборатории и препаровочной.

можно будет поставить у столов, а не у стен, по одной небольшой раковине у каждого стола со стороны, обращенной к стене (слева и справа).

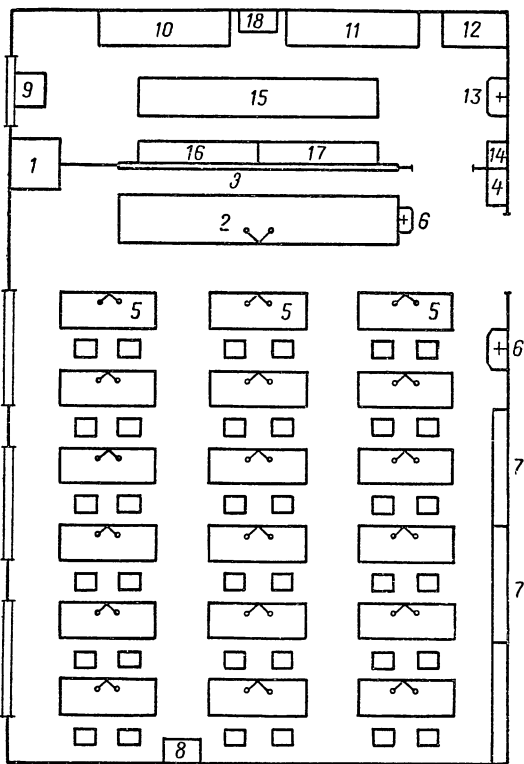


Рис. 13. План химического кабинета и препаровочной:

1 и 7 — вытяжные шкафы; 2 — демонстрационный стол; 3 — доска; 4 — шкаф для таблиц; 5 — ученические столы; 6 и 13 — раковины водопроводные; 8 — подставка для проекционной аппаратуры; 9 — стол для учителя; 10, 11, 16 и 17 — шкафы для реактивов, посуды и приборов; 12 — стол для мытья посуды; 14 — этажерка для сушки посуды, 15 — стол; 18 — стойка для трубок.

Если газа нет, то лучше сделать столы подвижные. Это удобнее для поддержания чистоты класса. Но, чтобы фиксировать положение каждого стола, к полу следует прибить против каждой передней ножки стола по нетолстой планке, срезанной по краям на нет и имеющей вырез, в который должны входить ножки стола, когда он поставлен на место (рис. 14). Для неподвижного закрепления можно ножки столов прикрепить к полу железными угольниками (рис. 15).

У столов для учащихся обычно ставятся табуретки, но лучше заменить их стульями (30×30 см), так как в классе-лаборатории учащийся не только делает опыты, но и занимается, как в обычном классе, и для него должно быть устроено удобное сиденье.

Скамейки у столов нежелательны. Учащиеся должны иногда работать стоя, иногда выходить из-за столов за нужным реактивом и т. п. Стулья дают учащимся большую подвижность. Демонстрационный стол (см. план рис. 12) помещается на расстоянии около 0,8 м от первых ученических столов, чтобы учащиеся не могли пострадать при случайном разбрызгивании какой-нибудь жидкости и т. п. Расстояние между столом и находящейся обычно позади стола классной доской — тоже около 0,8 м. Демонстрационный стол делается немного выше столов для учащихся (рис. 44) или помещается на небольшое возвышение (высота 15—20 см).

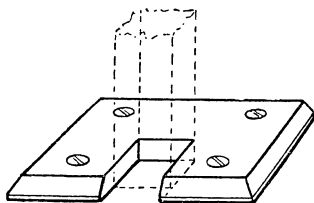


Рис. 14. Упор для ножек столов учащихся.

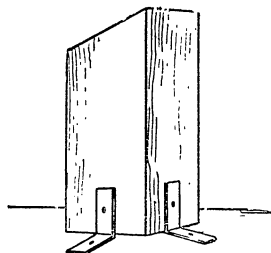


Рис. 15. Неподвижное закрепление ножек стола к полу.

Сзади демонстрационного стола, у стены, рядом с доской, помещается небольшой *стол для приборов*, заготовленных для следующих уроков.

На этот же стол можно составлять с демонстрационного стола приборы, опыты с которыми уже показаны, чтобы они не мешали демонстрации следующих опытов.

Кроме демонстрационного стола, необходимой принадлежностью класса являются *вытяжные шкафы*. Если препаровочная примыкает к классу, то шкаф для опытов учителя удобнее всего устроить таким образом, чтобы он обслуживал оба помещения. Шкаф устанавливается обыкновенно в препаровочной, причем в стене, к которой примыкает шкаф, делается соответствующих размеров отверстие, открывающееся в класс. Это отверстие закрывается *подъемной классной доской*. Над доской помещается *спускной экран* для проектирования.

В случае иного расположения препаровочной вытяжной шкаф можно поместить в классе, за *подъемной классной доской*.

Если вышеуказанное расположение невозможно, то вытяжной шкаф помещается сбоку стола, но во всяком случае таким образом,

чтобы все, что делается в вытяжном шкафу, было хорошо видно всем учащимся, а не в темном углу, как это иногда делается и проектируется.

Вытяжной шкаф для опытов учащихся можно поставить у задней стены класса, как на прилагаемом примерном плане (рис. 12). Если стена капитальная, то в ней должны быть оставлены достаточно широкие вытяжные каналы.

Шкаф должен быть достаточно длинный, чтобы у него могло работать одновременно не менее 12—15 человек. Обыкновенно во время урока часть учащихся продельвает опыт, остальные наблюдают, стоя у шкафа, за ходом опыта. При коротком шкафу это оказывается невозможным.

Если класс достаточно широкий, то вытяжные шкафы для учащихся могут быть поставлены и у продольной стены класса.

На примерном плане класса задняя стена показана без окон. Если в этой стене есть окна, то это не может помешать поставить у нее вытяжной шкаф. Шкаф будет иметь даже некоторое преимущество — в нем будет светло. Вытяжные каналы в таком случае можно сделать в продольной стене класса.

В вытяжных шкафах должны быть поставлены небольшие раковины с кранами. В эти раковины сливаются остатки реагирующих веществ, выделяющих вредные газы и пары.

Демонстрационный стол и вытяжные шкафы должны быть *хорошо освещены*. Свет в классе должен быть *слева от учащихся*. Совершенно недопустимо расположение окон сзади демонстрационного стола, как это иногда делается. Свет, бьющий в глаза, мешает видеть находящееся на столе и очень утомляет учащихся (об искусственном освещении см. стр. 81).

Около демонстрационного стола вешаются неглубокие полки или шкафы для реактивов и других пособий, которые желательно иметь во время урока под руками. За демонстрационным столом, около доски, следует поместить небольшую полку для длительных опытов (например, диффузия в жидкостях, выветривание кристаллов), за которыми учащиеся следят в течение продолжительного времени.

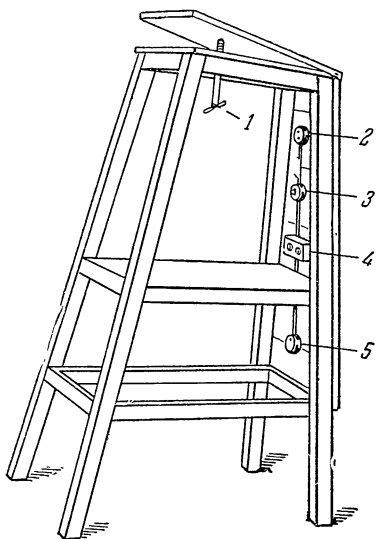


Рис. 16. Подставка для проекционной аппаратуры:

1 — винт для подъема второй доски; 2 — штепсель для включения лампы фонаря; 3 — выключатель, 4 — предохранительные пробки; 5 — штепсель для включения в электрическую сеть.

У демонстрационного стола, как и у столов учащихся, должны находиться водопроводные краны и раковина (или бак с водой, если водопровода нет).

В классе-лаборатории, если нет класса-аудитории, помещается подставка для проекционного фонаря и узкоплечного киноаппарата.

Подставка делается высотой около 120 см с размерами доски примерно 40 × 80 см (рис. 16).

Положение подставки в классе может быть различное: в проходе между столами учащихся, если экран устроен перед доской, как на чертеже (рис. 12), или сбоку, перед столами учащихся, если экран помещается на боковой стене класса (рис. 12, пунктир). Последнее расположение представляет некоторое преимущество, так как преподавателю для демонстраций на экране не нужно уходить далеко от демонстрационного стола. Если экран повешен под некоторым углом к стене, как показано пунктиром на чертеже класса (рис. 12), то демонстрируемое на экране достаточно хорошо видно всем учащимся.

Для демонстраций на экране должно быть сделано на окнах затемнение (стр. 69).

Вдоль стены у окон устраиваются столы-полки на кронштейнах — для весов и других предметов общего пользования. Близ демонстрационного стола ставится шкаф для таблиц и картин.

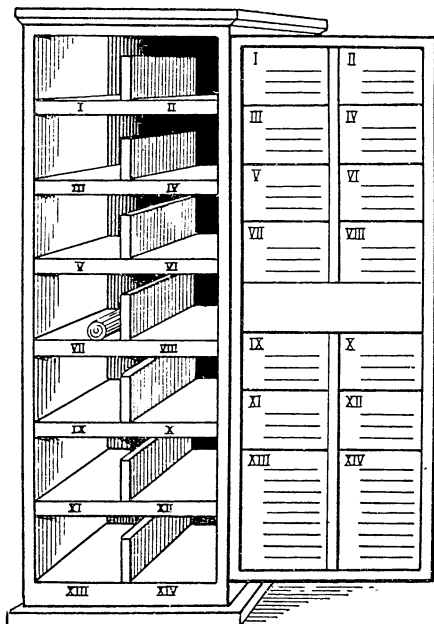


Рис. 17. Шкаф для хранения таблиц и картин, наклеенных на полотно.

На конце рейки, к которой прикреплена таблица, пишется номер полки (красной краской). Таблицы кладутся концами реек с номерами наружу. Это позволяет быстро находить любую таблицу, имеющуюся в списках, висящих на внутренней стенке дверцы шкафа.

На наклеенных на картон таблицах в верхней части делаются отверстия с металлическими кольцами, к которым прикрепляются шнуры для подвешивания. Такие таблицы удобно хранить в вертикальном положении в шкафах с откидывающейся передней дверцей.

Шкаф для хранения таблиц и картин (рис. 17) удобно поставить в кабинете химии.

Ниши в стенах используются для устройства шкафов для приборов, коллекций и т. п.

По стенам располагаются полки для реактивов и различных пособий. На стене, против учащихся, над классной доской и по бокам помещаются таблицы периодической системы Д. И. Менделеева, атомных весов и др.; на боковых стенах — таблицы и картины по химической технологии, портреты великих химиков и т. д.

Класс-аудитория должен иметь такой же демонстрационный стол, вытяжной шкаф, доску, затемнение, как и класс-лаборатория (если имеется аудитория, то в классе-лаборатории затемнения можно и не делать, сосредоточив демонстрации с проекционным аппаратом в аудитории).

Места для учащихся располагаются в аудитории не на одной высоте, а на помосте, который поднимается ступями так, чтобы каждый следующий ряд был на 20—30 см выше предыдущего.

В аудитории помещаются электрические установки, распределительная доска и т. д.

Более подробные сведения об устройстве аудитории можно найти в руководствах по методике физики.

Лаборатория для самостоятельных занятий устраивается по возможности больших размеров, чтобы в ней не было тесноты, так как при практических занятиях учащимся приходится часто передвигаться: к шкафам с приборами, к тяге, к раковине, к весам и т. д. На каждого работающего желательно отвести не менее 90 см по длине рабочего стола при ширине 65 см. Расстояние между столами, если они обычного лабораторного типа, т. е. двусторонние, — не менее 125 см; если же столы односторонние и все работающие в лаборатории обращены лицом в одну и ту же сторону, то не менее 90 см. Последнее расположение имеет для школы большое преимущество, так как руководителю легче иметь всех учащихся в поле своего зрения.

Рабочие столы расставляются так, чтобы преподавателю удобно было подойти к любому столу. Вдоль стен располагаются вытяжные шкафы, шкафы для посуды и приборов, полки и столы с выдвигающимися ящиками и шкафами для предметов общего пользования: пробок, сверл, напильников, фильтровальной бумаги и т. п. Кроме того, нужен особый длинный стол или лучше полка для весов.

Желательно, чтобы в лабораторию были проведены электричество, газ и вода (см. ниже). Достаточно одного водопроводного крана на 4—6 человек, газовый же кран должен быть особый на каждом рабочем месте.

Комната для подготовки опытов, или так называемая препаровочная, столь же необходима (если не более), как и особый класс. В этой комнате (см. рис. 12) преподаватель prepares и продельвает предварительно опыты, собирает приборы, отбирает все нужное к уроку. Сюда же приносят после урока все приборы и либо оставляют

в собранном виде до следующего урока, либо разбирают, моют и чистят. Одним словом, в препаровочной происходит вся подготовительная работа. Препаровочная комната не может быть проходной и должна находиться в полном распоряжении преподавателя и его помощника, если таковой имеется. Она должна запираться, чтобы посторонние не могли иметь в нее доступ.

Препаровочная по химии ни в каком случае не может совпадать с комнатой, в которой хранятся физические приборы, так как они здесь неминуемо испортились бы от кислых и других вредных паров.

Для препаровочной нет надобности в большой комнате — достаточно комнаты в два и даже в одно окно, но весьма важно, чтобы она непосредственно сообщалась с классом или в крайнем случае находилась от него поблизости.

Необходимой принадлежностью препаровочной, как и класса, является вытяжной шкаф. Выше уже было сказано, что в случае, если препаровочная расположена рядом с классом, шкаф может быть устроен в стене, разделяющей обе комнаты, и служить для той и для другой.

В препаровочной находятся шкафы для приборов, посуды, материалов и реактивов.

Часть веществ, например готовые растворы и большие банки, можно поместить так же, как и часть приборов, на полках по стенам.

Концентрированные кислоты и особенно опасные и ядовитые вещества следует хранить в особом шкафу, всегда запертом на замок.

Приборы и реактивы ни в каком случае не могут находиться в одном и том же шкафу, так как все металлические части приборов при этом неминуемо будут ржаветь и портиться.

Наиболее дорогие приборы с металлическими частями, как, например, весы, лучше всего хранить в особом шкафу, находящемся не в препаровочной, а в классе или в коридоре, если он принадлежит классу.

В препаровочной у столов и в тяге должны быть проведены: газ (если он есть в здании) и вода (стр. 74). Одну раковину нужно сделать возможно большую, с плоским дном, чтобы было удобно мыть в ней посуду (мойка).

Столов в препаровочной следует иметь несколько. Один из них — стол преподавателя — должен быть устроен вроде обычных лабораторных столов: с рядом выдвижных ящиков с перегородками для пробок, каучуков, сверл, напильников, щипцов, ложек, инструментов и вообще всяких мелочей, со шкафчиками внизу и с полками для реактивов наверху. Второй стол, помещаемый около раковины-мойки, служит для грязной посуды. Здесь ее моют и чистят.

В препаровочной должен находиться паяльный стол для работ со стеклом и полка или стойка для стеклянных трубок (см. ниже). Наконец, здесь же хорошо поставить этажерку для сушки посуды.

Для особенно едких и плохо пахнущих веществ, как бром, сероуглерод, хлорная известь и т. п., иногда устраивают в препаровочной ящик за окном. В этот ящик можно ставить указанные вещества через сделанную внизу окна форточку. Сюда же, пока нет тяги, можно выставлять после опыта приборы, выделяющие вредные газы. Подобные ящики делаются иногда в кухнях. Заднюю стенку ящика можно сделать стеклянной, чтобы внутри ящика было светло. Боковые стенки делаются решетчатые или дырчатые.

Комната технического работника может быть небольших размеров. Здесь должен находиться стол с ящиками для инструментов, полки на стенах, большая раковина-мойка с плоским дном для мытья посуды, этажерка и другие приспособления для сушки посуды. Желателен небольшой вытяжной шкаф. В комнату должен быть проведен газ, если он есть в здании. Для мытья посуды весьма желательно приспособление, дающее большие количества горячей воды, электрический нагреватель и т. п. Здесь же может находиться перегонный куб или другой прибор для перегонки воды.

2. ОБЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОТДЕЛКА ПОМЕЩЕНИЙ

Приступая к оборудованию помещений для преподавания химии, необходимо прежде всего составить точный чертеж всех помещений по натуре. Для этого очень удобно пользоваться миллиметровой бумагой с квадратами, деленными на 10 частей. Можно воспользоваться и обыкновенной клетчатой бумагой, считая каждую клетку за 5 или 10 см. После того как на бумаге вычерчен в точном масштабе план помещения с обозначением всех окон, дверей, печей и т. д., на план наносятся, тоже в точном масштабе, все подробности оборудования: расположение мебели, газовых и водопроводных труб, кранов (обозначить высоту их от пола), электрических проводов, ламп, штепселей, вытяжных каналов и т. д. Проводку газа, воды, электричества удобно наносить условными знаками (см. рис. 12) разного цвета чернилами (инком). Для мебели очень полезно сделать, кроме того, подробные чертежи также в масштабе.

Заказывая столы, шкафы и т. п., необходимо принять во внимание размеры дверей, через которые заказываемые предметы придется вносить в помещение.

Бывали такие случаи, когда заказанную мебель приходилось разбирать и вносить в помещение по частям.

При постройке нового здания преподавателю нередко приходится давать определенные задания относительно помещений для преподавания химии. В таком случае, исходя из имеющихся данных относительно общего контура проектируемого здания, предполагаемой площади пола, ширины комнат, предполагаемого числа учащихся и руководствуясь приведенными и приводимыми ниже данными относительно устройства помещений, размеров мебели,

расстояний между столами и пр., следует составить возможно более точный план желательных помещений, намечая подробно распределение помещений, расстановку всей мебели и т. д. Только при вполне отчетливой разработке всего плана можно точно сказать, какая минимальная площадь пола требуется при данных условиях.

Исходя из конкретных заданий, помещения для преподавания химии можно планировать весьма разнообразно, почему приводимый нами план (рис. 12) является только примерным.

Относительно пола, окон, дверей и стен помещения можно дать нижеследующие указания.

Пол в помещениях, где производятся химические работы, делается обыкновенно плиточный, из светлых метлахских и тому подобных плиток, которые не разрушаются пролитыми реактивами и легко поддерживаются в чистоте. Неудобство такого пола заключается в том, что он холодный и при продолжительной работе стоя утомляет работающего, но для школьной лаборатории это не имеет существенного значения, так как работы в ней производятся в течение сравнительно короткого времени.

Деревянный пол хорошо покрывать линолеумом. Линолеум следует выбирать достаточно толстый и прочный. Для сохранения линолеума его следует натирать от времени до времени воском.

Паркетный и вообще деревянный пол также может хорошо сопротивляться действию химических агентов, если его несколько раз пропитать горячей олифой (вареное льняное масло) и повторять такое пропитывание от времени до времени. Особенно хорош обработанный таким образом дубовый паркет. Хорошо сохраняется и просто крашенный пол, если часто натирать его воском.

Малопрактичен асфальтовый пол, так как его трудно содержать в чистоте, и он легко деформируется от поставленных тяжелых предметов.

Окна должны быть большие, дающие много света, с легко отворяющимися форточками, чтобы проветривание помещений не представляло никаких затруднений. Открывающиеся при помощи шнурков фрамуги непрактичны вследствие частой порчи механизма.

Если имеется проекционный аппарат, — на окнах должно быть устроено затемнение. Обычно затемнение устраивается в виде подъемных штор. Но такое затемнение действует хорошо только в том случае, если оно сделано опытным мастером. Поэтому приведем здесь описание только задерживающихся штор, которые дают вполне удовлетворительное затемнение, достаточное даже для опытов по физике. Устройство такого затемнения не представляет затруднений.

Шторы делаются из плотной черной или темно-синей материи. Две половинки штор должны сильно заходить одна за другую — на 45—55 см. Каждая штора подвешивается на кольцах к особой

палке или лучше металлической трубе, для чего можно воспользоваться обыкновенной водопроводной трубой диаметром около 20 мм. Трубы следует хорошо выгладить напильником и прошкурить, чтобы они были гладкие и чтобы кольца по ним легко ходили. Концы труб *т* (рис. 18, 19 и 20) вставляются в два деревянных кронштейна, прикрепляемых к стене над окном (рис. 18 и 19). Расстояние

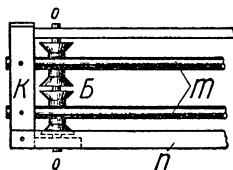


Рис. 18. Деталь затемнения (вид сверху).

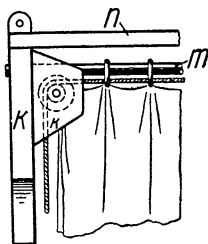


Рис. 19. Деталь затемнения (вид спереди).

между трубами около 2 см. К каждому кронштейну привинчиваются маленькие кронштейны *к*, в которых укрепляется железная ось *оо*. На ось надеты два блока-катушки *Б*; по блокам ходят шнуры, при помощи которых передвигаются шторы. Для каждой половинки шторы служит особый шнурок. Концы шнурка перекинuty через блоки и к ним подвешены небольшие грузики. Крайнее кольцо шторы привязывается к шнуруку *С*, как показано схематично на ри-

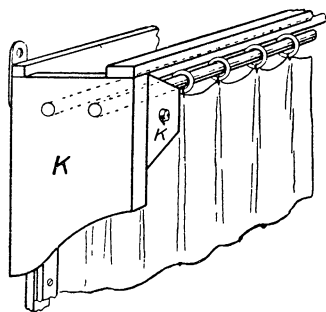


Рис. 20. Кронштейны затемнения.

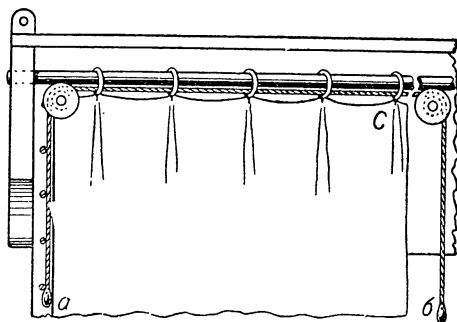


Рис. 21. Деталь затемнения (вид спереди).

сунке 21. Если тянуть за конец *а*, то штора раскрывается, за конец *б* — задерживается. Вместо деревянных блоков можно воспользоваться готовыми металлическими, которые можно купить в специальных магазинах драпировок. Такие блоки привинчиваются непосредственно к трубам, и тогда в маленьких кронштейнах надобности нет.

Неподвижный край шторы плотно прибивается к стене. Лучше вбивать гвозди не непосредственно в штору, а наложить на нее тонкую деревянную планку (рис. 22 и 23). Еще лучше эту планку не прибивать, а привинчивать ко второй планке, наглухо укрепленной на стене; тогда штору в случае надобности (например, при ремонте помещения) легко будет снимать.

Чтобы свет не проходилверху, к стене над окном прибивается кусок черной материи,

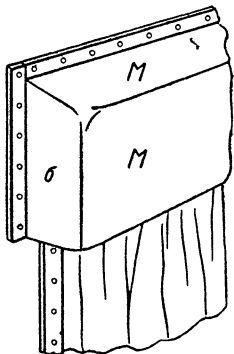


Рис. 22. Деталь затемнения.

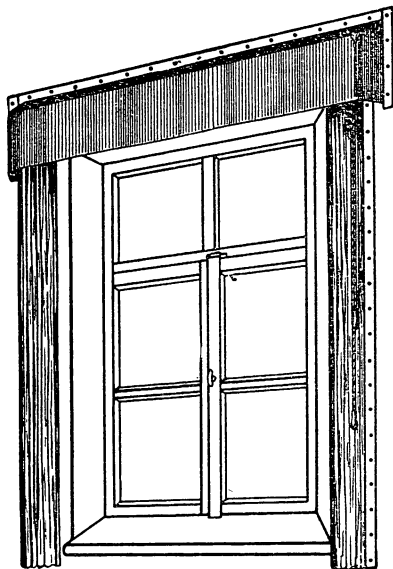


Рис. 23. Общий вид затемнения.

который перекидывается через укрепленную на кронштейнах *К* перекладину *П* (рис. 19) и свешивается над шторой *ММ*, как показано на рисунке 22. К этому куску материи пришиваются два боковых куска *б* (рис. 22), скрывающие кронштейны. Эти куски также прибиваются краем к стене.

На рисунке 23 показан общий вид шторы.

Кольца, при помощи которых подвешиваются шторы, выгибаются из толстой, лучше латунной проволоки. Книзу они суживаются, причем концы проволоки загибаются крючками, которые заходят один за другой (рис. 24). При достаточно толстой проволоке спаивать концы нет надобности. Кольца прикрепляются к шторам на расстоянии около 10 см одно от другого.



Рис. 24. Кольцо для штор.

Шторы делают такой длины, чтобы нижние концы лежали на подоконнике. Задернув шторы, следует оправить концы так, чтобы они лежали правильно. Тогда свет почти не проникает в комнату, если материя достаточно плотная; за неимением такой материи можно сделать шторы в два слоя из более тонкой.

Раздвинутые шторы должны уместаться на стене рядом с окном, чтобы они не заслоняли окна и не отнимали света.

Очень удобным является механизированное затемнение. Конструкция механизированного затемнения¹ имеет следующие элементы:

Для удержания штор употребляются металлические угольники (рис. 25, 26) длиной 20 см.

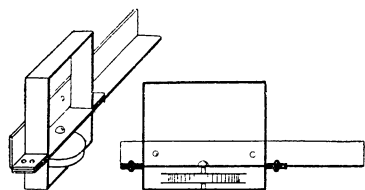


Рис. 25. Металлический угольник.

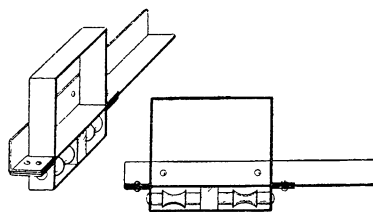


Рис. 26. Металлический угольник.

На угольниках укрепляются небольшие блоки для шнура, приводящего в движение шторы и скобы, на которых располагается доска с ламбрекеном (рис. 27).

Кольца, к которым привязана штора, свободно скользят вдоль двух, туго натянутых между угольниками проволок (рис. 28).

Бесконечный шнур (стальной тросик диаметром 2—3 мм) пропускается через кольца (к двум крайним кольцам он привязывается через блоки) и привязывается к катушкам редуктора.

Электродвигатель для затемнения ставится трехфазный, небольшой, мощностью в 250 вт. Ось электродвигателя связана с редуктором, через червячную передачу, с таким замедлением, чтобы шторы закрывались в течение 4—5 сек.

Реверсивный пускатель *P* помещается на щитке демонстрационного стола.

Как только двигатель закроет шторы или полностью откроет их, он тормозится и останавливается. В это время необходимо выключить ток при помощи пускателя *P*. Небольшая мощность двигателя в момент остановки не вызывает обрыва шнура или других каких-либо неполадок.

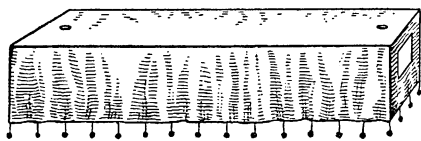


Рис. 27. Доска с ламбрекеном.

¹ Б. И. Переверзев, Вопросы электрического оборудования кабинета физики средней школы. Диссертация, Л., 1956.

Конструкция такого затемнения проверялась в ряде школ Ленинграда (157, 245 и др.) и показала полную надежность и удобство в работе.

Если нельзя достать подходящей материи и устроить сложное затемнение, то небольшое окно можно затемнить при помощи ставень из тонкой персклейки (фанеры). Ставня состоит из тонкой рамы, к которой прибивается переклейка. На рисунках 29, 30 и 31 изображено приспособление, при помощи которого достигается полное затемнение. По краю ставни прибиваются (на клею) две тонкие рейки, между которыми оставляется промежуток (рис. 29—угол ставни, рис. 30 — верх ставни в разрезе; здесь *a* — рейки, *n* — переклейка, *в* — рама ставни в разрезе). К коробке же окна прибивается одна рейка, которая входит в промежуток между рейками ставни, когда окно закрыто ставней (рис. 31 — разрез

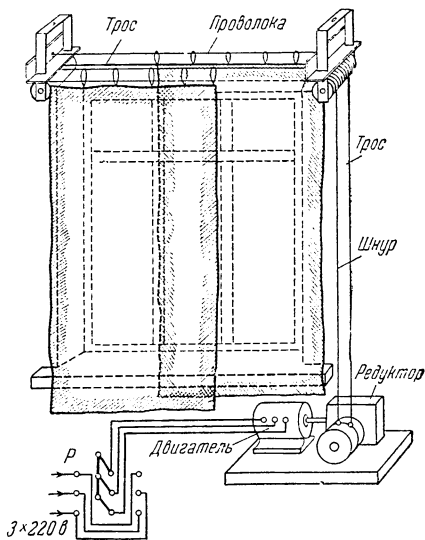


Рис. 28. Механизм затемнения.

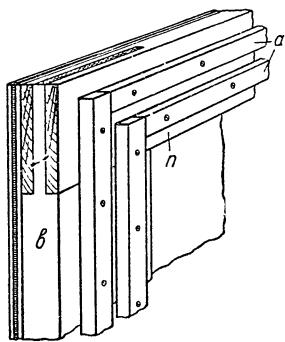


Рис. 29. Деталь затемнения щитами.

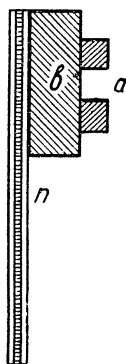


Рис. 30. Деталь затемнения щитами.

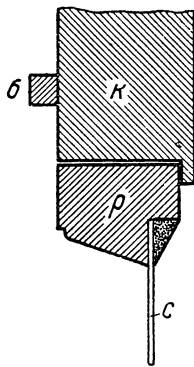


Рис. 31. Деталь затемнения щитами.

верхней части окна, где *к* — коробка окна, *б* — рейка, *р* — рама окна и *с* — стекло). Ставня укрепляется при помощи деревянных

заверток. Когда затемнения не нужно, ставни снимаются и ставятся в простенки, за шкафы и т. п.

Двери лучше делать застекленные, чтобы облегчить надзор за помещениями в то время, когда они закрыты. Все двери должны запираться на ключ. Желательны «американские» замки с плоским небольшим ключом. У каждого замка должно быть несколько ключей — для преподавателя, его помощника, технического работника. Один ключ должен всегда находиться в определенном месте здания (например, в кабинете директора) на случай пожара, порчи водопровода, газопровода и др. в отсутствии персонала лаборатории.

Если в классе устраивается затемнение, то двери делаются незастекленные или стекла завешиваются, а края двери обиваются черной материей, чтобы свет не проходил в щели.

Стены следует красить в светлые тона, панель лучше — масляной краской, верх — клеевой. Особенно важно, чтобы масляной краской были выкрашены стены около раковины, в тягах и около рабочих столов, если они примыкают к стене.

3. ВОДА, ГАЗ, ОСВЕЩЕНИЕ

Если в здании есть водопровод, то воду следует провести во все помещения. Точно так же весьма желательна и проводка газа. Подводящие воду и газ трубы должны быть достаточного диаметра, чтобы в кранах был хороший напор. Точно так же достаточный просвет должны иметь и трубы для оттока воды, во избежание их засорения. При проектировании проводок трубы рассчитываются на одновременную работу всех кранов, магистрали же делаются с запасом, на случай если проводка будет увеличена. Расчеты должен сделать специалист.

Все *трубы* должны лежать по возможности открыто и быть доступны для осмотра и исправления. Если возможно, то все главные разветвления ведутся по стенам. Если приходится делать проводку под полом, то ни в коем случае не следует ее заделывать наглухо. Все трубы кладутся в сделанные в полу каналы, прикрываемые съемными досками.

Проводка в каждой комнате должна иметь особые *запорные краны* для изоляции на случай ремонта.

Водопроводные трубы должны быть из оцинкованного железа.

Раковины могут быть укреплены или у стен, или у столов, в зависимости от расположения последних. У демонстрационного стола удобнее всего укрепить раковину сбоку, со стороны окон.

Наиболее практичны *шамотовые* раковины (из обожженной глины), белые или коричневые. Часть раковин должна быть с плоским дном (так называемые мойки — рис. 32). В них можно ставить посуду при наполнении, при мытье, для охлаждения и т. д. Такие раковины устанавливаются обыкновенно на **железных**

кронштейнах или на ножках. Желательно в каждой комнате поставить хотя бы одну такую раковину больших размеров, остальные же могут быть и обычного типа — полукруглые, небольших размеров. Если нельзя поставить шамотовые раковины, то приходится ставить чугунные эмалированные (рис. 33), но эмаль быстро разъедается реактивами, раковина приобретает грязный вид и начинает ржаветь. Лучше — фаянсовые умывальные раковины, но они имеют для школьной лаборатории тот недостаток, что легко бьются.

В вытяжных шкафах можно ставить фарфоровые раковины типа писсуарных. Можно также делать небольшие раковины в виде деревянных ящиков, выложенных изнутри листовым свинцом (листы должны быть хорошо спаяны).

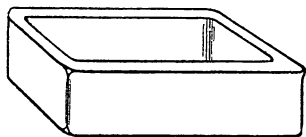


Рис. 32. Мойка.

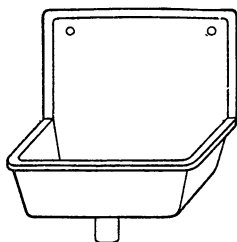


Рис. 33. Раковина
чугунная.

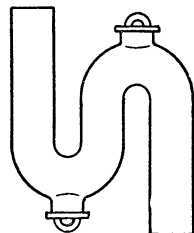


Рис. 34. Сифон
для раковины.

Необходимой принадлежностью всякой раковины является *застой* («сифон»). В застой всегда остается некоторое количество воды, которая разобщает помещение от сточных труб, так как иначе газы из канализации через сточные трубы могли бы проникать в помещение. Для отвода этих газов у системы сточных труб всегда устраиваются особые вентиляционные трубки, выводимые на крышу. Застой ни в коем случае не должен быть чугунный (хотя бы эмалированный) и особенно составляющий с раковиной одно целое, как у кухонных раковин, так как чугун быстро разъедается кислотами. Из свинцовых же застоев наиболее подходящим является изображенный на рисунке 34 (из трубы диаметром 40 мм). Его легко прочищать через отверстия, закрываемые завинчивающимися медными пробками. Через нижнее отверстие легко можно спустить случайно попавшую в застой ртуть, которая легко «проедет» свинец и может испортить сточные трубы. Небольшая капля ртути, попавшая в трубу, оставаясь в ней некоторое время, образует со свинцом амальгаму и может испортить в конце концов даже толстостенную трубу. Необходимо принять все меры, чтобы ртуть никоим образом не могла проникнуть в сточные трубы. Поэтому если у шамотовой раковины имеется плоский застой с колоколом, то, помимо этого застоя, лучше поставить еще свинцовый коленчатый сифон, указанный выше. Если ртуть испортит свинцовый застой, то его легко переменить,

исправление же сточных труб иногда может представить серьезные затруднения.

Для сбережения свинцового застоя у демонстрационного стола можно приспособить к нему *улавливатель для ртути*. Для этого медная пробка застоя заменяется каучуковой, в которую вставлен кусок стеклянной трубки. На наружный конец трубки надевается каучуковая пробка, вставленная в небольшую склянку (на 100 мл), в которой и будет собираться случайно попавшая в застой ртуть.

Помимо ртути, для свинцовых труб вредна также азотная кислота, да и другие реактивы не должны долго оставаться в соприкосновении с трубами. Поэтому никогда не следует забывать правила: *вылив что-нибудь в раковину, промыть ее водой*.

Решетка у раковины должна быть вынимающаяся, чтобы самую решетку и застой легко было прочищать.

Краны следует устанавливать над раковиной значительно выше, чем это делается у кухонных раковин, чтобы под кран можно было

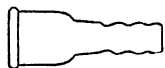


Рис. 35. Насадка к водопроводному крану.

ставить сравнительно высокие сосуды. Расстояние от дна раковины до крана делается не менее 45 см. У каждой раковины должен быть один большой кран в 9,5—12,5 мм (внутренний диаметр отверстия). Кроме того, следует установить один или два крана поменьше, в 6 мм, с насадками для надевания каучуковых трубок. Такие насадки

бывают навинчивающиеся, на гайке, но можно и напаять насадку для газового крана вроде изображенной на рисунке 35. Если кран только один, то он должен быть с насадкой.

У демонстрационного стола один кран должен быть укреплен на высоте 60 см от дна раковины, другие два — ниже (40—45 см).

Для крана с навинчивающейся насадкой внутрь насадки полезно вставить несколько кружков из медной сетки, благодаря чему кран дает ровную, небрызгающую струю. От времени до времени сетку приходится прочищать от накапливающейся грязи. Если грязь очень въелась, то сетку нужно вынуть и, держа в щипцах, прокалить на горелке, пока вся грязь не выгорит.

Помимо обычных водопроводных кранов, в центральном месте лаборатории необходимо устроить *пожарный кран* с пеньковым рукавом и брандспойтом. Рукав должен быть такой длины, чтобы его можно было протянуть в любое из помещений для преподавания химии.

Сточные трубы в части, идущей под полом и вдоль стен, берутся, если окажется возможным, свинцовые, а в вертикальной части — керамиковые или чугунные, асфальтированные внутри. Трубы должны иметь достаточно большой просвет: в части, примыкающей к раковине, — не менее 38—50 мм, в лежачей части — 63—76 мм,

в вертикальной — не менее 50 мм. Все лежащие части должны иметь *возможно больший уклон*, чтобы выливаемые жидкости в них не застаивались и не образовывалось засоряющих трубу осадков. Нежелательны также резкие повороты. На всякий случай, во всех местах, где труба легче всего может засориться, следует вставлять медные отвинчивающиеся пробки для прочистки.

Около каждой раковины должна находиться *банка*, ящик или корзинка для сухих отбросов, которые нельзя бросать в раковину.

За неимением городского водопровода можно устроить *домовый водопровод*, который очень облегчит работу в классе и в лаборатории. Для этого в верхнем этаже помещается *бак для воды* на 600—700 л (50—60 и более ведер). Можно поместить бак и на чердаке, утеплив последний, чтобы вода не могла замерзнуть. Чем выше бак, тем больше напор воды в кранах, но зато тем труднее накачивать в бак воду. Можно поместить бак и в классе, на железных кронштейнах. Хорошо укрепленные кронштейны могут выдержать бак на 250 л, он не займет много места (50 × 50 × 100 см). Бак может быть железный клепаный или деревянный, в виде ящика, выложенного изнутри свинцом или цинком. Свинец имеет то преимущество, что вода в баке не портится вследствие ядовитости образующихся в ничтожно малых количествах свинцовых соединений, убивающих бактерии. Бак должен закрываться крышкой. К баку следует приспособить указатель уровня воды. Для этого из пустой запаянной жестянки или из пробки делается поплавок. К поплавку припаиваются две проволочные петли, ходящие по установленному внутри бака вертикальному стержню, лучше квадратного сечения. На краю бака укрепляется блок, через который перекидывается прикрепленный к поплавку шнурок (рис. 36). На конец шнурка подвешивается небольшой грузик. По положению грузика и можно следить за уровнем воды в баке. На стенке бака, против грузика, можно нанести деления, а у самого нижнего положения грузика, соответствующего полному баку, устроить контакт, который включал бы электрический звонок.

Для накачивания в бак воды в нижнем этаже устанавливается электрический или ручной насос, от которого приемная труба может опускаться в большую кадку или прямо в бочку, в которой доставляется вода. Если во дворе есть колодец, то труба может быть проведена в колодец. Высота насоса над уровнем воды должна быть не больше 6,5 м. Из различных систем насосов наиболее надежные и прочные — поршневые. Производитель-

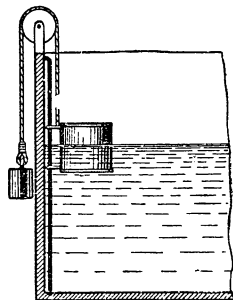


Рис. 36. Бак домового водопровода с указателем уровня.

ность насоса желательна не меньше 35—50 л (3—4 ведер) в минуту.

При небольшом напоре в домашнем водопроводе краны могут быть поставлены не вентильные (винтовые), а простые пробочные (как у самовара).

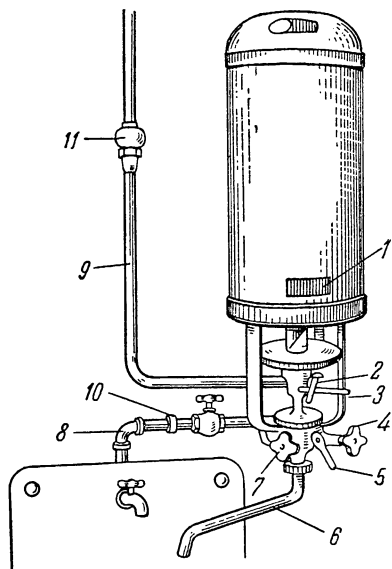


Рис. 37. Водогрейный аппарат 1-ВК-2:

1 — окно для зажигания запальника; 2 — ручка крана запальника; 3 — ручка крана горелки; 4 — ручка крана холодной воды; 5 — ручка регулятора температуры; 6 — слив; 7 — ручка крана горячей воды; 8 — водопроводная труба; 9 — газопроводная труба; 10 — вентиль водопровода; 11 — общий кран газопровода.

полезно заказать корзины с ручками, чтобы их легко было выносить. Для каждой раковины лучше иметь две банки, чтобы, оставив наполненную, можно было сейчас же заменить ее пустой. Эмалированные ведра для этой цели менее пригодны, так как скоро разъедаются и начинают ржаветь.

Газ, если он имеется, следует провести во все помещения. На учебных столах в лаборатории число газовых кранов должно соответствовать числу мест. На демонстрационном столе тоже следует поставить несколько кранов (4—6). По несколько кранов должно быть и на столах преподавателя и в вытяжных шкафах. У паяльного стола — 2 крана. Кран на демонстрационном столе, на столе преподавателя и у паяльного стола следует поставить не меньше как в

При домашнем водопроводе желательно, конечно, устроить и сточные трубы, из которых вода стекала бы в общую систему канализации, в специальный сточный колодец или даже прямо на двор в прорытую от конца трубы канавку.

Все сказанное выше о раковинах, сточных трубах и т. д. относится к устройству домашнего водопровода.

Если нельзя устроить водопровод, то придется ограничиться небольшими баками на 25—35 л, повешенными на стену. У такого бака вместо крана может быть только патрубок, на который надевается резиновая трубка с зажимом. Баки удобнее всего делать в виде полуцилиндра (см. также ниже — склянка для чистой воды, стр. 87).

При отсутствии оттока под кранами все-таки следует поместить раковины, подставив под них большие стеклянные банки на 25—35 л (типа так называемых банок для варенья). Для банок

6,3 мм, на ученических же столах краны могут быть в 4,8 мм и даже меньшего размера. При подводке газа к демонстрационному столу, для того чтобы напор газа был достаточно велик, можно руководствоваться следующими данными: при 6 кранах в 6,3 мм подводящая труба должна быть не менее 32 мм, а при очень большом расстоянии от магистрали — и больше. Ответвления к кранам — 25 мм, угольники для кранов — в 9,5 мм с переходами на 6,3 мм.

Водогрейный аппарат. Для мытья посуды в препаровочной полезно иметь водогрейный аппарат.

Водогрейный аппарат типа 1-ВК-2 предназначается для получения горячей воды¹.

Водогрейный аппарат имеет:

- а) ручку крана запальника 2;
- б) ручку крана горелки 3;
- в) ручку регулятора температуры 5;
- г) ручку крана холодной воды 4;
- д) ручку крана горячей воды 7.

На ручке регулятора температуры 5 имеются буквы, соответствующие режимам работы аппарата:

Теп. (Т) — теплая вода;

Гор. (Г) — горячая вода;

Кип. (ОГ) — очень горячая вода или кипяток.

При повороте ручки регулятора 5 буквы устанавливаются против красной точки на корпусе аппарата.

Пользование аппаратом

Для пользования аппаратом необходимо:

1. Для подачи газа открыть общий кран 11, находящийся на газопроводе перед аппаратом.

2. Для поступления воды в аппарат открыть вентиль 10 на водопроводной трубе.

3. Зажечь пламя запальника; для этого через прямоугольное окно 1, находящееся в нижней части корпуса, поднести зажженную спичку к наконечнику трубки запальника, одновременно повернуть закрывающий его кран 2 влево до упора.

4. Открыть кран холодной воды 4, спустить застоявшуюся воду и закрыть его.

5. Открыть кран горелки 3, т. е. ручку крана повернуть «на себя» до упора.

6. Ручку регулятора 5 поставить в одно из положений *Теп.* (Т); *Гор.* (Г); *Кип.* (ОГ), в зависимости от желательной температуры воды.

¹ См. любые «Правила пользования квартирными газовыми приборами».

7. Открыть кран 7 (горячая вода). При этом зажжется пламя горелки от пламени запальника.

По истечении минуты из аппарата можно получить воду установленной температуры.

Холодную воду можно получить из аппарата в любое время, открыв кран 4 (холодная вода). На работающем аппарате необходимо вначале закрыть кран 7 (горячая вода), а затем открыть кран 4 (холодная вода).

Временное прекращение выхода воды из аппарата достигается закрытием крана 7 (горячая вода); при этом автоматически погаснет пламя горелки, а пламя запальника останется гореть. Для возобновления выпуска горячей воды из аппарата следует лишь открыть кран «горячая вода», и горелка зажжется от пламени запальника.

По окончании пользования водогрейным аппаратом необходимо аппарат полностью выключить из действия в следующем порядке:

1. Закрыть кран горелки 3, повернув его ручку вниз до упора.

2. Закрыть кран запальника 2, повернув ручку вниз до упора.

3. Закрыть общий кран 11 на газопроводе.

4. Закрыть краны горячей и холодной воды.

В о с п р е щ а е т с я :

1. Оставлять открытым запальный кран, не зажигая при этом выходящий газ.

2. Оставлять аппарат с зажженной горелкой без надзора.

3. Пользоваться водой из водогрейного аппарата для питья.

4. Пользоваться аппаратом при неисправном запальном кране, засоренной горелке или при наличии других неисправностей.

5. Пользоваться аппаратом при отсутствии в помещении, где он установлен, постоянной, исправно действующей вентиляции.

6. Пользоваться аппаратом, если высота пламени горелки становится выше края окна для зажигания запальника.

При появлении пара из верхнего окна аппарата его необходимо немедленно выключить, т. е. закрыть кран на газопроводе перед аппаратом и сообщить о неисправности аппарата в межрайонную контору «Газ».

Относительно размещения газовых кранов на демонстрационном столе смотри стр. 78.

Электрическое освещение, если оно имеется, в различных помещениях должно быть устроено различно.

В классе-лаборатории и аудитории та часть, где сидят учащиеся, освещается равномерно, по возможности рассеянным светом; над

демонстрационным же столом лучше всего устроить так называемый софит, т. е. металлический корытообразный желоб, в котором помещается ряд ламп (6—10). Софит, разрез которого изображен на рисунке 38, подвешивается немного впереди стола. Ему дается такой наклон, чтобы свет падал на стол и на классную доску позади стола и не попадал в глаза учащимся. Внутри софит окрашивается белой краской.

Кроме того, в классе должна быть одна «дежурная» лампа, зажигаемая при входе в комнату, и спускные лампы у шкафов. Около демонстрационного стола или лучше на нем (под доской стола) должно быть несколько штепселей для опытов с током и для переносной лампы (см. также ниже).

На стене, противоположной демонстрационному столу или сбоку (рис. 12), помещается штепсель для проекционного аппарата. Если фонарь стоит далеко от стены, то очень удобен висячий штепсель, спускающийся с потолка. Провода должны быть рассчитаны на ток до 20 а.

Лабораторию можно осветить при помощи спускных ламп (по одной на четырех, двоих учащихся) или лампы по 1000—600 *вт*, укрепленных у потолка. Если лампы спускные, то желательно еще несколько ламп для общего освещения лаборатории.

В препаровочной следует поставить один-два штепселя и устроить спускные лампы у столов и шкафов.

Большое удобство представляет освещение шкафов изнутри маленькими лампочками (люстровыми), помещаемыми под каждой полкой. Такие же лампочки можно поместить и в шкафчиках демонстрационного стола.

За неимением электричества приходится пользоваться керосиновыми лампами. Во всяком случае, лампы надо располагать так, чтобы помещение и особенно демонстрационный стол были хорошо освещены и чтобы свет от ламп, освещающих демонстрационный стол, был загорожен от учащихся при помощи «зонтиков», экранов и т. п.

4. МЕБЕЛЬ И ПРОЧАЯ ОБСТАНОВКА

Выбор материала для обстановки помещений зависит от местных условий. В средней части СССР очень подходящим материалом является ольха: она сравнительно дешева, достаточно прочна, очень хороша в обработке и легко и ровно красится водяной крас-

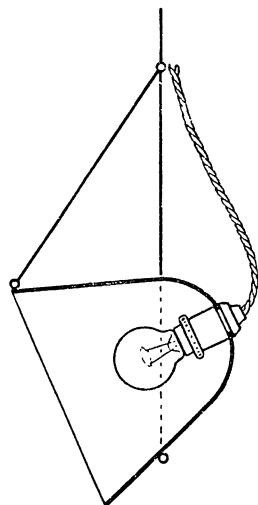


Рис. 38. Софит.

кой (протравой). Для верхних досок рабочих столов, однако, лучше взять березу, которая тверже ольхи. Для доски демонстрационного стола также годится береза или дуб. Ни в коем случае обстановку не следует делать светлую, полированную или лакированную, так как всякие повреждения и пятна на полированной поверхности выступают особенно резко, и их трудно бывает удалить. Самое лучшее — окрасить мебель в коричневый цвет водяной протравой или раствором $KMnO_4$ («под орех») и хорошо пропитать затем несколько раз горячим вареным льняным маслом (олифой). Выкрашенная таким образом мебель не так легко пачкается, и ее можно мыть водой. Если, кроме того, протирать мебель один-два раза в год эмульсией из воды с вареным маслом, то мебель сохраняет опрятный вид десятки лет.

Внутренние части столов, шкафов и т. д. делаются обыкновенно из более дешевого материала — сосновые или еловые. Можно и всю мебель делать сосновой и окрашивать таким же способом, как указано выше, но вид получается значительно менее красивый, так как краска впитывается не так равномерно. Иногда окрашивают мебель масляной краской, что менее практично.

Верхние доски рабочих столов, чтобы они не коробились, склеиваются обыкновенно из нескольких слоев дерева. Для окраски верхних досок столов хорошо воспользоваться черной огнеупорной и кислотоупорной краской. Окраска, многократно испытанная, обходится недорого и может быть произведена своими силами. Для этого свежестроганное, ничем не пропитанное и не шпаклеванное дерево (сучки вместо шпаклевки можно закленить врезанными кусочками дерева) покрывается сначала следующим раствором:

воды	2500 г
солянокислого анилина	400 »
нашатыря	60 »

Раствор наносится горячим при помощи обыкновенной волосистой кисти. Когда раствор впитается и дерево совершенно просохнет, его снова покрывают также горячим вторым раствором:

воды	2500 г
медного купороса	400 »
бертолетовой соли	200 »

Дереву опять дают просохнуть и затем снова покрывают первым раствором, и так каждым раствором по четыре раза, давая каждый раз хорошо просохнуть. Дерево в конце концов принимает темно-зеленую окраску и оказывается покрытым кристаллическим порошком от неуспевших впитаться веществ. Порошок этот счищается стеклянной бумагой, и хорошо отшлифованное дерево покрывается несколько раз горячим вареным льняным маслом (олифой), после чего делается совершенно черным. Краска очень прочна: не пачкает, не смывается ни водой, ни спиртом, ни эфиром и мало

страдает даже от концентрированных кислот и щелочей. Если на стол налить спирта и зажечь, то спирт сгорает, не оставляя ни малейшего следа¹.

Для сбережения верхней доски стола ее, кроме окраски вышеуказанным образом, полезно еще время от времени натирать смесью, употребляемой обыкновенно для натирания линолеума, но вполне пригодной и для дерева. Смесь готовится из

100 ч. воска,
200 » церезина,
90 » скипидара,
800 » бензина.

Наносится она на стол тонким слоем при помощи кисти или тряпки и затем растирается обыкновенной щеткой для натирки полов.

Таким же образом полезно натирать столы и в том случае, если они не окрашены или окрашены иначе, чем было описано.

В некоторых случаях для сбережения столов полезно подкладывать под приборы кусок асбестового картона или линолеума, или толстое зеркальное стекло. Демонстрационный стол является одним из важных предметов оборудования класса. Удобный демонстрационный стол сберегает у преподавателя много времени и энергии и значительно облегчает экспериментирование. Ниже даны подробные указания относительно размеров и устройства демонстрационного стола, а также и относительно снабжения его водой и газом. Данные эти вытекают из практики многих высших и средних учебных заведений, и потому их можно смело рекомендовать вниманию товарищей.

Описанный ниже стол вполне пригоден и для опытов по физике, что важно в том случае, когда уроки физики и химии происходят в одном и том же классе.

Стол прежде всего должен быть достаточных размеров, чтобы на нем можно было сразу расположить все необходимые для урока

¹ К. Шейд в «Методике химии» дает для окраски столов другой рецепт:

И р а с т в о р :

солянокислого анилина	600 г
воды	4000 »

И I р а с т в о р :

хлорной меди	86 г
бертолетовой соли	67 »
концентрированного раствора аммиака	33 »
воды	1000 »

Растворы смешиваются непосредственно перед употреблением: на четыре объема I раствора один объем II раствора. Смесь наносят на дерево 4—5 раз (кистью или тряпкой), каждый раз дав хорошо впитаться и просохнуть.

Дальнейшая обработка — как указано выше.

приборы. Наиболее удобные размеры: длина 3 м, ширина около 80 см, высота 90—95 см.

Стол должен быть устойчивый, массивный, сделанный из сухого дерева. Верхняя доска должна быть возможно толстая (около 4—5 см толщиной), из переклеенного в несколько слоев дерева (березы, лучше — дуба). Желательно, чтобы внизу стола были шкафчики, куда можно было бы помещать посуду и материалы, которые нужно иметь под рукой. Под серединой же стола шкафчиков быть не должно, чтобы за столом удобно было сидеть. Переднюю часть стола, обращенную к ученикам, следует всю забрать филенками (или вагонкой и т. п.). Верхняя доска стола должна выдаваться над подстольем сантиметров на пятнадцать, иначе шкафчики будут мешать стоять перед столом (при физических опытах к этому ранту

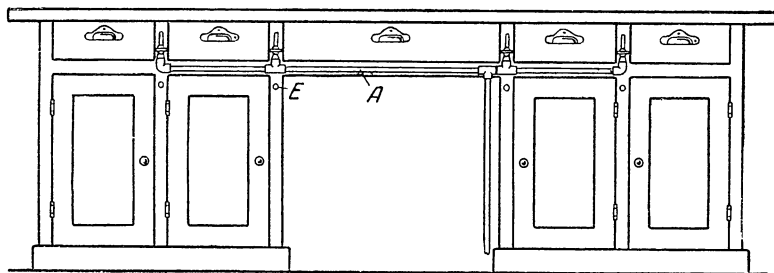


Рис. 39. Демонстрационный стол.

удобно привинчивать приборы струбчинками). В столе должно быть несколько выдвижных ящиков для разных инструментов и мелочей, как щипцы, ножницы, фильтровальная бумага, каучуковые и стеклянные трубки и т. п. Ящики не следует делать очень широкими (не шире 45—50 см), чтобы они легче выдвигались. Глубина ящика — около 15 см. Внутри ящиков сделать перегородки для более удобного размещения в них разных мелочей.

Если в школе несколько преподавателей, то полезно для каждого устроить отдельные ящики и шкафчики с необходимым набором инструментов и материалов.

Около стола должна быть вода. Раковину, как сказано выше, удобнее всего поместить на конце стола у края, обращенного к окнам.

Кроме раковины сбоку стола, иногда еще делают раковину в середине стола в виде выложенного внутри свинцом деревянного ящика. Эта раковина, пока не нужна, обыкновенно бывает закрыта доской. Но особой необходимости в такой раковине нет.

Если в школе имеется газ, то на столе, как уже сказано, должно быть 4—6 газовых кранов.

Удобное расположение кранов изображено на рисунке 39. Газовая труба А проходит под доской стола со стороны, обращенной

к преподавателю, и укреплена на части подстоля, отделяющей ящики стола от шкафиков, или вообще ниже ящиков. При этом труба не прилегает к подстолю, а находится от него на некотором расстоянии (5—7 см), как показано на рисунках 40 и 41, где *A* — труба (в разрезе) и *B* — брусок (в разрезе), к которому труба прикреплена.

Краны расположены между ящиками и оканчиваются на 10 см ниже доски стола. Над кранами в доске стола должны быть сделаны отверстия, через которые свободно могли бы проходить каучуковые трубки, присоединенные к горелкам. Трубка сначала продевается в вышеуказанное отверстие, а затем надевается на кран. Чтобы каучук при этом не перегибался, трубку разрезают и концы ее надевают с двух сторон на изогнутую под прямым углом стеклянную или лучше металлическую трубку. Можно сделать на трубке утолщение (*y* — рис. 40), которое плотно входило бы в отверстие.

Когда горелка не нужна, отверстие в столе закрывается деревянной точеной пробкой *B* (рис. 41). Длина пробки должна быть несколько больше, чем толщина доски стола, чтобы пробку легко можно было выталкивать рукой. Когда пробка вынута, ее лучше всего помещать в сделанное где-нибудь под доской стола отверстие (например, *E* — рис. 39), чтобы она не терялась.

Такое расположение кранов очень удобно тем, что краны не мешают манипулировать на столе, их удобно открывать, и, кроме того, они не мешают устройству выдвижных ящиков.

Если в помещении есть *электрический ток*, то, как сказано, под доской стола полезно сделать несколько штепселей — для опытов, требующих электрического тока, и для освещения отдельных приборов при помощи переносной лампы.

Для постоянного тока (от выпрямителя или аккумуляторов) вместо штепселей можно устроить следующее приспособление, особенно полезное для опытов по физике: провода присоединяются к двум медным полосам, вделанным в доску стола по всей ее длине. Одна полоса вделывается в переднюю часть стола, другая — в заднюю. Полосы (около 1 см ширины и 1—1,5 мм толщины) заделаны в доску стола наглухо (*B* — рис. 42). По всей длине стола через дерево и через медную полосу просверлен ряд отверстий, в которые можно вставлять медные никелированные точеные клеммы (*A* — рис. 42

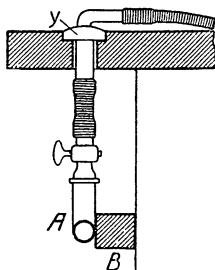


Рис. 40. Кран для газа на демонстрационном столе. Каучук надет.

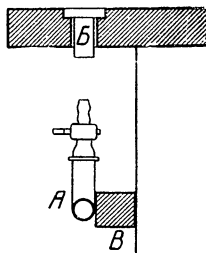


Рис. 41. Кран для газа на демонстрационном столе. Каучук снят.

и 43). Отверстия в дереве должны быть немного большего диаметра, чем отверстия в медной полосе.

При помощи вышеуказанных клемм отрицательная и положительная полосы соединяются с расположенными на столе приборами. Таким образом, можно выставить целый ряд приборов на любых местах стола и все их заранее соединить проводами с источником электрического тока, что представляет большое удобство. Можно теми же клеммами пользоваться и для переменного тока, если поставить переключатель.

От демонстрационного стола полезно провести электрический звонок в помещение, где находится технический работник. Кнопку можно поместить под доской стола или где-нибудь на стене, близости от стола.

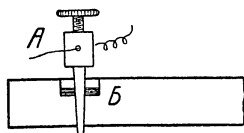


Рис. 42. Штепсель и шина для подачи тока на демонстрационный стол.

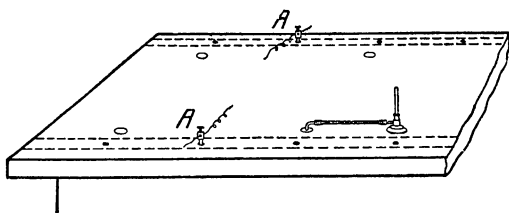


Рис. 43. Расположение шин на демонстрационном столе.

При установке демонстрационного стола и проводке к нему под полом газовой и водопроводной труб, электрических проводов следует разместить их по возможности близко одни от других, а часть пола над ними сделать в виде подъемной доски, чтобы иметь ко всем этим проводникам свободный доступ на случай порчи.

Если демонстрационный стол устанавливается в помещении, в котором неудобно почему-либо делать проводку под полом, то стол устанавливают на помосте соответствующей высоты. При этом не следует делать его слишком высоким, чтобы стол не оказался значительно выше столов учащихся. Не следует забывать, что все, что делается на столе, должно быть одинаково хорошо видно всему классу.

Демонстрационный стол для класса-лаборатории при наличии особой аудитории может быть устроен проще (рис. 44): длина 3 м (или 2 м, как на рисунке 44), ширина 75 см. Простейший демонстрационный стол изображен на рисунке 45. Бока и часть, обращенная к учащимся, заделаны переклейкой (фанерой) или вагонкой, у стола имеется один или несколько ящиков для инструментов и большая полка взамен шкафиков. У полки — вырез, чтобы за столом удобно было сидеть; сбоку — раковина и подставка для банки с водой (если нет водопровода).

За неимением специального демонстрационного стола можно, конечно, обойтись временно и с обыкновенным столом, поставив его

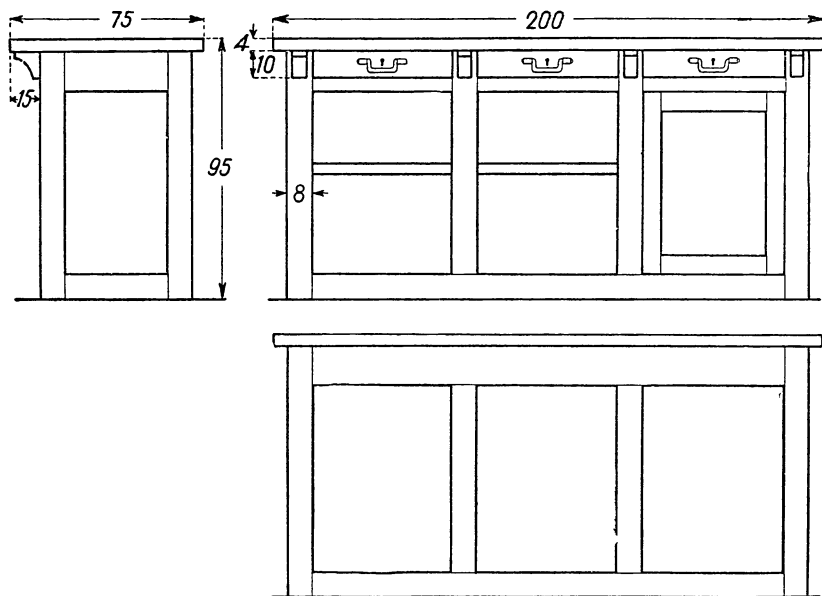


Рис. 44. Демонстрационный стол в классе-лаборатории.

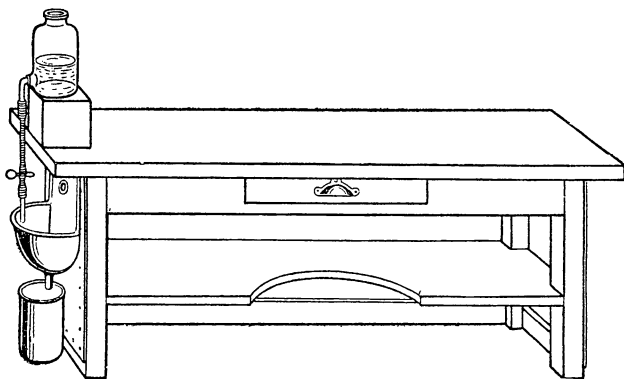


Рис. 45. Простейший демонстрационный стол.

на небольшое возвышение или подставив под ножки бруски соответствующей толщины, но в сколько-нибудь хорошо обставленной школе устройство удобного демонстрационного стола необходимо.

Столы для учащихся, находящиеся в классе-лаборатории, обычно делаются без шкафчиков, чтобы за ними можно было сидеть (рис. 46 и 47). Это обыкновенные столы на ножках, шириной около 55 см, высотой 76 см и длиной 1,2; 1,8; 2,4 м, в зависимости от ширины класса (стр. 60). В подстолье следует сделать открытые

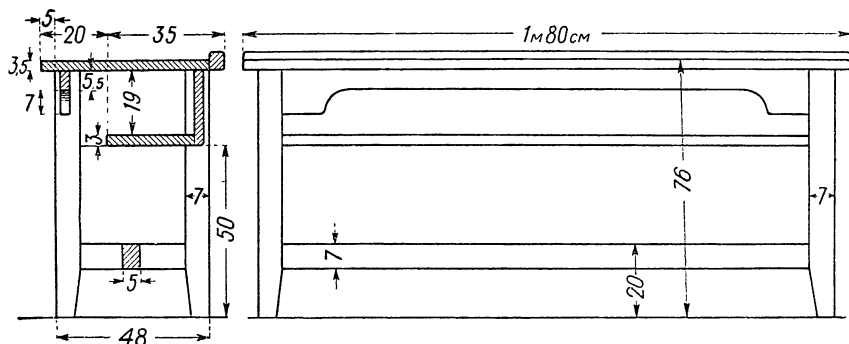


Рис. 46. Стол для учащихся в классе-лаборатории.

ящики для книг, как в партах. К заднему краю доски стола следует прибить бортик около 5 см высотой или невысокие полки, чтобы со стола не могли скатываться трубки, пробирки и т. п. и чтобы пролитая жидкость не могла стекать в сторону учащихся, сидящих за следующим столом впереди.

Лабораторные столы для практических занятий учащихся могут быть значительно проще, чем столы в лабораториях высших учебных заведений. Прежде всего здесь нет необходимости в высоких полках для реактивов, так как количество реактивов, нужных для практических занятий в школе, сравнительно очень невелико.

Вполне достаточно одной полки на высоте около 15 см. Для реактивов общего пользования служат полки, повешенные на стены.

Отсутствие высоких полок у столов в школьной лаборатории имеет то преимущество, что преподавателю удобнее

наблюдать за тем, что делается в лаборатории, а при известной живости учащихся и горячности, с какой они принимаются за работу, — это весьма важное обстоятельство.

Вполне возможно также обойтись без выдвижных ящиков, которые представляют даже некоторое неудобство. Очень часто слу-

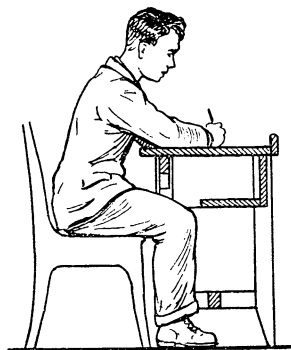


Рис. 47. Стол для учащихся в классе-лаборатории.

чается, что учащийся ставит в ящик либо стакан с раствором, либо взвешенный тигелек с каким-нибудь веществом и т. п.; при быстром выдвигании ящика поставленное в него опрокидывается, ящик портится, а работа пропадает. Еще чаще случается, что учащийся не вполне задвигает ящик, и в него попадает пролитая на столе жидкость. Уследить за большим классом довольно трудно, а между тем ящики в конце концов портятся, коробятся и начинают плохо выдвигаться.

Шкафики, в которые учащиеся могли бы прятать выданную им посуду, неоконченную работу, полотенце и т. п., безусловно необходимы, так как иначе весьма трудно приучить учащихся к должному порядку и аккуратности в работе.

На рисунках 48—50 изображен лабораторный стол, который можно рекомендовать для школы. Этот стол предполагается для работ двух групп учеников. Поэтому каждому месту шириной в 90 см или в крайнем случае 70 см (но никак не менее) соответствуют внизу два отдельных шкафчика — для первой и для второй групп (при четырех группах каждый шкафчик отводится на двоих работающих). Высота 85 см. Часть столов можно сделать немного выше 90 см и часть ниже 80 см. Это позволит распределять учащихся по столам сообразно их росту.

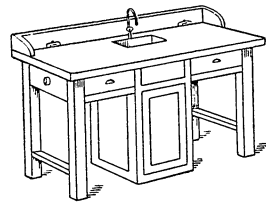


Рис. 49. Двухместный ученический стол.

Верхняя доска стола должна выступать спереди не менее как на 15 см, так как иначе у стола неудобно стоять и сидеть. Свешиваю-

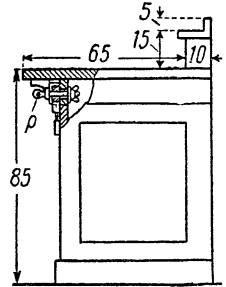


Рис. 48. Стол для практических занятий (сбоку).

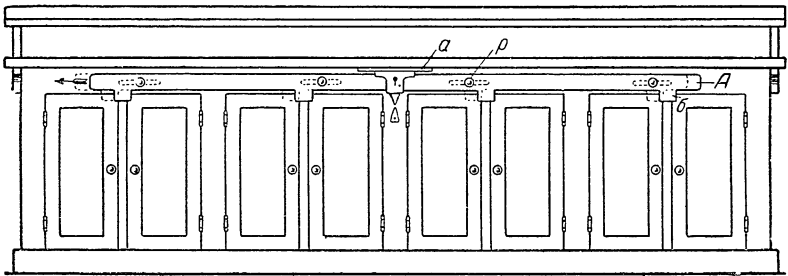


Рис. 50. Стол для практических занятий.

щаяся часть доски поддерживается кронштейнами. Ширина доски в 65 см вполне достаточна.

Лабораторные столы принято обыкновенно делать двусторонние, так как они занимают меньше места, но если места достаточно, то, как сказано выше, для школы гораздо лучше сделать столы односторонние и расположить их так, чтобы все учащиеся были обращены лицом в одну и ту же сторону.

К заднему краю стола и к полке должна быть привинчена планка, верхний край которой образовал бы у полки бортик высотой около 5 см.

Учащимся обыкновенно не приходится выдавать на руки ключи от столов. Столы отпираются перед занятиями и запираются по окончании преподавателем. Для того чтобы такое отпирание и запирание не отнимало много времени, можно рекомендовать приспособление, изображенное на рисунках 50 и 51. Приспособление это особенно удобно в том случае, если работают две группы учащихся, причем каждому рабочему месту соответствуют два шкафика.



Рис. 51. Деталь запора у стола для практических занятий.

Дверцы каждой пары шкафиков должны открываться в разные стороны: одна — налево, другая — направо.

Вдоль всего подстоля укрепляется планка *A* (рис. 50 и 51), которая может передвигаться направо и налево. Для этого в подстоле сделаны на концах стола два прореза. Через эти прорезы проходят два шурупа, которые изнутри стола ввинчиваются в планку *A*. Для того чтобы головки шурупов не проходили в прорезы, шурупы снабжены шайбами.

Планка *A* имеет ряд металлических или деревянных выступов, которые при среднем положении планки закрывают каждую пару дверец шкафиков. Если планку передвинуть влево, как показано пунктиром на рисунке 50, то все левые шкафики (I группа) остаются закрытыми, а все правые (II группа) могут быть открыты. При передвижении планки вправо — наоборот. Во всех трех положениях планка может быть закреплена при помощи замка, для чего в укрепленной над планкой *A* планочке *a* должны быть выдолблены три отверстия, соответствующие размерам пластинки замка. Для более удобного передвижения планки служат головки болтов *p*. Кроме того, полезен указатель среднего положения планки в виде метки, стрелки и т. п.

Приспособление настолько просто, что его может сделать любой столяр. Все дверцы должны, конечно, плотно притворяться, для чего их следует снабдить соответственными приспособлениями («затворками»).

Если в лаборатории работает только одна группа, то запор может быть проще — планка, прикрепленная к подстолю на петлях. Если планка опущена, — все шкафики закрыты; если поднята, — открыты. В закрытом положении планка запирается на замок.

Если окажется желательным снабдить столы отдельными замками, то замки следует предпочесть не врезные, а висячие. Они, во-первых, дешевле, и, во-вторых, их удобнее заменять новыми в случае потери ключа. Вместо обычных колец можно применить железные пластинки с прорезами для замка, привинченными к дверце сбоку и к стойке. Одна из пластинок (на дверце) загнута и служит для закрывания дверцы.

Обыкновенные столы на ножках в препаровочной и в лаборатории делаются высотой 75 см или 90 см, в зависимости от того, предназна-

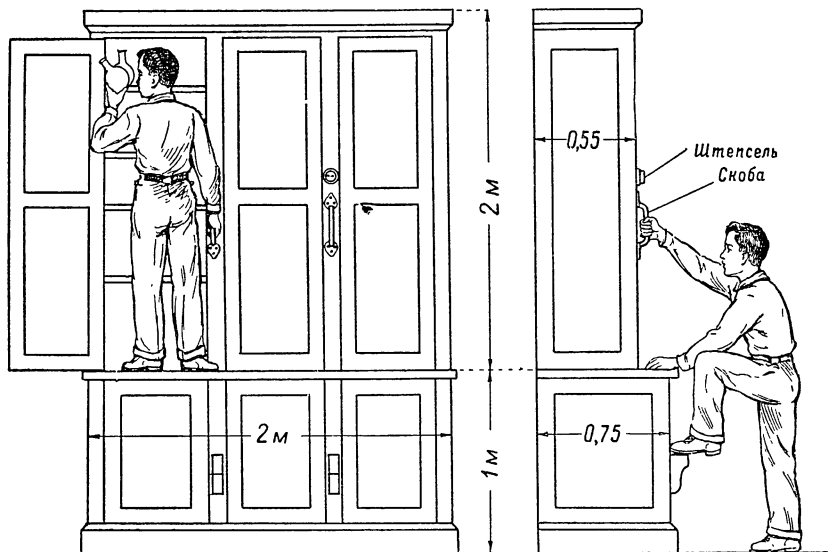


Рис. 52. Шкаф для приборов и реактивов (спереди).

Рис. 53. Шкаф для приборов и реактивов (сбоку).

чаются ли они для работы сидя или стоя; другие же размеры столов зависят от размеров помещения. Между ножками некоторых столов полезно делать полку на высоте 20—25 см, на эту полку можно ставить различные предметы лабораторного хозяйства.

Стулья в классе-лаборатории делаются на четырех ножках, с квадратным сиденьем 30×30 см, высотой в 50 см. Ножки должны книзу несколько расходиться, чтобы стул был устойчивее.

Шкаф для приборов не должен быть очень глубоким (40—45 см), чтобы приборы легче было вынимать и ставить. Часть приборов (газометры, штативы и т. п.) может быть расположена на полках по стенам.

Шкафы для посуды могут быть глубже (55—60 см). В случае, если в комнате много окон, например если она угловая, шкаф для

посуды удобно устроить перед одним из окон, не делая у шкафа задней стенки и плотно прикрепив его к стене. Дверцы шкафа, конечно, должны быть стеклянные.

Шкаф для реактивов может быть глубиной 35—45 см. Его лучше сделать без стеклянных дверец, так как некоторые реактивы на свету портятся.

Полки во все шкафы следует сделать переставные для более удобного и экономного размещения лабораторного имущества. Часть полок можно сделать более узкими. Это особенно удобно для размещения реактивов, причем мелкие склянки ставятся на более узкую полку. При размещении приборов иногда выгоднее бывает сделать в одной из полок вырез для двух-трех особенно высоких приборов, помещающихся на следующей нижней полке. У полки, на которой хранятся круглодонные колбы и тому подобные круглые предметы, полезно сделать невысокий бортик, чтобы предметы не могли скатываться с полки.

Для того чтобы шкафы удобно было ставить рядом, у них не следует делать каких-либо сложных карнизов или выдающихся украшений.

Удобная длина шкафов 130—150 см.

Желательно, чтобы все шкафы были одной и той же высоты. Разнокалиберные шкафы портят общий вид помещения.

Обычная высота шкафов 2 м, но если места мало, то шкафы можно сделать и выше. Тогда необходимо иметь легонькую раздвижную лестницу. Удобен шкаф, изображенный на рисунках 52 и 53. У этого шкафа низ шире верха. У нижней части делаются ступеньки, а у верхней части — ручки (скобы). Взавшись за ручку, легко стать на выступ нижней части. Тогда до верхней полки можно достать, не пользуясь лестницей. Шкаф, конечно, должен быть хорошо прикреплен к стене.

В каменном доме, при постройке нового здания, очень удобно оставлять для помещения шкафов ниши в стенах, что сберегает место.

Шкаф для коллекций простых и сложных веществ, кристаллов, минералов и т. п. делается всякий и неглубокий — ширина полок около 10 см. Препараты ставятся в нем в один ряд. Высота шкафа 1 м, длина 90 см и более, в зависимости от размеров коллекции. Повешен шкаф должен быть так, чтобы все находящееся в шкафу было хорошо видно. При указанных размерах шкафа низ его должен быть на расстоянии 1 м от пола. Внутри шкаф следует выкрасить белой масляной краской.

Классная доска обыкновенно устанавливается вертикально между стойками и уравнивается перекинутыми через блоки свинцовыми или чугунными грузами, находящимися внутри стоек. Грузы должны быть такого веса, чтобы доску легко можно было опускать и поднимать. Иногда делают две подъемные доски, одна за другой.

Лучше, если каждая из них поднимается и опускается самостоятельно, а не уравнивает одна другую.

На рисунках 54 и 55 показано устройство подъемной доски.

Стойки, между которыми движется классная доска, представляют собой коробки из четырех досок. Передняя доска каждой из коробок вверху и внизу сделана съемной и укрепляется на шурупах. На рисунке 55 верхняя часть левой стойки показана в увеличенном (по сравнению с рисунком 54) виде, с отнятой передней доской. На рисунке виден выбранный сбоку стойки паз,

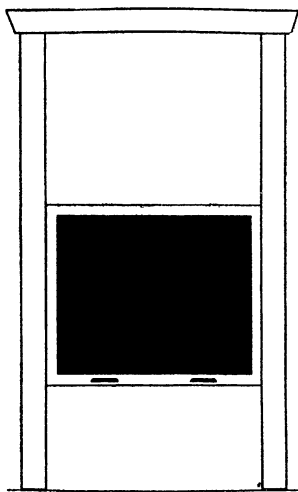


Рис. 54. Подъемная классная доска.

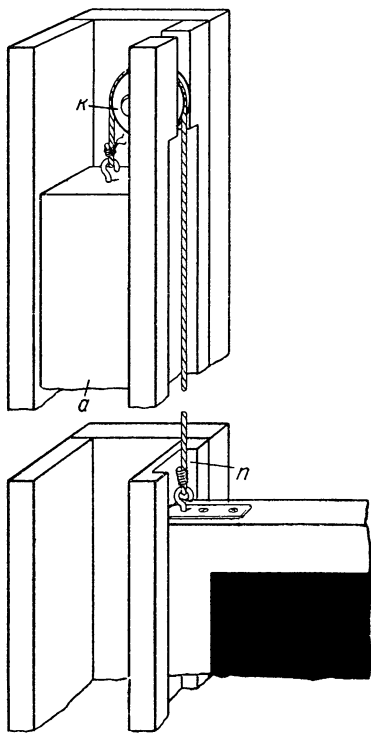


Рис. 55. Деталь устройства подъемной доски.

по которому движется доска. Крученые ремни из сыромятной кожи, на которых лучше всего подвешивать доску, прикрепляются к доске сбоку и перекидываются через колесико *к* с желобком, укрепленное в верхней части стойки. Размеры колесика (лучше медного) должны быть таковы, чтобы ремень, на котором подвешена доска, с одной стороны прилегал к поверхности паза *п* в стойке, а с другой — шел по середине полости стойки, внутри которой движется противовес *а*.

Для оси колесика к внутренней части стойки привинчиваются соответствующие кронштейники, лучше железные.

Стойки связываются между собой перекладиной с карнизом. Перекладина закрывает верхние части стоек, где находятся колесики и прорезы для ремней.

Стойки плотно прикрепляются к стене.

Ремни из сыромятной кожи служат десятки лет. За неимением ремней их можно заменить стальными тросами или хорошими кручеными капроновыми веревками, но они значительно менее прочны.

Доска должна быть достаточно велика для писания химических формул и рисования приборов. Размеры 180—200 см в длину и 150 см в высоту вполне удовлетворительны.

Доска должна быть выкрашена специальной матовой краской для классных досок. Такой краской можно своими силами красить доску каждое лето. Краске, прежде чем писать на доске, необходимо дать хорошо просохнуть в течение нескольких дней.

Доска, если за ней нет вытяжного шкафа, может быть и не подъемной. Можно выкрасить черной краской (по хорошему грунту) стену или прибить к стене кусок черного линолеума. Линолеум от времени до времени тоже приходится прокрашивать черной краской для классных досок.

Последнее время в школах широкое распространение получили классные доски из красного и коричневого линолеума.

Если доска станет гладкой и жирной от рук и мел к ней перестанет приставать, то за неимением краски полезно вымыть доску горячим раствором соды.

Экран для проектирования может быть спускной. Он делается в виде холщевой шторы, навертывающейся на палку, опускается и поднимается при помощи шнура, накрученного на укрепленную на конце палки катушку. Для того чтобы экран был хорошо натянут, в нижний конец его вшивается тяжелый железный стержень или кусок водопроводной трубы. Размеры экрана зависят от имеющегося проекционного прибора.

Экран устраивается или перед доской, или сбоку. На рисунке 12 показано положение экрана у боковой стены класса (стр. 61).

Вместо экрана можно выкрасить белой клеевой краской кусок стены рядом с доской. Штукатурка должна быть предварительно хорошо протерта, чтобы поверхность была гладкая.

На рисунке 56 показано расположение вытяжного шкафа, доски и экрана в том случае, если вытяжной шкаф помещается не в препаровочной, а в классе за доской.

Полки и стойки для стеклянных трубок. Для хранения стеклянных трубок лучше всего пользоваться полками. Полки делаются длиной около 1,6 м, соответственно обычной длине стеклянных трубок (1,5 м). Ширина полки может быть различная — 15—30 см. У каждой полки по длине должен быть бортик 15 см высотой. Если полки широкие, то каждая может быть разгорожена вдоль для раз-

личных размеров трубок. Вешать полку удобно около окна или около двери, чтобы легко было выбрать подходящую трубку, смотря сбоку на концы трубок.

Если нет места для полки, трубки можно ставить в подставку, которая имеет вид невысокого ящика, по углам его прибиты стойки, обвязан-

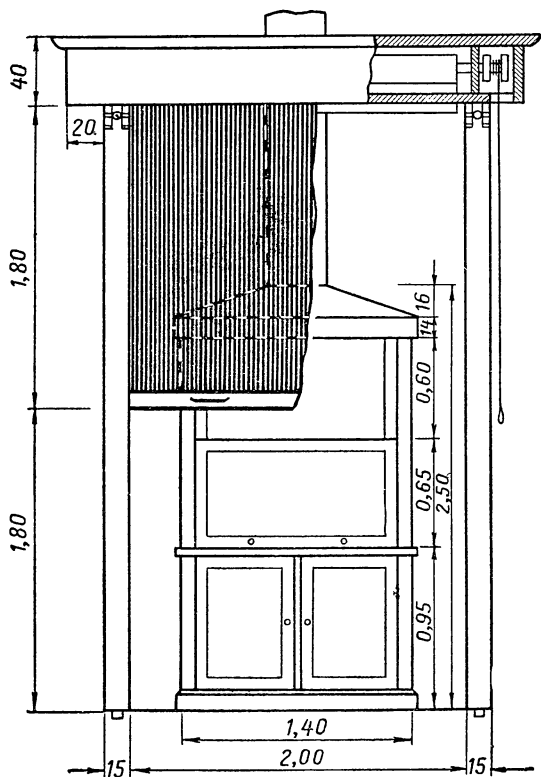


Рис. 56. Доска перед вытяжным шкафом.

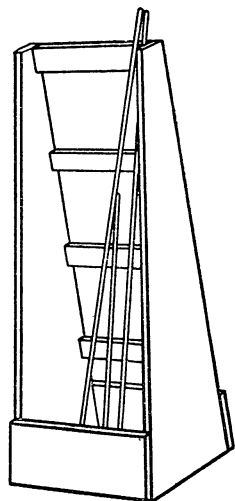


Рис. 57. Стойка для стеклянных трубок.

ные наверху перекладинами, на которые и опираются трубки, поставленные в ящик. Можно делать также стойку вроде изображенной на рисунке 57. За неимением же полок и стоек трубки можно ставить в угол, отгородив его прибитой к полу дощечкой.

II. ВЫТЯЖНЫЕ ШКАФЫ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. ЧТО ТАКОЕ ХОРОШАЯ ТЯГА

Как уже было сказано выше, вытяжные шкафы должны быть непременно принадлежностью химического класса и лаборатории. Целый ряд опытов можно проделывать только в вытяжном шкафу. В вытяжных шкафах должна быть хорошая тяга.

Однако устройство тяги — дело далеко не такое простое, как это иногда кажется с первого взгляда. Весьма часто, даже в хорошо оборудованных лабораториях, тяга не удовлетворяет своему назначению.

Всякий химик легко отличит хорошую тягу от плохой, но гораздо труднее совершенно точно и конкретно объяснить архитектору, какие требования предъявляются к тяге, дать ему вполне определенные задания. Архитектор же, прекрасно знакомый с устройством общей вентиляции, нередко бывает недостаточно знаком с особыми требованиями, которые должны быть предъявлены к хорошему вытяжному шкафу. Он обычно хорошо знаком с вентиляцией комнат, кухонь, уборных, мастерских, вообще помещений, но не вытяжных шкафов. Между тем, как будет выяснено ниже, условия вентиляции внутри самих вытяжных шкафов должны быть совершенно иные, чем условия вентиляции помещений, в которых эти шкафы находятся. Расчеты, основанные на данных для общей вентиляции, могут дать хорошие результаты только благодаря счастливой случайности.

При устройстве небольших лабораторий химику нередко приходится оборудовать лабораторию без помощи архитектора, так сказать, своими силами. Само собой разумеется, что в этом случае шансов на успех еще меньше.

Ввиду этого остановимся на вопросе о вытяжных шкафах возможно подробнее.

Прежде всего выясним, что такое хорошая тяга, а затем приведем несколько соображений относительно того, каким образом можно достигнуть хорошего действия тяги.

При устройстве вентиляции в жилых помещениях большую или меньшую силу, «объем» вентиляции, принято обозначать числом полных обменов воздуха в вентилируемом помещении в течение одного часа. Число обменов устанавливается на основании учета возможного количества углекислого и других портящих воздух газов, выделяющихся при дыхании, горении ламп и т. д., и на основании других подобных соображений.

Для умеренно занятых помещений принято давать один обмен, для более занятых — два-три обмена и, наконец, для помещений, где предполагаются наиболее сильные источники газов и других посторонних примесей, портящих воздух, а именно: для кухонь, уборных и т. д. — до пяти, редко семи обменов в час. При числе обменов больше пяти скорость движения воздуха в помещении делается настолько велика, что люди, находящиеся в помещении, начинают уже страдать от сквозняка.

При обычных условиях вентиляции жилых помещений воздух, в который попадают нежелательные примеси, постоянно разбавляется свежим воздухом, причем в помещении всегда остается некоторое минимально допустимое содержание вредных посторонних примесей.

Задача вентиляции химических лабораторий — совершенно иная. Она состоит не в разбавлении, а в быстром и полном удалении из вытяжного шкафа образующихся при химических опытах вредных и вонючих газов, паров, дыма, распыленных твердых веществ и т. д.

Эти вещества совершенно, даже в самом минимальном количестве, не должны попадать в помещение лаборатории. Ввиду этого опыты с подобными веществами и производятся в вытяжных шкафах, в которых, следовательно, должна быть настолько сильна тяга, чтобы даже при самых неблагоприятных условиях выделяющиеся при опыте вещества не могли проникнуть из вытяжного шкафа в помещение аудитории или лаборатории.

Очевидно, что и условия вентиляции внутри вытяжного шкафа должны быть совершенно иные, чем условия вентиляции помещения, в котором этот шкаф находится. При этом, вообще говоря, имеет значение не число обменов, а некоторая определенная линейная скорость движения воздуха, входящего в шкаф через дверцы или вообще через отверстия, сообщающие шкаф с помещением лаборатории. Действительно, если эта скорость будет больше скорости выделения и скорости диффузии веществ, которые желательно удалить, если она будет достаточна для поднятия взвешенных частичек и капелек этих веществ, то, очевидно, последние ни в каком случае не могут выйти из шкафа навстречу движущемуся воздуху.

Рассуждая таким образом, мы должны прийти к заключению, что при надлежащей скорости входящего в шкаф воздуха величина и размеры шкафа, а следовательно, и число обменов, не имеют никакого значения. В самом деле, представим себе вытяжной шкаф, не имеющий никакого иного сообщения с комнатой, кроме как через небольшую дверцу спереди и прилегающий к нему вытяжной канал, в котором установлена постоянная тяга. Сила этой тяги такова, что в дверцах шкафа образуется ток воздуха достаточно быстрый, чтобы выделяющийся в шкафу газ, например сероводород, не мог распространяться навстречу этому току. При той же величине отверстия дверцы и при той же силе тяги в вытяжном канале мы можем как угодно изменять объем и размеры шкафа — скорость поступающего в него воздуха останется та же самая, и, следовательно, пока действует тяга, образующийся газ не может выйти из шкафа.

Однако на практике такая простая схема действия вытяжного шкафа значительно осложняется целым рядом побочных обстоятельств.

Предположим в предыдущем примере, что шкаф по сравнению с величиной входного отверстия очень велик, а именно, очень широк и глубок. Тогда, несмотря на большую скорость поступления воздуха, последний внутри самого шкафа будет двигаться очень медленно и неравномерно: по кратчайшему направлению между входным и вытяжным отверстием — относительно быстрее, в отдален-

ных же от входного отверстия частях шкафа — крайне медленно, неправильными струями. Сероводород, попавший в эти части шкафа, будет очень медленно и постепенно вымываться протекающим через шкаф воздухом, и по окончании опыта потребуются более или менее продолжительный промежуток времени для того, чтобы весь сероводород был унесен в вытяжное отверстие. Если в шкафу образуется более тяжелый и медленнее диффундирующий газ, чем сероводород, он, очевидно, еще дольше останется внутри шкафа.

С распыленными твердыми веществами, с туманом, дымом, которые сами не диффундируют, можно представить себе такой случай, что скорость воздуха внутри шкафа окажется недостаточной, чтобы поднять эти вещества до вытяжного канала, и они будут постепенно накапливаться и оседать в шкафу.

Пока действует тяга, при вышеприведенных условиях образующиеся в шкафу вещества не могут выйти из шкафа. Но на практике тяга не может действовать постоянно. Ее, во всяком случае, приходится останавливать хотя бы на ночь. Если же действие тяги будет прекращено раньше, чем весь газ удалится из шкафа, несомненно этот газ попадет в помещение лаборатории.

Подобное явление приходилось наблюдать на одном плохом вытяжном шкафу. Днем он работал довольно исправно, вечером же, когда тяга прекращалась, накопившийся в шкафу и отчасти в вытяжном канале сероводород начинал постепенно распространяться по лаборатории.

Очевидно, что чем шире и глубже шкаф, тем это менее выгодно. Наоборот, чем короче и уже шкаф, тем при равных прочих условиях воздух будет двигаться в нем быстрее и равномернее и тем скорее будут уноситься из шкафа образующиеся в нем газы и пр.

Самый выгодный случай будет, очевидно, тот, когда поперечное сечение шкафа того же размера, что и входное отверстие, в котором возможно достигнуть более или менее равномерной скорости движения воздуха. Иными словами, ту скорость движения воздуха, которая необходима для того, чтобы образующиеся в шкафу вещества не могли попасть в помещение лаборатории, выгоднее всего установить не только во входном отверстии, но и внутри самого шкафа.

К этому же выводу нас приводят и некоторые другие соображения.

Прежде всего то, что мы называли до сих пор входным отверстием, не есть что-нибудь постоянное. Вытяжной шкаф обыкновенно имеет несколько подъемных дверец, которые постоянно приходится поднимать для различных манипуляций внутри шкафа. Поднимая и опуская дверцы, мы сильно изменяем скорость движения входящего в шкаф воздуха. Шкаф, хорошо работающий при не вполне открытых дверцах, может плохо работать, когда часть дверец открыта вполне. Такое явление приходится наблюдать довольно часто: при открывании дверцы из шкафа «выбивает» образующиеся

в нем газы или дымы. Между тем ничего подобного, очевидно, не может происходить, если имеется достаточная скорость движения воздуха внутри самого шкафа, и тогда мы смело можем открывать дверцы, если в этом встречается необходимость. Опуская их, мы только увеличим скорость входящего в шкаф воздуха и сделаем еще менее возможным проникновение выделяющихся в шкафу веществ наружу, даже в случае неожиданных осложнений в ходе опыта, как порча прибора, взрыв и т. п.

Однако дверцы вытяжного шкафа, как известно, никогда не закрывают совсем. Под дверцами всегда оставляют более или менее значительную щель. Вполне понятно, что при совершенно закрытых дверцах внутри шкафа не может быть движения воздуха, и образующиеся в шкафу вещества из него совершенно не будут удаляться. Щель под дверцами обыкновенно оставляют не слишком узкую (5—10 см). Очень узкая щель невыгодна вследствие того, что в этом случае трение представляет слишком большое сопротивление движению воздуха, и он поступает в шкаф гораздо медленнее, чем нужно.

Между прочим, медленностью движения воздуха через узкие щели, очевидно, обуславливается нижеследующее явление, довольно часто наблюдаемое в плохих шкафах. Бывает, что воздух поступает в шкаф через входное отверстие достаточно быстро, так что через него образующиеся в шкафу вещества наружу не проникают. Но в то же время внутри шкафа благодаря его размерам воздух движется медленно, вследствие чего выделяющиеся вещества скопляются внутри шкафа, главным образом в верхней его части. Если здесь в шкафу имеются небольшие щели, то воздух через них проходит очень медленно; главная масса его направляется в шкаф через место наименьшего сопротивления — в пространство под дверцами. Между тем скопившиеся в шкафу газы начинают диффундировать через щели навстречу медленно движущемуся в них воздуху и таким образом попадают наружу. Если воздух в шкафу теплее наружного вследствие того, что в шкафу горят горелки или от другой причины, то может происходить диффузия теплого воздуха навстречу холодному (термодиффузия). По всей вероятности, именно таким образом вместе с воздухом проникают наружу и взвешенные в нем твердые вещества или капельки жидкости, которые сами не диффундируют. В больших шкафах со слабой тягой очень часто приходится наблюдать подобное явление: спустя некоторое время после начала работы через щели над дверцами, между шкафом и стеной и т. п. начинает просачиваться «дымок» аммонийных солей или серного ангидрида. При быстром токе воздуха внутри шкафа, когда выделяющиеся в шкафу вещества не «застаиваются» в нем, а быстро уносятся в вытяжной канал, подобного явления никогда не наблюдается, а между тем в шкафу, особенно деревянном, почти неизбежно бывают щели, например над дверцами. В других местах в хорошем шкафу, конечно, щелей быть не должно.

Таким образом, все вышеуказанные соображения приводят нас к тому, что *вытяжной шкаф может вполне хорошо и надежно действовать только в том случае, если внутри самого шкафа имеется достаточно быстрое и равномерное движение воздуха*. При этом успешность действия вытяжного шкафа зависит и от устройства последнего.

Не касаясь пока подробностей устройства самого шкафа, посмотрим сначала, какова же должна быть величина необходимой скорости движения воздуха и каким образом можно ее достичь.

Минимальная скорость движения воздуха, необходимая для удаления образующихся в шкафу веществ, очевидно, для различных веществ будет различна. Она прежде всего зависит от свойств этих веществ: от удельного веса и скорости диффузии газов, величины и веса капелек тумана и отдельных частичек распыленных твердых веществ и т. п. Однако в гораздо большей мере она зависит от *практически возможной* скорости выделения этих веществ при различных химических опытах, но последняя величина может быть весьма разнообразна и неопределенна.

Ввиду этого какие-нибудь теоретические рассуждения относительно наиболее выгодной скорости движения воздуха в вытяжном шкафу вряд ли возможны. Единственный верный способ установить такую скорость — это эмпирически определить ее в заведомо хороших, вполне удовлетворяющих на практике своему назначению вытяжных шкафах. При этом речь может быть, конечно, лишь относительно обычных условий химической работы. В отдельных случаях, например, в лабораториях, где работают с ОВ, может понадобиться и исключительно сильная тяга.

Обычно хорошим мы можем считать такой шкаф, в котором можно свободно работать с хлором, бромом, сероводородом, аммиаком, хлористым водородом; в котором можно удалять прокаливанием аммонийные соли сразу на нескольких горелках, выпаривать большие количества соляной, азотной и особенно серной кислот и т. д.

При этом особенно хорошая тяга нужна для лекционных опытов, при которых иногда приходится выпускать на воздух сразу большие количества веществ, подлежащих удалению.

Многочисленные длительные наблюдения показали, что в безукоризненно действующем шкафу, пригодном для целого ряда разнообразных химических работ, скорость движения воздуха около 15 см в секунду. При этом скорость в открытых дверцах шкафа должна быть не менее 20 см в секунду.

Принимая данную выше скорость 15 см в секунду, попробуем теперь рассчитать число обменов в обыкновенном вытяжном шкафу для того, чтобы сравнить условия вентиляции в нем с обычными условиями вентиляции помещений, о которых упоминалось в начале этой главы.

Возьмем для примера небольшой вытяжной шкаф, имеющий 122 см в длину, 50 см в глубину и 125 см в высоту. Площадь сечения такого шкафа будет 0,61 м².

При скорости 15 см в секунду через каждый квадратный метр сечения шкафа будет проходить в 1 секунду 0,15 м³ воздуха, что при данном выше сечении составит всего 0,116 м³ в секунду. Объем шкафа равен 1,08 м³. Отсюда число полных обменов в час равно 386,6. Сопоставляя эту величину с цифрами, приведенными на странице 96, мы наглядно видим, что условия вентиляции в вытяжном шкафу действительно совершенно несравнимы с обычно принимаемыми условиями обмена в помещениях.

Очевидно, что если устроить тягу в вытяжном шкафу, основываясь на данных общей вентиляции, даже увеличенных в два-три раза, то тяга окажется никуда не годной. Однако источник ошибок при устройстве вентиляции в химических лабораториях обычно бывает иной. Архитектор, устраивая вентиляцию лаборатории, совершенно игнорирует самые вытяжные шкафы, а дает 5—7 обменов в помещении, в котором эти шкафы находятся. В результате, если помещение достаточно велико, а шкаф имеет небольшое поперечное сечение, он может действовать удовлетворительно. Действительно, чем больше помещение, тем больше воздуха нужно прогнать в единицу времени через вытяжной канал для достижения данного числа обменов. Значит, тем больше будет и скорость в прилегающем к этому каналу вытяжном шкафу.

Наоборот, если в маленькой комнате находится несколько больших вытяжных шкафов, они при том же числе обменов в комнате могут оказаться никуда не годными.

Составив себе некоторое представление о том, что такое хорошая тяга, посмотрим теперь, каким образом можно установить в вытяжном шкафу необходимую скорость движения воздуха. Для этого остановимся на различных способах, при помощи которых достигается тяга в вытяжных каналах.

2. УСТРОЙСТВО ТЯГИ, ОСНОВАННОЙ НА ПОДОГРЕВАНИИ ВОЗДУХА

Для того чтобы получить внутри вытяжного шкафа желательную скорость движения воздуха, мы должны так или иначе установить соответственную скорость движения воздуха в вытяжном канале, к которому наш шкаф примыкает.

Очевидно, что при данной величине шкафа и при данной скорости внутри его скорость в канале должна быть пропорциональна площади сечения шкафа и обратно пропорциональна площади сечения канала. Если скорость внутри шкафа будет 15 см в секунду, площадь сечения шкафа в квадратных метрах — P , канала — p , то скорость в канале:

$$v = \frac{15 \cdot P}{p}.$$

Для достижения тяги в вентиляционных каналах пользуются обыкновенно двумя способами: или подогреванием поступающего в них воздуха, или механическим действием вентиляторов.

Первый способ — наиболее доступный.

Тяга в канале, основанная на подогревании, зависит от разности плотностей нагретого и холодного воздуха. Если воздух в канале имеет температуру наружного воздуха, то столб воздуха в канале имеет тот же вес, как и соответственной величины столб наружного воздуха, который его уравновешивает, и никакого движения воздуха в канале не наблюдается. При нагревании же воздух расширяется, и столб его, заключающийся в канале, делается легче, вследствие чего равновесие нарушается.

Представим себе прямой канал AB (рис. 58) высотой h метров и обозначим температуру воздуха внутри канала через t , а температуру наружного воздуха через t_0 , причем $t > t_0$. На нижнее сечение канала A будет давить изнутри столб воздуха высотой h при температуре t и снаружи такой же столб при температуре t_0 . Вследствие разности в весе этих столбов воздуха он не будет находиться в канале в равновесии, а будет двигаться кверху. Таким образом, эта разность в весе есть та сила, под влиянием которой происходит движение, и мы можем выразить ее весом некоторого столба воздуха. Пусть высота этого столба будет H , а температура t . Обозначая вес 1 см^3 воздуха при температуре t через d и при t_0 через d_0 , получим:

$$Hd = hd_0 - hd,$$

откуда:

$$H = h \frac{d_0}{d} - h. \quad (1)$$

Обозначим теперь вес 1 м^3 воздуха при 0° через D . Тогда

$$d_0 = \frac{D}{1 + \alpha t_0} \quad \text{и} \quad d = \frac{D}{1 + \alpha t},$$

откуда:

$$\frac{d_0}{d} = \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t_0}.$$

Подставляя это выражение в уравнение (1), получим:

$$H = \frac{h(1 + \alpha t)}{1 + \alpha t_0} - h.$$

Допустим теперь, что столб наружного воздуха принял ту же температуру t , какую имеет воздух в канале. При этом столб наружного воздуха должен расшириться, и высота его, очевидно, увели-

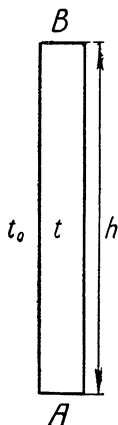


Рис. 58. Схема вытяжного канала.

чится на высоту H (H , согласно нашему обозначению, представляет высоту столба воздуха, имеющего температуру t и вес, равный разности в весе столбов воздуха в канале и наружного). При таком допущении условия движения воздуха в канале, очевидно, останутся те же самые. Под давлением избыточного столба H воздух должен вытекать из отверстия B канала. Теоретическая скорость этого истечения, или, что то же, скорость движения воздуха в канале, легко может быть вычислена, так как скорость истечения газов, как и жидкостей, зависит от высоты давящего столба и равна скорости тела, свободно падающего с этой высоты. Если v будет скорость и g — ускорение под влиянием силы тяжести (равное $9,81$ м в секунду), то:

$$v = \sqrt{2gH}.$$

Подставив вместо H ранее найденную величину его, получим:

$$v = \sqrt{2g \left[\frac{h(1+at)}{1+at_0} - h \right]},$$

откуда:

$$\frac{h}{1+at_0} - \frac{h}{1+at} = \frac{v^2}{2g(1+at)}. \quad (2)$$

Полученное уравнение представляет зависимость между h , t , t_0 и v , но в нем не приняты во внимание величины сопротивлений движению воздуха по каналу, т. е. влияние трения, поворотов, изменений в ширине канала и т. д. Для того чтобы лучше уяснить себе значение последних величин, попробуем сначала сделать расчет по уравнению (2), не принимая их пока во внимание, а затем введем эти величины и, снова сделав расчет, сравним полученные результаты.

Мы можем вычислить любую из величин, входящих в это уравнение, приняв остальные величины за известные.

Предположим, что требуется устроить вытяжной шкаф указанных на странице 101 размеров. Пусть имеется готовый вытяжной канал (например, дымоход) в $\frac{3}{4}$ кирпича, т. е. $0,04$ м² в сечении. Если через площадь сечения шкафа должно проходить $0,116$ м³ воздуха в секунду, то, следовательно, линейная скорость движения воздуха в канале должна быть равна $\frac{0,116}{0,04} = 2,9$ м в секунду. Высота канала обуславливается этажом, в котором находится класс. Пусть над классом имеется еще этаж, тогда канал может иметь в высоту около 8 м. Для температуры наружного воздуха возьмем невыгодное условие и примем ее равной 20° С.

Если мы подставим все эти данные в уравнение (2), то у нас останется только одна неизвестная величина — это t , т. е. температура, до которой нужно нагревать воздух в канале, чтобы до-

стигнуть желательной силы тяги. Решая уравнение, находим, что эта температура равняется 35° .

В уравнении (2), как уже было сказано выше (стр. 103), не приняты во внимание влияние трения о стенки канала, а также повороты и изменения в ширине канала. Величина *потери на трение* выражается эмпирической формулой $R = \frac{\rho l u}{f}$, где ρ — коэффициент трения, l — длина канала, u — периметр сечения и f — площадь этого сечения.

Так как потеря на трение связана со скоростью, то уравнение (2) принимает такой вид:

$$\frac{h}{1 + \alpha t_0} - \frac{h}{1 + \alpha t} = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} + \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} \cdot \frac{\rho l u}{f}$$

или

$$\frac{h}{1 + \alpha t_0} - \frac{h}{1 + \alpha t} = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} \left(1 + \frac{\rho l u}{f} \right). \quad (3)$$

Эмпирический коэффициент трения ρ для обыкновенного кирпичного канала, зависящий от периметра сечения канала, можно найти в справочных таблицах.

Вот зависимость между u и ρ по опытам Р и т ш е л я:

$$\rho = \frac{0,59}{0,012} \mid \frac{0,65}{0,010} \mid \frac{0,72 - 0,95}{0,009} \mid \frac{0,96 - 1,99}{0,008} \mid \frac{2 - 12}{0,007}.$$

При взятых нами размерах канала периметр u будет равен $0,8$ м, а соответствующий коэффициент $\rho = 0,009$.

Длина канала l при прямом вертикальном канале будет равна его высоте: $l = h = 8$ м. Площадь сечения $f = 0,04$ м.

Подставляя все эти данные в наше уравнение и решая его, получим $t = 57^\circ$.

Разница получается весьма значительная. Если же поверхность канала неровная, что бывает очень часто, то разница будет, очевидно, еще больше¹.

Еще большее влияние на скорость движения газов оказывают повороты в каналах, и в случае, если имеются такие повороты, для достижения необходимой скорости понадобится еще гораздо более сильное нагревание воздуха. Всего более вредны повороты под прямым углом. Каждый угол, образуемый каналом, составляет большое препятствие движению воздуха, особенно если после одного поворота следует сейчас же другой в направлении, перпендикулярном плоскости первого поворота, или, еще хуже, в той же

¹ Ввиду этого стараются всегда делать внутреннюю поверхность канала возможно гладкой — штукатурят ее цементом, обкладывают плитками и т. п.

плоскости, с восстановлением прежнего направления (рис. 59). Закругленный поворот и не под прямым углом оказывает уже меньшее влияние.

Точно так же на скорости сказываются *сужения* в каналах, *заслонки, решетки*, устраиваемые для регулирования тока воздуха и т. п. Все эти местные сопротивления выражаются величинами r , которые вводятся в уравнение (3), и оно принимает вид:

$$\frac{h}{1 + \alpha t_0} - \frac{h}{1 + \alpha t} = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} \left(1 + \frac{\rho l u}{f} \Sigma r \right). \quad (4)^1$$

Численные значения r принимаются:

- для прямоугольного колена — 1,5
- » закругленного колена — 1,0
- » колена в 135° — 0,6
- » решетки, в зависимости от частоты, — 0,3—2,0 и т. д.

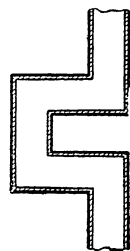


Рис. 59. Поворот вытяжного канала.

Для того чтобы выяснить, насколько повороты могут сказаться на скорости, а следовательно, и на необходимой для достижения ее температуре, предположим в предыдущем примере, что канал два раза уклоняется от вертикального направления и возвращается к нему, обходя, например, лежащую на пути балку и т. п., как это иногда бывает с дымоходами (рис. 59). Таким образом, канал сделает 4 прямых колена, и Σr выразится в $1,5 \times 4 = 6$.

Подставляя эту величину в предыдущий пример, мы получим температуру вместо 57° уже 150° . На этом примере с очевидностью

¹ В этом уравнении не принимается во внимание, что при поворотах в горизонтальных и нисходящих частях, в сужениях и расширениях будут иные условия, чем в вертикальных каналах. Кроме того, в разных частях канала и температура может несколько различаться, например от потери вследствие теплопроводности стенок и т. д. Поэтому при точных расчетах больших систем вентиляции пользуются обыкновенно более сложной формулой, вроде такой:

$$\begin{aligned} & \frac{h - h' + h_1 + h_2}{1 + \alpha t_0} - \frac{h}{1 + \alpha t} + \frac{h'}{1 + \alpha t'} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \dots = \\ & = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} (1 + R + \Sigma r) + \frac{v_1^2}{2g(1 + \alpha t_1)} (1 + R_1 + \Sigma r_1) + \\ & + \frac{v_2^2}{2g(1 + \alpha t_2)} (R_2 + \Sigma r_2) + \frac{v_3^2}{1 + \alpha t_3} (R_3 + \Sigma r_3) + \dots, \end{aligned}$$

где $h, h', h_1, h_2 \dots$ — высоты различных частей канала,
 $t, t', t_1, t_2 \dots$ — соответствующие температуры в различных частях канала,

$v, v_1, v_2, v_3 \dots$ — соответствующие скорости,

$R, R_1, R_2 \dots$ и

$r, r_1, r_2 \dots$ — различные сопротивления, но для нижеследующих вычислений совершенно достаточно будет воспользоваться уравнением (3), стр. 104.

можно убедиться в громадном значении вполне прямых каналов. По-видимому, именно большим числом поворотов канала можно объяснить то, что вновь устроенная тяга нередко оказывается никуда не годной.

Для нагревания воздуха в вытяжном канале обыкновенно зажигают лампу или газовую горелку.

Посмотрим теперь, какой приблизительно величины должна быть эта горелка, чтобы тяга при данных выше условиях действовала хорошо.

Если в 1 сек. через сечение канала должно проходить $0,116 \text{ м}^3$ воздуха, то в 1 час это составит 417 м^3 . Принимая приблизительную в этих условиях теплоемкость 1 м^3 воздуха за $0,306$, мы получим, что для нагревания указанного количества воздуха до 150° понадобится $19\ 151$ калория. Принимая теплопроизводительную способность 1 кг светильного газа за $10\ 600$ калорий, мы найдем, что для получения необходимого нам количества тепла придется сжечь около $1,806 \text{ кг}$ газа ¹.

Считая вес 1 м^3 газа равным $0,72 \text{ кг}$, мы найдем, что $1,806 \text{ кг}$ газа имеет объем около $2,5 \text{ м}^3$.

Обыкновенная бунзеновская горелка, потребляет около $0,085 \text{ м}^3$ газа в час. Таким образом, для того чтобы тяга действовала хорошо, у отверстия канала нужно зажечь пламя, равное пламени 30 обыкновенных горелок. Если же вместо того зажечь в канале только одну горелку, как это часто делается в аналогичных условиях, то, очевидно, тяга окажется никуда не годной.

Расчет, подобный вышеприведенному, показывает, что при *прямом* вертикальном канале, без поворотов, для достижения температуры 57° понадобится уже только 12 горелок.

При равных прочих условиях, если канал сделать вдвое выше, т. е. не 8 , а 16 м , то понадобится температура 49° и для достижения ее — пламя 9 горелок.

Еще больше значения имело бы, если бы канал был сделан вместо $\frac{3}{4}$ кирпича в целый кирпич ($26 \times 26 \text{ см}$); тогда (при высоте канала в 8 м) понадобилось бы нагревание только до 28° и соответственно пламя, равное только 5 горелкам, что уже вполне доступно.

Величина сопротивления от трения, как это видно из выражения $\frac{v_2 \cdot \rho l u}{2g(1 + at) \cdot f}$, помимо зависимости от скорости v , температуры t , длины канала l , коэффициента ρ и площади сечения канала f , находится также в прямой зависимости от периметра сечения канала. Поэтому наиболее выгодными являются каналы, имеющие при данной площади сечения наименьший периметр этого сечения, т. е.

¹ Здесь не делается поправки на то, что часть воздуха идет на горение и к воздуху примешиваются взамен того продукты горения, но это не может сильно повлиять на результат.

каналы круглые. Ввиду этого, если нельзя сделать каналов круглых¹, их следует делать многоугольными или квадратными, избегая каналов плоских.

Как вывод из всего вышесказанного, при устройстве вытяжных каналов для тяги, основанной на подогревании воздуха, к ним можно предъявить следующие требования: *канал должен при сравнительно незначительной затрате тепла уносить из вытяжного шкафа в единицу времени такой объем воздуха, чтобы внутри шкафа достигалась скорость 15 см в секунду.*

Для этого канал должен:

- 1) быть достаточно длинный,
- 2) не иметь поворотов и сужений,
- 3) иметь достаточное сечение,
- 4) быть в сечении, по возможности, близким к круглому,
- 5) иметь гладкие стенки.

Кроме того, практика показала, что при нескольких вытяжных шкафах лучше всего, если канал от каждого из них самостоятельно доходит до крыши здания. Пользоваться одним общим каналом для нескольких вытяжных шкафов, особенно с тягой, основанной на подогревании воздуха, довольно рискованно. В лабораториях, где каналы от нескольких вытяжных шкафов соединяются в один общий канал, шкафы работают обыкновенно очень неравномерно. При недостаточно сильной тяге и сложных каналах с большим числом поворотов бывает даже, что вещества, удаляемые из одного шкафа, направляясь в сторону наименьшего сопротивления, попадают в другой, особенно если шкафы в разных этажах.

Иногда полезно бывает удлинить верхнюю часть канала над крышей здания, но в этом случае всегда нужно иметь в виду, что эта часть канала, как и весь канал, должна быть сделана из материала, плохо проводящего тепло.

Выходное отверстие канала необходимо оградить от влияния ветра, который иногда может сильно мешать действию тяги. Поэтому канал должен оканчиваться так называемым дефлектором, благодаря которому ветер, в каком бы направлении он ни дул, будет способствовать тяге.

Существует целый ряд различных систем дефлекторов. Один из наиболее распространенных в настоящее время дефлекторов изображен на рисунке 60.

Очень сильную тягу обеспечивает дефлектор из шести усеченных конусов², расположенных один над другим (рис. 61).

¹ Для устройства же круглых каналов с гладкой поверхностью очень удобны гончарные (керамиковые) трубы, но они имеют тот недостаток, что заделка их в стены представляет некоторые трудности. Их нельзя плотно вматывать в стену, так как при этом они могут лопаться во время осадки здания. Зато они очень удобны для проводки по стене уже готового здания.

² А. С. В и р а х о в с к и й. Химия в школе, 1951, № 6.

Верхний конус такого дефлектора закрыт колпаком в виде зонта, защищающего вытяжную трубу от проникновения внутрь атмосферных осадков. Между конусами находятся промежутки в 3 см для прохода воздуха ¹.

Работа дефлектора основана на использовании естественной тяги, возникающей в результате разности температур наружного и внутреннего воздуха, а также на использовании энергии ветра.

При обтекании конусов дефлектора струями воздуха внутри, а также в верхней части канала дефлектора образуется разрежение, вследствие чего внутри шкафа воздух устремляется вверх.

Все указанные условия относятся преимущественно к устройству новых каналов. Последние должны быть заложены *внутри стен* ² во вновь строящихся зданиях или укреплены на имеющихся уже

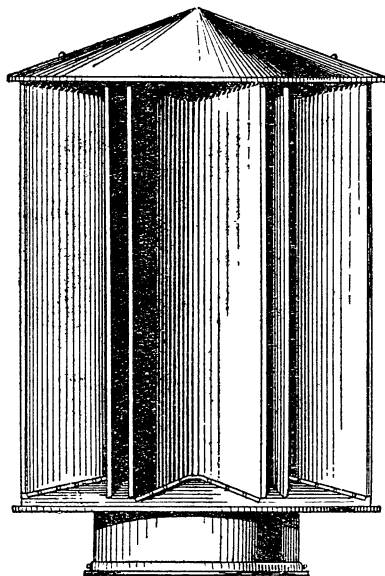


Рис. 60. Дефлектор.

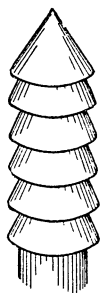


Рис. 61. Дефлектор. Общий вид.

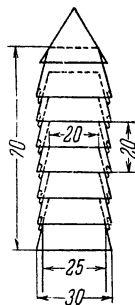


Рис. 62. Дефлектор. Разрез.



Рис. 63. Крепление дефлектора.

стенах готовых зданий ³. В последнем случае, однако, должна существовать возможность провести вытяжной канал через вышележащие помещения. Проводка вытяжной трубы по наружной части здания усложняется необходимостью изолировать канал от охлаждения.

Однако при устройстве тяги в старом помещении весьма часто приходится довольствоваться уже существующими в стене каналами и дымоходами.

¹ Можно воспользоваться и любой другой системой дефлектора.

² Во избежание напрасного охлаждения каналов их, по возможности, не следует делать в наружных стенах здания.

³ Вырубка канала в готовой стене обходится очень дорого и не всегда возможно по техническим условиям.

В таком случае прежде всего надо иметь в виду, что на основании вышесказанного нельзя воспользоваться общей системой вентиляции, если таковая и имеется в здании. Если усилить ток воздуха в одном из каналов, возможен такой случай, что извлекаемые из вытяжного шкафа газы, направляясь в сторону наименьшего сопротивления, будут попадать в одно из соседних помещений.

Канал вытяжного шкафа должен быть совершенно изолирован от всяких других каналов.

Впрочем, гораздо больше приходится пользоваться не вентиляционными каналами, а имеющимися дымоходами. Но в таком случае далеко не всегда можно рассчитывать на то, что удастся достигнуть желательных результатов.

Во всяком случае следует выбрать канал, по возможности удовлетворяющий указанным выше условиям. Недостатки же других каналов придется, по возможности, исправлять усиленным подогреванием воздуха при помощи сжигания сравнительно больших количеств горючих материалов, например дров.

Часто присоединяют вытяжной шкаф к дымоходу, рассчитывая на тягу, образующуюся во время топки печи, но такой расчет обыкновенно не удастся, так как главная масса воздуха поступает в канал не через шкаф, а через дверцы печи, и тяга, образующаяся в шкафу, оказывается недостаточной. Гораздо правильнее было бы переделать печь таким образом, чтобы топка помещалась внутри самого шкафа, но такое расположение представляет много неудобств — прежде всего потому, что внутри шкафа получится очень высокая температура вследствие нагревания через лучеиспускание, да и топить будет неудобно. Поэтому рациональнее воспользоваться расположением, схематически изображенным на рисунке 64, — рядом с вытяжным шкафом устраивается печь без дымооборотов (вроде камина) с герметически закрывающейся дверцей. Топливник этой печи сообщается широким каналом, имеющим, по возможности, небольшое число колен, с вытяжным отверстием шкафа. Когда печь растопится, дверцу ее закрывают герметически, и воздух в печь поступает только через вытяжной шкаф. При до-

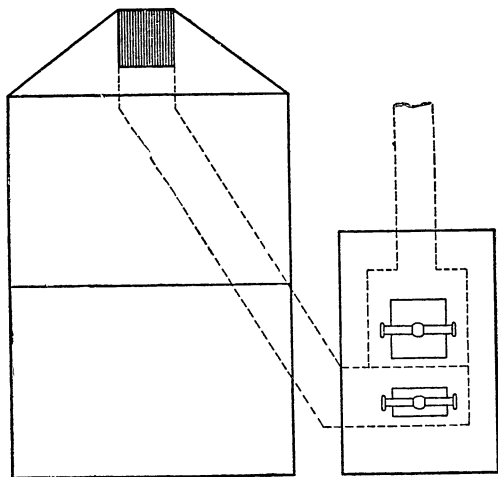


Рис. 64. Тяга с камином.

вольно широком канале с небольшим числом поворотов тяга получается очень хорошая.

Не следует делать печь под шкафом, как это иногда делали. В подобном случае температура внутри шкафа очень повышается, что мешает работе в шкафу. Например, бывают случаи, что спирт в лампочках нагревается до кипения.

Если нельзя устроить печь-камин, можно воспользоваться и обыкновенной печью, устроив герметическую или просто плотно закрывающуюся дверцу и введя трубу в топку сбоку (рис. 65).

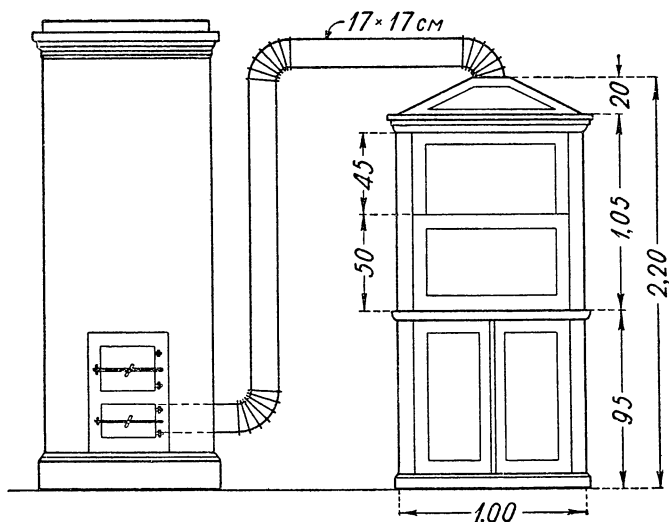


Рис. 65. Тяга с круглой печью.

При таком устройстве удастся получить очень хорошую тягу, если, конечно, печь в порядке и топится хорошо.

Однако такой способ достижения тяги сравнительно невыгоден, так как требует непрерывной топки печи. Он мало пригоден для технической или университетской лаборатории, но для школы, где тяга нужна бывает только несколько часов в неделю и то не каждую неделю, этот расход все-таки будет ничтожным.

При совершенно прямом, достаточно широком и высоком канале можно достигнуть хорошей тяги и с газовым или с керосиновым подогреванием. При газе обыкновенно пользуются горелкой «бабочка» больших размеров, но, в случае если требуется более сильное подогревание, можно зажечь газ непосредственно у конца газового крана. Бунзеновские и иные подобные горелки здесь не требуются, так как имеет значение не температура пламени, а количество выделяющегося тепла. Что же касается керосина, то здесь придется

воспользоваться какой-нибудь горелкой вроде паяльной, чтобы не получалось коптящего пламени. Иногда в канал помещают сильную лампу «молния».

Горелку или лампу следует помещать в прямой части канала, а не в самом вытяжном отверстии, т. е. не в горизонтальной части канала.

Иногда для этого делается особое окошечко в канале над шкафом. Дверца этого окошечка может открываться снизу посредством шнура. Кран следует устраивать отдельно от горелки, внизу. Для зажигания газа пользуются обыкновенно свечкой, укрепленной на палке.

После зажигания газа (или лампы) следует дать ему погореть некоторое время при закрытых дверцах шкафа и, только когда воздух в канале прогреется, открыть дверцы. Тогда в канале сразу установится хорошая тяга. Иначе током холодного воздуха сверху вниз может задуть пламя, и во всяком случае канал будет прогреться гораздо медленнее.

Заканчивая вопрос о тяге, основанной на подогревании воздуха, отметим еще раз, что, приступая к устройству тяги, необходимо самым тщательным образом взвесить все условия, при которых тяга будет действовать.

При подсчетах вместо вышеприведенной на странице 105 формулы (4) вполне возможно пользоваться упрощенной формулой, выражающей зависимость между теми же величинами. Если в приведенном на странице 103 уравнении

$$v = \sqrt{2g \left[\frac{h(1 + \alpha t)}{1 + \alpha t_0} - h \right]}$$

произвести под знаком корня условное деление, то уравнение примет такой вид:

$$v = \sqrt{2g\alpha h(t - t_0)}.$$

Здесь $2g\alpha$ — величина постоянная и равна $2 \cdot 9,8 \cdot 0,0036 = 0,07$, следовательно:

$$v = \sqrt{0,07 h(t - t_0)}.$$

Вводя в это уравнение значение сопротивлений, мы получим:

$$v = \sqrt{\frac{0,07 h(t - t_0)}{1 + \frac{\rho l u}{f} + \Sigma r}},$$

или

$$0,07 h(t - t_0) = v^2 \left(1 + \frac{\rho l u}{f} + \Sigma r \right).$$

Расчеты, произведенные по этой формуле, дают достаточно точные результаты.

Для всех произведенных в этой главе расчетов взяты невыгодные условия в смысле температуры наружного воздуха (20°C). Какую температуру следует положить в основание расчета при проектировании тяги — зависит от климата данного места. Правильнее всего исходить из средней максимальной температуры самого теплого из учебных месяцев.

3. ТЯГА, ОСНОВАННАЯ НА ДЕЙСТВИИ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Для достижения тяги в вентиляционных каналах вместо подогревания воздуха гораздо удобнее воспользоваться механическим действием вентиляторов. Вентиляторы можно приводить в движение какой угодно силой, но вполне испытанными и, несомненно, весьма удобными для наших целей являются электрические вентиляторы.

Электрические вентиляторы представляют много удобств, и тяга, основанная на действии электрических вентиляторов, имеет несомненное преимущество по сравнению с тягой, достигаемой посредством подогревания воздуха.

Действие электрических вентиляторов всегда равномерно, может быть любой силы, почти не зависит от температуры наружного воздуха. Они пускаются в ход и останавливаются весьма просто и немедленно, как только потребуется. При правильном расчете они вытягивают в единицу времени точно необходимое для хорошего действия тяги количество воздуха и почти не требуют ухода. Эксплуатация электрической тяги при разумном пользовании может оказаться выгоднее, чем эксплуатация тяги, основанной на подогревании воздуха. Что же касается опасений относительно порчи вентилятора вытягиваемыми газами, то при пользовании вентиляторами, у которых механизм двигателя находится вне вытяжного канала, эти опасения совершенно неосновательны. Известны вентиляторы, работающие уже свыше 25 лет и не требовавшие никакого ремонта. Но если бы крылья в конце концов и проржавели, то их легко можно заменить новыми, самая же ценная часть вентилятора — двигатель — останется прежняя¹.

Благодаря постоянству и надежности действия электрического вентилятора при постановке его гораздо точнее можно рассчитать силу тяги в каналах и потому возможно воспользоваться одним вентилятором для нескольких вытяжных шкафов. Нужно только так строить каналы, чтобы они имели приблизительно одинаковое сопротивление: делать каналы от дальних шкафов шире, от ближних уже и т. д., чтобы во всех шкафах тянуло равномерно.

¹ Само собой разумеется, что вентилятор, как всякая машина, требует бережного обращения: своевременной смазки, соблюдения всех правил относительно включения, выключения и т. д.

То же относится и к большим вытяжным шкафам. Из большого шкафа воздух вытягивается не через одно, а через ряд отверстий в крыше шкафа (как на рисунке 66), причем канал, чем он дальше от вытяжной трубы, тем он должен быть шире.

В отверстиях каналов внутри шкафа должны быть сделаны выдвижные заслонки, при помощи которых устанавливается равномерная тяга во всем шкафу.

Одно из преимуществ электрических вентиляторов то, что они не требуют обязательного устройства длинных вытяжных каналов, которые так усложняют оборудование вытяжных шкафов. Шкаф с электрическим вентилятором можно поставить у наружной стены и вывести отводной канал наружу непосредственно через стену. Это имеет, между прочим, то большое преимущество, что энергия вентилятора не тратится на преодоление сопротивления в канале.

При устройстве небольшого шкафа можно даже не пробивать стену, а вывести канал через верхнюю часть окна. Наконец, и самый шкаф можно устроить в окне. Впрочем, выведение подлежащих удалению веществ непосредственно через стену или окно не всегда может оказаться удобным. При продолжительном выпуске из больших количеств вредных веществ, как это бывает в технических лабораториях, эти вещества могут попадать в открытые окна соседних этажей и домов. Но в тех случаях, когда не предвидится особенно интенсивной работы вытяжного шкафа, как для школьного класса или лаборатории, и в тех случаях, когда расположение окон это позволяет, — вышеуказанное устройство вполне возможно. Канал, соединяющий шкаф с отверстиями в стене, можно сделать в виде железной (из кровельного железа, лучше — оцинкованного) трубы, выкрашенной внутри асфальтовым лаком. Короткую железную трубу всегда легко заменить новой, если бы она в конце концов проржавела.

Вполне удовлетворительно действуют также каналы из фанеры, если все швы проклеить холстом и канал хорошо выкрасить снаружи масляной краской.

Нужно, однако, отметить, что большим недостатком вентиляторов, помещаемых в лаборатории, является сильный шум во время работы вентилятора. Поэтому, если возможно, лучше помещать вентилятор на чердаке (см. ниже).

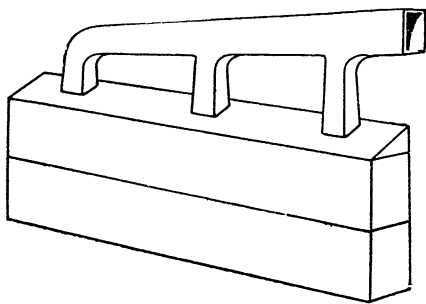


Рис. 66. Каналы длинного вытяжного шкафа.

Из всего сказанного выше видно: *тяга, действующая при помощи электрических вентиляторов, представляет целый ряд очень существенных преимуществ* по сравнению с тягой, основанной на подогревании воздуха. Устройство такой тяги при наличии электрооборудования не представляет особой сложности, а так как в нашей стране электрифицировано большинство школ, то следует рекомендовать именно этот вид тяги.

Что касается системы вентиляторов, то центробежный вентилятор «Сирокко» вполне пригоден для наших целей. Для небольших шкафов удобен вентилятор системы ЦАГИ. Необходимо только, чтобы механизм электродвигателя помещался вне вытяжного канала. Желательно также избегать ременной передачи.

Вентиляторы бывают с двигателями постоянного и переменного тока. Скорость вращения первых можно регулировать, вторые же имеют постоянную скорость.

Если пользуются обычными вентиляционными каналами, то вентилятор обыкновенно помещается на чердаке¹, причем его следует устанавливать на капитальной стене во избежание расшатывания. К вентилятору должен быть свободный доступ для смазки, чистки и разборки на случай порчи. Следует требовать от завода детальных указаний относительно установки вентилятора.

Выключатель, реостат и рубильник помещаются внизу, около вытяжного шкафа.

Для включения вентиляторов однофазного переменного тока имеется иногда особый «пусковой аппарат» с реостатом и индукционной катушкой. Необходимо как можно обстоятельнее ознакомиться с наставлением, как пользоваться этим аппаратом, которое обыкновенно к нему прилагается. В противном случае легко испортить электродвигатель. Лучше всего заключить пусковой аппарат в ящик, запирающийся на ключ, который должен находиться у лица, хорошо знакомого с действием аппарата.

В случае неожиданной остановки вентилятора от какой-либо случайной причины необходимо его выключить. Если электродвигатель находится под током и не работает или если после остановки тока он будет включен помимо реостата, то это может одинаковым образом повести к порче электродвигателя.

Обращение с моторами постоянного и переменного трехфазного тока проще, чем с работающими на однофазном переменном токе, и они меньше подвержены порче, чем последние.

При заказе вентилятора необходимо принять во внимание не только объем воздуха, который вентилятор должен перемещать в единицу времени для достижения в шкафу надлежащей скорости,

¹ Небольшой мороз не вредит мотору, но там, где бывают сильные морозы, ниже 20°, следует защищать его от холода, так как масло в подшипниках застывает и вентилятор иногда не удается пустить в ход; слишком высокая температура также может повредить мотору.

но и то сопротивление, которое воздух будет встречать в вытяжных каналах. Поэтому, заказывая вентилятор, необходимо сообщить все данные не только относительно имеющегося тока (постоянный, переменный, трехфазный, число перемен, напряжение) и относительно числа кубических метров воздуха, которые вентилятор должен перемещать в единицу времени, но также и относительно имеющегося или проектируемого канала, а именно: 1) высоту его; 2) длину (которая при прямом вертикальном канале равна высоте); 3) размеры поперечного сечения (круглый такого-то диаметра; четырехугольный, длина сторон такая-то и т. д.); 4) характер поверхности стенок канала (керамиковые, кирпичные, штукатурные, гладкие, шероховатые и т. п.); 5) число поворотов (под каким углом и в каком направлении), сужений, расширений и т. д. Полезно дать также и чертеж этих каналов.

На основании всех этих данных учреждение, отпускающее вентилятор, должно само рассчитать необходимые размеры вентилятора.

Для готовых вентиляторов обыкновенно известно количество воздуха (L_0) при 0° , перемещаемого вентилятором в 1 час при свободном истечении этого воздуха. При наличии же сопротивления вентилятор будет перемещать уже соответственно меньшее количество воздуха. Следовательно, чтобы вентилятор в данных условиях мог переместить нужное нам количество воздуха L при температуре t , мы должны взять вентилятор, для которого $L_0 > L$. Зависимость между L_0 и L выражается следующей формулой, на выводе которой я останавливаться не буду:

$$L_0 \leq 633,5 \sqrt[3]{\frac{L \cdot F^2 \cdot M}{1 + \alpha t}},$$

где F — площадь отверстия вентилятора, через которое выходит воздух, α — коэффициент расширения воздуха, t — температура перемещаемого воздуха и M — величина сопротивления, которую можно вычислить на основании уже известного выражения:

$$M = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} \left(1 + \frac{\rho l u}{f} + \Sigma r \right).$$

Для приведения в действие вентиляторов, кроме электричества, можно пользоваться и другими источниками энергии.

Например, при хорошем напоре воды городского водопровода вполне удовлетворительно работают водяные вентиляторы.

4. ВВОД В ПОМЕЩЕНИЕ ЧИСТОГО ВОЗДУХА

Каково бы ни было устройство тяги, для успешного ее действия, помимо всего сказанного, необходимо еще одно весьма существенное условие. *Необходимо, чтобы в помещении, где находится вытяж-*

ной шкаф, было достаточное и свободное поступление воздуха. Если в помещении есть общая вентиляция, необходимо, чтобы канал, приводящий теплый воздух, был достаточно широк. Желательно, чтобы поступление воздуха было равномерное и чтобы отверстие подающего канала находилось не рядом с вытяжным шкафом, а на противоположном конце комнаты. Тогда, помимо того что воздух будет поступать в шкаф равномерно, будет достигаться одновременно и вентиляция самого помещения, где находится шкаф. Когда в лаборатории имеется несколько шкафов, расположенных в ряд, то обыкновенно подающий канал проводят в виде широкого рукава вдоль противоположной стены, у потолка, и делают в нем по всей длине целый ряд отверстий, через которые и поступает воздух более или менее равномерно во все шкафы.

Отсутствие в помещении подачи воздуха, конечно, очень усложняет дело, и во время работы под тягой приходится прибегать к паллиативам: открывать двери или форточки над дверьми в соседние помещения, в экстренных случаях даже форточки на улицу. В совершенно изолированном помещении тяга действовать, конечно, не может, и отсутствие свободного поступления воздуха может быть одной из причин плохого действия тяги.

Если в помещении не имеется свободной подачи воздуха, то на получение нужного количества последнего из соседних помещений необходимо затратить некоторое количество энергии, которое довольно трудно учесть. Во всяком случае, при устройстве тяги в помещении, не имеющем подачи воздуха, это нужно иметь в виду и лучше делать шкафы возможно малых размеров, при расчетах же тяги — задаваться большей скоростью, чем следует по расчету, принимая во внимание местные условия.

5. УСТРОЙСТВО ВЫТЯЖНОГО ШКАФА

Из разобранных выше условий успешного действия тяги непосредственно следуют и некоторые подробности устройства самого вытяжного шкафа.

Прежде всего, как уже было сказано, шкаф не должен быть очень велик. Чем больше поперечное сечение шкафа, тем труднее достигнуть в нем необходимой скорости и равномерности движения воздуха, и наоборот.

В том случае, если желательно устроить большой шкаф, лучше не делать его длиннее $1\frac{1}{2}$ м, так как иначе трудно рассчитывать на равномерную тягу во всем шкафу.

Что касается глубины вытяжного шкафа, то в большинстве случаев достаточно бывает глубина около 70 см.

Для демонстрационных опытов в крайнем случае можно довольствоваться такими размерами шкафа: 70 см длиной, 55 см глубиной и 1 м высотой.

Для того чтобы воздух внутри шкафа подымался по возможности правильной, равномерной струей, вытяжное отверстие лучше всего сделать в самом верху шкафа, посередине (А — рис. 67), крышу же — не горизонтальную, а наклонную, суживающуюся кверху по направлению к отверстию (рис. 67).

Если сделать отверстие где-нибудь сбоку и ниже крыши (Б — рис. 67) шкафа, как это очень часто делают, то над отверстием образуется вредное пространство, в котором скорость движения воздуха будет гораздо меньше, чем в остальной части шкафа, и попавшие туда вещества будут оттуда очень медленно удаляться, что, как уже было выяснено выше, нежелательно. Кроме верхнего отверстия, можно было бы устроить второе внизу, для того чтобы в случае необходимости непосредственно провести в него трубку, по которой выделяются подлежащие удалению вещества, но, помимо подобного случая, это отверстие следует держать закрытым. Впрочем, при хорошей тяге можно вполне обойтись и без нижнего отверстия.

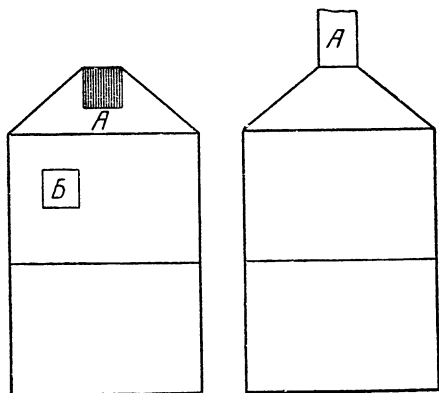


Рис. 67. Правильное (А) и неправильное (Б) отверстия вытяжного канала и вытяжной трубы (схема).

Для закрывания вытяжных отверстий лучше всего сделать простые деревянные дверки, задвижные или на петлях. Их можно открывать снизу при помощи палки с крючком. Употребляемые для общей вентиляции решетки с подвижными жалюзи малопригодны, так как представляют большое сопротивление движению воздуха и, кроме того, сильно ржавеют.

Дверцы шкафа, особенно передние дверцы шкафа в аудитории, направленные к учащимся, должны быть подъемные. Не следует забывать, что, пока шкаф работает, дверцы нельзя закрывать полностью.

Если дверцы не подъемные, под ними необходимо оставить отверстия для доступа воздуха.

Для того чтобы подъемная дверца могла держаться в любом положении, ее удобнее всего устроить на противовесах в виде двух свинцовых гирь, помещаемых обыкновенно внутри стоек шкафа (рис. 68). Гири соединяются с дверцей шнурками или лучше круглыми ремнями из сыромятной кожи, перекинутыми через блоки, которые укрепляются в верхней части стоек. Для удешевления конструкции шкафа можно блоки ввернуть над шкафом в пото-

лок и, перекинув через них веревки, прикрепленные к дверце, уравновесить последнюю двумя мешочками с дробью или с песком (рис. 69). Наконец, можно обойтись совсем без блоков; тогда в одной из стоек, между которыми ходит дверца, следует привинтить несколько деревянных заверток, изображенных на рисунке 70. Если одну из заверток повернуть так, чтобы она стала поперек паза, по которому двигается дверца, причем конец завертки должен упереться во ввинченный по другую сторону паза винтик, то завертка и будет удерживать дверцу в соответствующем положении.

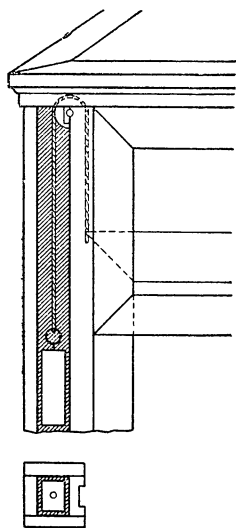


Рис. 68. Дверца вытяжного шкафа с противовесом.

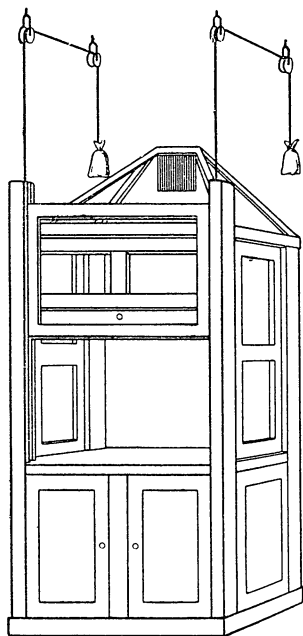


Рис. 69. Упрощенные противовесы дверцы вытяжного шкафа.

Вместо заверток лучше устроить *упоры*, изображенные на рисунке 71. В стойке шкафа выдалбливаются углубления, в которые вставляются поворачивающиеся на оси пластинки. Если нажать на нижний конец пластинки, — верхний конец выставляется наружу и служит упором для дверцы. Если дверцу приподнять и нажать на верхний конец пластинки, — он прячется в углубление и дверца свободно опускается вниз.

Дверцу следует делать не менее 50 см высотой, чтобы в шкаф можно было легко ставить обыкновенные штативы с собранными приборами. У шкафа в аудитории лучше вставить в переднюю дверцу одно цельное стекло, чтобы ничто не мешало учащимся видеть опыты, которые производятся в шкафу.

Если высота дверцы не более половины высоты шкафа, то выгоднее, чтобы дверца поднималась внутри шкафа, а не снаружи передней части шкафа, находящейся над дверцей, так как в первом случае меньше шансов, чтобы теплый воздух вышел из шкафа через щель между дверцей и шкафом, чем во втором, как это понятно из схематического рисунка 72, А и Б.

Обычная высота вытяжного шкафа $1\frac{1}{2}$ м. Но можно сделать его и значительно ниже, около 70 см высотой (типа Б — рис. 72).

Дно шкафа в аудитории должно быть немного выше демонстрационного стола, чтобы стол не мешал видеть то, что делается в

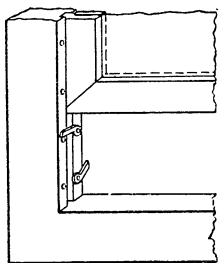


Рис. 70. Завертки для дверцы вытяжного шкафа.

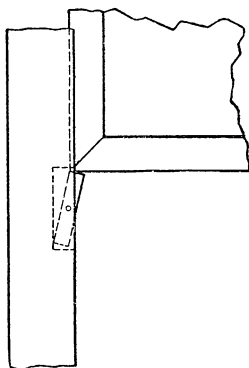


Рис. 71. Упор для дверцы вытяжного шкафа.

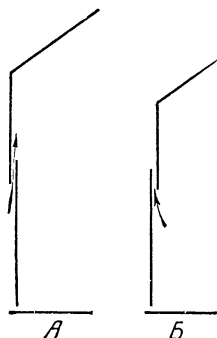


Рис. 72. Различное расположение подъемной дверцы вытяжного шкафа.

шкафу. Шкаф можно укрепить на кронштейнах, можно сделать его на ножках или устроить под ним шкафчики.

Дно вытяжного шкафа желательно покрыть метлахскими плитками, которые кладутся на цемент. Для того чтобы деревянное основание шкафа при этом не покорибилось, его необходимо обить предварительно куском кровельного толя.

Впрочем, особой необходимости в плитках нет. Можно оставить дно шкафа и деревянным или покрыть асбестовым картоном, листовым свинцом и т. п.

Шкаф должен плотно прилегать к стене. Все щели между стеной и шкафом должны быть тщательно заделаны. Точно так же не должно быть никаких щелей и в самом шкафу.

Внутри шкафа стену, к которой он прилегает, полезно выкрасить белой масляной краской, но белила должны быть не свинцовые, а цинковые, чтобы окраска не потемнела от сероводорода.

Если в лаборатории есть газ, то в шкафу должно находиться несколько газовых кранов.

Весьма желательно, чтобы внутри шкафа были также водопроводный кран и небольшая раковина. В эту раковину следует сливать все вонючие жидкости, в ней же можно мыть посуду после опытов с хлором, сероводородом и т. д.

Вытяжные шкафы необходимо делать из очень хорошо высушенного дерева, так как в противном случае шкаф коробится, подъемные дверцы перестают действовать, в шкафу могут появиться трещины и т. д. Сорт же дерева особого значения не имеет.

Крышу шкафа можно сделать деревянную, застекленную или из кровельного железа, оцинкованного и хорошо выкрашенного внутри масляной краской. Но лучше сделать шкаф со стеклянной крышей, чтобы в нем было возможно светлее.

Для вечера следует приспособить внутри шкафа электрическое освещение.

Предохранять электрические лампочки от кислых паров специальными колпаками нет необходимости, так как обыкновенный патрон служит, не портясь, много лет.

Положение вытяжного шкафа в лаборатории для учащихся зависит, конечно, от местных условий, но не следует забывать, что сложные с изгибами каналы весьма ослабляют тягу, и следует по возможности избегать устраивать шкаф далеко от имеющих в стенах каналов.

Уже было сказано, что шкаф в аудитории всего удобнее устраивать сзади демонстрационного стола, скрывая его за классной доской. При этом самый шкаф можно поместить в соседней комнате (препаровочной), а за доской сделать соответствующее отверстие в стене, сообщающее шкаф с аудиторией и закрытое подъемной стеклянной дверцей.

Для демонстрации опытов, сопровождающихся выделением вредных газов, удобно пользоваться настольным остекленным со всех сторон вытяжным шкафом. Шкаф съемный. Задняя сторона имеет подъемную дверцу. Для регулирования силы тяги в основании трубы сделана заслонка (рис. 73).

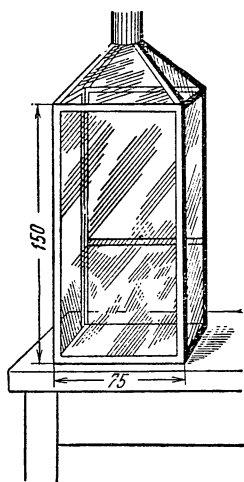


Рис. 73. Настольный остекленный шкаф с естественной тягой.

6. КАК ОБОЙТИСЬ БЕЗ ВЫТЯЖНОГО ШКАФА

Как уже было сказано выше, вытяжной шкаф должен быть обязательной принадлежностью класса-лаборатории. Некоторые опыты могут быть показаны исключительно в вытяжном шкафу.

Но в некоторых случаях, когда обычно приходится прибегать к помощи тяги, можно временно, до устройства тяги, обойтись и

без нее, конечно, с меньшими удобствами, с гораздо большей затратой работы и с некоторым риском пострадать от вредных веществ.

Наиболее простой способ обойтись без помощи тяги — это производить опыты на открытом воздухе, если окажется возможным по местным условиям, например на юге. Очевидно, что к такому средству возможно прибегать только в исключительных случаях, например при опытах с хлором. Иногда можно располагаться против топящейся печи, над дверцей которой можно сделать жестяной или даже картонный навес, но для уроков это, конечно, неприменимо.

Рекомендуют также устраивать за окном доску, на которую можно было бы выставлять через форточку сосуды с бурно реагирующими веществами.

Весьма полезным оказался на практике такой способ. В оконных рамах (летней и зимней) просверливаются отверстия, в которые вставляется стеклянная трубка, выходящая наружу. К этой трубке присоединяются сосуды, наполняемые вонючими и ядовитыми газами. Избыток газа во время наполнения сосуда выходит прямо на улицу. После опыта сосуд наполняется доверху водой, которая вытесняет газ, после чего сосуд моется.

У прибора для добывания газа, чтобы последний после отделения наполненного сосуда не попадал в комнату, должна быть дополнительная трубка, присоединенная на тройнике к той же выводной трубке (подробности см. т. II, глава «Хлор»).

В некоторых случаях выделяющиеся вредные и вонючие газы можно направлять в сосуды с растворами веществ, их поглощающих, например хлор, сероводород — в раствор едкого натра.

Можно устроить большой поглотительный сосуд, годный для целого ряда газов: Cl_2 , SO_2 , H_2S и др. Сосуд представляет большую банку (глиняную глазированную или стеклянную, какие употребляются для варенья), на дно которой следует поместить слой в 15—20 см свежeproкаленных (только что «потушенных»), хорошо прогоревших древесных углей в виде мелких кусочков, а затем слой в 25—30 см гашеной извести. Прежде чем насыпать уголь и известь, нужно опустить в банку до дна стеклянную трубку (лучше со скошенным нижним концом, чтобы был свободный выход для газов в том случае, если трубка упрется в дно).

Верхний конец трубки следует загнуть, чтобы к трубке удобнее было присоединять при помощи каучука приборы, выделяющие газы.

Но во всех указанных случаях (кроме работы на открытом воздухе) можно удалять газы только из приборов, закрытых пробками с газоотводными трубками, например при наполнении этих приборов по способу вытеснения воздуха. Во всех же случаях, когда опыты производятся в открытых приборах или когда последние приходится открывать во время опыта, некоторое количество газа неизбежно выйдет наружу и попадет в воздух комнаты.

При проведении опытов с небольшими количествами вредных газов удобно использовать в качестве поглотителя хлоркальциевую трубку, заполненную активированным или хорошо высушенным древесным углем (рис. 7).

Взятый из противотога активированный уголь, а также высушенный древесный уголь поглощают (в процентах к весу поглотителя):

	Активированный уголь	Древесный уголь
Хлора	24—25%	13—14%
Брома	46—86%	23,12%
Сернистого газа	17,1%	18%

Если рассчитать количество газа, которое может выделиться при проведении опыта, и знать процент его поглощения взятым поглотителем, то можно добиться полного поглощения вредного газа.

Если в классе есть водопровод с достаточным напором, то над приборами, выделяющими вредные газы, растворимые в воде, можно помещать воронку, соединенную с сильным разрезающим водяным насосом.

Конечно, действие такой «тяги» не может быть очень сильным, но при не особенно энергичных реакциях, производимых в стаканах и чашках, как, например, действие HNO_3 на небольшие количества металлов, такое приспособление оказывается довольно полезным.

Отводящая трубка насоса должна быть соединена широким каучуком с трубкой, плотно укрепленной на пробке в отверстии раковины. Таким способом можно удалять, конечно, только такие газы, которые растворимы в воде.

В заключение следует еще раз отметить, что какие бы то ни было суррогаты вытяжного шкафа, конечно, не могут заменить хорошей тяги. Вытяжные шкафы как для опытов, показываемых преподавателем, так и для лабораторных работ учащихся должны быть непременно принадлежностью сколько-нибудь удовлетворительно обставленной школьной лаборатории.

І. РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ НАГРЕВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

Самым удобным и дешевым из применяемых в химической практике горючих материалов является *газ*. Если есть возможность им воспользоваться, то не может быть и речи о каких-либо других способах нагревания. Но газ имеется далеко не везде. Поэтому вопрос о способах нагревания является очень серьезным вопросом при устройстве школьной лаборатории, и на нем необходимо остановиться возможно подробнее.

1. НАГРЕВАНИЕ НА СПИРТЕ

Спирт является наиболее распространенным материалом для нагревания при химических опытах в школе вследствие того, что дает несветящее пламя при сжигании в лампочке самого простого устройства. Но вместе с тем спирт *самый дорогой из горючих материалов*, температура же пламени обыкновенной спиртовки сравнительно невысока, во всяком случае значительно ниже, чем бензиновых, керосиновых и газовых ламп. Вследствие этого спиртовая лампа непригодна для целого ряда опытов. При правильно поставленном курсе химии обойтись только с обыкновенными спиртовыми лампами, безусловно, нельзя. Они малопригодны для таких опытов, как разложение окиси ртути, синтез воды по Дюма, перегонка серы, сухая перегонка каменного угля и т. п., и во всех случаях, когда придется нагревать что-нибудь в сосудах из тугоплавкого стекла.

Особенно непригодны спиртовые лампочки для демонстрационных опытов, которые должны быть видны целому классу и не должны отнимать слишком много времени.

Обыкновенную спиртовую лампу следует считать непригодной не только для тех опытов, которые совсем не идут при слабом нагревании, но и для тех, которые не удовлетворяют вышеуказанным условиям.

Окись ртути можно довольно быстро разложить и на обыкновенной спиртовой лампе, но только в очень узенькой трубочке, как это обычно делается при занятиях учащихся. Если же показы-

вать опыт в такой постановке в классе, то половина учеников опыта не увидит.

Оксид меди вполне возможно восстановить на спиртовой лампе. Дюма при своих опытах пользовался именно спиртовой лампой. Но он вел нагревание несколько часов. При обычном демонстрационном опыте 20 г окиси меди, нагревая спиртовой лампой, можно восстановить в 40—50 мин. Но всего опыта в течение одного урока кончить нельзя. С лампой же Бартеля (см. ниже) восстановление оканчивается через 5 мин.

Следовательно, и в том и в другом случае спиртовая лампа непригодна.

Однако для демонстрационных опытов, не требующих сильного нагревания, а также для большинства лабораторных работ учащихся вполне возможно пользоваться и обыкновенными спиртовыми лампочками.

Они имеют то преимущество, что сразу зажигаются, тогда как для зажигания горелок, в которых горят пары спирта (бензина, керосина), требуется некоторое время. Кроме того, последние обычно более или менее сильно шумят.

Спиртовые лампочки для практических занятий могут быть самые простые — плоские, объемом около 100 мл. Для демонстрационных опытов удобнее более высокие, на ножке, на 350 мл вместимостью. Особого горлышка для доливания спирта не требуется.

У лампочки должен быть хороший фитиль из некрученых ниток (а не из ваты). Фитиль не должен быть вставлен в трубку очень туго, так как он будет плохо тянуть спирт.

Колпачок у лампочки должен быть хорошо притерт. Колпачок, взятый от другой лампочки, не может плотно закрывать спиртовку, и спирт будет постепенно испаряться. На заводах колпачок и лампочка обыкновенно помечаются одним и тем же номером (матовая надпись); по этому номеру легко найти соответствующий лампочке колпачок, если колпачки перепутаны.

Колпачки у лампочек часто бьются, лампочка же без колпачка оставаться не может. Поэтому в школах постоянно приходится видеть на лампочках суррогаты колпачков — битые рюмки, баночки, цоколи от перегоревших электрических лампочек и т. п. Все эти суррогаты не могут заменить хорошего колпачка, так как не могут закрывать лампочку достаточно плотно.

Столь же непригодны и имевшиеся одно время в продаже колпачки из грубой пластмассы. Эти колпачки не только не пригнаны к лампочкам достаточно плотно, но сами по себе пропускают пары спирта вследствие своей пористости. Они еще менее пригодны, чем случайные стеклянные крышки.

Для того чтобы пламя спиртовых лампочек не колебалось от движения воздуха, необходимо снабжать их цилиндрами из металлической сетки. Сетка должна быть не слишком мелкая (расстояние

между проволочками около 1 мм). Цилиндры могут быть сшиты при помощи тонкой проволоки. Относительные размеры их понятны из рисунка 74.

При нагревании жидкости в колбе и т. п. сетку, на которую ставится сосуд, следует поместить около самого цилиндра, чтобы расстояние между ним и сеткой было не более $\frac{1}{2}$ см.

Пламя, защищенное таким цилиндром, почти не колеблется и нагревает гораздо быстрее и равномернее, чем без цилиндра¹.

Если спиртовой лампочкой приходится пользоваться для сгибания стеклянных трубок (небольшого диаметра), то лучше всего иметь особую лампочку с плоским фитилем (рис. 75). Такую лампочку можно приготовить своими силами.

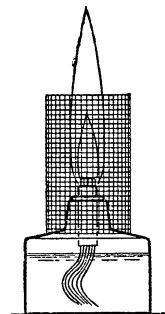


Рис. 74. Спиртовка с сеткой.

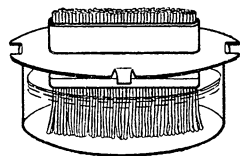


Рис. 75. Спиртовка с плоским пламенем.

Резервуаром может служить кристаллизационная чашка, обрезанная склянка (рис. 76) и т. п. Верхнюю часть можно сделать из жести, как показано на рисунке. Еще удобнее для этой части взять подходящую крышку от какой-либо жестянки. Следует приспособить к такой

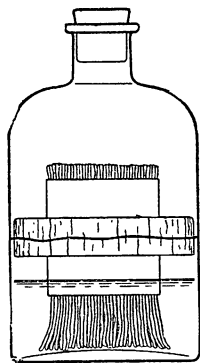


Рис. 76. Спиртовка с плоским пламенем (из склянки).

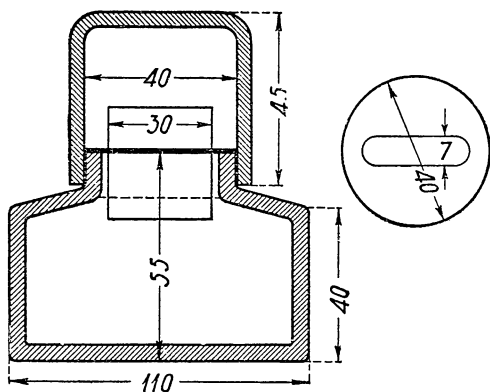


Рис. 77. Спиртовка с плоским пламенем заводского производства.

лампочке и колпачок из жести. Если такого колпачка нет, то по миновании надобности спирт из лампочки надо переливать в склянку

¹ Цилиндры из другого материала, например из жести, не годятся, так как благодаря недостаточному доступу воздуха лампочка горит плохо.

с пробкой. Можно лампочку со спиртом ставить в жестянку с плотно закрывающейся крышкой.

Вместо жестяной крышки, изображенной на рисунке 77, можно воспользоваться большой пробкой, вставив в нее плоскую трубку, согнутую из жести. Если в качестве сосуда взята обрезанная склянка, то верхней частью можно пользоваться как крышкой (рис. 76).

Было бы крайне желательно, чтобы взамен этих суррогатов было налажено производство специальных горелок с плоским пламенем для сгибания стеклянных трубок, как на рисунке 199.

При пользовании спиртовыми лампочками не следует забывать, что самая жаркая часть пламени — верхняя треть его *В* — выше внутреннего конуса *Б* (рис. 78).

Чтобы во время работы не слишком нагревалась верхняя часть лампочки, ее полезно прикрывать кружком из асбестового картона.

Необходимые правила, которые надо помнить при пользовании спиртовой лампочкой:

1. *Зажигать лампочку* следует спичкой или лучинкой (рис. 79), но никогда не наклонять лампочку к другой горящей лампочке (рис. 80), так как при этом может вспыхнуть пролитый спирт.
2. *Регулировать размеры пламени* выдвиганием фитиля из трубочки или обратным вдвиганием его. Лампочку для этого погасить,



Рис. 78. Строение пламени спиртовки.

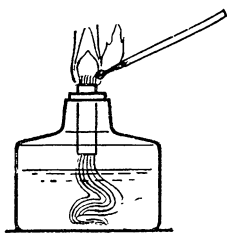


Рис. 79. Зажигание спиртовки (правильное).

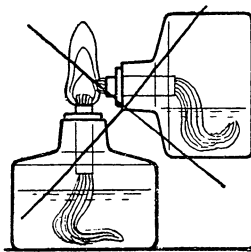


Рис. 80. Зажигание спиртовки (неправильное).

вынуть трубку из резервуара и передвигать фитиль пинцетом или пальцами.

3. *Фитиль не должен входить в трубочку слишком туго*, так как это мешает всасыванию спирта и лампочка плохо горит.

4. *Фитиль должен быть ровно обрезан* ножницами. Если фитиль плохо обрезан или выдвинут слишком сильно, края его начинают обгорать. Этого следует избегать, чтобы не расходовать фитиль.

5. Если во время работы *на фитиль попадает вода*, какой-нибудь раствор или порошок и пламя сильно уменьшится, — по-

тушить лампочку, вытянуть немного фитиль и обрезать. Если фитиль при этом укоротится настолько, что не будет доставать до дна лампы, то надо взять новый фитиль.

6. Нагреваемый предмет помещать в верхнюю треть пламени (рис. 81). Это наиболее жаркая часть пламени.

7. Если пламя лампочки уменьшается, а края фитиля начинают тлеть, значит в лампочке нет спирта. Ее нужно сейчас же погасить, долить спирт через воронку (рис. 82). Лучше всего доливать спирт заранее, как только его останется в лампочке $\frac{1}{4}$ резервуара.

8. При гашении лампочки не дуть на пламя, а закрывать его колпачком: поднести колпачок сбоку и быстро накрыть пламя.

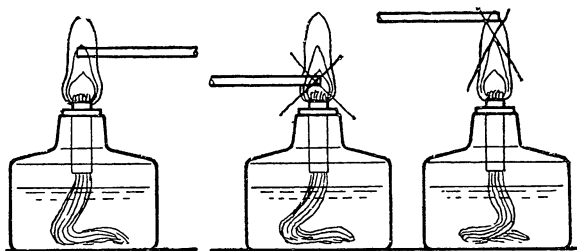


Рис. 81. Положение нагреваемого предмета в пламени (правильное и неправильное).

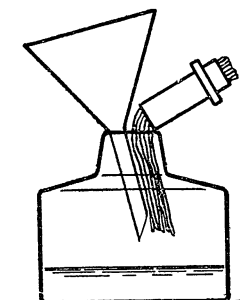


Рис. 82. Доливание спирта в лампочку.

9. Когда лампочка не нужна, держать ее *всегда закрытой*, иначе спирт напрасно испаряется; кроме того, в фитиле остается вода, содержащаяся в спирте, и при следующем зажигании лампочка будет плохо гореть.

10. Обращаться с лампочкой *как можно осторожнее*, чтобы как-нибудь не уронить, не опрокинуть и не разбить ее. Если бы это все-таки случилось и горящий спирт разлился по столу, прикрыть пламя полотенцем или залить водой.

11. При работе с денатурированным спиртом нагреваемые предметы иногда покрываются *копотью*. Если производится работа со взвешиванием, то копоть приходится удалять с поверхности предмета: сначала осторожно стереть ее влажным, а затем сухим полотенцем или фильтровальной бумагой.

За неимением готовых спиртовых лампочек можно в крайнем случае устроить самодельные (рис. 83, а и б), воспользовавшись подходящими склянками или баночками. Удобны низенькие пузырьки из-под чернил. В них можно вставить медные или жестяные трубочки (см. ниже — изготовление самодельного сверла) для фитиля. Для закрывания такой спиртовки служит баночка, небольшой стаканчик или рюмка с отбитой ножкой, которая ставится краями на баночку (рис. 83, а).

Если спиртовка делается из баночки, то трубка для фитиля вставляется в пробку, в которой прожигается (см. ниже) небольшое отверстие для прохода воздуха. Крышкой может служить такая же другая баночка, к которой подгоняется напильником верхний конец пробки с трубочкой для фитиля (рис. 83, б). В такой лампочке спирт сохраняется гораздо лучше, чем в лампочке из пузырька изпод чернил.

В школах приходится встречать самые разнообразные суррогаты лампочек. Например: аптечный пузырек, в который вместо металлической трубки для фитиля вставлена фарфоровая трубочка для ввода электрических проводов, баночка, прикрытая вместо пробки медным колпачком от выключателя с расширенным отверстием, в которое вставлена трубка из жести (для фитиля), и т. д.

Все эти суррогаты могут применяться лишь в крайнем случае, но вполне заменить настоящие спиртовые лампочки они, конечно, не могут.

Лампочки могут быть сделаны также из жести или из меди.

Для получения более высокой температуры в прежнее время вместо обыкновенной спиртовой лампочки пользовались лампами с двойной тягой, лампами Берцелиуса, Митчеллиха, Лумэ и т. п. Температура пламени в подобных лампах благодаря

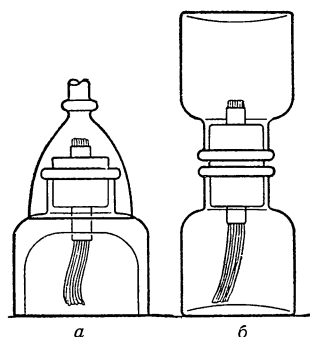


Рис. 83. Самодельные спиртовки.

более сильному притоку воздуха несколько выше, чем в обыкновенной спиртовой лампочке, но все-таки еще недостаточно высока.

Имея несколько обыкновенных спиртовых лампочек и одну-две горелки Бартеля, можно проделать почти все опыты, необходимые в курсе средней школы. Не могут быть проделаны только опыты, требующие очень сильного накаливания, достигаемого при помощи газовой паяльной горелки (вместо газа для такой горелки можно пользоваться бензином, см. ниже).

Для *сгибания стеклянных трубок* к горелке Бартеля можно сделать из жести *насадку*, дающую плоское пламя, вполне отвечающее своему назначению (см. ниже, насадки к газовым горелкам).

Для других работ со стеклом горелка Бартеля не годится, так как с ней нельзя получить необходимого узкого и острого пламени.

Опытный химик, привыкший работать со стеклом на газовом паяльном столе, оказывается обыкновенно в безвыходном положении, когда в его распоряжении не имеется никаких других горючих материалов, кроме спирта. Как выдуть шарик, спаять две трубки, сделать тройник? Между тем преподавателю химии почти невозможно обойтись без подобных мелких стеклодувных работ.

На самом деле положение совсем не такое безвыходное, как это кажется с первого взгляда. Напомним, что светильный газ вошел во всеобщее употребление только около середины XIX столетия. До тех пор все стеклодувные работы производились на *масляной паяльной лампе*. В пламя масляной лампы через металлическую трубку вдувается ножными мехами воздух. Изменяя расстояние между трубкой и лампой, можно получить все необходимые для стеклодува градации пламени. Масляная лампа дает очень жаркое пламя, но коптит и издает неприятный запах. Для *мелких стеклодувных работ* вполне возможно заменить ее *упрощенной спиртовой паяльной лампой*, вдувая в пламя обыкновенной спиртовой лампы воздух через медную паяльную или через тонко оттянутую стеклянную трубку. Вместо мехов можно воспользоваться *резиновым баллоном* с двумя шарами, применяемым обыкновенно для пульверизаторов. Баллон помещается *на полу* (рис. 84) и приводится в действие *ног*й.

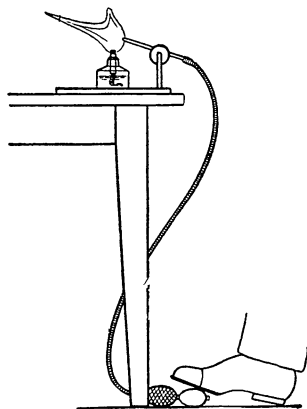
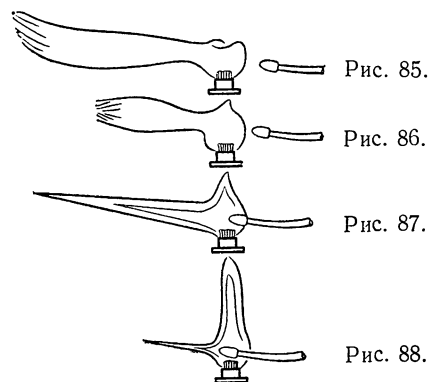


Рис. 84. Вдувание воздуха в пламя спиртовки.

При вдувании воздуха температура пламени лампочки значительно повышается; изменяя же расстояние между лампой и трубкой, можно изменять размеры и характер пламени.



Пламя спиртовки, в которое вдувается воздух.

При положении трубочки, как изображено на рисунке 85, выходящая из нее тонкая струя воздуха увлекает за собой окружающий воздух, и все пламя лампы отклоняется почти горизонтально. Температура пламени сильно повышается, так что в нем можно свободно гнуть трубки диаметром в 1 см и больше. Сгибаемая трубка помещается вдоль пламени. Получается хороший круглый сгиб. Если трубочку, через которую вдувается воздух, приблизить к лампе, отклоненная часть пламени уменьшается (рис. 86), а температура его еще повышается. Получается светло-синее шумящее пламя. В нем можно легко и быстро оттягивать трубки, выдувать шарики и т. п. По мере приближения трубки к горелке шумящее

пламя делается меньше и меньше, и, наконец, при положении трубки, как на рисунке 87, получается спокойное, длинное пламя, в котором можно спаивать трубки, раздувать спай и т. д.

Продвигая трубочку почти к противоположной стороне конца пламени, получим маленькое острое синее пламя (рис. 88), которым можно проплавливать отверстия в стеклянных трубках и т. д.

Паяльную трубку, служащую для вдвухания воздуха, следует разогнуть и укоротить. Если имеется разборная паяльная трубка, то можно взять от нее наконечник и присоединить на каучуке к обрезку стеклянной трубки. За неимением паяльной трубки можно воспользоваться оттянутой стеклянной трубкой, но при этом необходимо, чтобы просвет конца трубочки был достаточно мал. Только при узком отверстии трубки получается тонкая, ровная и очень сильная струя воздуха, необходимая для того, чтобы получить надлежащее пламя. В то же время конец трубки должен быть толстостенный. В таком случае, пока через трубочку идет ток воздуха, она не размягчается в пламени лампы. Нужно только не забывать сейчас же отставлять лампу, как только ток воздуха прекращается.

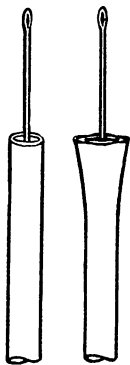


Рис. 89. Приготовление самодельной паяльной трубки.

Приступая впервые к изготовлению описываемого приспособления, можно сначала оттянуть временную трубочку на обыкновенном пламени спиртовой лампочки, а затем уже, пользуясь такой временной трубочкой, изготовить оттянутую трубку с более толстостенным концом, чего на обыкновенном пламени спиртовой лампы сделать нельзя.

Если имеется кусок медной или латунной трубки (3—5 мм диаметром), то из нее очень легко можно приготовить *самодельную паяльную трубку* следующим образом: в имеющуюся трубку вставляется до половины тонкая игла (рис. 89) и затем конец трубки расплющивается молотком на наковальне (утюге). Если затем вытянуть иглу плоскогубцами, то в расплющенном конце трубки остается тонкое отверстие и полученная трубка может вполне заменить паяльную трубку. Расплющиваемый конец нужно предварительно отжечь, т. е. нагреть до слабокрасного каления и охладить в воде. Игла должна быть достаточно тонкая (подходящий размер № 6). Ее следует предварительно отпустить, чтобы она не сломалась. Для отпуска иглу нагревают до едва начинающегося красного каления и дают медленно остыть.

За неимением медной трубки для изготовления паяльной трубки можно воспользоваться самым разнообразным случайным материалом — трубочкой от испорченного выдвижного карандаша, вставочкой для пера и т. п. Трубка может быть и железная; ее нужно только хорошо отпустить, т. е. нагреть докрасна и дать медленно охладиться на воздухе (не в воде, как при отжиге меди). Хорошую

паяльную трубку можно сделать из винтовочного патрона с пулей. Из пули следует выплавить свинец, спилить напильником верхушку никелевой оболочки, вставить иглу и расплющить. Осторожно ставивая конический конец пули, можно иногда получить хорошее отверстие и без сплющивания. Пуля вставляется в патрон, у которого отпилен закрытый конец. В патрон вставляется пробочка со стеклянной трубкой, к которой присоединяется каучук (если взять длинную изогнутую стеклянную трубку, то получится паяльная трубка для дутья ртом).

Удается приготовить паяльную трубку и просто из куска жести (И. И. Сидоров). Для этого полоска жести шириной 3—4 см огибается по длине вокруг куска толстой проволоки так, чтобы края оставались свободными, один длиннее другого (рис. 90, а в разрезе). Затем длинный край загибается (хотя бы плоскогубцами) за короткий (рис. 90, б) и хорошо проколачивается молотком на наковальне (утюге), после чего еще раз загибается (рис. 90, в) и снова проколачивается. Трубка получается с ребром, но шов не пропускает воздуха без всякой запайки. Затем в нее вставляется иголка и конец сплющивается, как было указано. Если каучуковую трубку от баллона натянуть на конец паяльной трубки достаточно туго, то, несмотря на ребро, воздух не проходит. Можно предварительно наплавить на конец паяльной трубки менделеевской замазки или сургуча, чтобы получился правильный овал в сечении.

Паяльную трубку, служащую для вдувания воздуха, можно вставить в пробку и закрепить в зажиме обыкновенного штатива,

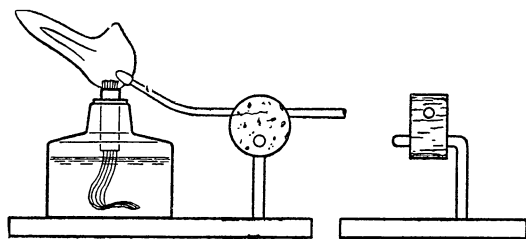


Рис. 91. Подставка для спиртовки с паяльной трубкой.

но лучше устроить для этого особый штативчик, как на рисунке 91 (вид с двух сторон). Для этого нужен кусок толстой (в 2 см и толще) доски, примерно 10 × 20 см; на одном конце доски, сбоку, вбивается проволоочный крюк (или лучше ввинчивается, если есть с нарезкой). На крюк туго надевается пробка, в которой просверлены два отверстия перпендикулярно одно к другому, как видно на рисунке 91. В эту пробку вставляется трубка для вдувания воздуха. Крюк должен быть такой длины, чтобы конец трубки был на одном уровне со светильней имеющейся лампочки.

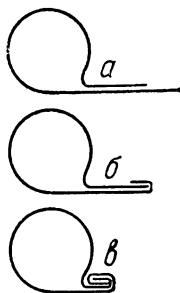


Рис. 90. Приготовление жестяной трубки.

по лучше устроить для этого особый штативчик, как на рисунке 91 (вид с двух сторон). Для этого нужен кусок толстой (в 2 см и толще) доски, примерно 10 × 20 см; на одном конце доски, сбоку, вбивается проволоочный крюк (или лучше ввинчивается,

Вращая пробку на крюке, можно придавать трубке нужный наклон, а придвигая или отодвигая лампочку, — получать различного рода пламя. Если пробка начнет вращаться слишком легко, можно вставить клин из спички или лучинки.

Чтобы лампочка не могла съезжать с доски, можно прибить к ней бортик из фанеры или картона. Вместо крюка можно прибить к краю доски деревянную стойку, на которой укрепить пробку при

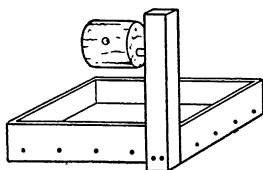


Рис. 92. Коробочка для спиртовки с паяльной трубкой (вид в перспективе).

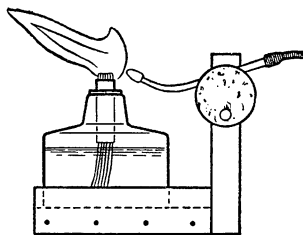


Рис. 93. Коробочка для спиртовки (вид сбоку).

помощи винта или даже круглой деревянной палочки. На рисунках 92 и 93 изображен такой штативчик небольших размеров для лампочки на 100 мл. Размер доски 10 × 10 × 2 см, высота бортика 2 см, высота стойки 8 см. Если изогнуть конец паяльной трубки, как показано на рисунке 85, пламя горелки направляется почти кверху. В таком виде приборчиком очень удобно пользоваться для нагревания при опытах, требующих высокой температуры. Весь

приборчик с лампочкой удобно держать в руке, прихватив лампочку большим пальцем, чтобы она не съезжала. Накачивать воздух можно другой рукой или ногой.

Температуру пламени можно значительно *повысить*, если вдуваемый в пламя воздух *карбюрировать*, пропуская его через склянку с бензином, эфиром, ацетоном и т. п. (о карбюрировании см. ниже).

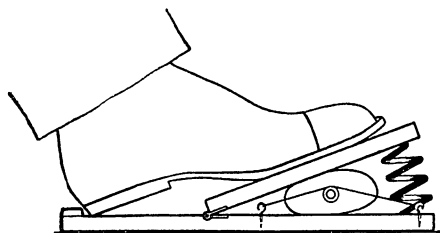


Рис. 94. Станок ножной для каучуковой груши (вид сбоку).

Для того чтобы баллон не выскакивал из-под ноги при работе, его удобно привязать к ввинченным в кусок доски петелькам или крючочкам. Сверху можно прикрыть баллон дощечкой, соединенной с нижней доской петлей (рис. 94).

В помощь баллону, если он недостаточно эластичный, можно применить спиральную пружину (рис. 94). На той же доске, к которой привязан баллон, удобно поместить и склянку с бензином для

карбюрирования воздуха. Чтобы склянка не могла упасть, ее лучше всего поставить в привинченную к доске жестянку (рис. 95).

Очень часто случается, что после более или менее продолжительного употребления второй, тонкостенный шар баллона, служащий для регулирования струи воздуха, прорывается. В таком случае для получения равномерной струи воздуха можно вместо второго шара присоединить к баллону большую *бутылку*, литров на три-пять и более. Воздух в ней при нажимании на баллон сжимается и благодаря своей упругости выходит через узкое отверстие паяльной трубки равномерной струей. Клапан, препятствующий возвращению воздуха из тонкостенного шара баллона в толстостенный, имеющий обыкновенный вид ласточкиного хвоста и помещающийся внутри тонкостенного шара, следует снять и переместить на обращенный

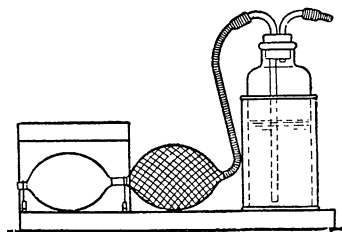


Рис. 95. Станок ножной для каучуковой груши (вид спереди).

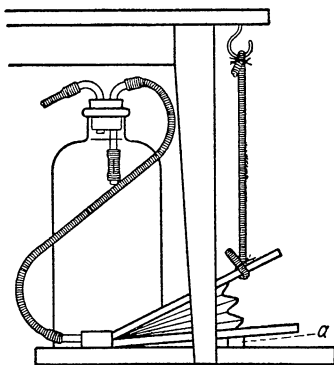


Рис. 96. Ручной мех и бутылка для регулирования дутья.

внутри бутылки конец трубки, соединяющей бутылку с баллоном. Достаточно большая бутылка действует не только не хуже, но даже лучше, чем резиновый шар.

Можно обойтись и совсем без баллона, воспользовавшись для качания воздуха небольшим *мехом*, применяемым в домашнем хозяйстве для раздувания углей, велосипедным насосом или обыкновенной резиновой *спринцовкой*. И в том и в другом случае регулятором струи воздуха может служить большая бутылка.

Для того чтобы *мех* автоматически раздвигался при работе ногой, его следует прикрепить к тяжелой доске и притянуть подвижную часть к нижней поверхности доски стола при помощи резиновой трубки, заменяющей пружину (рис. 96). Для того чтобы через отверстие меха, обращенное книзу, мог свободно поступать воздух, под мех нужно подложить планочку (*a* на рис. 96). Кроме того, пользуясь мехом или велосипедным насосом, нужно еще устроить клапан, который, пропуская воздух в бутылку, не пускал бы его обратно в мех. Для этой цели можно воспользоваться или велосипедным вентилем, или бунзеновским клапаном, применяемым при титровании железа. Бунзеновский клапан устраивается таким образом.

На конец стеклянной трубки, приводящей воздух в бутылку, надевается кусок свежего не тонкостенного каучука, в котором по длине сделан острым ножом или лезвием бритвы прорез около 2 см длиной (каучук во время прорезания следует надеть на деревянную палочку, а нож смазать мыльным раствором). В свободный конец каучука вставляется кусочек стеклянной палочки.

Приходится качать велосипедным насосом, держа его обеими руками, поэтому для работы нужен помощник.

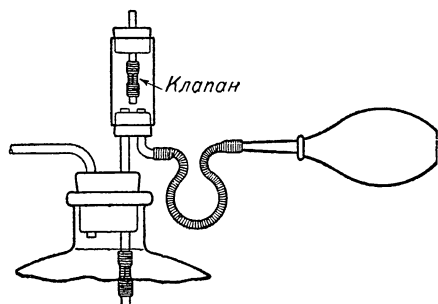


Рис. 97. Баллон и клапаны бутылки для регулирования дутья.

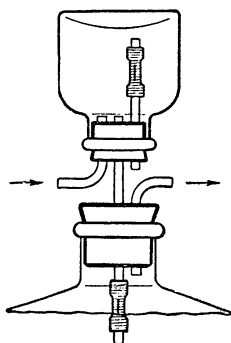


Рис. 98. Клапаны бутылки для регулирования дутья.

При замене баллона, меха или насоса спринцовкой необходимо устроить два бунзеновских клапана: один — подающий воздух в баллон, другой — впускающий воздух в бутылку. Первый клапан помещается в обрезок широкой стеклянной трубки. Расположение клапанов понятно из рисунка 97. Вместо трубки можно воспользоваться баночкой (рис. 98).

Описанный способ вдвухания воздуха в пламя спиртовой лампы применим не только для работ со стеклом, но за неимением других ламп и вообще для нагревания, когда требуется более или менее сильное накаливание.

Эти способы получения спиртового пламени сравнительно высокой температуры описаны главным образом для того, чтобы показать, как можно выйти из затруднения до приобретения хороших спиртовых или бензиновых горелок, которые при правильной постановке дела должны быть обязательной принадлежностью химического кабинета.

2. НАГРЕВАНИЕ НА БЕНЗИНЕ

Бензин как горючий материал для лаборатории представляет большое преимущество, так как дает пламя с высокой температурой и относительно (по сравнению со спиртом) дешев и доступен. Недостатком бензина как горючего для школьной лаборатории является

его *огнеопасность*. Однако при аккуратном обращении и при *неукоснительном соблюдении необходимых предосторожностей* бензином можно пользоваться в школе без особых опасений, особенно для демонстрационных опытов.

Общие *правила обращения с бензином* и бензиновыми нагревателями следующие: 1) запас бензина сохранять в плотно закупоренном металлическом сосуде (жестянке), запертом в шкафу и в месте, не нагреваемом соседством печки или лучами солнца; 2) переливать или наливать его лишь днем без огня (в случае крайней необходимости, *вдали от огня*, на расстоянии 4—5 м, можно налить и вечером, но нельзя поручать это кому попало); 3) следить, чтобы бензин в бензиновых горелках с нагнетанием воздуха и в карбюраторах (см. ниже) никогда *не расходовался до конца, так как смесь паров бензина с воздухом взрывчата*; 4) бензиновые горелки и аппараты не давать в руки учащимся иначе, как под непосредственным наблюдением преподавателя.

Для того чтобы ясно понимать, при каких условиях смесь паров бензина с воздухом взрывает, рекомендуется проделать нижеследующие опыты.

В широкогорлую склянку на 600—800 мл влить немного бензина. Затем, опустив до дна склянки стеклянную трубку, вдуть через нее при помощи каучуковой груши или ножного меха воздух. Выходящие из склянки пары зажечь. Вначале смешанный с воздухом бензин горит совершенно спокойно, но по мере уменьшения количества бензина пламя начинает колыхаться, и, наконец, происходит вспышка смеси внутри склянки (совершенно безопасная). Если, продолжая вдуть воздух, к отверстию склянки подносить время от времени спичку то вспышки происходят снова, но под конец пары бензина уже не загораются, хотя еще очень заметны по запаху. Таким образом, только в известных границах смесь паров бензина с воздухом взрывчата. Если воздух насыщен бензином, он горит, но не взрывает. В склянку с бензином, если его не очень мало, можно было бы безопасно бросить спичку. Бензин загорится, но никакого взрыва не произойдет. Бензин легко будет потушить, закрыв сосуд пробкой.

Эти опыты показывают, почему в бензиновых горелках всегда должно оставаться некоторое количество бензина, бензин не должен выгорать до конца. В последнем случае из горелки будет выходить смесь паров бензина с воздухом, представляющая опасность взрыва.

Переходя теперь к бензиновым горелкам, мы должны на первом месте поставить *бензиновую лампу Бартеля*. Лампы типа изображенной на рисунке 99 сохранились до сих пор во многих лабораториях. В настоящее время изготавливаются лампы более простой конструкции: они не имеют регулировочного винта и манометра.

У бензиновой лампы Бартеля резервуар соединен с горелкой металлической трубкой. Бензин поступает в горелку под давлением. Для этого в резервуар посредством насоса накачивается воздух.

При зажигании лампы самая горелка должна быть предварительно прогрета, для чего в чашечке под нею зажигается спирт. Пары бензина поступают в трубку горелки через ниппель («сопловая трубочка») с узким отверстием. Приток бензина и воздуха можно регулировать. Между прочим, можно получить и светящееся пламя.

К каждому резервуару может прилагаться несколько горелок различного размера. Одну горелку легко можно заменить другой. Самая большая горелка дает громадное пламя, которое в некоторых случаях может заменить пламя газовой паяльной горелки. К горелкам имеются насадки для

плоского пламени, необходимого для сгибания стеклянных трубок.

Лампа вполне безопасна, так как резервуар настолько удален от горелки, что не может нагреваться.

Для бензиновой лампы Бартеля требуется хороший бензин удельного веса 0,67—0,71.

Резервуар наполняется не доверху. В него вливается не более

$\frac{1}{2}$ л бензина. При доливании поэтому лучше сначала вылить остающийся в резервуаре бензин в измеренный сосуд. Если бензина осталось довольно много, к нему можно добавить свежего, если мало и он грязный, лучше его профильтровать.

При накачивании воздуха перед зажиганием кран горелки и крышка резервуара должны быть плотно закрыты.

Накачивать следует до тех пор, пока стрелка манометра не дойдет до красной черты.

Меняя горелку, необходимо менять и наконечник, через который выходят пары бензина (на тех и других имеются соответствующие номера). Наконечник отвинчивается плоскогубцами. Если желательно быстро заменить одну горелку другой, то можно охладить горелку под краном, чтобы не ждать, пока она остынет сама.

При зажигании лампы следует наливать в чашечку у основания горелки достаточно спирта (до верха чашечки). Гасится горелка закрыванием регулировочного крана.

Сетка внутри трубки горелки всегда должна быть на своем месте и чистой.

В новейших горелках сетка заменена припаянной решеткой.

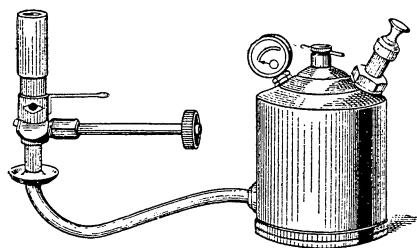


Рис. 99. Лампа Бартеля бензиновая.

Если лампа, несмотря на то что давления в резервуаре достаточно, начинает плохо гореть, следует прочистить отверстие для выхода паров бензина особой, прилагаемой к каждому наконечнику провололочкой, но никоим образом не иголкой и т. п., так как таким образом легко испортить горелку.

Кран, регулирующий приток бензина, не следует завинчивать с большим усилием, — он от этого портится.

После *продолжительного употребления* приходится очищать прокаливанием или *менять медную сеточку* в наконечнике (ниппеле) горелки.

Не следует допускать, чтобы из лампы выгорал весь бензин, так как под конец из горелки может выходить взрывчатая смесь паров бензина с воздухом (см. стр. 135). Хотя в горелках Бартеля имеются предохранительные сетки, но лучше на них не надеяться. От времени до времени следует покачивать резервуар, чтобы по всплескам бензина убедиться, что его еще достаточно.

С лампой Бартеля можно получить светящееся и несветящееся пламя. Это очень ценно при классных опытах с пламенем, а также при стеклодувных работах для отжига стекла (см. ниже).

Температура пламени лампы Бартеля значительно выше, чем температура пламени обычной бунзеновской газовой горелки. На лампе Бартеля можно гнуть и оттягивать даже тугоплавкие стеклянные трубки.

В литературе нам не случилось находить данных относительно температуры пламени лампы Бартеля. Относительно других источников нагревания различные авторы дают различные цифры. Это зависит, по-видимому, как от различия в устройстве самих горелок, так и от методов исследования. Кроме того, пламя в различных местах имеет различную температуру.

Для того чтобы иметь какой-нибудь материал для сравнения, была измерена температура различных горелок при помощи пирометра Лешателье.

Полученные данные не претендуют на абсолютную точность¹. Но материалом для сравнения они все-таки могут служить, так как получены при помощи одного и того же измерительного прибора и в одинаковых условиях.

Обыкновенная спиртовая лама	1000°
Газовая горелка «ученическая»	1230°
» » Теклу большая	1250°
» » » малая	1280°
Спиртовая лампа Бартеля (средн. разм.)	1340°
Бензиновая » » горелка № 2	1360°
» » » » № 1 (сам. мал.)	1380°
Газовая паяльная лампа	1520°

¹ Для газовой горелки, например, температура значительно ниже приводимой некоторыми авторами.

У спиртовой горелки спай пирометра находился во внешней оболочке пламени, на середине его высоты. Внутри пламени температура на этой же высоте только 900° , а ближе к светильне — гораздо ниже. У газовых горелок температура измерялась над внутренним конусом пламени, где обыкновенно помещается нагреваемый предмет; у спиртовой лампы с дутьем — в середине шумящего пламени; у ламп Бартеля — над самым отверстием горелки. Здесь температура наивысшая. Внутреннего конуса у этих горелок не видно; он находится внутри трубки горелки, над помещенной там решеткой.

Из приведенных данных видно, что спиртовая и бензиновая лампы Бартеля по температуре пламени близки между собой. По сравнению же с газовыми горелками они дают значительно более высокую температуру, приблизительно на 100° выше. Уменьшая приток спирта или бензина и приток воздуха (в бензиновой горелке), можно уменьшить пламя и понизить его температуру. Это очень ценное качество горелок Бартеля, делающее их особенно полезными для химических лабораторий.

При пользовании лампами Бартеля нагреваемый предмет нужно помещать как можно ближе к отверстию горелки, так как здесь — наивысшая температура и, следовательно, наиболее выгодные условия передачи тепла нагреваемому предмету.

Между прочим, из приведенных выше данных видно, что как в газовых, так и в бартелевских горелках температура пламени зависит от величины горелки. В малых горелках температура несколько выше, чем в больших. Очевидно, в малых горелках более выгодны условия для перемешивания газа с воздухом. Таким образом, с маленькой горелкой можно достигнуть высшей степени накаливания. Но не следует забывать, что между величиной нагреваемого предмета и величиной пламени должно быть соблюдено некоторое *соотношение*, так как в процессе передачи тепла нагреваемому предмету играет роль не только температура пламени, но и общее количество тепла, выделяющегося при горении, т. е. и размеры пламени. Только очень маленький сравнительно с пламенем предмет можно накалить до температуры пламени. Например, тонкая медная проволока может легко плавиться непосредственно в пламени, но если эту же проволоку поместить в тигель, то на том же пламени расплавить ее не удастся.

Пробовали измерять температуру внутри маленького платинового тигелька (емкостью около 5 мл), наполненного сухим песком. При нагревании тигелька на бензиновой горелке Бартеля № 1 (соответствующей обыкновенной бунзеновской горелке) песок нагрелся только до 840° , тогда как при нагревании спая пирометра непосредственно в пламени горелки пирометр показывал температуру 1380° . Нужно заметить, что тигель при нагревании охватывался пламенем со всех сторон. После замены горелки № 1 самой

большой горелкой № 4 температура внутри тигелька поднялась на 100° , т. е. дошла до 940° , но она все-таки была приблизительно на 400° ниже температуры пламени¹.

Итак, величина нагреваемого предмета имеет большее значение, чем это могло бы показаться с первого взгляда, и для того чтобы *достигнуть высшей степени накаливания* даже сравнительно небольшого предмета, *следует пользоваться по возможности большой горелкой* с нагнетанием воздуха.

Вместо лампы Бартеля можно пользоваться так называемой *бензиновой паяльной лампой*, употребляемой водопроводчиками (рис. 100). Неудобство ее в том, что пламя направлено вбок, но есть лампы и с вертикальным пламенем. В бензиновых паяльных лампах давление, нужное для подачи бензина, достигается обыкновенно нагреванием резервуара, для чего имеется выдвинутое в крышке резервуара вокруг горелки углубление *a*, в которое наливается спирт или бензин. Пламя налитого в углубление горючего прогревает как горелку, так и резервуар, в котором давление паров бензина повышается. Бензин после открывания винтового крана поднимается в горелку, обращается в пары, которые и поступают через ниппель в трубку горелки. Во время горения лампы тепло от накаливаемой трубки горелки передается резервуару, верхняя часть которого нагревается обычно до 60° , причем давление внутри резервуара поднимается до 40 см ртутного столба, т. е. на $1/2$ атм выше атмосферного давления.

Сильное нагревание резервуара, свыше 80° (давление около 2 атм), уже представляло бы опасность взрыва. Поэтому, если резервуар нагреется настолько, что его нельзя держать в руках, горелку следует погасить или охладить погружением в холодную воду.

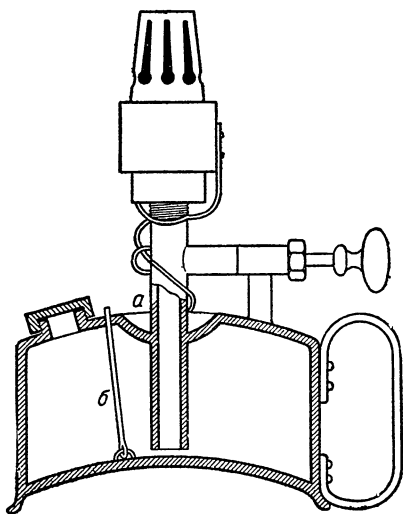


Рис. 100. Бензиновая паяльная лампа (частично в разрезе).

¹ Для того чтобы уменьшить потерю тепла и тем достигнуть возможно высокой температуры, иногда пользуются так называемыми *газовыми плавильными печами*, в которых пламя горелки окружено одной или несколькими оболочками из огнеупорной глины. Есть целый ряд таких печей различного устройства (системы Гемпеля, Перро, Флетчера и др.), но мы на описании их не останавливаемся, так как для наших целей в них нет необходимости.

На случай если бы давление поднялось очень сильно, у лампы обычно имеется предохранительное приспособление в виде штифта б (рис. 100), один конец которого прикреплен внутри резервуара к его дну, а другой вставлен в отверстие в крышке резервуара и запаян слабым припоем. При слишком сильном давлении внутри

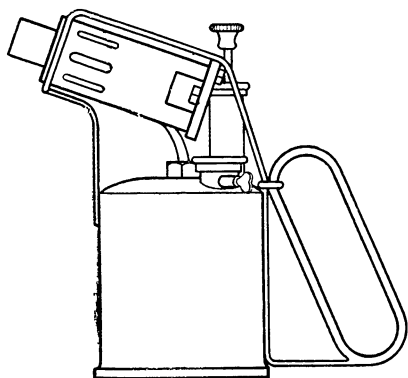


Рис. 101. Бензиновая паяльная лампа с насосом.

резервуара вогнутое дно его начинает выпячиваться, вставленный в крышку конец штифта вырывается внутрь, и через образовавшуюся щель избыток паров бензина выходит наружу.

Старых ламп, не имеющих этого предохранительного приспособления, следует избегать.

В остальном обращение с паяльной лампой то же, что и с лампой Бартеля.

Кроме описанной бензиновой паяльной лампы, существуют также лампы, у которых бензин подается давлением воздуха, нагнетаемого насосом (рис. 101) так же, как и у ламп Бартеля.

Удачным упрощением бензиновой лампы Бартеля является лампа Тихонова, известная обычно под названием «чижик» (рис. 102).

Эта лампа имеет тонкостенный резервуар, давление в котором создается путем нагнетания воздуха ртом или резиновым баллоном для пульверизатора, но не насосом, который при работе с этой лампой никогда применять не следует.

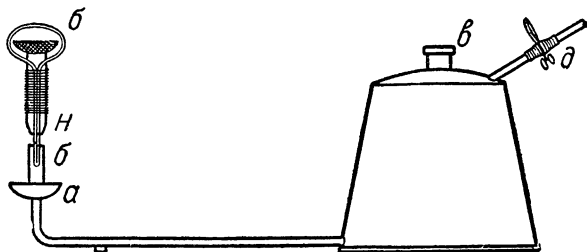


Рис. 102. Бензиновая лампа «чижик».

Трубка горелки (обычно гильза ружейного патрона) укреплена на двух изогнутых проволоках бб. Верхние части проволок, выгнутые в виде двух петель, должны касаться пламени. По этим проволокам тепло пламени передается горелке, в которой бензин, поступающий из резервуара, обращается в пары.

В лучших образцах лампы пары бензина выходят через винченный ниппель *н* («сопловая трубочка»), который можно менять.

Отверстие для выхода газа должно прочищаться прилагаемой к лампе иглой.

Пламя горелки «чижик» небольшое (как у газовой горелки), но имеет высокую температуру, не уступающую температуре пламени лампы Бартеля.

От времени до времени, когда пламя начнет ослабевать, в резервуар приходится вдвухать воздух. Для этого сначала кончик трубки берется в рот, в него нагнетается ртом воздух, а затем уже открывается зажим *д* на каучуковой трубочке; иначе пары бензина попадут в рот.

Если лампой пользуются разные лица, у каждого должна быть своя оплавленная стеклянная трубочка для нагнетания в лампу воздуха, чтобы не брать в рот грязную трубку.

Разжигать лампу лучше спиртом, наливаемым в чашечку *а* под горелкой, но можно пользоваться и бензином.

Порядок зажигания лампы такой: сначала наливается в чашечку спирт или бензин; затем, когда горючее начнет догорать, в резервуар нагнетается воздух и к отверстию горелки подносится зажженная спичка.

В резервуаре всегда должно быть достаточное количество бензина. Если бензин выгорит до конца, возможен взрыв (стр. 135). В то же время бензина нельзя наливать слишком много. Над ним должно оставаться достаточно воздуха. Иначе давление воздуха над бензином быстро падает и пламя лампы уменьшается. Обыкновенно, если бензина налито слишком много, он начинает вытекать из ниппеля. Этого допускать не следует.

Резервуар закрывается либо пробочкой, либо завинчивающейся крышкой *в* (рис. 102) с пробочным кружком (прокладкой). Если пламя лампы быстро спадает, нужно подвинтить крышку; если это не помогает, нужно переменить пробочный кружок.

Само собой разумеется, что *при обращении с лампой «чижик» следует принимать все предосторожности, необходимые при работе с бензином* (стр. 135).

Бензином и вообще легко летучими органическими веществами, как бензол, эфир, ацетон амилены и т. п., можно пользоваться и совершенно иначе, чем это было сейчас описано. Вместо обращения бензина в пар нагреванием можно насыщать парами бензина и т. п. воздух при обыкновенной температуре, причем получается горючая смесь, которой можно пользоваться как газом. Ее можно сжигать в обыкновенных горелках для газа: бунзеновских, паяльных и т. п.

Простейший способ *карбюрирования воздуха*, применяемый для работы с паяльной горелкой, состоит в следующем: воздух при помощи ножного меха продувается через стеклянный или металлический сосуд, в котором находятся карбюрирующая жидкость и,

кроме того, стружки, обрезки губки и т. п. для увеличения поверхности испарения. Увлекая за собой пары бензина и т. п., воздух насыщается ими и затем по каучуковой трубке поступает в обыкновенную бунзеновскую горелку.

Если пользуются паяльной горелкой, то в пламя полученного газа при помощи тех же мехов вдувается еще чистый воздух. В результате получается пламя, вполне заменяющее пламя газа. На рисунке 103 схематически изображено расположение прибора. Струя воздуха, идущая от меха, раздваивается: часть идет через сосуд с жидкостью, часть — непосредственно в горелку. Оба тока воздуха регулируются при помощи кранов горелки. Если горелка без кранов, то можно присоединить к каучукам краны или зажимы.

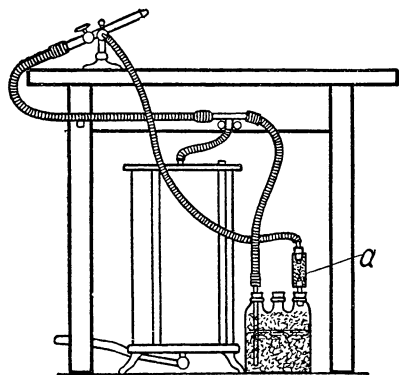


Рис. 103. Карбюратор с мехом.

Сосуд для карбюрирующей жидкости может быть и с одним горлом (обыкновенная бутылка), и с двумя, и с тремя горлами (третье — для наливания жидкости). Можно сделать металлический сосуд, но в этом особенной надобности нет; удобнее всего поместить стеклянный сосуд в жестянку (из-под какао, леденцов и т. п.), чтобы как-нибудь случайно не разбить его.

Жидкость наливается в сосуд до половины и по мере расходования доливается.

При употреблении бензина время от времени следует *выливать остаток*, так как в нем скопляются менее летучие продукты, дающие гораздо меньше паров, чем свежий бензин; если же воздух *не насыщен* парами бензина, то такая смесь, как уже сказано, может представлять опасность взрыва.

Из предосторожности, чтобы пламя никак не могло проскочить внутрь прибора, полезно вставить после карбюратора *предохранительную трубку* — отрезок широкой трубки *а*, в которую вложен ряд кружков из медной сетки (рис. 103).

Работать мехом следует умеренно. Если дуть слишком сильно, горелка гаснет. Кроме того, нужно отвинтить наконечник горелки, делающий отверстие горелки уже ее внутреннего диаметра.

На обыкновенной паяльной горелке (стр. 139), пользуясь описанным приспособлением, можно производить какие угодно стеклодувные работы совершенно так же, как и со светильным газом. Не нужно только забывать, что и после закрытия крана, регулирующего дутье, необходимо продолжать работать ногами, так как иначе горелка гаснет.

Пользоваться бунзеновскими горелками с таким примитивным карбюратором для демонстрационных опытов вряд ли удобно, но если в помещении есть водопровод с достаточным давлением и если вместо меха приспособить дующий водяной насос (см. ниже), то описанный карбюратор мог бы оказаться полезным и для демонстрационных опытов. Если вместо ножного меха воспользоваться дующим водяным насосом (рис. 104), то карбюратор может питать и паяльную и бунзеновскую горелки.

Кроме описанного выше простейшего прибора для карбюрирования воздуха, существуют еще более сложные и более совершенные, но и сравнительно дорогие приборы, так называемые *газовые аппараты*, дающие карбюрированный воздух автоматически, по мере его расходования. Карбюрированный воздух, или «воздушный газ», затем может быть проведен по трубам совершенно так же, как и бытовой газ. Газовый аппарат дает возможность пользоваться всеми громадными преимуществами нагревания газом, столь ценным в химической практике. Газ, образуемый газолиновыми аппаратами, действительно вполне безопасен или, вернее, не более опасен, чем обыкновенный газ, так как воздух в газовом аппарате всегда настолько насыщается парами бензина, что получающаяся смесь уже *не представляет опасности взрыва*.

Подобные аппараты изготовляются на различное число горелок — от 15 до 100 и более — и находят большое применение в вузовских и технических лабораториях. Газовый аппарат автоматически производит столько газа, сколько требуется для зажженных в данный момент горелок. Когда все краны закрыты, выделение газа прекращается. Аппарат должен находиться в особом запертом помещении, он наполняется бензином один раз в сутки и не требует особого ухода. образуемый газ применим во всех тех случаях, что и обычный.

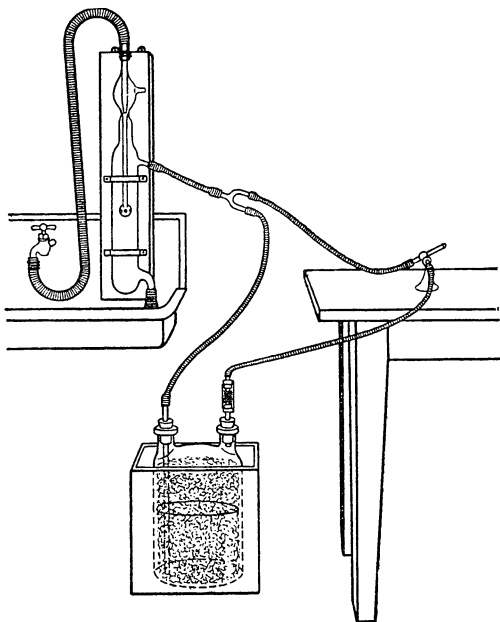


Рис. 104. Карбюратор с водяным насосом.

Газовые аппараты сравнительно дороги, но те громадные удобства, какие при их помощи достигаются, представляют очень серьезный довод в пользу приобретения подобного аппарата для обслуживания школьных лабораторий (физики, химии, естествознания).

3. НАГРЕВАНИЕ НА КЕРОСИНЕ

Подобно бензиновой в лаборатории может быть использована керосиновая лампа *Бартеля*. Принцип устройства ее тот же, что и бензиновой лампы — обращение керосина в пары. Лампа дает спокойное, малозумящее, ровное, большое коническое голубое пламя очень высокой температуры. Перед зажиганием горелка прогревается спиртом, наливаемым в чашечку внизу горелки. Керосин подается в горелку при помощи сжатого воздуха, накачиваемого насосом, как и в бензиновой горелке (стр. 136). Давление показывает манометр; регулирующего крана нет, но размеры пламени

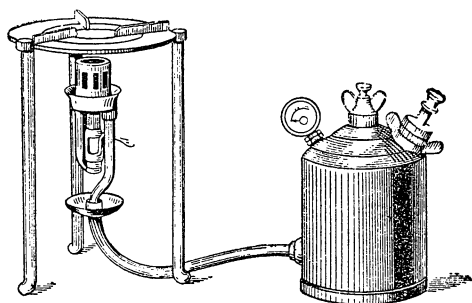


Рис. 105. Керосиновая лампа Бартеля.

легко можно изменять, выпуская воздух через вентиль, сделанный в крышке, закрывающей отверстие для наливания керосина, или подкачивая воздух насосом. Доступ воздуха в горелку можно регулировать, поворачивая трубочку с прорезами внизу горелки, как и в бензиновой лампе.

Керосин следует употреблять чистый, лучшего качества, без тяжелых углеводородов. Мутный лучше фильтровать. Наливать керосина не больше $\frac{1}{2}$ л.

Не следует допускать, чтобы лампа горела светящим, а тем более коптящим пламенем. Для этого при разжигании лампы всегда нужно наливать полную чашечку спирта и при разжигании не ставить лампу на сквозняке, чтобы пламя спирта не отклонялось, а хорошо прогрело верхнюю часть горелки. Воздушный вентиль в крышке должен быть при этом открыт. Накачивать воздух можно только после того, как весь спирт прогорит (не раньше!): закрывают вентиль, делают несколько качаний и, как только газ начнет выходить из горелки, немедленно подносят к нему горящую спичку (должна быть наготове). Когда газ загорится, подкачивают еще, сначала немного, а затем сильнее, до нужного размера пламени.

Если при зажигании пламя получается светящее, а тем более коптящее, или если из горелки вырывается струя керосина, значит

горелка была плохо прогрета. В таком случае следует немедленно открыть воздушный вентиль и снова прогреть горелку полной порцией спирта.

Ниппель («сопловая трубочка»), через который выходит газ, нужно от времени до времени прочищать специальной прилагаемой к горелке «иглой» (отнюдь не швейной иглой или неподходящей проволокой). Если же это не помогает, то приходится вывинчивать ниппель прилагаемым к горелке ключиком и очищать прокаливанием или менять вставленную в ниппель предохранительную сеточку. В крайнем случае надо менять ниппель (ниппели всегда должны быть в запасе).

Стрелка манометра никогда не должна заходить за красную черту (2 атм).

После гашения горелки (выпусканием воздуха) воздушный вентиль должен оставаться все время открытым. Иначе на чашечку будет вытекать керосин.

Чашечка для спирта должна быть всегда чистой, ее следует чаще вытирать.

При несоблюдении всех этих правил горелка легко засоряется, в газообразователе накапливается нагар и лампа начинает плохо гореть.

Внутренняя часть горелки с решеткой должна быть совершенно чистой. Ее от времени до времени нужно вынимать и прочищать. Вынимать внутреннюю часть следует из вполне остывшей горелки, так как в нагретом виде она плотно сидит на своем месте.

Насос должен быть всегда в порядке. Кожу следует изредка смазывать машинным маслом или вазелином. Если насос не действует, следует вынуть поршень, размять и расправить кожу, смазав ее маслом, а затем вставить так, чтобы кожаный воротник правильно входил в трубку насоса. Если кожа сильно потерлась и смялась, ее лучше переменить. Керосин не должен проникать в трубку насоса. Если бы это случилось, значит не в порядке клапан. Клапан легко осмотреть и прочистить, так как весь поршень вывинчивается из горелки.

Если после подкачивания воздуха пламя быстро уменьшается, значит где-нибудь проходит воздух. Нужно подвинтить крышку и насос. Если это не помогает, нужно сменить прокладку. Не следует завинчивать крышку щипцами. Если прокладка в порядке, — лампа хорошо держит и при завинчивании рукой; щипцами же и т. п. легко погнуть крылышки крышки. За неимением запасной прокладки можно заменить ее пластинкой из хорошей пробки. Прокладка у насоса бывает обычно свинцовая.

Если, несмотря ни на что, пламя уменьшается, приходится менять основную трубку горелки, ввинченную в подающую трубку лампы у чашечки и несущую наверху головку горелки. Для этого сначала отвинчивается клещами головка горелки, а затем вывин-

чивается сама трубка. У новой трубки верхняя резьба смазывается графитной мазью, а нижняя — мягким мылом. Сначала навинчивается на трубку головка горелки, а затем ввинчивается трубка (у новейших горелок снабженная внизу поперечиной для завинчивания) в подающую керосин трубку лампы. Навинчивание горелки и ввинчивание трубки производится до отказа, но не клещами, а рукой.

Если замена трубки не помогает, приходится менять всю горелку.

Если через резьбу основной трубки выступает в чашечку керосин, нужно вывинтить горелку, вытереть резьбу и, смазав ее мягким мылом, снова завинтить.

За неимением запасных частей можно в крайнем случае вынуть из вывинченной основной трубки сеточку, очистить ее прокаливанием и затем, прочистив трубку, вставить сеточку на место и снова собрать горелку.

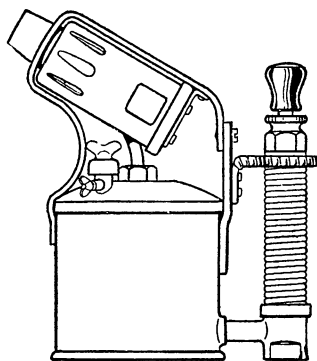


Рис. 106. Керосиновая паяльная лампа с насосом.

Если лампа плохо горит вследствие образования большого количества нагара в головке горелки, можно в крайнем случае прибегнуть к выжиганию нагара.

Для этого из резервуара выливается весь керосин, горелка накаливается на какой-нибудь другой горелке при непрерывном накачивании насосом воздуха. Если выжигание не помогает, — нет иного выхода, как переменить горелку.

Если горелка начинает гореть светящимся пламенем и никакие меры не помогают, значит от частой прочистки увеличилось отверстие в ниппеле, и его приходится менять.

Не следует допускать, чтобы в горелке выгорал весь керосин, так как под конец из ниппеля начинает выходить взрывчатая смесь паров керосина с воздухом. Хотя в трубке горелок Бартеля имеются предохранительные сетки, но на них лучше не надеяться. Поэтому после продолжительного горения лампу следует по временам покачивать, для того чтобы по всплескам керосина узнать, имеется ли его в резервуаре достаточно.

При хорошем керосине и аккуратном обращении горелка работает очень хорошо.

За неимением лампы Бартеля можно пользоваться выпускаемыми для водопроводных работ керосиновыми паяльными лампами (рис. 106), которые, как и бензиновые, бывают и с наклонным и с вертикальным пламенем, но они, конечно, гораздо менее удобны. Большой их недостаток для школы — это сильно шумящее пламя. Лампы бывают разных систем. Следует выбирать лампу небольшого размера. Обращение с ними в общем то же, что и с лампой Бартеля.

Гораздо менее пригодна для лабораторных целей общеизвестная горелка *примус*, пламя которой рассчитано на нагревание больших поверхностей. Примусом приходится пользоваться ввиду его большей доступности. Нагреть на примусе химическую посуду — чашки, колбы, стаканы — очень неудобно, так как пламя расходуется в стороны, а не концентрируется, как в лабораторных горелках. Для лабораторных работ на примус можно ставить железную (только не толстостенную) сковородку с небольшим слоем песка. В песок можно ставить одновременно целый ряд чашек, стаканов и т. п. (рис. 107).

Несмотря на общеизвестность примуса, не лишне будет вкратце остановиться на некоторых подробностях его устройства. Примус, частично в разрезе, показан на рисунке 108.

Действие примуса основано на том, что под давлением воздуха, накачиваемого насосом *Н*, керосин поднимается по трубке *Т* в горелку *Г*.

Горелка предварительно нагревается пламенем спирта, наливаемого в чашечку *А*. На рисунке 109 горелка показана отдельно в перспективе.

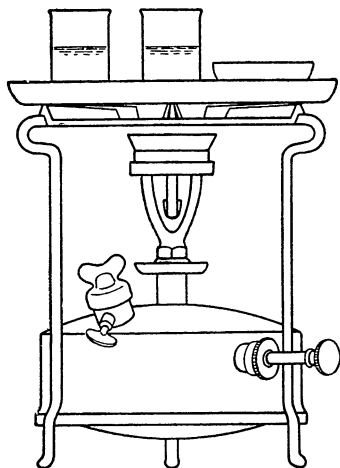


Рис. 107. Примус с песчаной баней.

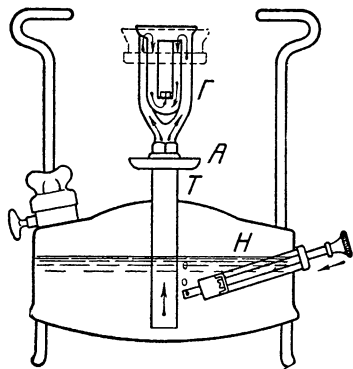


Рис. 108. Примус в разрезе.

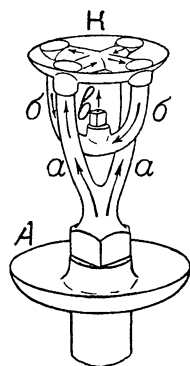


Рис. 109. Горелка примуса.

По трубкам *аа* керосин поступает в накалившуюся коробку *К*, где обращается в пары. Пары керосина по горизонтальным каналам коробки поступают в трубки *бб* и выходят через узкое отверстие

ниппеля (сопла) в. Пламя паров керосина все время накаливает коробку К, окружая ее со всех сторон. Благодаря хорошему перемешиванию паров керосина с воздухом пламя получается несветящееся и имеет очень высокую температуру.

Так как керосин поднимается сжатым воздухом, ясно, что керосина нельзя наливать в примус много (не больше $\frac{3}{4}$ резервуара). Над керосином должен оставаться достаточный объем воздуха, иначе пламя вначале будет быстро ослабевать.

Для того чтобы при зажигании примус сразу загорался нормальным пламенем, необходимо, чтобы горелка была хорошо прогрета. Для этого наливается полная чашечка спирта, которому следует дать выгореть почти до конца. Чашечка должна быть всегда чистая. Ее следует вытирать.

Не следует пользоваться для разжигания примуса керосином, так как, помимо того что керосин сильно коптит, он плохо прогревает горелку.

Во время разжигания примус не должен стоять на сквозном ветре, так как пламя, нагревающее горелку, отклоняется и она

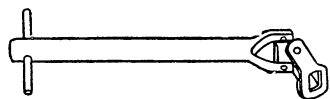


Рис. 110. Ключ для ниппеля примуса.

плохо прогревается. Во время прогрева горелки крышка резервуара должна быть хорошо завинчена, а воздушный вентиль должен быть обязательно открыт. Как только выгорит почти весь спирт, закрыть вентиль, сделать четыре-пять быстрых подкачиваний насосом и, если газ не загорится, сейчас же поднести к нему зажженную спичку (должна быть наготове). Когда газ загорится, подкачать еще до нужных размеров пламени (не слишком много). Для уменьшения пламени и для гашения — отвинтить вентиль.

Никогда не следует накачивать в горелку воздух, пока горелка еще недостаточно прогрета.

Если горелка была плохо нагрета (мало спирта или движение воздуха вокруг горелки), — из ниппеля («сопловой трубочки», наконечника для выхода газа) вырывается струя керосина. Горелку сейчас же следует потушить (выпустить воздух из резервуара) и хорошо прогреть полной порцией спирта. При этом выделяется много газа и в ниппеле образуется нагар. Поэтому ниппель следует перед зажиганием прочистить. Вообще полезно осторожно прочищать ниппель перед каждым зажиганием, причем пользоваться можно только специальной прочищалкой («иглой») и никоим образом не прочищать швейной иглой, булавкой и т. п. Этим ниппель портится (игла обыкновенно ломается, и ниппель приходится менять). Толщина проволочной прочищалки соответствует балалаечной струне «альт», из которой в крайнем случае можно приготовить прочищалку.

Для смены ниппеля существует особый ключ (рис. 110) с сочленением, который вводят в горелку сверху (рис. 111).

При накачивании воздуха поршень следует вдвигать быстро, резкими движениями, так как кожа поршня должна сжиматься воздухом плотно придавливаясь к стенкам трубки насоса. В противном случае воздух может выходить обратно между кожей и трубкой, и поршень не будет работать. Кроме того, кожу поршня следует от времени до времени расправлять так, чтобы кожа имела вид не цилиндра, а конуса, и смазывать вазелином или лучше ланолином.

Для вынимания поршня отвинчивается крышка насоса, и поршень вынимается вместе с крышкой. Вставлять поршень обратно в трубку насоса следует осторожно, держа поршень наклонно и как бы ввинчивая его в трубку. Необходимо следить, чтобы края кожи не завернулись где-нибудь обратно.

Следует всегда иметь запасную кожу на случай, если кожа совсем протрется или сомнется. Для смены кожи сначала отвинчивается плоскогубцами маленькая гаечка, удерживающая поршень на стержне. Затем в прорез медного винта, на который надета кожа, вставляется отвертка, гайка, удерживающая кожу, отвертывается гаечным ключом или плоскогубцами, кожа снимается и заменяется новой. После этого поршень снова свинчивается. Прежде чем вводить поршень в трубку насоса, новую кожу следует пропитать теплым (не горячим) вазелином.

Поршень должен свободно болтаться на стержне. При выдвигании поршня через имеющийся между стержнем и медным винтом зазор в трубку насоса входит воздух. При вдвигании поршня коническая часть стержня упирается в сточенные на конус края отверстия в медном винте, и выход воздуха запирается. Ясно, что необходимо оберегать указанное место насоса от загрязнения. Попавшая между стержнем и медным винтом соринка может нарушить работу поршня.

В трубку насоса не должен попадать керосин из резервуара. Если это происходит, значит не в порядке клапан (рис. 108). Его приходится вывинчивать особой отверткой в виде вилки (можно приготовить из железной пластинки, рис. 112). У клапана приходится менять пробочный кружочек (клапан портится довольно редко).

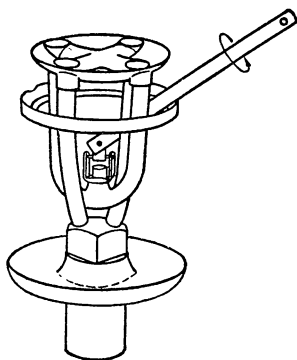


Рис. 111. Вывинчивание ниппеля примуса.



Рис. 112. Ключ для клапана примуса.

Если горелка горит плохо и ни подкачивания, ни прочистки ниппеля не помогают, значит в газообразователе накопилось много *нагара*. Его иногда удается *выжечь*, если, вылив керосин, нагреть горелку на другом примусе и т. п. докрасна, все время накачивая воздух, но лучше переменить горелку.

Пользуясь примусом, от времени до времени нужно удостоверяться, есть ли в нем достаточно керосина. Если при встряхивании не слышно всплескивания, значит керосин на исходе. Необходимо

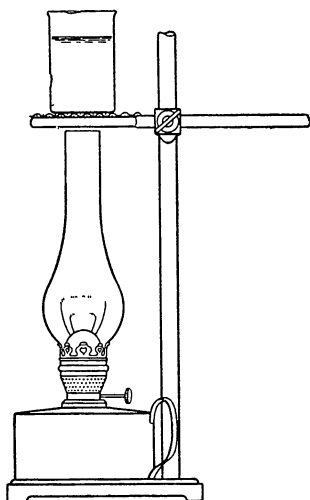


Рис. 113. Нагревание на керосиновой лампе.

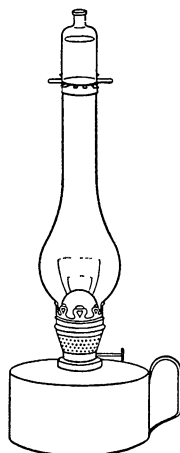


Рис. 114. Нагревание на керосиновой лампе.

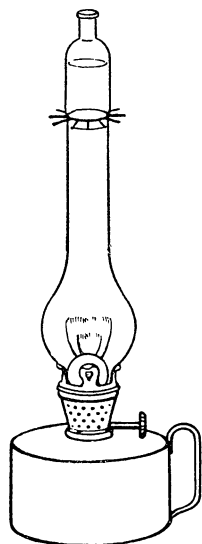


Рис. 115. Розетка для нагревания на керосиновой лампе.

горелку потушить и долить керосина. Если допустить, чтобы весь керосин выгорел, — из горелки начинает выходить смесь паров керосина с воздухом и может произойти взрыв.

Если пламя, несмотря на подкачивание, быстро уменьшается, нужно подвинтить вентиль и крышку для наливания керосина. Если это не помогает, следует сменить прокладку у крышки. В крайнем случае можно воспользоваться пробковым кружком.

Большим недостатком обычного примуса как горелки для демонстрационных опытов является его сильно шумящее пламя. Поэтому для школьных целей большое преимущество имеют бесшумные примусные горелки.

Иногда делают примусы с длинной, дважды изогнутой трубкой, подающей в горелку керосин, так что горелка оказывается не над резервуаром, а сбоку от него, как у горелок Бартеля. Эти при-

мусы для лабораторных целей удобнее обычных, но их не всегда можно достать.

За неимением спирта в крайнем случае при занятиях учащихся для нагревания можно пользоваться обыкновенной керосиновой лампой для освещения.

Нагреваемый предмет помещается над самым отверстием стекла лампы, чем ближе, тем лучше (расстояние около 0,5 см), лишь бы лампа не начинала коптить (рис. 113). Пробирку можно даже ввести немного внутрь трубы стекла (рис. 114).

Нагревание на керосиновой лампе требует больше времени, чем на спиртовой лампочке, но некоторое преимущество керосиновой лампы заключается в очень равномерном нагревании. Поэтому для опытов можно вместо химической посуды пользоваться обычными аптечными склянками. Склянки самого разнообразного фасона очень хорошо выдерживают нагревание, не трескаясь, и годятся для целого ряда опытов вместо пробирок и колб.

На керосиновой лампе с фитилем шириной в 17 мм в обычной пробирке 25 мл воды закипает через 2 мин., в аптечной склянке на 100 мл то же количество воды закипает через 6 мин.

Для нагревания на керосиновой лампе колб, стаканов или аптечных склянок можно вырезать из жести розетку и надеть ее на верх лампового стекла (рис. 115—117). Расстояние между отгибами жестяных полосок и краем стекла около 0,5 см.

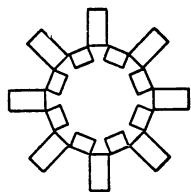


Рис. 117. Розетка для нагревания на керосиновой лампе (вид сверху).

Вместо лампы для лекционных опытов можно пользоваться также *кухонной керосинкой*. Большое преимущество ее перед примусом — бесшумность.

Для *стеклодувных работ* на керосине можно пользоваться описанным выше (стр. 131) приспособлением для спирта с паяльной трубкой. Керосин наливается в обыкновенную спиртовую лампочку. Пламя получается более жаркое, чем со спиртом, и вполне пригодное для работы со стеклом. Недобудство заключается только в том, что пока не вдувается воздух, лампочка сильно коптит.

На рисунке 118 изображена простейшая керосиновая лампа, применяемая стеклодувами-кустарями. Резервуар лампы жестяной, с выемкой для того, чтобы лампу, когда надо, можно было ближе придвинуть к трубке, через которую вдувается воздух. Лампа имеет небольшой патрубок, в который вставляется трубка для фитиля. Трубка имеет эллипсоидальное сечение, причем длинный диаметр

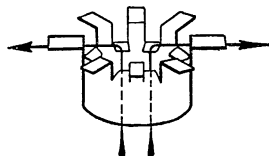


Рис. 116. Розетка для нагревания на керосиновой лампе (вид в перспективе).

эллипса направлен к выемке лампы (рис. 118). Верхний край трубки слегка скошен. Фитиль делается из хлопчатобумажных ниток. Трубка для вдувания воздуха состоит из двух частей. Широкая стеклянная трубка *a* (рис. 118) вставлена в отверстие в доске стола и закреплена бумажной или клинышком так, что ее можно ставить выше и ниже. Снизу трубка соединена каучуком с паяльным мехом. Сверху в нее на пробочке вставлена трубочка *б*, стеклянная или металлическая, с отверстием различного диаметра, в зависимости от величины требующегося пламени.

У стеклодува обыкновенно бывает три лампы разного размера, которые меняются в зависимости от того, какой величины требуется пламя. Высота резервуара около 7 см, прочие же размеры зависят от того, какое количество керосина желательно наливать в лампу. Размеры средней лампы: диаметр около 20 см и от выемки до наружного края — около 10 см. Если лампа предназначается для непродолжительной работы, то можно делать ее и без выемки, но меньшего диаметра. Диаметры эллипсоидального сечения трубки для фитиля у большой лампы 3 и 3,5 см, у средней 3,5 и 2 см и у малой 1,5 и 1 см.

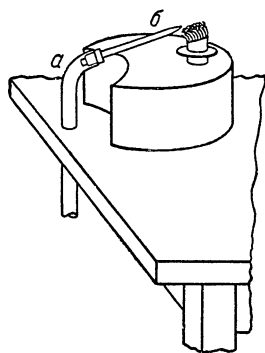


Рис. 118. Керосиновая лампа для стеклодувных работ.

Трубочка для вдувания воздуха устанавливается на такой высоте, чтобы струя воздуха направлялась над самой поверхностью светильни. Приближая и удаляя лампу, опуская и поднимая трубку *a* и меняя по мере надобности лампы и трубочки *б*, можно получить пламя любого нужного размера.

Работая не с паяльным мехом, а с резиновым баллоном, нельзя получить очень большое пламя, и поэтому нет надобности заводить большую лампу.

Для получения высоких температур применяют наиболее доступную в условиях школы горелку — самодельную керосиновую горелку А. Н. Тэмпа¹. Эта горелка проста по устройству, удобна и безопасна в обращении, всегда может быть изготовлена собственными силами и работает на самом распространенном горючем — керосине. Состоит она (рис. 119) из четырех частей: резервуара *a*, представляющего собой бутылку длиной 18 см с обрезанным дном, жестяной головки *б*, в узкой части которой крепится свернутый в трубку широкий фитиль *в* (длина стенок широкой части 7—8 см, узкой 4 см, диаметр узкой части 2,9 см), закрепленной в пробке тонкой (5 мм в диаметре) и слегка оттянутой (до 3 мм длиной в верхней части) стеклянной трубки *в* и колпачка *д*. Чтобы пробка не пропу-

¹ «Химия в школе», 1956, № 3, стр. 55.

скала керосин, в промежуток между трубкой и стенками горла бутылки заливают небольшой слой (2—3 см) расплавленных алюминево-калиевых квасцов.

Жестяная часть горелки должна плотно охватывать корпус бутылки и поворачиваться на нем с некоторым усилием, так как иначе трудно будет управлять пламенем.

Заправка горючим и управление горелкой во время работы производятся следующим путем: когда горелка смонтирована и закреплена на штативе, жестяная часть ее снимается и после заливки керосина в резервуар снова надевается на свое место. Затем, когда фитиль пропитывается керосином, горелку зажигают и через стеклянную трубку пропускают сильную струю воздуха. При этом пламя из коптящего становится почти бесцветным и имеет температуру свыше 1000°C . Если при помощи тройника к подводящей воздух трубке подключить кислород, то температуру пламени можно еще более повысить.

Регулируя силу струи воздуха и в отдельных случаях подачу кислорода, слегка поворачивая, а также поднимая и опуская жестяную часть горелки, получают пламя желаемой величины, температуры и формы: длинное, светящееся и широкое или, наоборот, короткое, бесцветное и тонкое.

В качестве воздуходушных средств можно использовать мех, электросушилку для волос, пылесос или обыкновенный ранцевый опрыскиватель.

Тушат горелку, прекращая подачу воздуха и накрывая пламя колпачком.

Наличие описанной горелки в школьном химическом кабинете значительно расширяет возможности учителя в постановке эксперимента. При помощи горелки можно легко и быстро плавить такие металлы, как цинк, алюминий, проводить многие стеклодувные работы, демонстрировать окрашивание пламени летучими солями металлов, получать корольки металлов при восстановлении по-

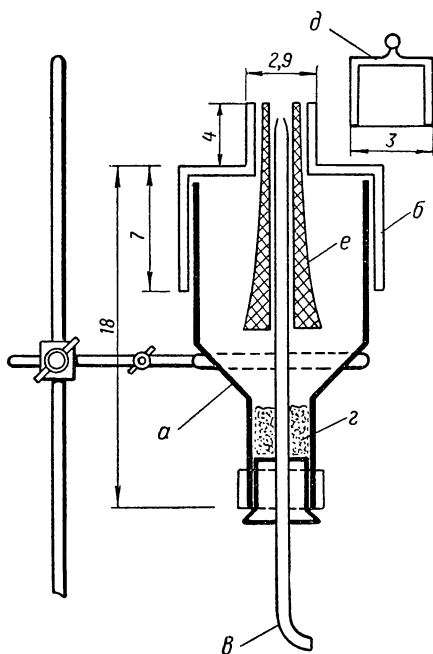


Рис. 119. Керосиновая горелка
А. Н. Тэмпа.

следних из руд, обжигать известняки и сульфиды металлов, получать водяной газ, производить сухую перегонку каменного угля, крекинг нефти и т. д. Расход керосина в зависимости от характера пламени составляет от 50 до 150 г в час.

4. НАГРЕВАНИЕ НА ГАЗЕ

Известно множество газовых горелок самых разнообразных систем, причем почти все они построены по принципу горелки Бунзена, а именно: газ, выходящий из более или менее узкого отверстия, смешивается с некоторым количеством воздуха, благодаря чему сгорает у отверстия горелки несветящимся, голубым пламенем, имеющим более высокую температуру, чем светящееся пламя газа, не смешанного с воздухом.

Все стремление усовершенствователей бунзеновской горелки сводится главным образом к достижению более равномерного перемешивания газа с воздухом.

Следует иметь в виду, что все обычные горелки рассчитаны на некоторое обычное давление газа в газовых трубах. Поэтому при давлении, значительно отличающемся от такого обычного давления, хорошая сама по себе горелка может гореть неудовлетворительно. Вообще говоря, такие случаи довольно редки и главным образом приходится считаться не с давлением на заводе, а с плохой проводкой газа, когда подводящие трубы недостаточного диаметра, и вследствие этого напор газа слишком мал. В таком случае лучше всего переменить трубы; если же этого сделать нельзя, то приходится слегка расширить у горелок отверстия, через которые выходит газ. Делать это нужно крайне осторожно и осмотрительно, так как очень легко испортить горелку. Если напор слишком велик, то приток газа приходится регулировать краном.

На свойствах пламени может отразиться и качество газа: газ, более богатый углеводородами, требует большего относительного притока воздуха и наоборот. В последнем случае также иногда полезно бывает увеличить отверстие, через которое выходит газ. Бывают и такие случаи, когда горелка плохо сделана и имеет слишком узкую трубку для протока газа. Такую горелку может исправить только опытный мастер.

Иногда горелка горит плохо вследствие того, что отверстие для выхода газа чем-нибудь засорилось. В таком случае, развинтив горелку, канал продувают или прочищают тонкой провололочкой.

Приток воздуха в горелку обыкновенно можно регулировать при помощи имеющегося для этого у большинства горелок приспособления. При неправильном соотношении притока газа и воздуха, а именно, когда приток газа слишком мал или приток воздуха слишком велик, горение может распространиться внутрь горелки, исходя за счет только того воздуха, который поступает снизу, или,

как принято говорить, пламя может «проскочить». Когда пламя проскакивает и газ начинает гореть у выходного отверстия внутри трубки горелки, трубка и вся горелка накаливаются. Если вовремя не заметить, что пламя проскочило, горелка может нагреться очень сильно. При этом случается, что каучук, соединяющий горелку с газовым краном, начинает плавиться, сваливается с горелки, и газ загорается у отверстия каучука. В результате дело может кончиться пожаром. Ввиду этого следует принять за правило: *уходя из лаборатории, ни под каким видом не оставлять горелку непогашенной*¹.

Проскочившее пламя всегда легко заметить, так как оно делается узким, длинным и слегка светящимся. Кроме того, от него начинает распространяться характерный запах продуктов неполного сгорания газа. Горелку, пламя которой проскочило, следует сейчас же погасить, завернув газовый кран. Опять зажечь ее можно только тогда, когда она вполне остынет; пока горелка не остыла, пламя легко будет снова проскакивать. Само собой разумеется, горелку, пламя которой проскочило, не следует трогать руками. Начинаящие очень часто обжигают себе таким образом руки. При производстве опытов на уроке полезно иметь запасную горелку с каучуком, чтобы можно было сейчас же заменить ею ту горелку, пламя которой проскочило. Впрочем, в хорошей горелке пламя проскакивает очень редко.

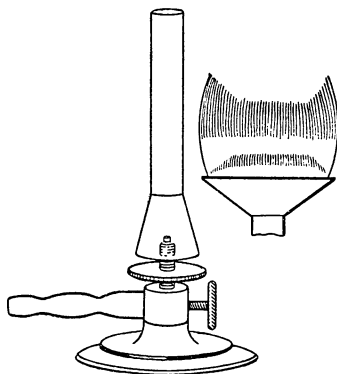


Рис. 120. Газовая горелка Теклу.

Для описанных в нашем руководстве опытов нет надобности в каких-либо особенно усовершенствованных и сложных горелках, которые нередко оказываются малопрактичными и скоро портятся. Из простых же горелок для демонстрационных опытов более всего подходит давно испытанная горелка Теклу, изображенная на рисунке 120. Она очень удобно регулируется, дает весьма жаркое пламя, которое при умелом обращении никогда не проскакивает. Горелка легко разбирается и чистится.

При аккуратном обращении горелки Теклу могут служить очень долго.

Для работ учащихся удобна одна из самых простых горелок — старинная газовая *горелка Бунзена* (рис. 121) с доступом воздуха через два боковых отверстия в трубке. У нее имеется вращающийся барабан также с отверстиями для регулирования притока воздуха.

¹ Существуют особые горелки с предохранителями и специальные горелки, пламя которых не может «проскочить» (для термостатов и т. п.), но для наших целей в них особой надобности нет.

Еще проще по устройству и дешевле в производстве газовая горелка Верховского (рис. 122). Эта горелка отличается тем, что у нее нет ни точеных частей, ни винтовых нарезок, ни винчивающегося с просверленным отверстием наконечника (ниппеля) для ввода в горелку газа. Горелка состоит из двух трубок — изогнутой трубки *a*, укрепленной на подставке, и из вставленной в трубку *a* прямой трубки *б*.

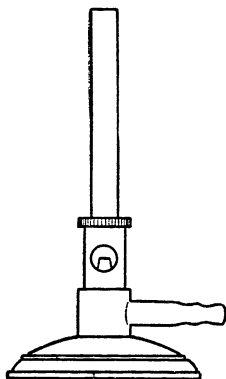


Рис. 121. Газовая горелка Бунзена.

Воздух поступает в горелку через два боковых отверстия, прикрываемых поворачивающейся муфточкой *в* также с двумя отверстиями (рис. 122).

Для укрепления трубки *б* в трубке *a* у первой делается продольная бороздка (рис. 123). Соответственное вдавление делается и на трубке *a*, внутри которой получается выпуклость. Трубка *б* легко вставляется в трубку *a*, если бороздка приходится под соответствующей выпуклостью.

Если затем трубку *б* повернуть, то она зажимается и держится плотно.

Горелки описанного типа применялись в течение многих лет в химической лаборатории педагогического института имени Герцена. Они дают пламя не хуже, чем обычные газовые горелки.

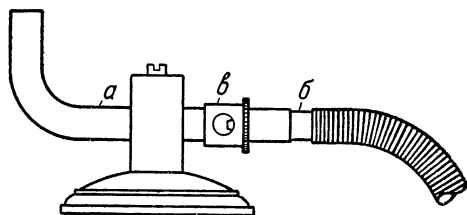


Рис. 122. Газовая горелка Верховского.



Рис. 123. Ниппель газовой горелки Верховского.

Одно из преимуществ горелки Верховского — это возможность приспособить ее к имеющемуся в лаборатории газу. Для воздушно-бензинового газа (из газового аппарата) ниппель должен иметь большее отверстие, чем для каменноугольного газа. Каменноугольный газ тоже бывает разного качества и подается под различным давлением. Поэтому очень часто обычные горелки со стандартным отвер-

ствием ниппеля оказываются непригодными, у них приходится менять ниппель. У горелки Верховского ниппель легко расширить, вставляя в отверстие иглу соответствующего диаметра. Наоборот, если отверстие для выхода газа слишком широко, его можно уменьшить, вставив в отверстие тонкую иглу и поджимая плоские ребра сплющенного конца плоскогубцами.

Насадки для плоского пламени к газовым горелкам можно сделать из тонкостенной медной трубки, приходящейся к трубке горелки. Медную или жестяную трубку с конца сплющивают, сделав предварительно два прореза, один против другого (рис. 124).

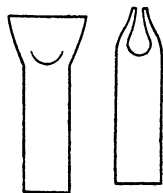


Рис. 124. Насадка для плоского пламени

Газовые горелки необходимо время от времени прочищать.

Винты, если они имеются, полезно слегка смазывать вазелином или смазочным маслом (не растительным).

При пользовании газовой горелкой необходимо соблюдать следующие правила:

1. Зажигая горелку, сначала открыть кран, а затем, выждав некоторое время (чтобы газ вытеснил из каучуковой трубки воздух), поднести к отверстию горелки спичку. Кран поворачивать сразу до отказа (на 90°).

2. Если доступ воздуха в горелку не урегулирован, то перед зажиганием следует сначала прекратить доступ воздуха, а затем, когда горелка зажжена, постепенно увеличивать его, пока не получится несветящееся пламя.

При слишком сильном притоке воздуха внутренний зеленовато-синий конус начинает колебаться вверх и вниз. В таком случае следует уменьшить приток воздуха, так как пламя может проскочить внутрь горелки.

3. Тушить горелку только обратным поворачиванием крана до отказа.

4. Нагревать в верхней трети пламени (рис. 125).

5. Если пламя «проскочило» и горит внутри трубки горелки, погасить горелку и зажечь ее снова только после того, как она вполне остынет. Перед зажиганием уменьшить приток воздуха.

6. Если в помещении замечается запах газа, посмотреть, не забыл ли кто-нибудь закрыть газовый кран. Найти и закрыть.

Для препараточной очень полезно было бы иметь так называемую газовую кухню, вроде изображенной на рисунке 126, служащую

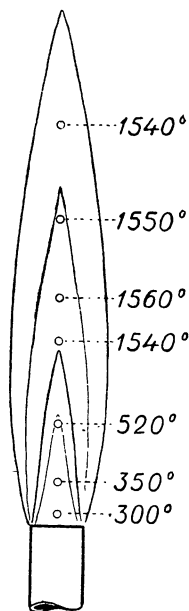


Рис. 125. Распределение температуры в пламени газовой горелки.

для нагревания больших количеств жидкости. Под кухню, чтобы не портился стол, следует подкладывать кусок асбестового картона.

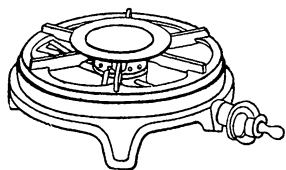


Рис. 126. Газовая кухня.

Для школьной лаборатории можно удовлетвориться распротраненной паяльной горелкой Бунзена (рис. 127). Опытные стеклодувы с такой горелкой достигают прекрасных результатов.

Наконец, в крайнем случае можно соорудить и весьма простую *самодельную горелку*, изображенную на рисунке 128. Она состоит из жестяной или латунной трубки с припаянным сбоку отростком, через который поступает газ. Внутри широкой трубки вставлена на пробке оттянутая стеклянная трубка, через которую вдувается воздух. Трубка должна быть хорошо и правильно оттянута, чтобы струя воздуха не шла вкось. Оси трубок должны возможно лучше совпадать.

На рисунке 129 изображена в разрезе более совершенная самодельная горелка. Горелка сделана из жести и состоит из широкой трубки *А* диаметром около 2 см, к которой припаяна более узкая боковая трубка *Б*, служащая для притока газа. Внутри трубки *А* вставлена узкая жестяная же или медная трубка *дг* диаметром около 6 мм.

Конец ее *д* впаян в доньшко *в*, припаянное к трубке *А*. Для того чтобы внутренняя трубка была хорошо центрирована, на конец ее *г* напаяна распорка *ее*, вырезанная в виде звезды, плотно входящей в трубку *А*, или в виде диска с отверстиями.

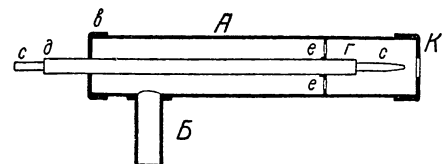


Рис. 129. Паяльная горелка Верховского (разрез).

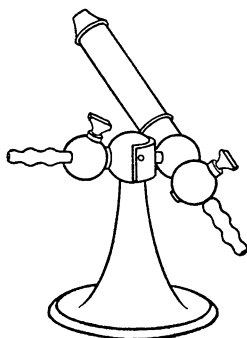


Рис. 127. Паяльная горелка Бунзена.

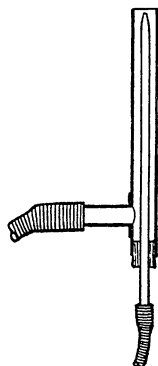


Рис. 128. Простейшая паяльная горелка.

Внутри трубки *дг* вставляется оттянутая на конце стеклянная трубочка *сс*, через которую вдувается воздух. Трубочка *сс* удерживается в своем положении обрезком каучуковой трубки, надетым на конец *д* трубки *дг*. Стеклянных трубочек делается несколько, с различным диаметром оттянутого конца.

На свободный конец трубки *A* надет в виде крышки выдавленный из жести колпачок *K* с отверстием. Краны заменены зажимами на каучуках.

На рисунке 130 изображен наружный вид горелки. Подставкой для горелки служит толстая проволока красной меди, припаянная

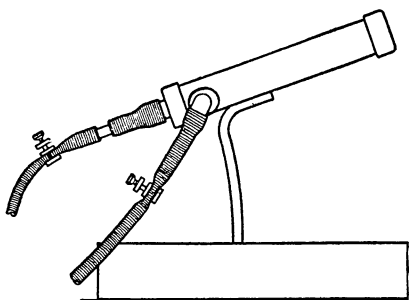


Рис. 130. Паяльная горелка Верховского (внешний вид).

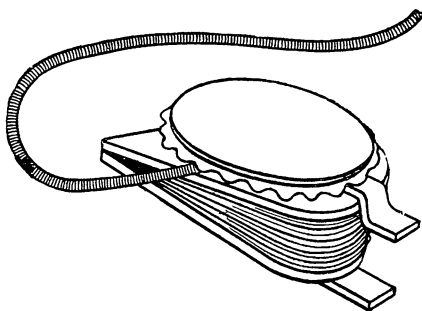


Рис. 131. Мех с каучуковым резервуаром.

к горелке и вставленная в кусок толстой доски. Изгибая проволоку, можно придать горелке любое положение.

Необходимой принадлежностью паяльной горелки является *ножной мех*.

Заводить дешевый мех с каучуковым резервуаром (вроде изображенного на рис. 131) вряд ли стоит, так как каучук довольно быстро портится, а получить подходящий взамен испорченного не всюду можно.

Наиболее солидный, прочный и удобный мех — это мех цилиндрической формы, в железной оправе (рис. 132).

Из более дешевых мехов следует указать на мех, изображенный на рисунке 133.

На рисунке 134 изображен паяльный стол с мехом типа кузнечных мехов. Средняя доска меха *a* укрепляется неподвижно между

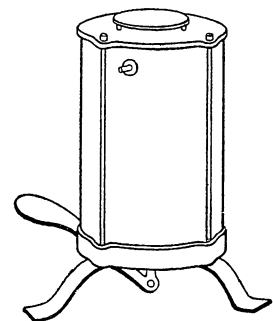


Рис. 132. Ножной мех цилиндрический в железной оправе.

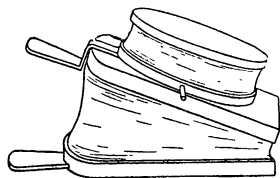


Рис. 133. Ножной мех.

ножками паяльного стола, верхняя доска скреплена кожаным шарниром со средней; точно так же устроена и нижняя подвижная доска. В средней доске находится выходное отверстие для воздуха с трубкой (на которую надевается каучук, присоединяемый к го-

релке; на рисунке трубка не видна) и клапан, открывающийся кверху. В нижней доске точно такой же клапан. На верхнюю доску регулятора кладется груз, от величины которого зависит наибольшее давление воздуха в струе, производимой мехом (на рисунке не виден). Но сила выходящей струи может быть уменьшена произвольно

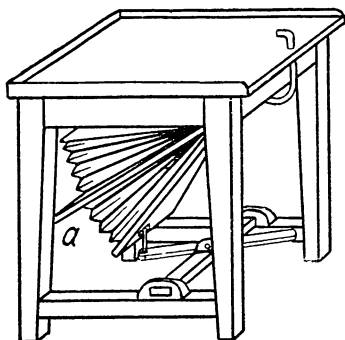


Рис. 134. Мех кузнечного типа.

крапом у горелки. К нижней доске меха приделан на шарнире деревянный шатун, соединяющий ее с подножкой, укрепленной прямо к полу или к перекладине между ножками стола и нагруженной так, что держит мех раскрытым (рис. 134).

Можно для паяльного стола приспособить и обыкновенный кузнечный мех. Установка понятна из рисунка 135. Мех приводится в действие при помощи цепочки, перекинутой через винченные снизу в доску стола два блока и прикрепленной к педали. Педаль при помощи завески соединена

с рейкой, укрепленной между ножками стола. Цепочку можно заменить хорошей веревкой. Изображенный на рисунке стол снабжен сзади и справа экраном в виде рамы с натянутым черным коленкором. Экран защищает от сквозняка, вредного при работе, и дает удобный фон.

За неимением ножного меха можно отчасти заменить его ручным мехом и большой бутылкой, как указано на странице 133.

Вместо ножного меха для паяльной горелки очень удобно пользоваться дующим водяным насосом, но последний хорошо действует только в том случае, если в водопроводе достаточное давление, например, если водопровод рассчитан на подачу воды в 5—6-й этаж дома, класс же находится в одном из нижних этажей.

Один из простых и сравнительно дешевых — стеклянный дующий и разрезающий насос (рис. 136), который действует вполне удовлетворительно.

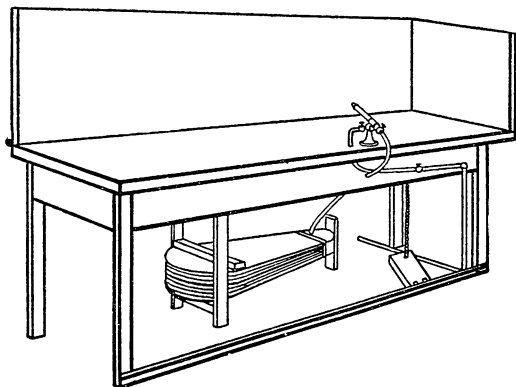


Рис. 135. Обыкновенный кузнечный мех.

На отводящую воду трубку насоса следует надеть широкую каучуковую трубку около 20 см длиной. При помощи винтового зажима, надетого на эту трубку, можно регулировать давление внутри прибора. Следует так установить зажим, чтобы во время работы насоса вода стояла в сосуде прибора на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ высоты, не поднимаясь кверху и не опускаясь. Если значительно уменьшить сопротивление в отводящей воздух трубке, например если снять ее с горелки, то вода начнет сейчас же подниматься в приборе и может попасть в трубку, отводящую воздух. Поэтому в подобном случае нужно предварительно ослабить зажим на отводящей воду трубке.

Трубку, отводящую воздух, особенно если она длинная, следует сделать возможно широкой и с небольшим числом поворотов, для того чтобы уменьшить сопротивление от трения. Удобнее всего воспользоваться широкими ($1\frac{1}{2}$ —2 см диаметром) стеклянными трубками, которые соединить каучуковыми Smyчками.

Каучуковая трубка, соединяющая насос с водопроводным краном, должна быть оплетена веревкой, обшита холстом или обкручена изоляционной лентой, чтобы ее не раздуло давлением воды, но лучше всего присоединить насос непосредственно к крану на коротком каучуке; каучук можно обернуть куском медной сетки и плотно перевязать веревкой или проволокой у крана и у насоса, чтобы каучук не могло сорвать напором воды.

При пользовании насосом для дутья трубка, служащая для выкачивания воздуха, должна быть совершенно открыта.

Водяной насос для дутья можно приготовить и своими средствами. Один из простейших таких насосов предложен Калешинским (рис. 137).

На большой тубулатной склянке (в 3—4 л) укрепляется при помощи каучуковой пробки длинная (1,5 м и более) трубка В, а на ней в свою очередь — обрезок широкой стеклянной трубки А. В верхнюю пробку последней вставлены две стеклянные трубочки,

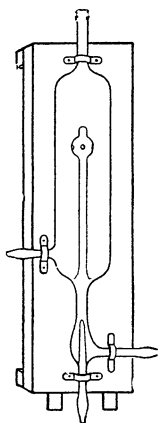


Рис. 136. Насос Шуля.

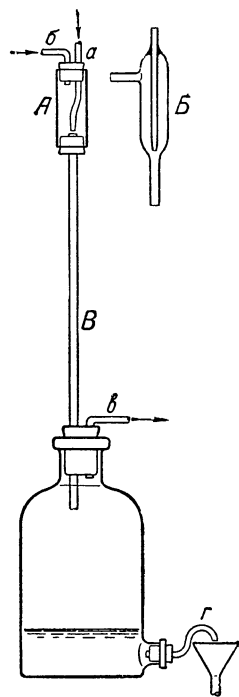


Рис. 137. Насос Калешинского.

как показано на рисунке. Из них трубка *б* широкая (около 1,5 см наружного диаметра), другая *а* — уже. Трубка *а* соединяется с водопроводным краном. Если пустить воду, то она будет увлекать с собой через трубку *б* воздух. Последний будет попадать в склянку и выходить через вставленную в пробку трубку *в*. Вода вытекает через изогнутую трубку *г*, на конец которой можно надеть каучук с зажимом.

Чем длиннее трубка *В*, тем сильнее будет давление выходящего из прибора воздуха.

Вместо трубки *А* лучше заказать соответствующую трубку из стекла, без пробок (рис. 137, *Б*) или воспользоваться готовым разрезающим насосом.

5. БАЛЛОНЫ С ГАЗОМ

В том случае, когда школа не включена в газовую сеть города или области, но находится недалеко от газового завода, химический кабинет может пользоваться газом из баллонов.

Газовые баллоны представляют собой стальные цилиндры, в которых газ находится под давлением в 200—300 атм.

В зависимости от способа получения и исходных продуктов газы в баллонах могут быть в сжатом (коксовый, светильный, природный и др.) или сжиженном состоянии (газ, получаемый из отходов нефтеперегонных заводов).

Выписывая с завода несколько баллонов в год (пустые баллоны принимаются обратно), можно пользоваться всеми удобствами газовых горелок в любом месте, куда перевозка баллонов не будет обходиться слишком дорого.

Баллон соединяется с особым редуционным аппаратом, из которого газ выходит под давлением в 300 мм водяного столба. Редуционный аппарат действует автоматически и никакого особого ухода не требует. Вследствие более высокого давления газа в баллоне по сравнению с давлением бытового все соединения газовых труб должны быть очень хорошо пригнаны и краны хорошо притерты. У газовых горелок ниппеля должны быть заменены новыми с более узким отверстием. Диаметр газовых труб может быть меньший, чем для бытового газа.

Газ из баллонов имеет довольно резкий запах, и всякая утечка его из труб легко может быть замечена.

Станция, состоящая из железной запирающейся будки, в которой помещают баллон и редуционный аппарат, устанавливается обыкновенно на дворе (газ не замерзает на морозе) и соединяется с газовой сетью через пробитое в стене или просверленное в оконной раме отверстие. Благодаря этому баллоны с газом не приходится поднимать в здание. Кроме того, этим избегается распространение в лаборатории запаха газа при замене одного баллона другим. Есть и комнатные станции, не занимающие много места.

Для стеклодувных работ с баллонным газом необходим гораздо более сильный приток воздуха, поэтому к обыкновенной паяльной горелке присоединяется приспособление для предварительного примешивания воздуха.

Изображенное на рисунке 138, в разрезе, приспособление (применяемое в стеклодувной мастерской Государственного оптического института) сделано из стекла, но лучше, конечно, сделать его металлическим. Стеклоанное приспособление делается так: на толстой трубке выдувается небольшое расширение, по окружности которого делается несколько отверстий *а*. Внутри трубки вплаивается оттянутый кусочек трубки *б* с просветом около 0,5 мм и меньше. Конец *А* трубки соединяется коротким каучуком непосредственно с краном горелки, служащим для притока газа, причем кран этот должен быть все время вполне открыт. Для регулирования же притока газа служит второй кран (стеклянный или металлический), присоединенный к концу *Б* приспособления и к каучуку, приводящему газ.



Рис. 138. Насадка для баллонного газа.

6. ДРУГИЕ СПОСОБЫ НАГРЕВАНИЯ

В целом ряде случаев в качестве источника сильного нагревания можно пользоваться *жаровней*. Уголь дает очень высокую температуру и годится для большинства химических опытов.

Даже при наличии спирта, если для него имеются только обыкновенные спиртовые лампочки, жаровня является очень полезным дополнением для опытов, требующих сильного нагревания. На жаровне прекрасно идут такие опыты, как разложение окиси ртути, разложение воды железом¹ и т. п. На жаровне можно даже сгибать стеклянные трубки. Если брать угли хорошо прогоревшие, то они не дают дыма. Небольшое количество окиси углерода, быть может, и получается, но на практике мы не замечали случаев угорания при работе с жаровней.

Если имеется тяга, то можно помещать жаровню в тягу. Жаровню «по Верховскому» можно сделать из железа в виде открытого сверху и снизу цилиндра, с дырчатой перегородкой посередине и с прорезами для притока воздуха снизу. На рисунке 139 показано, как приготовить жаровню из кровельного железа. В полосе железа делается три или четыре выреза с зубцами *К*. Края полосы с боков загибаются в разные стороны, полоса сгибается в виде цилиндра, загнутые края закладываются один за другой и проколачиваются молотком на толстой палке или полене, положенном на дне табу-

¹ При демонстрации классического опыта Лавуазье обычно применяют жаровню даже при наличии газа.

ретки. Затем зубцы *К* отгибаются внутрь и на них кладется дырчатый кружок из того же железа, в котором толстым гвоздем или крюком и т. п. пробиты отверстия. Отверстия следует пробивать не очень мелкие — 7—10 мм в диаметре, причем площадь отверстий всех вместе должна быть больше, чем остающаяся часть пластинки.

Жаровня ставится на толстый кусок асбестового картона, на два кирпича, на противень с водой и т. п.

Для различных целей размеры жаровни могут быть различны. Для нагревания сосудов удобна жаровня около 40 см в окружности и 12 см высотой.

Для помещения в жаровню нагреваемых трубок и пробирок полезно сделать два прореза *в* — один против другого. Пока прорезы не нужны, их можно закрывать загнутыми крючком железными пластинками. При сгибании трубки она обкладывается углем со всех сторон.

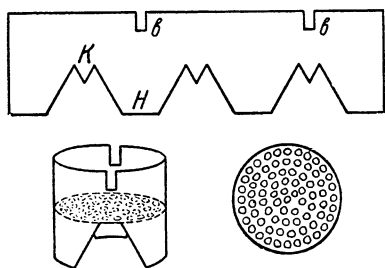


Рис. 139. Жаровня.

Для приготовления жаровни можно также воспользоваться любой жестянкой — круглой или прямоугольной. Можно сделать отверстия в дне и боках жестянки и поместить ее на таган или на кольцо штатива. Можно

сделать отверстия только в боках и ставить жаровню на кирпич.

Для разжигания жаровни в ней зажигаются лучинки и затем понемногу подкладывается уголь. Для раздувания угля за неимением меха можно воспользоваться куском картона, действуя им, как веером. Чтобы угли в жаровне лучше горели, над жаровней можно поместить железную трубу длиной около одного метра и такой же примерно ширины, как жаровня. Верхняя половина трубы может быть сделана из картона.

Если в классе есть душник печи, то к трубе можно присоединить колено, которое вставляется в душник.

Для помещения на жаровню колб и стаканов можно сделать треугольник из толстой железной проволоки. Небольшие колбы и реторты можно укреплять в зажиме штатива и опускать в жаровню. Стекланную посуду с жидкостью можно смело ставить прямо на угли.

Если требуется сильное нагревание, дно сосуда обкладывается кругом кусочками угля. Если сильного нагревания не требуется, сосуд устанавливается на некотором расстоянии от углей.

Для классных опытов и для препараточной можно пользоваться также *электронагревательными приборами*,

Из многочисленных лабораторных электронагревательных приборов для школьной лаборатории могут пригодиться *полушаровые печи* для нагревания колб и чашек диаметром 110 мм (№ 2) и *плитки открытого нагрева* диаметром 150 мм (№ 2) для нагревания стаканов и плоскодонных колб.

II. ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА

1. СТЕКЛЯННАЯ ПОСУДА

Для громадного большинства химических опытов приходится пользоваться стеклянной посудой. Стеклянная посуда употребляется трех сортов: 1) *тонкостенная посуда* из *легкоплавкого стекла*, которая предназначается главным образом для нагревания жидкостей, — это наиболее часто употребляемая посуда; 2) *тонкостенная посуда* из *тугоплавкого стекла* предназначается исключительно для сильного нагревания сухих веществ и требуется сравнительно редко и 3) *толстостенная посуда* предназначается для хранения реактивов и для опытов, не требующих нагревания.

Тонкостенная посуда, вообще говоря, при той же вместимости значительно дороже толстостенной. Это всегда нужно иметь в виду и во всех случаях, не требующих нагревания, по возможности избегать употребления тонкостенной посуды. Малоопытные химики часто считают тонкостенную посуду неизбежной принадлежностью химических опытов и употребляют колбы и тонкостенные стаканы во многих случаях, когда можно было бы воспользоваться склянками, банками и обыкновенными чайными стаканами, которые, помимо сравнительной дешевизны, имеют еще то преимущество, что не так легко бьются, как тонкостенные сосуды.

При выписке химической посуды необходимо точно указать ее название, размер, а в некоторых случаях и сорт стекла (при выписке тонкостенной посуды на сорт стекла нужно указывать только в том случае, если желательно тугоплавкое стекло).

Кроме того, полезно указывать еще и номер по преЙскуранту. Для различных родов посуды принято различно определять ее размеры — по вместимости — в миллилитрах или граммах (воды), по длине и ширине, длине и диаметру, причем иногда различается диаметр наружный и внутренний, в некоторых случаях по номеру и т. д.

Ввиду того что иногда трудно бывает решить, какой именно размер и сорт посуды следует выписать, назовем наиболее употребительные размеры и сорта посуды, пригодные для многих из нижеописанных опытов. Посуда же, нужная только в отдельных случаях, будет указана при описаниях опытов.

Пробирки. Наиболее употребительный размер пробирок для занятий учащихся $12 \times 1,3$ см (№ 1). Кроме того, полезно иметь $15 \times 1,5$ см (№ 2) и для демонстрационных опытов необходимо 21×2 см (№ 5). Пробирки всегда нужно иметь в запасе. Поэтому их удобнее всего выписать по несколько сотен № 1 и № 2 и несколько десятков № 5.

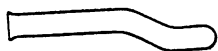


Рис. 140. Пробирка для разложения окиси ртути.

Нужно также иметь по несколько (5—10 шт.) тугоплавких (толстостенных) пробирок № 1 и № 2, а также несколько изогнутых пробирок для разложения окиси ртути $1,5 \times 15$ см (на заказ по рис. 140).

Для учащихся могут пригодиться узенькие пробирки тугоплавкого стекла размером $0,7 \times 15$ см для разложения окиси ртути.

Стаканы. Тонкостенных стаканов (высоких, рис. 141, А), как и пробирок, полезно иметь несколько полных «гнезд» из 8 штук, наиболее же употребительные размеры, которые следует иметь в большом количестве, — это на 200, 300, 500 мл. В низких стаканах (рис. 141, Б) малого размера особой надобности нет. Могут пригодиться низкие стаканы на 600 и на 1000 мл.

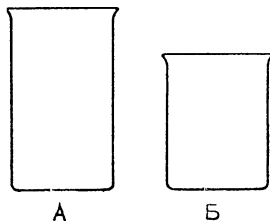


Рис. 141. Стаканы — высокий А и низкий Б.

Для справок приводим таблицу соотношений наружных размеров в миллиметрах и емкости в миллилитрах (кубических сантиметрах) стаканов утвержденного стандарта.

Стандартные стаканы

Приближительная емкость в мл	Емкость (мл)													
	25	50	100	150	200	250	300	350	500	600	800	1000	1500	2000
Высокие														
Диаметр в мм	33	40	46	52	58	—	66	—	76	—	86	—	—	—
Высота " "	45	60	88	98	107	—	119	—	152	—	191	—	—	—
Низкие														
Диаметр в мм	—	—	—	—	—	70	—	78	—	86	94	100	112	124
Высота	—	—	—	—	—	90	—	115	—	141	161	174	202	223

В стаканах с носиком необходимости нет, но полезно иметь их небольшой набор средних размеров.

Кроме тонкостенных стаканов для опытов, не требующих нагревания, очень часто могут пригодиться *обыкновенные чайные и вин-*

ные стаканы и толстостенные, так называемые *батарейные стаканы*, которые употребляются для элементов Бунзена и Лекланше. Эти стаканы бывают различной величины, причем наиболее подходящие размеры на 800, 2000, 3000 мл. Иногда их могут заменить банки для варенья (стр. 172).

Колбы. При покупке колб необходимо указать, нужна ли колба с толстым рантом, иначе — «с накладными краями» (рис. 142, Б) или с тонким рантом — с отогнутыми краями (рис. 142, А). «Толстым рантом» называется утолщенный край отверстия колбы. Утолщение делается для того, чтобы колбу можно было плотно закрыть пробкой, не опасаясь раздавить горло.

Стандартные размеры колб

			С отогнутыми краями				С накладными краями						
			25	50	100	250	500	750	1000	1500	2500	5000	
Приблизительная емкость в мл.			25	50	100	250	500	750	1000	1500	2500	5000	
Диаметр шара в мм			42	50	61	84	103	116	128	148	185	205	
Плоскодонные	узко-горлые	Общая высота	74	86	106	147	195	208	230	258	328	393	
		Диаметр горла	18	18	18	23	28	28	28	38	38	47	
		Длина "	35	40	50	70	100	100	110	120	155	175	
	широко-горлые	Общая высота		71	86	118	147		128				
		Диаметр горла		28	28	38	38		47				
		Длина "		25	30	40	50		65				
Круглодонные	узкогорлые	длинное горло	Общая высота			151	184	248	276	298	388		
			Диаметр горла			23	23	28	28	28	38		
		короткое горло	Общая высота		75	91	124	153	176	193	213	260	325
			Диаметр горла		18	18	23	28	28	28	28	38	47
			Длина "		25	30	40	50	60	65	65	75	90
		широко-горлые	Общая высота			91	124	153	176	193	218	255	305
		Диаметр горла			28	38	38	38	47	67	67	67	
		Длина "			30	40	50	60	65	70	70	70	

Наиболее употребительны размеры обыкновенных колб: в 250, 500, 750 мл и в 1 л. Необходимо также иметь по нескольку штук в 2,5 л. Для работ учащихся наиболее подходящие колбы размером в 250 мл. В некоторых случаях, например когда колба должна выдерживать некоторое давление, необходимы *круглодонные колбы*.

Круглодонные колбы употребляются часто при работах по органической химии. Они прочнее плоскодонных и лучше выдерживают нагревание, но для наших целей они представляют то неудобство, что их нельзя ставить на стол. Полезны бывают круглодонные колбы с коротким (рис. 142, Д) и с длинным горлом (рис. 142, Г). Длинногорлые колбы (баллоны) бывают с прямым горлом (рис. 142, Г) и с расширяющимся кверху (рис. 142, Е). Последние служат приемниками, и расширение делается для того, чтобы надевать

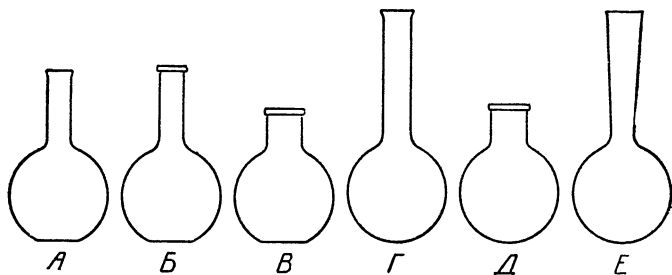


Рис. 142. Типы колб.

колбу на горло реторты. Такие колбы могли бы пригодиться в очень редких случаях, например для получения азотной кислоты, но без них можно свободно обойтись. Круглодонные колбы с коротким (обыкновенно широким) горлом (рис. 142, Д) иной раз приходится употреблять только потому, что не всегда можно достать такие же плоскодонные (рис. 142, В), которые имеют то преимущество, что их можно ставить без подставки. Короткогорлые колбы полезны

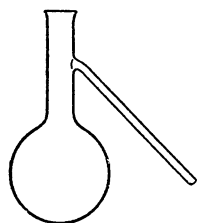


Рис. 143. Колба Вюрца.

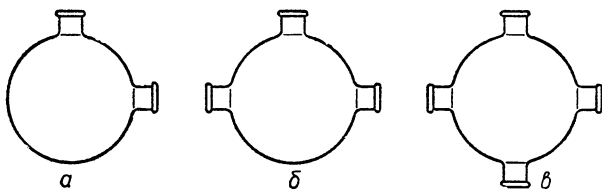


Рис. 144. Колбы многогорлые.

в тех случаях, когда нежелательно, чтобы сооружаемый прибор вышел очень высоким; затем, когда нужно иметь небольшую колбу с широким горлом, — чтобы в пробку можно было вставить несколько трубок.

Для опытов с перегонкой потребуются колбы Вюрца с отводной трубкой (рис. 143) на 25 и на 100 мл.

Могут еще понадобиться колбы со вторым боковым горлом, или так называемым *тубулусом*; для горения азота в кислороде —

с тремя, а для синтеза ацетилена — с четырьмя тубулусами (рис. 144, а, б и в) на 1000 мл.

Конические колбы (рис. 145) более устойчивы, чем обыкновенные, легче моются и иногда могут быть полезны для опытов с фильтрованием и для ряда опытов по органической химии.

Реторты требуются сравнительно редко. Для препаративной следует иметь 2—3 тугоплавких реторты на 500 мл и 4—5 — на 100 мл, 3—4 нетугоплавких — на 250 мл без тубулуса и 2—3 — на 200 мл с тубулусом и притертой пробкой (с тубулусом, но без притертой пробки — не нужны). Для работ учащихся (например, для получения азотной кислоты) полезны маленькие реторточки на 10 мл (заказываются стеклодуву).

Бокалы, или реактивные рюмки, очень полезны для демонстрации реакций, не требующих нагревания, особенно таких, при кото-

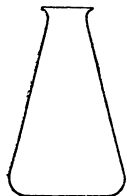


Рис. 145. Коническая колба.

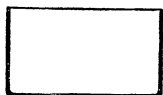


Рис. 146. Кристаллизатор.

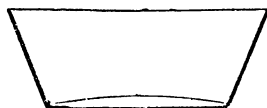


Рис. 147. Простоквашница.

рых получается осадок, хорошо видимый в суженной части бокала. Бокалы очень удобны и для реакций, которые сопровождаются окрашиванием или обесцвечиванием раствора, так как в бокале получаются и более или менее толстые слои жидкости. Кроме того, благодаря имеющейся у бокала ножке содержимое хорошо видно издали. Бокалы следует брать высокие на 250 мл (8—10 штук), а также несколько штук и других размеров.

Кристаллизационные чашки, или кристаллизаторы (рис. 146). Собственно для кристаллизации достаточно иметь 1—2 чашки диаметром 15 см, но кристаллизационными чашками часто пользуются и для других целей, например: маленькими — для демонстрации веществ, большими — для охлаждения приемников (при получении серного ангидрида, сухой перегонке дерева и т. п.), вместо пневматической ванны при собирании небольших количеств газов и в некоторых других случаях. Их иногда могут заменить толстостенные, расширяющиеся кверху чашки, или так называемые *простоквашницы* (рис. 147), но кристаллизаторы имеют то преимущество, что они ровного, прозрачного стекла и у них плоское дно. Полезно иметь по несколько кристаллизаторов в 10 и 25 см диаметром.

Часовые стекла пригодятся для выпаривания небольших количеств веществ (например, при получении кристаллов ромбической серы). Достаточно иметь их несколько штук диаметром 9—10 см.

Склянки и банки. При выписке склянок и банок следует указывать сорт стекла. Склянки и банки делаются из прозрачного бесцветного или «белого» стекла, из зеленоватого, из оранжевого и из молочного стекла.

Склянки и банки, употребляемые в классе, лучше иметь белого стекла (хотя они и дороже), чтобы ясно был виден цвет помещенных в них веществ. Употребляемые же для хранения веществ могут быть и зеленого стекла. Оранжевое стекло нужно для хранения светочувствительных веществ; молочное же стекло совершенно не требуется.

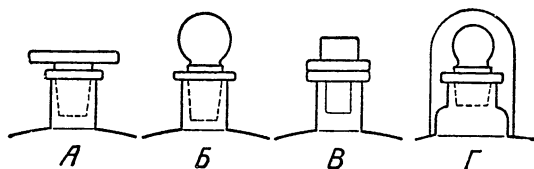


Рис. 148. Притертые пробки у склянок.

Склянки и банки бывают с притертыми пробками (так называемые *реактивные*) и без притертых пробок (так называемые *материальные*). Ниже будет указано, для каких реактивов требуются притертые пробки. При выписке следует указать, какие притертые пробки желательно иметь: плоские (рис. 148, А) или высокие (рис. 148, Б). Те и другие имеют свои преимущества — плоские прочнее, их при открывании склянок удобнее класть на стол (концом кверху), высокие же можно совсем не класть, а держать между пальцами (рис. 149). Высокие пробки удобны для концентрированных кислот.

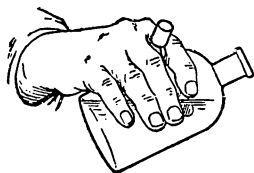


Рис. 149. Держание высокой пробки между пальцами.

Следует иметь в запасе склянки разных размеров. Наиболее удобный размер употребляемых в лаборатории склянок — 250 мл. Для запасов реактивов приходится иметь большие размеры, но более 4 л вряд ли потребуются.

Склянки с притертой пробкой значительно дороже, а потому следует хорошо рассчитать, сколько их может потребоваться (см. ниже, гл. XI «Вещества и реактивы»). Полезно иметь несколько склянок с притертой пробкой оранжевого стекла для AgNO_3 , хлорной воды и т. п.

Для концентрированных соляной и азотной кислот, брома, хлорной, бромной и сероводородной воды, аммиака и т. п. очень удобны и полезны склянки, имеющие, кроме притертой пробки, еще притертый колпак (рис. 148, Г). Из таких склянок вещества совершенно не испаряются, особенно если смазать шлиф колпака вазелиновой мазью (см. ниже), и их можно свободно держать вместе

с остальными реактивами. Такие склянки незаменимы в случае тесного помещения, когда реактивы и приборы находятся близко друг от друга.

Из особых реактивных склянок можно еще отметить склянки для щелочей с пробками, конец которых (рис. 148, В) свободно входит в горло склянки и которые пришлифованы только к краю ранта склянки, а не ко внутренней поверх-

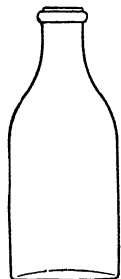


Рис. 150. Бутылка для молока.

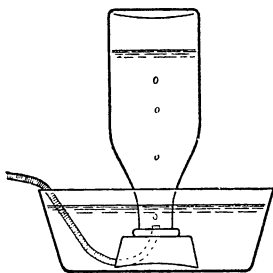


Рис. 151. Наполнение бутылки газом.

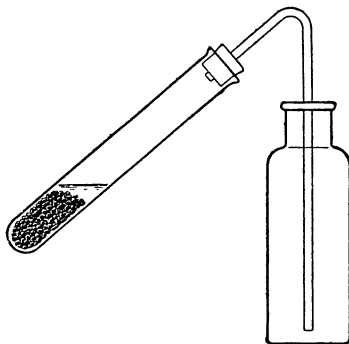


Рис. 152. Собираение газа в аптечную склянку.

ности горла, как обыкновенные притертые пробки. Последние для щелочей совсем не годятся, так как благодаря действию щелочи на стекло пробку очень быстро «заедает», и ее никакими силами не удастся вынуть. Правда, в таких специальных склянках особой необходимости нет, так как для щелочей можно употреблять также каучуковые пробки, которые хорошо выдерживают действие концентрированных растворов щелочей.

Для собирания некоторых приборов, например для описанного ниже прибора С.-К.-Девилья, нужны бывают склянки с *тубулусом* у дна. Размеры их будут указаны ниже.

Для получения и промывания газов и для некоторых опытов по органической химии могут оказаться полезными двух- и трехгорлые склянки *Вульфа*. Их преимущество перед банками заключается в том, что они не требуют больших пробок.

Наконец, часто могут пригодиться *широкогорлые бутылки*, в которых обыкновенно продается молоко (рис. 150). Эти бутылки можно употреблять для многих опытов вместо специальных приборов, например для собирания газов (рис. 151).

Для многих работ учащихся полезны широкогорлые аптечные скляночки на 100 мл (рис. 152). Эти скляночки применяются при

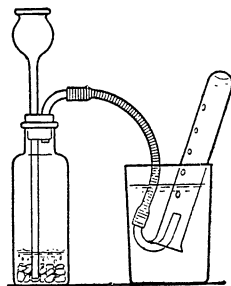


Рис. 153. Приборчик для получения газов.

устройстве приборчиков для получения газов (рис. 153). Это обычные приборчики для опытов учащихся.

Достоинство этих скляночек заключается в том, что при небольшом объеме они имеют горло достаточно широкое для того, чтобы в подобранной пробке можно было сделать два отверстия — одно для воронки, другое — для газоотводной трубки. В то же время это горлышко не слишком велико и не требует крупной, дорогой и плохо держащей пробки. В этом большое преимущество аптечных скляночек по сравнению с нередко рекомендуемыми для той же цели материальными баночками.

Недостатком скляночек является их неустойчивость. Они при работах учащихся нередко падают. Ввиду этого для данного типа приборчиков, очень широко применяемых при опытах учащихся, были бы удобнее специальные скляночки с горлышком того же диаметра, что и у касторовых скляночек, но достаточно толстостенные и устойчивые. На рисунке 154 приведен чертеж подобной скляночки.

Стеклянные банки употребляются почти исключительно для хранения сухих веществ. Для последних только в редких случаях требуются банки с притертыми пробками (см. ниже), большей же частью можно обойтись

обыкновенными корковыми пробками, которые, когда требуется герметическая укупорка, заливаются парафином (см. ниже).

Для многих случаев могут оказаться полезными банки, которые употребляются в хозяйстве для варенья. Они бывают самых разнообразных размеров, до 32 л вместимостью. Банки низкого фасона, употребляемые для мазей и т. п., могут иногда заменять пневматическую ванну и употребляться в некоторых случаях вместо кристаллизаторов и батарейных стаканов. Они при тех же размерах дешевле тех и других. Недостаток этих банок по сравнению с кристаллизаторами тот, что они делаются из менее равномерного стекла, имеют выпуклое внутрь дно, на которое неудобно ставить помещенные в банку

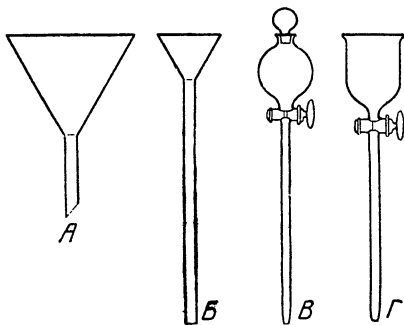


Рис. 155. Типы воронок.

с кристаллизаторами тот, что они делаются из менее равномерного стекла, имеют выпуклое внутрь дно, на которое неудобно ставить помещенные в банку

предметы, и менее выдерживают резкие изменения температуры.

Для некоторых случаев эти банки можно обрезать (см. ниже). *Воронки* бывают самых разнообразных фасонов. Для наших целей могут понадобиться *воронки обыкновенные* — в 60° (без скошенного конца, который необходим для количественного анализа, рис. 155, А), диаметром в 5; 9; 5; 12 и 15 см (для учащихся — 5 см), затем *воронки с длинной трубкой* (рис. 155, Б) или *широкообразные* (рис. 154), *воронки с краном* и длинной трубкой, или так называемые *капельные воронки* (рис. 155, В и Г).

Воронки для порошков могли бы также пригодиться, но необходимости в них нет.

Список других стеклянных предметов, нужных для опытов, смотри ниже, в главе «Лабораторное хозяйство».

2. ФАРФОРОВАЯ И ГЛИНЯНАЯ ПОСУДА

Фарфоровые чашки нужны для занятий учащихся. При демонстрационных опытах они употребляются сравнительно редко: их по возможности следует заменять стеклянной посудой, чтобы все происходящее при опытах было хорошо видно учащимся.

Фарфоровые чашки бывают глубокие и плоские. В плоских чашках необходимости нет.

Следует иметь запас чашек на 70 мл для учащихся и, кроме того, по нескольку чашек на 30, 150 и 550 мл для препараточной.

Большие фарфоровые чашки можно во многих случаях, когда не требуется нагревания, заменить глиняными чашками, тарелками и блюдечками.

Фарфоровые тигли нужны главным образом для работ учащихся. Подходящий размер на 14 мл, низкой формы. Для демонстрационных опытов пригодятся, кроме того, на 65 мл, высокой формы.

Для опытов с серой полезны *глиняные тигли* 10—15 см высотой.

Фарфоровые ступки (для порошков) нужны следующих размеров: для препараточной несколько штук диаметром 9,3 см (№ 2) и 1—2 больших диаметром 15,6 см (№ 4), главным образом для растирания веществ при подготовке опытов. Для учащихся нужны ступки диаметром 7,2 см (№ 1).

Фарфоровые поддонники, обыкновенно употребляемые для того, чтобы ставить на них склянки с кислотами, аппараты Киппа и т. п., могут оказаться очень полезными также для демонстрации учащимся различных веществ, продуктов реакций, показываемых в классе, и т. д. На них смело можно класть горячие вещества. Кроме того, многие вещества на белом фоне гораздо виднее.

Чайные блюдца белые фарфоровые могут заменить во многих случаях чашки и поддонники.

3. ОБРАЩЕНИЕ С ХИМИЧЕСКОЙ ПОСУДОЙ

Все операции с нагреванием или сопровождающиеся выделением значительного количества тепла следует производить исключительно в тонкостенной стеклянной или фарфоровой посуде.

При нагревании на спиртовых лампочках стеклянную посуду можно помещать непосредственно в пламя лампочки, но лучше подкладывать медную сетку. Подкладывание сетки совершенно необходимо при нагревании колб и стаканов на газовых, бартелевских и т. п. сильных горелках, причем вместо медной сетки лучше брать железную, асбестированную посередине (чтобы не прогорала), или тонкий асбестовый картон; в крайнем случае можно пользоваться сковородкой или железной чашкой с небольшим слоем песка.

При нагревании на спиртовых лампочках асбестированные сетки и асбестовый картон не пригодны, так как они плохо проводят тепло и нагревание идет слишком медленно.

В исключительных случаях можно нагревать стеклянную посуду и непосредственно в пламени газовой и других горелок, но тогда горелку нельзя ставить под сосуд, а следует держать в руке и все время водить пламенем по дну сосуда или, наоборот, держать сосуд в руке и двигать над пламенем.

Рис. 156. Неправильное нагревание небольшого количества жидкости в колбе.

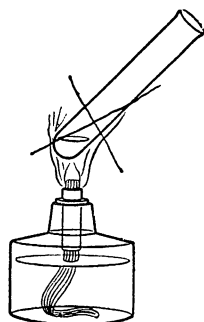
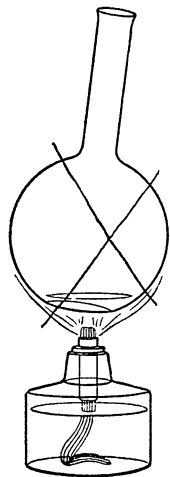


Рис. 157. Неправильное нагревание небольшого количества жидкости в пробирке.

Круглодонные колбы гораздо легче выдерживают нагревание непосредственно в пламени, чем плоскодонные. Пробирки можно смело нагревать на голом огне.

Особенно осторожно нужно нагревать небольшое количество вещества в большом сосуде и лучше, по возможности, этого избегать, так как стенки выше уровня жидкости, находясь близко к огню, нагреваются выше температуры кипения жидкости и легко трескаются, как только на них попадут брызги кипящей жидкости, особенно если жидкость не взбалтывать (рис. 156 и 157).

Также большой осторожности требует нагревание колб и стаканов, в которых, кроме жидкости, находится еще *твердое вещество*, например при растворении. В таком случае жидкость нужно все время взбалтывать (рис. 158 и 159).

После продолжительного кипячения воды или другой жидкости, под конец, когда весь воздух из нее удалится, жидкость начинает кипеть очень неравномерно — толчками и небольшими взрывами, причем колба может пострадать. Для более равномерного кипения в колбу полезно класть нитку, кусочки обожженной глины, неглазированного фарфора,

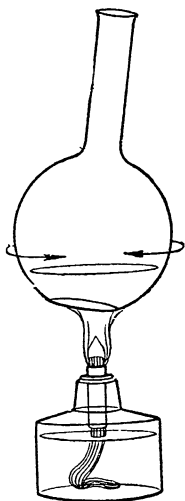


Рис. 158. Правильное нагревание со взбалтыванием.

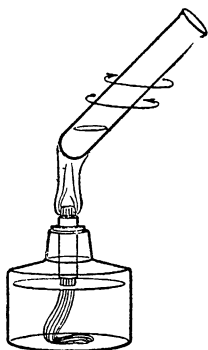


Рис. 159. Правильное нагревание со взбалтыванием.

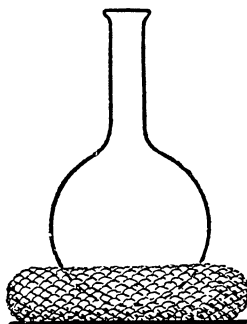


Рис. 160. Венок для круглой колбы, сплетенный из соломы.

запаянные с одного конца тонкие капиллярные трубочки, и т. п. Закрывающийся в них воздух выделяется постепенно, и кипение идет равномерно.

Не следует забывать, что тонкостенные сосуды гораздо легче разбиваются, чем толстостенные. Поэтому нужно всегда осторожно ставить их на стол, особенно большие сосуды, наполненные жидкостью. Они часто могут трескаться от небольшой песчинки или неровности на столе. Во избежание этого полезно подкладывать под сосуд кусок бумаги. Для того чтобы ставить круглодонные колбы, применяются венки из соломы (рис. 160) или круги (пробковые или деревянные). За неимением таких подставок круглодонные колбы можно укреплять в зажиме штатива.

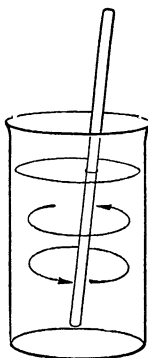


Рис. 161. Размешивание стеклянной палочкой, правильное.

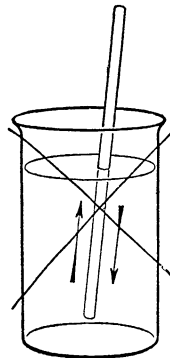


Рис. 162. Размешивание стеклянной палочкой, неправильное.

Если приходится в тонкостенной посуде размешивать что-нибудь стеклянной палочкой, то нужно делать это как можно осторожнее,

вода палочкой вдоль стенок сосуда (рис. 161), а не двигая ею сверху вниз (рис. 162), так как нет ничего легче, как проткнуть при этом дно сосуда.

Точно так же нужно очень осторожно класть в тонкостенную посуду твердые вещества, например куски щелочей, двуокиси марганца и т. п. Их никогда не следует бросать вертикально в горло колбы или в стакан, а нужно сосуд держать наклонно и осторожно спускать вещество по стенке сосуда (рис. 163).

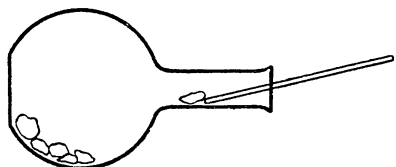


Рис. 163. Спускание в колбу твердого вещества.

Вставляя в тонкостенную посуду пробку, посуду никоим образом нельзя ставить на стол

или держать за дно, как на рисунке 165. Тонкостенный сосуд следует держать за горло как можно ближе к тому месту, куда вставляется пробка (рис. 164), так как иначе очень легко поранить

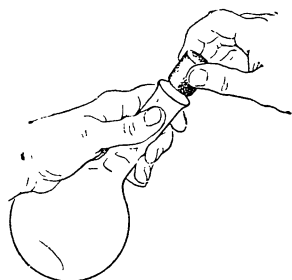


Рис. 164. Вставление пробки в колбу, правильное.

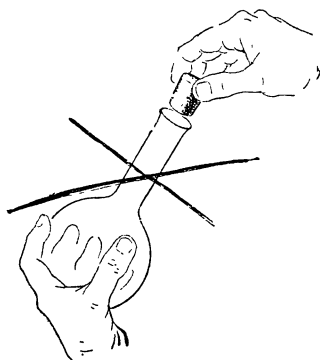


Рис. 165. Вставление пробки в колбу, неправильное.

руки. Если стенки горла тонки (пробирка, колба без ранта), то пробка не должна входить слишком туго, так как при этом стекло

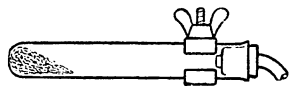


Рис. 166. Укрепление пробирки в зажиме штатива, правильное.

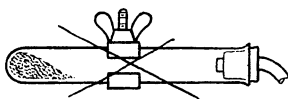


Рис. 167. Укрепление пробирки в зажиме штатива, неправильное.

может лопнуть и также порезать руку. Пробка должна быть в таком случае подобрана и обжата особенно тщательно.

Укрепляя стеклянную посуду в зажиме штатива, необходимо проверить, в порядке ли пробки, которыми должны быть оклеены

изнутри зажимы штативов (см. ниже). В крайнем случае, если пробок нет, можно обернуть стекло сложенной в несколько слоев полоской бумаги, так как иначе тонкое стекло легко раздавить.

При укреплении пробирок в зажиме штатива следует укреплять их за открытый конец (рис. 166), а не за середину, как часто склонны делать неопытные экспериментаторы (рис. 167). Это особенно важно в том случае, если помещенное в пробирку вещество придется нагревать. При нагревании будет прогреться и портиться зажим, будет гореть пробка, которой он оклеен.

При опытах с получением газов путем нагревания твердых веществ необходимо помнить, что по окончании нагревания конец газоотводной трубки необходимо сейчас же вынуть из воды. Иначе воду может «втянуть» в нагретый сосуд, и стекло треснет.

Если газоотводная трубка вся стеклянная, без каучуковой Smyчки, то лучше всего поднять весь прибор вместе со штативом, как показано на рисунке 168.

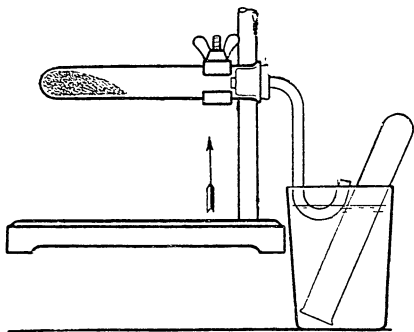


Рис. 168. Поднимание прибора вместе со штативом.

4. МЫТЬЕ ПОСУДЫ И ПРИБОРОВ

При мытье посуды в большинстве случаев достаточно бывает ограничиться мылом, горячей водой и щетками; нужно только мыть посуду сейчас же по окончании работы, а не оставлять надолго невытую.

Щетки для мытья посуды бывают самых разнообразных сортов и размеров. Наиболее употребительны вида *г* и *д* (рис. 169), для лаборатории их следует иметь побольше. Для препаровочной нужны также и другие, особенно же большие щетки (*б*) для колб, стаканов и ступок и длинные (*а*) для бюреток, мензурок и т. п. Редко бывают полезны щетки *в* для очень больших сосудов, *е* — для тонких трубочек и *ж* — для толстых трубок.

За неимением щеток можно также пользоваться гусиными и иными перьями.

Если указанным способом все-таки не удастся отмыть посуду, иногда прибегают к действию соответствующих реактивов: щелочей, кислот и др., в зависимости от того, после какого вещества моеется посуда. Например, желтый осадок окислов железа хорошо смывается соляной кислотой, бурый осадок двуокиси марганца после

марганцовокалиевой соли — щавелевой кислотой. После стеарина, жиров и растительных масел лучше всего мыть щелочью. После некоторых других органических соединений — смесью концентрированной серной кислоты с раствором двуххромовокислого калия или натрия, или так называемой *хромовой смесью*. Следует иметь запас раствора двуххромовокислого натрия 1 кг на 2,5 л воды. Перед употреблением к 100 мл этого раствора следует прилить 320 мл концентрированной серной кислоты удельного веса 1,84. Получается горячий раствор, хорошо окисляющий органические вещества.

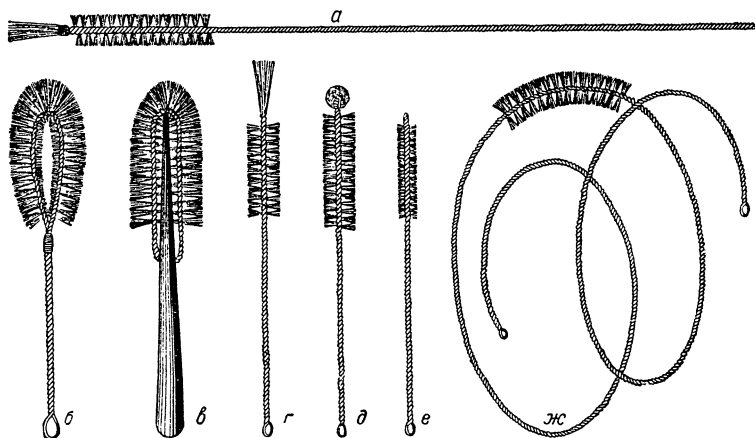


Рис. 169. Щетки для мытья посуды.

Если хромовая смесь сразу не действует, посуду следует ею наполнить и оставить на ночь. Иногда могут оказаться полезными спирт, бензин, скипидар и т. д.

Для механического удаления приставших веществ можно пользоваться обрывками бумаги, овсом или фарфоровой дробью. Их помещают в сосуд вместе с мыльной водой и некоторое время сильно взбалтывают. Для этой цели при мытье тонкостенной посуды *ни в каком случае не следует употреблять песок*, который сильно царапает посуду, после чего она легко трескается¹. Толстостенную посуду можно мыть и с песком (в крайнем случае).

Приставшие и присохшие к тонкостенной посуде осадки, кристаллы и т. п. никогда не следует отскрести и отбивать. При продолжительном стоянии они постепенно растворяются.

Посуду, в которой долго *находились растворы щелочей*, обыкновенно не удается отмыть: на ней остается как бы белый налет, особенно заметный на сухой посуде. Щелочи разъедают стекло, поверхность которого делается шероховатой, матовой.

¹ Наружные царапины не так сильно влияют на прочность посуды, как внутренние.

После опытов с серой можно удалять серу сжиганием. Для этого, поместив реторту, пробирку или другой сосуд, в котором осталась сера, под тягу, осторожным нагреванием сначала расплавляют серу и выливают большую часть ее, а затем, укрепив сосуд в штативе (пробку зажимов лучше покрыть предварительно асбестовой ватой или картоном, чтобы пробка при нагревании не горела), вводят в него стеклянную трубку, соединенную с ножным мехом или ручным резиновым баллоном, и, нагревая сосуд на горелке, вдувают в него воздух, пока вся сера не выгорит.

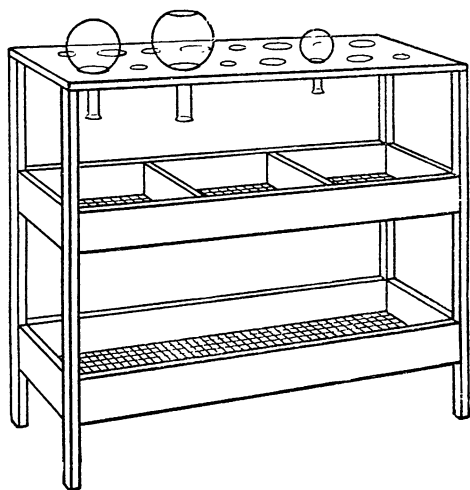


Рис. 170. Этажерка для сушки посуды.

Помимо указанного способа, можно предложить еще один. Все видоизменения серы очень хорошо растворяются при нагревании в анилине (*anilinum purum*). Налив в прибор анилин, его нагревают на горелке, пока вся сера не растворится. Нагревание следует производить под тягой, так как пары анилина ядовиты. Раствор сливается в специально приготовленную банку. Оставшаяся в сосуде после сливания выделившаяся из раствора сера затем очень легко удаляется щеткой при промывании сосуда водой.

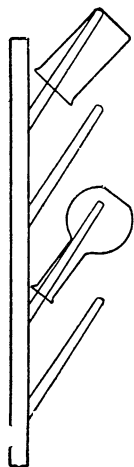


Рис. 171. Кольшки для сушки посуды.

Так как при обыкновенной температуре растворимость серы в анилине очень незначительна, то на дне банки, куда был слит раствор, при охлаждении его выделяется почти вся сера. Анилин можно отделить фильтрованием и снова употреблять в дело и анилин и серу.

Таким образом, несмотря на то, что анилин сравнительно дорог, мытье им посуды обходится совсем недорого.

Для очистки фарфоровых ступок иногда полезно бывает растереть в них крупный песок с водой. Жирные вещества, вазелин и т. п. можно удалять из ступок и чашек, протирая их сухими опилками.

Вымытую и хорошо прополосканную чистой водой посуду не вытирают, а сушат, для чего помещают вверх дном на этажерку для сушки посуды (рис. 170). Дно ящиков этажерки затянато желез-

ной оцинкованной проволочной сеткой (для грохотов и т. п.). Можно сделать решетку из прутьев, драмки и т. п. Этажерка помещается около печки или около радиатора водяного отопления.

Можно помещать под этажерку электрическую печь.

Для сушки можно также вешать наклонно в доске чистые палки (рис. 171). Можно для той же цели пользоваться обыкновенными плетеными корзинками, в которые и раскладывают посуду. Под корзинки следует подкладывать

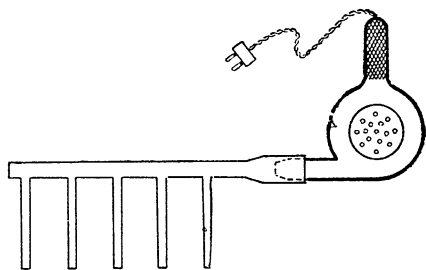


Рис. 172. Фен с насадкой для сушки посуды.

деревянные бруски, чтобы был снизу достаточный доступ воздуха.

Очень удобно использовать для сушки посуды нагретым воздухом прибор, известный под названием «Фен». Им обычно пользуются в парикмахерских для сушки волос.

Если на отросток «Фена» надеть трубку с отростками диаметром в 4—6 мм, то можно просушивать одновременно несколько сосудов (см. рис. 172).

Для получения сильной струи воздуха с успехом могут быть использованы разного рода пылесосы.

В экстренных случаях посуду снаружи вытирают полотенцем, а внутри сушат над коптящим пламенем горелки, держа высоко над пламенем, все время поворачивая и вдувая внутрь сосуда воздух при помощи ножного меха (рис. 173).

Следует избегать сильного и неравномерного нагревания, от которого стекло легко может лопнуть. Высушиваемый сосуд держать отверстием книзу. Чтобы в сосуд не попадала пыль, можно на трубке, через которую вдувается воз-

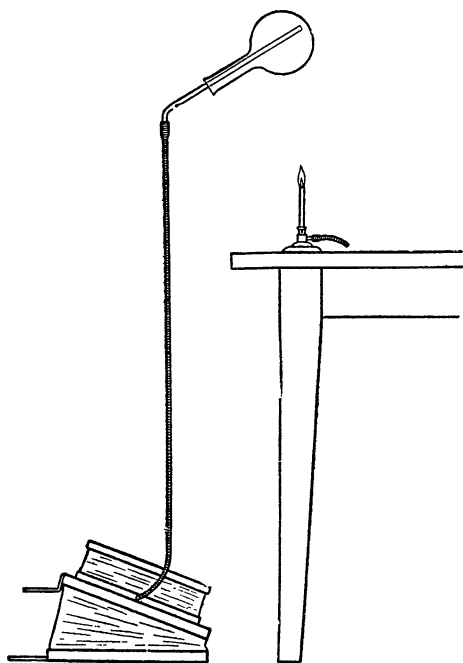


Рис. 173. Сушка посуды нагреванием с продуванием воздуха.

дух, выдуть шарик и вложить в него клочок ваты; для помещения ваты иногда присоединяют к трубке на пробках обрезок более широкой трубки.

Вместо того чтобы вдвигать в сосуд воздух, можно его просасывать при помощи водоструйного насоса.

Можно гораздо скорее высушить сосуд описанным способом, если предварительно сполоснуть его спиртом.

Сушить сильным нагреванием без дувания воздуха, как это часто делают начинающие, нельзя, так как при слабом нагревании сушка идет слишком долго, а при сильном — трескается сосуд.

Для чистки и протирания узких цилиндрических сосудов: больших пробирок, цилиндров, длинных трубок,

эвдиометров, бюреток и пр. — пользуются длинными камышовыми или деревянными палочками разной толщины (имеются в продаже), у которых на одном конце вбиты в несколько рядов кусочки медной (не железной!) проволоки, лишь на 1—0,5 мм выступающие из дерева (рис. 174). Этот конец палочки обворачивают куском фильтровальной бумаги и протирают трубку (рис. 175) сначала влажной бумагой, а затем — сухой. Проволочные штифтики на конце палки служат только для того, чтобы бумага плотно держалась на палке. Они, по возможности, не должны касаться стекла. Вообще следует избегать тереть по внутренней поверхности стеклянных трубок чем-нибудь металлическим, особенно железным, так как после этого трубки часто трескаются, иногда через некоторое время.

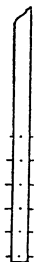


Рис. 174. Конец палочки для протирания стеклянных трубок.

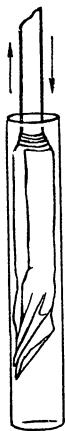


Рис. 175. Протирание стеклянной трубки бумагой.



Рис. 176. Протирание стеклянной трубки ватой.

Указанную выше палочку можно сделать и своими силами. Медная проволока не вбивается в дерево, а вдавливаются при помощи плоскогубцев. Для этого проволочка захватывается так, чтобы из плоскогубцев выставлялся кончик не длиннее 1 мм, который вдавливаются в дерево сильным нажимом. Затем плоскогубцы переставляются еще на 1 мм, и проволочка вдавливаются дальше и т. д.

Для чистки и протирания более тонких трубок и приборов, открытых с обоих концов, поступают таким образом: к нитке, которая более чем вдвое длиннее трубки, привязывают посередине

кочок ваты. Затем привязывают к одному из концов нитки кусок медной проволоки и спускают ее в трубку, держа последнюю вертикально. Когда нитка будет продета сквозь трубку, вату протаскивают за нитку несколько раз туда и обратно (рис. 176).

Если трубка очень грязная, можно ее протереть сначала влажной или слегка смоченной спиртом ватой, а затем — сухой.

III. СТЕКЛЯННЫЕ ТРУБКИ, ПАЛОЧКИ И РАБОТА СО СТЕКЛОМ

1. ПРИОБРЕТЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК

Стеклянные трубки должны быть всегда в запасе, так как они постоянно бывают нужны при собирании приборов.

Для школы требуются главным образом *легкоплавкие* трубки (из натриевого стекла № 23) с толщиной стенок 1—2 мм. Именно эти трубки отпускают со склада, когда нет особых указаний. Иногда их называют «трубки для лабораторных работ».

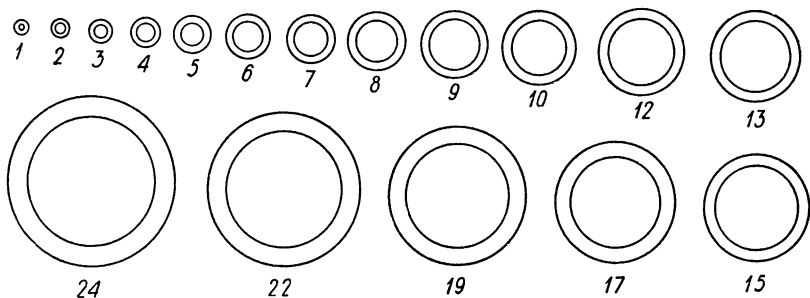


Рис. 177. Размеры наиболее употребляемых стеклянных трубок.

Помимо легкоплавких трубок, выделяются трубки *тугоплавкие* (из калийного стекла № 16) примерно тех же размеров, что и трубки легкоплавкие.

Кроме того, выделяются легкоплавкие трубки *тонкостенные*, *толстостенные*, *барометрические*, *манометрические*, *термометрические*, *капиллярные* и т. д. Из них могут понадобиться тонкостенные трубки диаметром в 6 и 7 мм (достаточно иметь их по 2—3 штуки).

Легкоплавкие трубки для лабораторных работ делают самых разнообразных размеров с наружным диаметром от 1 до 100 мм и с толщиной стенок от 0,5 до 3 мм.

На рисунке 177 показаны размеры наиболее употребительных трубок в натуральную величину с обозначением наружного диаметра в миллиметрах. Ниже наружный диаметр в миллиметрах мы будем обозначать «н. д.».

Трубки поступают с завода на склады в кусках около 1,5 м длиной, отпускаются же на вес. При выписке можно обозначать или вес, или число трубок желаемого диаметра. Наиболее употребительных для препаративной и для лаборатории трубок н. д. 6 приходится на килограмм около 17 и н. д. 5 — около 27. Этим трубкам следует иметь по 2—3 кг. Затем следует выписать около 1 кг н. д. 9, по 0,5 кг н. д. 3 и 4, по 1—2 кг н. д. 7, 8 и 10 и, наконец, по 4—5 трубок н. д. 15, 17 и 19.

Размеры трубок можно также обозначать по внутреннему диаметру. Различают «газоотводные трубки» с внутренним диаметром 3, 4, 5, 6, 7, 8 мм и толщиной стенок 1,5—3 мм, трубки для стеклодувных работ с внутренним диаметром 1—100 мм и толщиной стенок от 0,5 до 1,5 мм. Однако для школы удобнее обозначение по наружному диаметру, почему нами и даны такие обозначения.

Следует иметь в виду, что трубки одного и того же размера никогда не бывают абсолютно одинакового диаметра и не имеют вполне одинаковой толщины стенок. Они всегда несколько различаются между собой, так как вытягиваются ручным способом, без каких-либо форм. Даже концы одной и той же трубки редко бывают вполне одинаковы. Впрочем, у хороших трубок эта разница бывает едва заметна. Трубки, неравномерность толщины которых бросается в глаза, которые в сечении не круглы, или у которых наружная и внутренняя поверхности не концентричны (кривобокие трубки), трубки тонкостенные, легко раздавливающиеся, применять не следует. Точно так же следует браковать такие трубки, стекло которых не вполне прозрачно, имеет пузыри, продольные тонкие полосы (каналы), узлы непроплавленной массы и т. п. Наконец, для работы *не годятся* трубки, которые легко трескаются при осторожном нагревании или которые при размягчении в пламени горелки скоро делаются матовыми, непрозрачными. Последнее явление может зависеть от состава стекла, и у хорошего легкоплавкого стекла наблюдается только после очень продолжительного нагревания. Это так называемое *растеклование* объясняют тем, что стекло начинает переходить из аморфного состояния в кристаллическое. Кроме того, может делаться матовым при нагревании и особенно при сгибании и растягивании стекло, долго лежавшее, особенно же бывшее в употреблении, что объясняется выветриванием поверхности стекла. Таким образом, при очень продолжительном хранении трубки могут портиться. Поэтому не следует делать слишком больших запасов трубок и закупать их на много лет вперед¹.

Выписывать трубки лучше всегда одного и того же завода и одного и того же сорта и состава, так как спаивать стекло разного состава почти невозможно. Стеклодувы стараются брать для работы

¹ Подробнее см. С. Ф. Веселовский, Стеклодувное дело, изд. АН СССР, М., 1952.

стекло даже одной и той же плавки (партии), так как даже небольшая разница в составе стекла уже сказывается при спаивании трубок между собой.

Тугоплавкие трубки калийного стекла достаточно иметь н. д. 10—12 и 15—16 по 2—3 штуки.

Тугоплавкие трубки следует поместить отдельно от легкоплавких или чем-нибудь пометить, хотя опытный глаз всегда различает их по цвету. Если посмотреть на разрез трубки, держа ее против света, вертикально или немного наклонив к себе, то тугоплавкая трубка отливает в разрезе немного синеватым или зеленоватым оттенком и кажется светлее, чем легкоплавкая, которая обыкновенно имеет разрез темно-зеленый.

Для синтеза воды по Дюма (см. т. II) удобны тугоплавкие трубки с оттянутым и отогнутым концом. Таких трубок следует заказать несколько штук.

Очистку трубок смотри на странице 181.

Стеклянные палочки нужны бывают обыкновенно не очень толстые — 3, 4 и 5 мм диаметром. Будет вполне достаточно $\frac{1}{2}$ —1 кг палочек.

Для хранения трубок и палочек лучше всего пользоваться полками, на которых трубки лежат горизонтально (стр. 94). Можно хранить трубки и в стойках (стр. 95) или просто ставить их в угол, отгородив часть угла прибитой к полу дощечкой, чтобы трубки не разъезжались.

При хранении трубок в вертикальном положении их следует сверху прикрывать бумагой для предохранения внутренней поверхности от пыли.

2. РАЗРЕЗАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК, СЕКЛЯНОК И БАНОК

Для разрезания стеклянных трубок не очень большого диаметра (до 1 см) пользуются или особым ножом для резки трубок, или же хорошо закаленным *напильником*. Ножи можно получать в магазинах лабораторных принадлежностей, напильники же — в посудохозяйственных магазинах или магазинах «Стройматериалы». Нужно только брать лучший сорт напильников, употребляемых для стали и самых твердых металлов. Насечка должна быть не крупная (так называемые *личные напильники*).

В любительской практике обыкновенно пользуются трехгранными напильниками, опытные же химики и профессиональные стеклодувы предпочитают *плоский напильник*, который они от времени до времени точат на бруске, стачивая узкий бок напильника. При усиленной работе точат несколько раз в день. Вследствие постепенного стачивания обнажаются все свежие и свежие насечки напильника, и он всегда бывает острый. Полученным пилообраз-

ным краем и режут трубки, держа напильник наискосок, как показано на рисунках 178 и 179, где *т* — трубка, а *Н* — напильник в разрезе.

В стеклодувных мастерских один из рабочих иногда целый день только и делает, что режет трубки, причем некоторые стеклодувы находят описанный способ резки наиболее удобным.

Чтобы иметь напильник для резки стекла всегда под руками, очень удобно обломать конец с острием (рис. 180), завернув напильник в тиски, отбить конец молотком и заточить на бруске острые края излома. Такой напильник можно держать в кармане.

Если в лаборатории уже имеются трехгранные напильники, то их также можно точить, стачивая при этом *только одну* сторону каждого ребра, а другую оставляя с насечкой, как показано на рисунке 181, где пунктиром обозначен первоначальный разрез

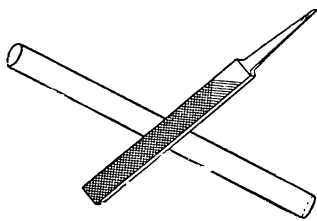


Рис. 178. Надпиливание стеклянной трубки.

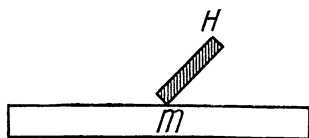


Рис. 179. Надпиливание стеклянной трубки (напильник в разрезе).



Рис. 180. Обламывание конца напильника.

напильника, но такое стачивание требует много времени. Поэтому лучше завести плоские напильники.

При резке трубки напильником трубку держат в руках или кладут на стол и проводят напильником несколько раз взад и вперед, не нажимая слишком сильно. Более толстую трубку (№ 8—10) при этом немного поворачивают около оси, чтобы образовался надрез в несколько миллиметров длиной. Длина надреза должна быть равна примерно $\frac{1}{6}$ окружности данной трубки. Для тонких же трубок достаточно провести напильником в одном месте.



Рис. 181. Стачивание трехгранного напильника.

Сделав надрез, трубку ломают, причем большие пальцы обеих рук упираются в трубку со стороны противоположной надрезу, как показано на рисунке 182. Ломая, стараются в то же время как бы разорвать трубку. Если этого не делать, то, когда трубка разломится, можно невольно сблизить руки и порезать их острыми краями стекла.

Если надрез сделан правильно, трубка должна ломаться *при очень небольшом усилии*. Если трубка не ломается, значит надрез неправильный. Надрез нет надобности делать очень длинным или

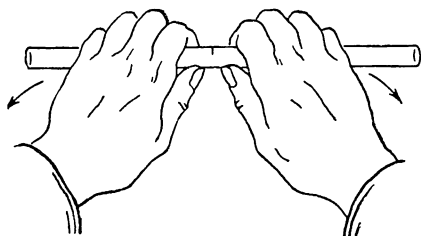


Рис. 182. Разламывание тонкой стеклянной трубки.

очень глубоким, но в то же время недостаточно и одной поверхностной царапины, хотя бы и очень широкой. После небольшого навыка легко понять из опыта, что такое правильный надрез.

Опытные стеклодувы пользуются при разламывании трубок иным приемом, чем описано выше. Они не упирают пальцы в трубку против надреза и трубку бы разрывают. Трубку держат

не столько ломают, сколько как плотно всеми пальцами обеих рук на расстоянии нескольких сантиметров от надреза, надрезом от себя. Кисти рук должны находиться близко к телу (рис. 183). Трубку «разрывают» резким движением обеих рук.

Таким способом удастся хорошо «разрывать» трубки с н. д. до 10—15 мм, причем место надреза предварительно слегка согревается дыханием (достаточно одного выдоха).

Такой способ ломания трубок требует некоторого навыка, приобрести который будет очень полезно.

Некоторые при резании более толстых трубок делают два надреза — один против другого, что облегчает разламывание трубки.

Рекомендуют также, прежде чем ломать толстую трубку, быстро смочить только что сделанный надрез холодной водой и затем сейчас же ломать трубку.

Все приемы согревания или охлаждения стекла перед разламыванием основаны на сравнительно большом коэффициенте расширения стекла при плохой теплопроводности. При изменении температуры создаются неравномерные натяжения в стекле, способствующие более легкому его растрескиванию в месте надреза.

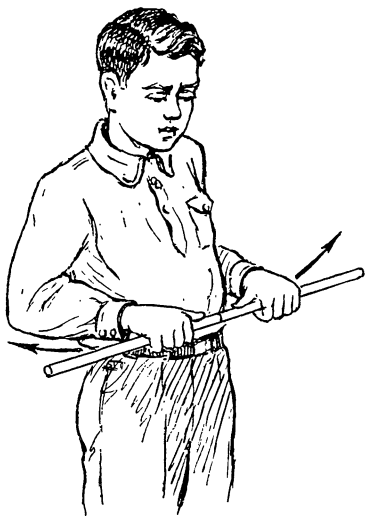


Рис. 183. Разламывание толстой стеклянной трубки.

Способ разрезания трубок ножом зависит от того, как последний заточен. Если нож заточен под углом около 60° на грубом бруске и, следовательно, имеет негладкое, зазубренное лезвие, то ножом режут так же, как и напильником, — проводя им по стеклу несколько раз в ту и другую сторону. Трубку при этом обыкновенно держат в левой руке и прижимают к ножу большим пальцем правой руки, держа нож остальными пальцами. Трубку двигают пальцем по острию ножа и в то же время слегка поворачивают левой рукой. Нож должен быть острый, и его нужно точить довольно часто. Всего быстрее и лучше точить нож при помощи карборундового бруска (см. ниже), смоченного водой.

Если нож очень круто заточен на оселке и имеет гладкое лезвие, то им не двигают и не пилят по поверхности трубки, а, прижав

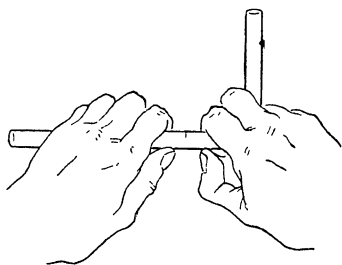


Рис. 184. Разламывание изогнутой стеклянной трубки, правильное.

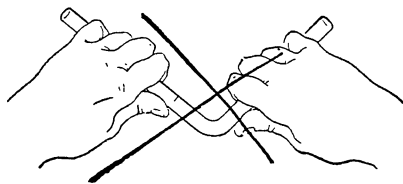


Рис. 185. Разламывание изогнутой стеклянной трубки, неправильное.

трубку большим пальцем, катают ее по лезвию ножа. Хорошо закаленные ножи при этом долго не тупятся и режут очень хорошо¹. Величина и характер надреза, сделанного ножом, должны быть такие же, как и при резании напильником.

Разламывают трубку, надрезанную ножом, так же, как сказано выше.

Если приходится обрезать *изогнутую трубку* недалеко от изгиба, то надрез лучше сделать *с вогнутой стороны*, при ломании же непременно поместить большие пальцы рук против надреза (рис. 184). В противном случае (рис. 185) легко сломать трубку в месте изгиба и поранить руки.

При резании стеклянных трубок посредством ножа или напильника следует иметь в виду, что отрезаемый конец не должен быть слишком коротким. Конец короче 5 см трудно бывает отломить даже у тонкой трубки и при хорошем надрезе. Это не следует забывать при сгибании трубок, если после сгибания придется укорачивать согнутый конец.

¹ Ножи и напильники иногда «не задаются» и плохо режут (плохая сталь, неправильная закалка). Тогда их лучше заменить другими.

В случае, если необходимо бывает *отрезать от нетолстой трубки короткий конец*, то можно поступить следующим образом: к сделанному на трубке ножом или напильником надрезу (лучше по всей окружности) приложить размягченный на горелке оттянутый кончик тонкой стеклянной палочки. Если при этом трещина не пойдет сразу, то нужно отнять палочку и сильно подуть на нагретое место. Но такой способ требует навыка.

Для разрезания толстых трубок диаметром более 1 см приходится прибегать к другим приемам. Наиболее простой и при некотором навыке верный способ разрезания трубок до $2\frac{1}{2}$ —3 см



Рис. 186. Разламывание толстой стеклянной трубки с дутьем.

диаметром состоит в следующем. На трубке делается острым напильником хороший надрез, как и при резке тонких трубок. Затем трубка вносится в острое пламя паяльной горелки или спиртовой лампочки, снабженной приспособлением, описанным на страницах 131—133. При быстром вращении трубки в одну сторону трубка прогревается по всей окружности, по линии, проходящей через надрез. Время, необходимое для достаточного прогрева трубки, зависит от ее диаметра и толщины стенок и определяется практикой. После того как трубка прогрелась, ее быстро подносят ко рту и с возможно большей силой дуют в разрез, разстигая в то же время трубку обеими руками в стороны, как бы стараясь ее разорвать. При этом не следует делать никакого усилия для ломания трубки, как при резке тонких трубок. Если трубка хо-

рошо прогрета и если дуть достаточно энергично, трубка разрывается легко, разрез получается совершенно ровный и перпендикулярный к оси трубки.

Еще лучше, если дуть на разрез трубки не просто ртом, а через суженную на конце трубку (рис. 186). Суженную на конце трубку можно укрепить на штативе в удобном положении и присоединить к ней на каучуке вторую трубку, которую держать во рту, чтобы можно было дуть в нее тотчас же, как только разрезаемая трубка будет поднесена к концу трубки для дутья. Разрезаемую трубку следует при этом вращать около ее оси. Дуть можно и не ртом, а паяльным мехом.

Ясно, что для успеха работы необходимо, чтобы стекло было хорошо прогрето на возможно ограниченном пространстве. Поэтому самое важное — научиться достаточно прогревать трубку. Слишком долгое нагревание на недостаточно остром пламени невыгодно тем, что тепло успеваеет распространяться на большое про-

странство и не получается необходимой резкой разницы в температурах. При этом хотя трубка и разрывается, но разрез получается неровный.

Если трубка сразу не разрывается, то, прежде чем повторять нагревание, нужно дать стеклу вполне остыть.

При обрезании *короткого конца*, когда нельзя трубку растягивать, следует сделать надрез побольше, длиной в несколько миллиметров, и дуть в надрез как можно энергичнее, держа трубку вертикально. При этом от надреза в обе стороны получаются трещины, которые иногда идут кругом до встречи, так что обрезок трубки сваливается, как будто сдувается. Если этого не происходит и концы трещин немного не сходятся, обрезок трубки нужно с силой потянуть кверху, и тогда он легко отделяется. Таким способом можно отрезать совсем небольшой кусок трубки, длиной в 1 см и даже немного меньше.

Описанным способом резки трубок обыкновенно пользуются профессиональные стеклодувы. Способ настолько прост и удобен, что стоит немного попрактиковаться, чтобы научиться им пользоваться.

Острым пламенем можно пользоваться не только для резки трубок, но и для *перерезания бутылок и склянок*. Для того чтобы бутылку удобно было вращать, не сдвигая в стороны, и чтобы пламя все время было направлено на линию предполагаемого разреза, нами выработана подставка, изображенная на рисунке 187. Бутылка кладется на жестяной лоточек, укрепленный на двух досках с вырезами, и упирается дном в вертикальную доску. Жестяной лоточек имеет то преимущество перед деревянным, что на нем бутылка легко скользит при вращении. На бутылке помечают черту по всей окружности карандашом для стекла, кусочком мыла или чернилами, держа карандаш и т. п. в твердо установленной руке и вращая бутылку. Затем проводят напильником небольшую черту, а в ответственных случаях по всей окружности.

Обыкновенно бутылка после нескольких оборотов растрескивается сама собой по линии нагрева. При очень толстостенных бутылках полезно после некоторого нагревания подуть через трубочку (стр. 188), капнуть водой или провести по нагретому месту мокрой кисточкой. В случае неудачи, прежде чем повторить нагревание, необходимо дать стеклу вполне остыть.

Для резки бутылок нет необходимости в паяльном столе. Можно резать при помощи спиртовой или керосиновой лампочки

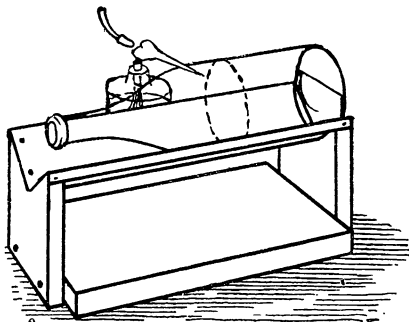


Рис. 187. Резка бутылки на подставке.

и обыкновенной паяльной трубки (рис. 187), вдвывая воздухом.

Для разрезания толстых трубок более одного сантиметра диаметром можно воспользоваться еще следующим приемом: на конце довольно толстой ($1\frac{1}{2}$ —3 мм и более, в зависимости от толщины трубки) медной (из красной меди) проволоки выгибают дужку в $\frac{1}{2}$ круга того же диаметра, что и трубка. Укрепив противоположный конец проволоки в муфте штатива, нагревают дужку на хорошей горелке возможно сильно; если дужка велика, то на горелку следует надеть насадку для плоского пламени (рис. 188), еще лучше — нагревать на паяльной горелке. Когда дужка накалится до ярко-красного каления, быстро отставить горелку и, положив трубку надрезом на дужку, вертеть ее обеими руками плавно около оси, стараясь не сдвигать в стороны. Трубка в скором времени трескается очень ровно. Если этого не произойдет после нескольких поворотов, трубку следует вынуть из дужки и сильно подуть на нагретое место или провести мокрой кисточкой. Дужка должна возможно плотно прилегать к трубке. Самое лучшее, если иметь достаточный запас таких дужек разного диаметра. Впрочем,

дужка из красной меди гнется очень легко. Поэтому она имеет большое преимущество против железной, которой обыкновенно пользуются. Описанный способ разрезания трубок очень удобен и почти всегда дает прекрасные результаты. Он пригоден даже для очень широких, не слишком толстостенных трубок, ламповых стекол, небольших склянок и т. п.

За неимением медной проволоки можно разрезать более или менее толстые трубки при помощи размягченной стеклянной палочки. Сделав на трубке надрез, лучше по всей окружности, следует укрепить трубку в зажиме штатива. Затем размягнуть середину куска стеклянной палочки в 3—4 мм толщиной и около 15 см длиной на паяльной горелке, стараясь нагревать палочку на возможно большем пространстве и все время поворачивая ее, чтобы она не прогибалась. Когда палочка вполне размягчится, обогнуть ее вокруг разрезаемой трубки, немного при этом растягивая (рис. 189). Если трещина сразу не появится, то и в этом случае можно помочь, если сильно подуть или провести мокрой кисточкой.

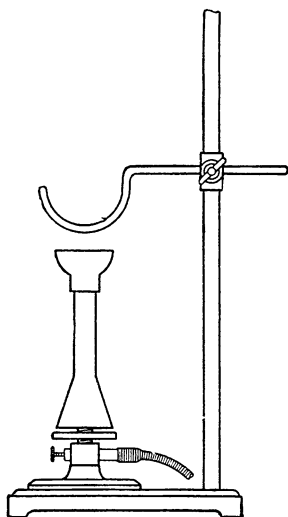


Рис. 188. Приспособление для резки стеклянных трубок нагретой проволокой.



Рис. 189. Резка толстой трубки расплавленной стеклянной палочкой.

Для разрезания трубок можно, наконец, воспользоваться нихромовой проволокой, накаливаемой *посредством электрического тока*.

Можно взять часть спирали для электроплитки, которая не была в употреблении, так как перегоревшая спираль становится ломкой и ее трудно выпрямить.

Кусок проволоки следует взять длиннее окружности разрезаемых трубок, склянок и бутылок и обвить одним витком по линии разреза. В том месте, где концы проволоки сходятся, надо проложить кусочек асбеста или слюды во избежание короткого замыкания. Для изоляции проволоки в конце витка можно также использовать кусочки фарфоровой трубки, употребляемые обычно внутри электронагревательных приборов.

Скрепляется виток посредством надвигаемой на изоляцию толсто-стенной резиновой трубки.

Для регулирования степени накала проволоки в цепь необходимо включить движковый реостат.

В ответственных случаях для разрезания толстых, толстостенных трубок и склянок прибегают к следующей предосторожности: сделав круговой надрез, трубку по обе стороны надреза оборачивают двумя полосами сложеной в несколько слоев фильтровальной бумаги, которую привязывают веревочками, а затем смачивают водой. После этого узкую полоску стекла (2—3 мм) между привязанными кусками бумаги нагревают при постоянном вращении на небольшом остром пламени, пока не появится трещина (рис. 190). Таким способом удастся хорошо разрезать самые толстостенные трубки.

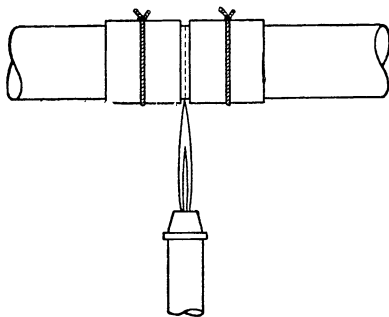


Рис. 190. Резка толстой стеклянной трубки на паяльной горелке.

Для разрезания нетолстостенных трубок *очень большого диаметра*, а также пробирок, колб, стаканов, склянок и т. п. очень удобно пользоваться *углями для резки стекла* (угли Берцелиуса), которые иногда можно достать готовыми в магазинах лабораторных принадлежностей (приготовление — см. ниже, стр. 193). Угли эти представляют собой палочки толщиной в карандаш, сформованные из смеси угольного порошка со смолистыми и клеящими веществами. Если конец угля накалить в пламени горелки и затем раздуть, уголь тлеет сколько угодно времени, пока весь не израсходуется.

Для того чтобы «резать» при помощи такого угля стекло, необходимо, чтобы в этом стекле была предварительно сделана *небольшая трещина*. Накаленный конец угля прикладывается к стеклу немного (на 4—5 мм) впереди конца этой трещины. Стекло, расши-

ряясь от нагревания, растрескивается в нагретом месте дальше. Затем стекло снова прогревают угольком впереди конца трещины, и трещина идет постепенно за угольком все дальше и дальше (рис. 191). Уголек держат как карандаш, опирая мизинец о разрезаемое стекло. Уголек должен прикасаться к стеклу не только концом, но, по возможности, всей нагретой частью, а ось его должна совпадать с направлением, которое желательно придать трещине. Уголек все время *раздувают* и немного *поворачивают* около оси, чтобы он прикасался к стеклу всегда самым горячим местом. При этом угольком можно немного двигать взад и вперед в желательном направлении. При небольшом навыке можно придать трещине *любое направление*, даже перпендикулярное первоначальному, и можно добиться того, что разрез будет выходить совсем ровным.

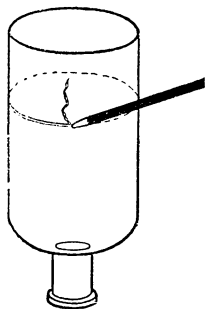


Рис. 191. Резка
склянки углем
Берцелиуса.

Под конец, когда трещина обведена уже почти кругом, она *перестает* подвигаться вперед, и последние несколько миллиметров намеченной линии разрезать уже не удастся. Поэтому почти отрезанные части в конце концов приходится отделять просто *разламыванием*, вернее *разрыванием*: почти отрезанные части с силой дергают в разные стороны.

Получить первую трещину при помощи того же уголька удается только на тонкостенном стекле. Для этого делают в надлежащем месте возможно глубокий надрез ножом для резки стекла или напильником и, приложив к надрезу накаленный конец угля, слегка дуют на уголек, поворачивая его при этом около оси. Если трещина не появляется, отнимают уголек и сильно дуют на накаленное место или прикасаются мокрым пальцем. В случае неудачи эту операцию повторяют, но сначала необходимо, конечно, дождаться, чтобы стекло вполне остыло.

Первая трещина далеко не всегда бывает правильная. Часто получается несколько расходящихся в разные стороны трещин. Поэтому лучше начинать резать, немного отступя от того места, где желательно провести разрез, и если необходимо сохранить в целости обе части разрезаемого предмета, то этим способом лучше не пользоваться. Если одна из отрезаемых частей не нужна и первую трещину можно сделать, отступя от предполагаемой линии разреза, то для этого пользуются обыкновенно не угольком, а возможно сильно накаленным и размягченным в пламени паяльной горелки концом тонкой стеклянной палочки или трубки, которую прижимают к сделанному надрезу. Если трещина не появилась сразу, то на горячее место сильно дуют или смачивают его несколькими каплями воды (обыкновенно слегка касаются мокрым пальцем). В последнем случае нет даже особой надобности в надрезе. Осо-

бенно легко появляется трещина на краю стекла или в тех местах, где есть утолщение, изгиб и т. п.

«Ведя» полученную трещину, лучше всего держать разрезаемый предмет против света, несколько поворачивая его так, чтобы все время хорошо была видна плоскость трещины, так как эта плоскость всегда несколько изменяет свое положение относительно образующей цилиндра. Смотри же на трещину по направлению ее плоскости, можно ее не заметить. Уголек не следует сильно прижимать к стеклу, так как он легко ломается.

Прежде чем начать резать, уголек накаливают на горелке и затем дуют на него, пока конец не сделается коническим.

Линию, по которой желательно разрезать стекло, лучше всего предварительно наметить при помощи карандаша для писания по стеклу, кусочка мыла, чернил и т. п.

Если обрезается склянка, банка, колба, вообще такой предмет, который можно поставить, и если разрез проводится параллельно дну, то удобнее всего наметить линию разреза таким образом: рука с карандашом и т. п. помещается на книге, коробке и вообще подставке соответственной вышины, обрезаемый же предмет ставится на стол и поворачивается другой рукой перед карандашом и т. п., пока не получится полный круг.

При помощи уголька легко, просто и быстро разрезается тонкостенное стекло, толстостенное же иногда плохо прогревается, и трещина подвигается вперед медленно. Поэтому, если желательно разрезать, например, склянку, то не следует резать очень близко ко дну, около которого стекло всегда бывает значительно *толще*, чем в средней части склянки.

Для резки сравнительно толстого стекла лучше брать и угольки толще, чем обыкновенные продажные угли, которые делают в толщину карандаша.

Чтобы *потушить уголек*, достаточно опустить его тлеющим концом в неширокую пробирку — уголек сам скоро гаснет. Закупоривать пробирку нет надобности. Иногда пользуются для той же цели сухим песком, насыпанным в стакан или жестянку.

При помощи угольков можно сделать из лопнувшей колбы воронку для насыпания порошков, чашку или часовое стекло, срезая бок колбы, и т. п.

Вместо угля для резки стекла иногда пользуются накаленным концом стеклянной палочки, при помощи которой и ведут трещину.

Приготовление углей Берцелиуса крайне просто. Связующим веществом служит главным образом камень *трагант*. Две части траганта в порошке (*tragantha pulvis*) обливают в ступке 6—7 частями горячей воды, и полученная масса перемешивается пестиком.

Туда же прибавляется одна часть канифоли (лучше взять в порошке), растворенной в возможно малом количестве спирта, и снова тщательно перемешивается. Затем присыпается постепенно угольный порошок, который можно взять готовый (*carbo ligni pulvis subtilis*) или приготовить, и все время перемешивается, пока не получится густое тесто. Под конец лучше всего разминать образовавшийся комок, взяв его прямо в руки,

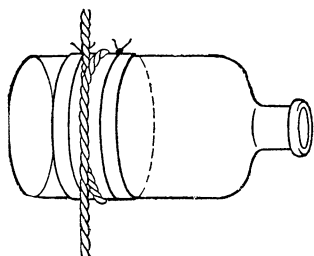


Рис. 192. Резка толстостенной склянки бечевкой.

которые потом легко отмываются водой. Из полученного теста руками *накатывают палочки* толщиной в карандаш и потолще и сантиметров 15 длиной. Можно катать палочки при помощи двух дощечек, посыпанных угольным порошком. Полученные палочки оставляются на воздухе, пока они вполне не высохнут.

Кроме указанных веществ, иногда прибавляют 1—2 части селитры. По старинным рецептам, прибавляют еще

гуммиарабик и пахучую смолу *styrax calamitus*, но последнюю трудно достать, да и без нее угли режут вполне хорошо.

Довольно хорошо и ровно можно разрезать склянки и банки по способу, обыкновенно практикуемому любителями, а именно *посредством веревочки*.

Сначала на стекле делается надрез, лучше по всей окружности. По обе стороны надреза наматывается и привязывается плотная бумага так, чтобы между ними остался узкий промежуток, по ширине нетолстой плотной бечевки. Один конец бечевки привязывают к крючку, вбитому в стену, к ручке двери и т. п., другим же концом себя обвязывают вокруг пояса. Обернув бечевку один раз вокруг бутылки (рис. 192) и довольно сильно натянув ее (рис. 193), бутылку начинают быстро двигать взад и вперед. Стекло от трения нагревается, и бутылка в конце концов трескается по надрезу. Если стекло сразу не трескается, то нагретое место бутылки поливают водой.

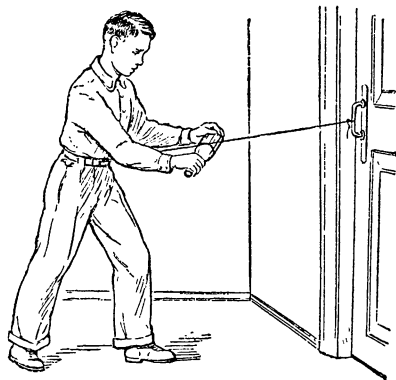


Рис. 193. Резка толстостенной склянки бечевкой (общий вид).

Бумага привязывается для того, чтобы бечевка не съезжала с намеченного места. Можно обойтись и без бумаги.

3. ВЫРАВНИВАНИЕ И ОПЛАВЛЕНИЕ ОСТРЫХ КРАЕВ СТЕКЛА. ПРИТТИРАНИЕ СТЕКЛА

Отрезанную стеклянную трубку или обрезанный сосуд *никогда не пускают в дело, не сгладив предварительно острого режущего края стекла*. Этим краем легко порезать руки, испортить пробку или каучук, который надевается на трубку, и т. д.

Для того чтобы закруглить край *трубки*, обыкновенно ее оплавляют в пламени горелки. Трубку все время вращают около ее оси и держат в пламени до тех пор, пока край стекла не размягчится и не закруглится благодаря поверхностному натяжению размягченного стекла. При этом не следует нагревать слишком долго, так как отверстие трубки может стянуться и даже совсем закрыться. Вносить сразу в пламя можно только тонкие трубки, толстые же необходимо предварительно прогреть над пламенем (см. ниже). Оплавление — это самый лучший способ сглаживания острого края стекла, но этот способ применим главным образом к стеклянным трубкам небольшого диаметра. Обрезанные же склянки, колбы и т. п. при этом легко лопаются, да и трудно равномерно оплавить стекло на большом протяжении. *Для выравнивания краев обрезанных сосудов и трубок большого диаметра* (например, лампового стекла и т. п.) *пользуются обыкновенно мелким напильником*. Для того чтобы напильник лучше брал стекло и не так скоро тупился, его полезно смачивать водой, керосином, а лучше всего — раствором камфары в скипидаре. С этим раствором напильник обрабатывает стекло несравненно легче, чем смоченный водой или керосином, а тем более ничем не смоченный. Стекло не так легко дает трещины и пилится почти как металл¹. Раствор камфары (camphora) в скипидаре (oleum terebenthinae gallicum rectificatum) делается 10-процентный. Скипидар берется самый свежий. Рекомендуют брать свежеперегнанный, температура кипения не выше 156°C.

Вместо обыкновенных напильников для обработки стекла можно пользоваться *наждачными алундовыми* (искусственная кристаллическая Al_2O_3), а еще лучше *карборундовыми* (SiC) брусками. Карборундовые бруски, круги в большом ходу в лабораториях, так как они очень тверды, быстро работают и служат очень долго².

Карборундовые бруски следует оберегать от загрязнения жир-

¹ Пользуясь раствором камфары в скипидаре, при помощи конца обыкновенного напильника (трехгранного или круглого) легко даже сделать в стекле отверстие. Можно вертеть напильник прямо рукой. Неголстую пластинку можно просверлить в несколько минут. Чтобы напильник лучше брал стекло, хорошо, если кончик напильника свежееобломанный.

² Удобнее всего трехгранные бруски длиной 15—20 см, причем лучше всего иметь их несколько, с разной крупностью зерна (сыпь). Самые подходящие номера 100, 150 и 200.

ными и клейкими веществами. Также следует остерегаться ронять их на пол, так как они легко бьются.

Карборундовым бруском можно пилить сухим, но лучше смазывать его *водой* (но не маслом, скипидаром или керосином).

При *опиливании* стекла карборундовым бруском или напильником *не следует сильно нажимать*. Направлять напильник лучше не по радиусу сечения трубки, а по касательной. Вообще нужно

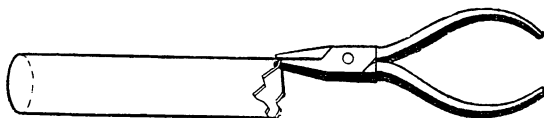


Рис. 194. Обламывание краев стекла плоскогубцами.

работать осторожно, не спеша, особенно если стекло тонкое, которое при неосторожном обращении легко трескается.

Опиливание стекла идет вообще довольно медленно. Поэтому если край стекла имеет крупные зазубрины, то можно предварительно обломать их при помощи небольших плоскогубцев (рис. 194) с узкими губками или, лучше, при помощи железной пластинки с пропиленными на конце небольшими углублениями разной ширины для разной толщины стекла (рис. 195).

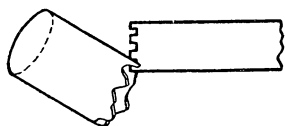


Рис. 195. Обламывание краев стекла пластинкой с вырезами.

Обламывать нужно крайне осторожно, захватывая каждый раз как можно меньше стекла, не больше чем $1-1\frac{1}{2}$ мм. В противном случае стекло легко даст трещину.

При небольшом навыке, однако, можно работать довольно быстро и смело, не боясь испортить работу.

После обламывания необходимо край еще выровнять напильником.

При спешной работе, когда нет времени дожидаться, пока оплавленная трубка остынет, можно и у тонких трубок сглаживать край при помощи карборундового бруска или мелкого напильника, но край, конечно, получается менее гладкий, чем оплавленный.

Вместо карборундовых брусков для той же цели пользуются иногда *карборундовой бумагой*.

Для выравнивания краев стекла можно пользоваться также бруском из песчаника или *круглым точилом*, на котором точат столярные инструменты. Наконец, для обработки стекла весьма полезны *карборундовые, алундовые или наждачные круги*, которые укрепляются на станке с шестерней и ручным приводом. Можно

также монтировать их на самодельном станке, устроенном по типу школьной центробежной машины.

Все описанные способы выравнивания и сглаживания краев стекла, за исключением оплавления, *применимы и к плоским стеклам*. Между прочим, при помощи плоскогубцев (с узкими губками) или круглогубцев можно не только выравнивать край стекла, но и делать в нем вырезы, как, например, вырезы для газоотводной трубки в пластинках, которыми прикрывают сосуды для собирания газов вытеснением воздуха (рис. 196).

Притирание стекла — пластинок, пробок, кранов и т. п. — при ручной работе требует довольно много времени, и притиранием приходится заниматься только в исключительных случаях, когда нельзя отдать работу стеклодуву.

Для притирания стекла пользуются обыкновенно *наждаком*, сначала крупным, а затем более мелким¹, но гораздо скорее идет дело, если наждак заменить карборундовым порошком.

Если у какого-нибудь дорогого прибора разбита притертая пробка (или кран) и есть близко подходящая к нему старая пробка, то ее можно попробовать притереть. Пробку смачивают водой, скипидаром или, лучше, раствором камфары в скипидаре. Затем, обмакнув ее в более крупный порошок, помещают в отверстие и начинают с очень слабым нажимом вращать в ту и другую сторону, причем после каждого поворота пробку немного вынимают из отверстия, чтобы по притираемой поверхности распространился порошок. Время от времени берут свежий порошок. Когда пробка будет уже притерта настолько, что при покачивании в стороны почти не будет шевелиться в отверстии, — можно взять более мелкий порошок, с которым и окончить притирание².

Описанным способом легко можно *исправить* недостаточно хорошо притертую пробку.

Для того чтобы притереть пластинку к отверстию склянки, газового цилиндра и т. п., нужно прежде всего сгладить — сделать плоским — верхний рант склянки. Это можно сделать сначала при помощи напильника или, лучше, карборундового бруска, а затем при помощи карборундового или наждачного порошка. Порошок насыпают на довольно большой (15—20 см в поперечнике) кусок хорошего ровного зеркального стекла (лучше на строганую чугунную доску) и смачивают раствором камфары в скипидаре или водой. Затем склянка ставится горлом вниз и шлифуется плавными круго-

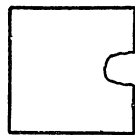


Рис. 196.
Стеклянная пластинка с вырезом для трубки.

¹ Рекомендуют употреблять № 70, 93 и 100.

² Если желательно иметь особенно хорошую притертую поверхность, то под конец вместо наждака иногда пользуются так называемым *крокусом* (му-мья, калькотар), представляющим собой безводную окись железа.

выми движениями, но не по одному месту, а так, чтобы круги пересекались между собой (рис. 197).

Край горла должен плотно прилегать к стеклу, и бутылка не должна качаться. Удобнее всего держать ее за горло как можно ниже. Время от времени ее необходимо приподнимать, чтобы порошок попал на шлиф.

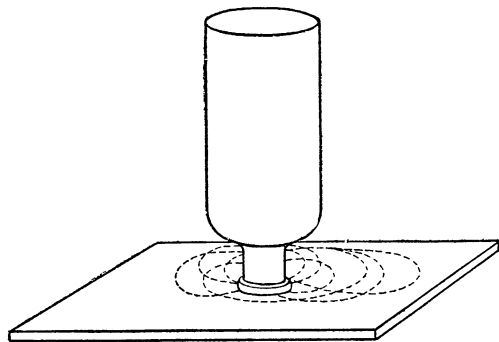


Рис. 197. Притирание горла склянки.

Получив плоскость на ранту склянки, к ней затем притирают пластинку. К пластинке предварительно приклеивают менделеевской замазкой или сургучом пробку, чтобы удобнее было держать; рант склянки посыпают наждаком и т. п., смачивают раствором камфары в скипидаре и, приложив пластинку, начинают без сильного нажима притирать ее к склянке, как было описано выше. Пластинку нет надобности брать круглую — она может быть и квадратная или многоугольная.

Впрочем, если купить пластинку из матового стекла, то для наших целей нет особенной необходимости в притирании пластинки. Достаточно, если край склянки сделать плоским.

Шлифовать край склянки можно также на обыкновенном точильном камне и вместо наждака или карборунда пользоваться мелким кварцевым песком.

4. ПРИЕМЫ НАГРЕВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ СТЕКЛА

При обработке стеклянных трубок в пламени горелки трубки должны быть прежде всего совершенно сухи и чисты. Затем как нагревание, так и охлаждение стекла следует производить постепенно, так как при резкой перемене температуры стекло легко трескается.

Только самые тонкие стеклянные трубки можно сразу вносить в жаркую часть пламени, более же толстые необходимо сначала подержать некоторое время над пламенем или в верхней части пламени. При работах с паяльной горелкой стекло держат сначала над коптящим пламенем горелки, затем вносят в самое пламя и уже только тогда, когда стекло здесь вполне прогреется, начинают вдвигать в горелку воздух.

При прогревании трубки над пламенем и все время, пока трубка находится в пламени, ее следует поворачивать около собственной оси, чтобы стекло прогревалось возможно равномерно со всех сторон. Вращать следует в одном направлении.

Вследствие плохой теплопроводности стекла трубку можно держать довольно близко к нагреваемому месту (на расстоянии 6—7 см), не опасаясь обжечь руки.

По окончании нагревания все более или менее сложные стеклодувные работы, особенно такие, где есть утолщения стекла, спай и т. п., никогда нельзя сразу вынимать из жаркого пламени. Их, не переставая вращать, сначала держат некоторое время в менее жарком коптящем пламени горелки, под конец — в самой верхней его части, чтобы стекло покрылось копотью, которая также отчасти предохраняет его от слишком быстрого охлаждения, и затем — над пламенем. Такое постепенное охлаждение стекла называется *отжиганием* или *«отпусанием»*.

Все более или менее сложные стеклодувные изделия отжигают в муфельных печах (в лаборатории можно пользоваться электрической муфельной печью). Муфель должен быть нагрет до температуры немного ниже температуры размягчения стекла, после чего муфелю вместе с отжигаемыми приборами дают медленно остывать в течение 5—12 часов.

При отжиге в стекле не сохраняются вредные натяжения, происходящие в результате упругого последействия и возникающие вследствие плохой теплопроводности стекла. Прибор после отжига делается значительно более прочным и устойчивым по отношению к изменениям температуры. Плохо отожженные приборы иногда трескаются «сами собой» при хранении.

Оконченную, но не остывшую еще работу никогда не следует класть таким образом, чтобы она прикасалась к чему-нибудь холодному, особенно к металлу. Небольшие предметы кладут на стол, подкладывая что-нибудь под один конец, чтобы нагретое место находилось на весу. Более сложные изделия помещают на особые подставки или укрепляют в зажиме штатива. Если не соблюдать этой предосторожности, то вследствие слишком быстрого охлаждения стекло легко может треснуть.

5. СГИБАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК

Для сгибания стеклянных трубок необходимо иметь одно из указанных выше приспособлений, дающих *плоское пламя*. Трубки сгибаются вполне хорошо только в том случае, если они нагреты на достаточно большом пространстве. При этом нет надобности в очень сильном нагревании до плавления стекла, как при стеклодувных работах. Наоборот, при сгибании даже *важно не перегреть трубку*. Поэтому, между прочим, прежде предпочитали сгибать трубки в

так называемом пламени «бабочка» газовой горелки, имеющей «каменный» наконечник с плоским отверстием (рис. 198), так как это пламя имеет более низкую температуру, чем пламя бунзеновской горелки с насадкой для плоского пламени (рис. 199).

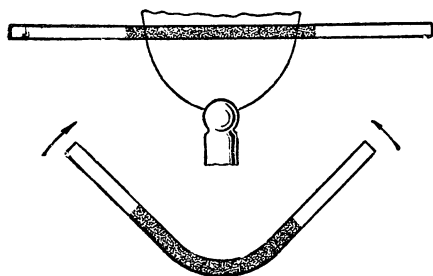


Рис. 198. Сгибание трубки на горелке «бабочка».

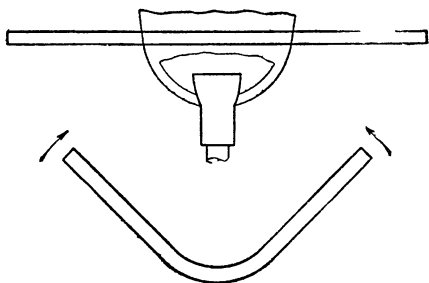


Рис. 199. Сгибание трубки на горелке с насадкой для плоского пламени

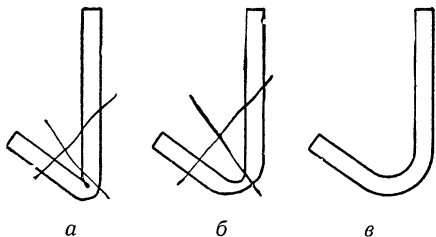


Рис. 200. Правильно и неправильно согнутые трубки.

Как только трубка размягчится настолько, что *начинает гнуться сама*, без всякого усилия работающего, ее *вынимают из пламени* и сгибают плавным, не слишком быстрым движением, поднимая концы вверх (рис. 198 и 199).

При работе со спиртовой лампой приходится трубку сгибать в пламени, предоставляя ей выгибаться в силу своей тяжести и

При сгибании в светящемся пламени трубки покрываются копотью (рис. 198), которую потом легко стереть.

Но при самом небольшом навыке можно с успехом сгибать трубки и в несветящемся пламени газовой горелки, причем работа идет скорее.

Если сгибать трубку не на плоском пламени и нагревать ее на небольшом пространстве, то сгиб получается угловатый, в месте сгиба трубка суживается, на ней появляются складки и утолщения. На рисунке 200, в изображена правильно согнутая трубка, а на рисунках 200, а и 200, б — две неправильно согнутые. Неправильно согнутая трубка потом легко трескается и ломается в месте изгиба и для опытов не годится.

Неправильный сгиб можно получить и при работе с плоским пламенем, если не соблюдать нижеследующих указаний.

При нагревании трубку держат обеими руками так, чтобы она находилась в верхней части пламени (рис. 198 и 199), и все время вращают в одном направлении.

только под конец вынимая из пламени, чтобы закончить сгибание. Сгибать нужно на лампе с плоским фитилем (см. стр. 125).

За неимением лампы с плоским фитилем можно сгибать нетолстые трубки и на обыкновенной спиртовой лампочке, но тогда нужно вытянуть фитиль подлиннее (на $1\frac{1}{2}$ —2 см) и расправить его в виде веера, чтобы пламя получилось плоское и возможно широкое (рис. 201). Для того чтобы при сгибании трубки на спиртовой лампочке получить плавный изгиб, можно сгибать трубку в несколько приемов, каждый раз нагревая трубку дальше и дальше от места первого сгиба.

Работая со спиртовой лампой, не следует забывать, что фитиль ее все время остается холодным и до него нельзя дотрагиваться раскаленным стеклом: оно лопнет.

Трубку очень небольшого диаметра, меньше 6—7 мм, можно хорошо согнуть, и не вращая в пламени, если только пламя достаточно велико и хорошо охватывает трубку по всей окружности. Если на трубке делается уже второй или третий изгиб, то и более толстую трубку приходится сгибать без вращения. В таком случае ее можно время от времени вынимать из пламени и сейчас же вносить в пламя другой стороной. При этом, однако, ту сторону, которая должна быть вогнутой, не следует нагревать сильнее выпуклой, но лучше — наоборот.



Рис. 201. Фитиль спиртовки, расправленный веером.

Придав трубке надлежащий изгиб, ее некоторое время держат в руках, пока стекло не затвердеет, стараясь при этом, чтобы не нарушился изгиб, чтобы трубка не скручивалась и оба колена ее лежали в одной плоскости. Выпрямляя изгиб, следует помнить, что застывающее стекло очень хрупко, и сгибать или разгибать трубку можно, только пока стекло мягкое и гнется без особого усилия. Исправить неправильный изгиб при вторичном нагревании не всегда удастся. Поэтому следует придавать трубке сразу такой изгиб, какой нужен.

При небольшом навыке работающий по сопротивлению стекла ясно чувствует, можно ли его еще сгибать или уже нельзя. Самое лучшее — попрактиковаться на ненужных обрезках трубок, сгибая их до тех пор, пока стекло не сломается, чтобы затем при ответственной работе действовать более уверенно.

Если сгибание производилось на светящемся пламени газа, то насевшую на трубке копоть следует стирать тогда, когда трубка вполне охладится.

При составлении приборов часто нужно бывает придать трубке несколько совершенно определенных перегибов под разными углами и в определенном расстоянии друг от друга. Для облегчения этой работы очень удобно пользоваться *проволочными шаблонами*. Прежде чем отрезать и сгибать трубку, выгибают сначала кусок

мягкой (алюминиевой, отожженной железной или медной) проволоки совершенно так, как должна быть изогнута трубка. Вполне подогнав проволоку по размерам данного прибора, по ней уже отрезают (с запасом, если придется сгибать на конце) и выгибают стеклянную трубку.

Сгибание стеклянных трубок большого диаметра (более 1 см) гораздо труднее, чем сравнительно тонких, так как толстая трубка при сгибании вышеуказанным способом в месте изгиба сплющивается, и изгиб получается неправильный¹. Суженное место можно исправить, если сильно нагреть стекло в большом пламени паяльной горелки и затем раздуть (см. ниже). Для нижеописанных опытов не встречается необходимости в сгибании особенно толстых трубок, почему на этом вопросе и не будем останавливаться.

6. ОБРАБОТКА СТЕКЛА НА ПАЯЛЬНОЙ ГОРЕЛКЕ

Вполне хорошо и чисто работать со стеклом на паяльной горелке и делать сложные работы можно только при большом навыке. Однако научиться, хотя бы и некрасиво, но удовлетворительно производить нижеописанные простейшие работы с нетолстыми трубками может всякий после сравнительно непродолжительных, но настойчивых упражнений.

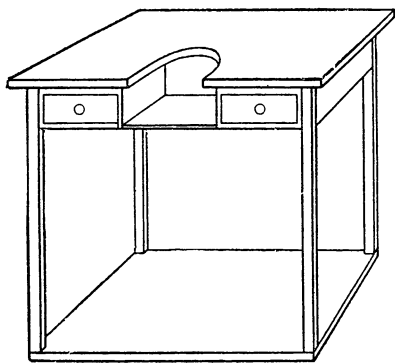


Рис. 202. Паяльный стол.

Для работ с паяльной горелкой, газовой или бензиновой, полезно иметь особый *паяльный стол*, как на рисунке 202, но можно воспользоваться более простым столом.

Поместить стол лучше всего не у окна, а в более темной части комнаты, так как яркий свет мешает хорошо видеть го-

лубоватое пламя паяльной горелки. Лучше всего, если работающий сидит спиной к свету.

Рядом со столом следует поставить корзину или ящик для битого стекла и различных стеклянных отбросов.

Если для паяльной горелки пользуются газом, то около стола нужно устроить два газовых крана: один — для паяльной горелки, другой — для горелки с плоским пламенем.

¹ На большой горелке Теклу с насадкой для плоского пламени, а также на горелках Бартеля можно хорошо сгибать трубки и несколько более 1 см диаметром.

Пламя паяльной горелки может быть различного характера. Пока в горелку не поступает воздух, она горит большим *светящимся* и даже слегка коптящим пламенем. Если уменьшить пламя и начать осторожно, слабой струей, вдуть в пламя воздух, оно удлинится, и получается длинное, острое, спокойное *несветящееся* пламя (рис. 203), имеющее более высокую температуру. Регулируя доступ газа и воздуха, можно получить острое пламя различной величины и более или менее жаркое.

Для получения маленького острого пламени необходимо, чтобы отверстие, через которое поступает в горелку воздух, было очень узкое. Для большого пламени и отверстие должно быть больше. В горелке Верховского (стр. 158), как уже сказано, наконечник для воздуха меняется очень быстро и просто, и потому с этой горелкой легко получить пламя различной величины и характера. Силу струи воздуха можно регулировать краном, при цилиндрической же системе мехов (стр. 159) регуляция достигается, кроме того, более или менее частым нажиманием на педаль.

Если в большое пламя газа сильно вдуть воздух через наконечник с широким отверстием и если, кроме того, удлинить (где имеется соответствующее приспособление) наружную трубку горелки, то вместо длинного, конического пламени получается пламя совершенно иной формы — расширяющееся на конце (рис. 204), сильно *шумящее* и имеющее очень высокую температуру. Регулируя горелку, можно получить такое пламя и небольшого размера.

И светящимся, и острым, и шумящим пламенем постоянно приходится пользоваться при стеклодувных работах. Чаще всего — шумящим.

Такие же градации пламени можно получить и с упрощенными паяльными лампами — *спиртовой* *керосиновой* и т. п., описанными выше.

При внесении стекла в пламя горелки, равно как и по окончании работы, необходимо строго соблюдать указанные выше (стр. 198) предосторожности, особенно же если нагреваемое место раньше уже подвергалось обработке на паяльной горелке.

При работе с паяльной горелкой трубку особенно необходимо все время равномерно вращать в одну сторону, чтобы стекло нагревалось как можно равномернее. При сгибании трубок и оплавлении



Рис. 203.
Пламя паяльной горелки острое.

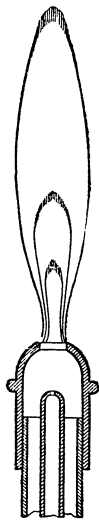


Рис. 204.
Пламя паяльной горелки шумящее.

концов их такое вращение не представляет никакой трудности, и всякий сумеет это сделать без особых разъяснений, так как в данном случае стекло размягчается лишь немного. При таких же работах, где стекло приходится нагревать очень сильно, до плавления, равномерное вращение стекла представляет уже некоторую трудность, особенно в том случае, когда трубка нагревается не на конце, а где-нибудь в середине. Необходимо, *чтобы оба конца трубки вращались не только равномерно, но и с одинаковой скоростью не перемещаясь один относительно другого*; в противном случае стекло в размягченном месте начинает скручиваться, гнуться, вытягиваться и т. д., а этого следует избегать. Каждая рука должна вращать стекло са-

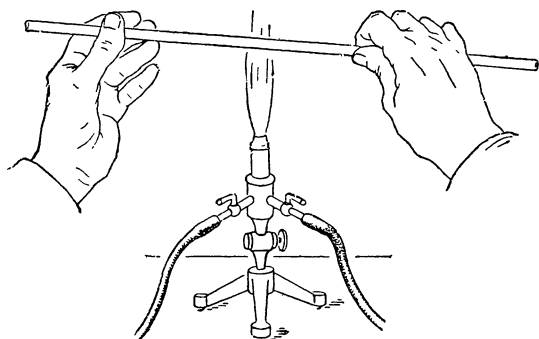


Рис. 205 Как держать трубку при работе со стеклом.

мостоятельно, но с одинаковой угловой скоростью. Умение равномерно вращать обе части трубки достигается путем упражнения.

При вращении трубки необходимо прежде всего держать ее таким образом, чтобы руки приходились приблизительно против центра тяжести каждой из частей трубки, находящихся по обе стороны от нагреваемого места. Это важно для того, чтобы концы трубки не перетягивали и трубка не перегибалась после того, как стекло размягчилось. Очень длинный конец трубки лучше всего поместить на какую-нибудь подставку.

Положение пальцев при вращении трубки может быть различное. Каждому лучше всего держать так, как ему удобнее. Локти должны опираться на стол. На рисунке 205 *правая рука* держит таким образом: мизинец пригибается к ладони так, чтобы между ним и ладонью оставалось отверстие, в которое и вкладывается конец трубки. Мизинец служит, таким образом, главной опорой для трубки; четвертый и третий пальцы также поддерживают трубку, большой же и указательный служат для вращения. *Левая рука* на рисунке 205 держит трубку снизу и вращает ее при помощи большого и указательного пальцев на концах остальных пальцев. Такое расположе-

ние удобно в том случае, если трубку приходится поворачивать концом ко рту для вдувания воздуха. Если же в этом нет надобности, проще держать трубку и правой и левой руками одинаково — сверху.

Вместо того чтобы опирать трубку на согнутый мизинец, как указано на рисунке 205, можно таким же образом подогнуть четвертый палец и просунуть трубку под него, обирая ее, кроме того, и на мизинец с тыльной стороны последнего.

Вращать следует возможно равномерно, достаточно делать один оборот в две секунды.

Следует иметь в виду, что стеклодувные работы удобно производить только с прямыми трубками. Поэтому, если трубка должна быть изогнута, ее следует изгибать уже после того, как сделаны все другие операции.

7. ОТТЯГИВАНИЕ КОНЦА ТРУБКИ

Для того чтобы получить у трубки суженный вытянутый конец, трубку нагревают при постоянном вращении, несколько отступя от конца (на 5—6 см), чтобы ее можно было держать по обе стороны от нагреваемого места. Когда трубка размягчится настолько, что начнет в нагретом месте постепенно суживаться, «стягиваться», ее

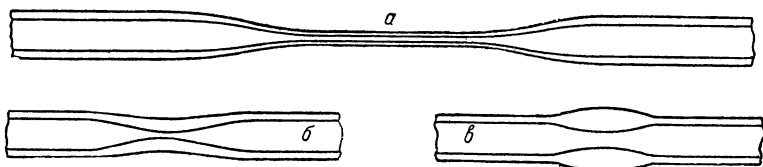


Рис. 206. Оттягивание стеклянной трубки.

вынимают из пламени и не спеша растягивают (рис. 206, а), не переставая вращать, чтобы нагретое место не провисало. Если трубку вращать неосторожно и неравномерно и если она была нагрета не со всех сторон одинаково, — оттянутая часть получается неправильная, кривобокая. Кроме того, если трубка была нагрета на небольшом пространстве, сильно и быстро растянута, — кончик получается очень тонкий, тонкостенный и непрочный.

Для того чтобы получить хороший, достаточно толстостенный кончик, следует нагревать трубку на более или менее значительном пространстве при помощи жаркого, шумящего пламени соответствующих размеров.

Кроме того, прежде чем растягивать трубку, необходимо довольно долго нагревать ее, пока размягченное стекло не начнет стягиваться и утолщаться в нагреваемом месте. Чем дольше держать трубку в огне, тем более толстостенный получается кончик (рис. 206, б). Чтобы трубка не стягивалась раньше времени, а в то же

время стенки ее утолщались, — ее следует во время нагревания слегка «осаживать», т. е. нажимать обе половины одну на другую. Тогда трубка получит утолщение, как на рисунке 206, в.

Чем на большем пространстве нагрета трубка, тем более острый конус получается при растягивании, и наоборот, для получения крутой перетяжки нужно нагревать трубку на остром пламени.

Вытягивать следует не слишком быстро и, прежде чем вытягивать, полезно дать стеклу чуть-чуть остыть.

Малоопытным стеклодувам можно рекомендовать при растягивании держать трубку не в горизонтальном, а в вертикальном положении. Тогда нет опасности, что стекло будет прогибаться, и нет надобности его вращать.

Когда трубка остынет, ее обрезают в соответствующем месте и оплавливают.

За неимением паяльной горелки газовой, спиртовой или керосиновой с приспособлением, описанным на страницах 152—153, возможно оттянуть трубку и на бунзеновской или на бартелевской горелке, хотя получить таким образом более или менее толстостенный кончик труднее.

На обыкновенной спиртовой лампочке можно оттягивать только очень тонкие трубочки. Кончик получается совсем тонкостенный. Тянуть приходится, не вынимая из пламени, при вращении.

8. РАСШИРЕНИЕ КОНЦА ТРУБКИ

В случае, если в трубку должна вставляться пробка, то обыкновенно не ограничиваются только оплавлением конца трубки, но и несколько расширяют оплавленный край. Для этой цели пользуются так называемыми *развертками*. Простейший из таких ин-

струментов — это конус или пирамида, выточенная при помощи ножа из куска плотного древесного угля (рис. 207). Лучше пользоваться для этой цели не древесным, а ретортным углем, из которого делают электроды для галь-



Рис. 207. Развертывание конца трубки углем.

ванических элементов. Для трубок небольшого диаметра можно воспользоваться углем от дуговой лампы. Вместо угля можно взять кусок плотного дерева и, выточив из него конус, обуглить его с поверхности. Наконец, можно сделать соответствующее приспособление из проволоки (рис. 208) или из жести (рис. 209). Последнее делается таким образом. Квадратный кусок тонкой жести или лучше латуни сгибается так, чтобы обе его диагонали составили четыре ребра изображенной на рисунке 209 пирамидальной

фигуры. Сложенная таким образом пластинка вставляется в сделанные в деревянной ручке крест-накрест пропилы.

Конец трубки размягчается в пламени горелки на более или менее незначительном пространстве, а затем при непрерывном и быстром

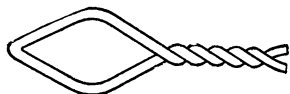


Рис. 208. Развертка проволочная.

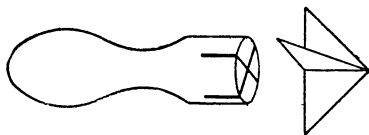


Рис. 209. Развертка жестяная.

вращении слегка прижимается к одному из вышеуказанных приспособлений.

При нагревании трубки не следует давать стеклу слишком сильно стягиваться, так как в таком случае при разворачивании конец трубки, вместо того чтобы раздаваться, может только смяться.

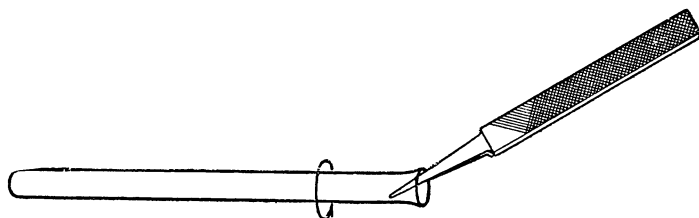


Рис. 210. Развертывание конца трубки напильником.

Тонкие трубки можно разворачивать просто при помощи заднего конца напильника (гвоздя, крюка), держа его наискосок по отношению к нагреваемой трубке и быстро вращая последнюю (рис. 210).

9. ЗАПАИВАНИЕ КОНЦА ТРУБКИ

Для того чтобы запаять конец трубки, приготовить небольшую пробирочку и т. п., нужно прежде всего оттянуть конец трубки, как описано на странице 205. Нагревать следует на небольшом пространстве и оттягивать быстро, чтобы получилась возможно более крутая перетяжка (рис. 211, а). Затем, держа одной рукой трубку, а другой — оттянутый кончик, направляют острое пламя на оттянутую часть трубки, как показано на рисунке. Не переставая вращать и не вынимая трубки из пламени, быстро оттягивают кончик и «отплавляют» стеклянную нить возможно ближе к трубке. Трубка запаяна, но имеет на конце неправильное утолщение (рис. 211, б). Для того чтобы уничтожить это утолщение и сделать у трубки правильный полушарообразный конец, трубку продолжают нагре-

вать (вращать!) в шумящем пламени, и, когда конец трубки стянется (как на рис. 211, *в*), его расправляют, вдвывая в трубку воздух, пока не получится правильный округлый конец (рис. 211, *г*). Дуть следует весьма осторожно, лучше не легкими, а при помощи щек. Следует уловить наиболее подходящий для раздувания момент, когда стекло начинает уже немного остывать, но еще достаточно мягко и поддается при раздувании. Раздувая и переносая ко рту трубку, ее следует все время *поворачивать*, чтобы размягченная часть не отвисала.

Чтобы не обрезать себе губы, беря в рот конец трубки, следует приучиться сразу глубоко вставлять ее в рот. Острый край не должен касаться губ.

Если конец раздут неудачно, можно снова его нагреть, пока стекло не стянется. Не следует нагревать на очень большом пространстве, так как тогда конец будет раздуваться в виде шара.

Если запаянный конец не раздут, а оставит утолщенным, то он легко может лопнуть при остывании или через некоторое время. Если не удастся хорошо раздут конец, а трубка необходима, иногда можно рискнуть пустить в дело трубку и с утолщением в запаянной части, но в таком случае ее следует хо-

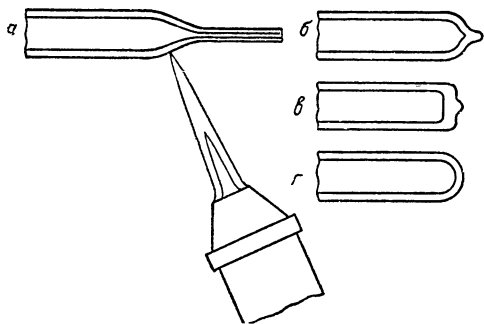


Рис. 211. Запаивание конца трубки.

рошо отжечь, т. е. держать некоторое время в светящемся пламени (стр. 203).

При запаивании трубок большого диаметра на конце после оттягивания обыкновенно остается довольно много стекла. Прежде чем раздувать трубку, избыток стекла нужно снять таким образом: отплавив оттянутый кончик, к остающейся на месте его капле стекла прикасаются слегка нагретым концом стеклянной палочки или трубки и, не переставая вращать запаиваемую трубку, быстро оттягивают каплю.

Эту операцию можно повторить несколько раз, отбивая предварительно от вспомогательной трубочки приставшее к ней стекло. Можно также удалить каплю и в один прием. Для этого расплавленное стекло наматывают (рис. 212) на вспомогательную трубочку и под конец быстро оттягивают. Быстро наматывая стекло на вспомогательную трубочку, запаиваемую трубку в то же время держат в пламени и слегка поворачивают около ее оси.

Таким образом, удается достигнуть того, что дно запаиваемой трубки получается совершенно тонкое, почти без капли на конце,

а это иногда очень важно, особенно если в запаянной трубке придется что-нибудь нагревать, как в пробирке.

Если желательно получить у запаянной трубки *плоское дно*, то, запаяв и раздув конец трубки, размягченное стекло прижимают к дощечке плотного и не смолистого дерева (например, березовой) или к плоской угольной пластинке. Плоское дно следует тщательно «отжечь».

Для того чтобы при оттягивании конца запаиваемой трубки *сберечь материал* и не тратить на оттягивание значительный кусок трубки, можно воспользоваться вспомогательной трубочкой. Для этого размягчают сначала конец запаиваемой трубки и затем, нагрев также кусок другой трубочки, прижимают ее к концу первой трубки. Полученный спай прочен, только пока трубка горяча, и сейчас же трескается, как только она охлаждается. Поэтому сейчас же начинают нагревать запаиваемую трубку около конца и, когда она размягчится, оттягивают.

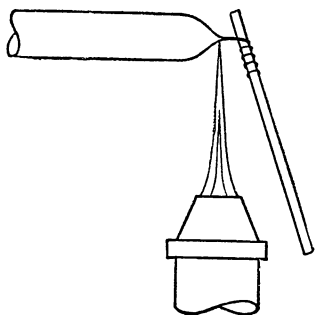


Рис. 212. Удаление избытка стекла.

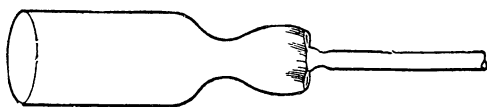


Рис. 213. Запаивание конца трубки с державкой.

Вспомогательная трубочка может быть и меньшего диаметра, чем запаиваемая трубка. В таком случае, размягчив конец запаиваемой трубки, его сплющивают при помощи ненагретой вспомогательной трубочки и затем уже, припаяв его к сближенным краям запаиваемой трубки, оттягивают последнюю (рис. 213). Оси обеих трубок должны совпадать хотя бы приблизительно.

С получающимися при оттягивании и запаивании трубок и других подобных работах тонкими стеклянными нитями нужно быть как можно осторожней, чтобы они не воткнулись как-нибудь в руку, а особенно не попали в глаза. Поэтому их сейчас же следует бросать в ящик для битого стекла.

Получающиеся *капиллярные трубочки* можно и утилизировать, а именно, разломав или разрезав ножницами на кусочки длиной в несколько сантиметров и запаяв с одного конца, их сохраняют и затем применяют в тех случаях, когда жидкость приходится кипятить в течение долгого времени, например при перегонке. Закрывающийся в брошенных в жидкость капиллярах воздух облегчает кипение.

10. ВЫДУВАНИЕ ШАРИКА

Сделать на конце или в середине трубки большой, правильный и достаточно толстостенный шар — задача сравнительно трудная, и для достижения ее придется много поработать. Однако для нижеописанных опытов в таких шарах нет особой необходимости, выдуть же небольшой шарик, не гонясь за особенной правильностью его, нетрудно. Лучше сначала *попробовать выдуть шарик на конце трубки*. Начинаящий может при этом пользоваться для вращения трубки обеими руками и, уже научившись раздувать, практиковаться во вращении одной рукой.

Прежде всего конец трубки оттягивается и запаивается так, как это было описано выше. Затем конец нагревается (вращать!) на более или менее большом пространстве. По мере размягчения стекло начинает стягиваться, утолщаться (рис. 214, а). Чем больше

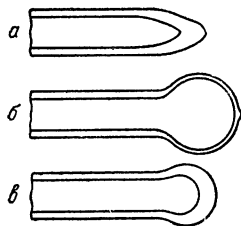


Рис. 214. Выдувание шарика на конце трубки.

стекла соберется на конце трубки, тем больший и более толстостенный шарик можно выдуть. Однако при этом нужно следить, чтобы стенки совсем не спаялись вместе, так как тогда выдуть правильный шарик уже не удастся. Когда на конце трубки соберется достаточное количество стекла, ее вынимают из пламени и, взяв противоположный конец в рот, вдывают в трубку воздух, продолжая ее вращать (не быстро), пока не получится шарик (рис. 214, б) желательной величины.

Вначале дуют очень осторожно при помощи щек, лучше специальными короткими толчками, а затем, когда стекло начнет застывать, — сильнее. Если сразу непрерывно дуть при помощи легких, то гораздо труднее соразмерить силу давления воздуха, и шарик получится слишком большой, неровный и настолько тонкостенный, что к нему нельзя прикоснуться: он сейчас же лопаётся. У начинающих шарик часто лопается еще во время раздувания, с громким звуком, как бы выстрелом, но после небольшого навыка легко уловить, с какой силой нужно вдуть воздух.

Если желательно *выдуть довольно большой шарик*, то, накопив на конце трубки некоторое количество стекла, его сначала слегка раздувают (рис. 214, в), чтобы стенки стекла не спадались. Затем продолжают нагревание, накапливая все больше и больше стекла и опять время от времени слегка раздувая. Наконец, когда стекла достаточно, раздувают уже окончательно.

Чтобы шарик получался не однобокий, нужно очень равномерно вращать трубку в пламени.

Правильность шарика зависит также и от вращения во время раздувания. При некотором навыке можно следить за тем, как раз-

дувается шарик, и исправлять неправильности, поворачивая его то в ту, то в другую сторону. Дело в том, что в нижней части шарика остывание стекла идет быстрее, так как она находится в непосредственном соприкосновении с холодным воздухом, в верхней же — немного медленнее, так как ее омывает стремящийся кверху, уже согревшийся а стекло воздух. Однако начинающему лучше сначала стараться вращать шарик равномерно и удовольствоваться не вполне правильной формой.

Из шарика нетрудно сделать так называемую *шариковую воронку*.

Для этого верхнюю часть шарика нагревают на небольшом, резком пламени, все время вращая, пока стекло не стянется в виде правильного кружка (рис. 215, а). Держать шарик в пламени нужно таким образом, чтобы он касался только бока пламени и чтобы граница между нагреваемой и ненагреваемой частями была возможно резкая.

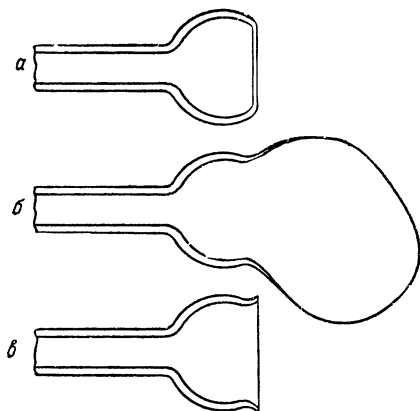


Рис. 215. Выдувание воронки.

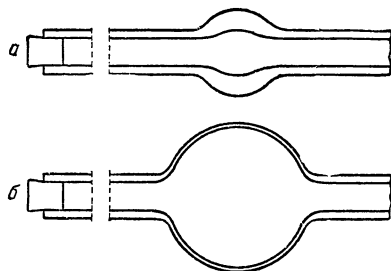


Рис. 216. Выдувание шарика в середине трубки.

Как только стекло вполне стянется, трубку быстро подносят ко рту и с силой вдвуют воздух. Получается большое, неправильное, очень тонкостенное вздутие (рис. 215, б), причем в большинстве случаев стекло само лопается. Осколки тонкого стекла легко отбить ножом или напильником. Зазубренный край нужно оплавить при быстром вращении, и воронка готова (рис. 215, в).

Выдуть шарик в середине трубки несколько труднее, чем в конце, так как прежде всего приходится вращать стекло в пламени горелки обеими руками и притом каждой самостоятельно (стр. 204).

Как и при выдувании шарика на конце трубки, в данном случае нужно прежде всего скопить в середине трубки некоторое количество стекла (рис. 216, а) и уже затем раздувать шарик (рис. 216, б). Один из концов трубки должен быть, конечно, предварительно запаян (его оттягивают и запаивают оттянутый кончик) или закрыт пробкой. Для этого очень удобны цилиндрики, остающиеся в про-

бочных сверлах. Наибольшая трудность при раздувании заключается в том, чтобы, перенося конец трубки ко рту, не сильно деформировать нагретую часть. Для этого приходится держать трубку, как указано на рисунке 205 (стр. 204), т. е. правой рукой сверху, а левой снизу, так как если держать обеими руками сверху, то повернуть конец трубки ко рту гораздо труднее. При перенесении конца трубки ко рту нагретая часть неизбежно немного деформируется, и оси обоих концов трубки перестают совпадать, но во время раздувания это необходимо исправить, не переставая в то же время поворачивать трубку.

Ввиду некоторой трудности описанного приема непрофессиональные стеклодувы иногда прибегают к такому *облегченному приему*: к открытому концу трубки присоединяют очень длинную (2—3 м) тоненькую каучуковую трубочку (наружный диаметр 2—3 мм). Если каучук не надевается на данную трубку, то его можно надеть на оттянутый кончик небольшого куска трубки соответствующего диаметра, который уже, и присоединить к раздуваемой трубке на более широком каучуке. Другой конец тоненькой каучуковой трубки берут в рот и через нее раздувают стекло, только вынимая его из пламени, но никуда не перенося. В таком случае можно держать трубку обеими руками сверху, что значительно легче. Если каучук достаточно длинен и тонок, он может выдерживать очень много перекручиваний, не мешая вращать трубку и вдвигать воздух.

Для того чтобы скопить в середине трубки больше стекла, можно, вращая трубку, слегка ее «осаживать», т. е. нажимать одну половину трубки на другую, от времени до времени вынимая из пламени и слегка раздувая (рис. 216,а), чтобы внутренние стенки стекла не слиплись.

Раздувают шарик на середине трубки так же, как и на конце, осторожно вдвывая воздух отдельными толчками.

11. ПРИСПАИВАНИЕ ОДНОЙ ТРУБКИ К ДРУГОЙ

Просто и легко спаивается только стекло *одинакового или близкого химического состава*. Спаять две трубки из стекла различного состава трудно, а иногда даже невозможно, так как благодаря различию в коэффициентах расширения спай легко потом трескается. Ввиду этого и рекомендуется выписывать стекло всегда одного и того же завода.

Но даже и в том случае, если стекло спаиваемых трубок одинакового состава, недостаточно только размягчить трубки и затем сложить их. Необходимо еще некоторое время держать спай в пламени, чтобы стекло обеих трубок хорошо проплавилось и, таким образом, хорошо перемешалось в месте спая. Если же стекла несколько различаются по составу, то спай будет достаточно прочен

только в том случае, если благодаря продолжительному нагреванию стекла обеих трубок хорошо смешаются. При этом, очевидно, должен получиться сплав по составу средний между составами стекла обеих трубок. Вследствие продолжительного нагревания места спая стекло все время утолщается, растягивается. Поэтому его необходимо время от времени раздувать и слегка растягивать. По окончании работы спай нужно особенно тщательно «отжигать», т. е. постепенно переносить в пламя с более низкой температурой (стр. 198), так как при быстром охлаждении даже очень хороший спай легко трескается.

Спаиваемые края должны быть совершенно чистые и ровные, не кривые и не зазубренные. Лучше всего, если трубки свежесрезанные. Если необходимо спаять старые трубки, которые нельзя обрезать, рассчитывать на успех можно только в том случае, если концы их были оплавлены.

Для того чтобы напрактиковаться в спаивании трубок, лучше всего разрезать какую-нибудь трубку на две части и попытаться их снова спаять.

Легче всего спаиваются трубки одинакового диаметра. Если трубки разного диаметра, то более толстую следует сначала оттянуть так, чтобы диаметр оттянутого конца был равен диаметру более тонкой трубки, стараясь при этом, чтобы и стенки имели ту же толщину (рис. 217).



Рис. 217. Спаивание трубок разного диаметра.

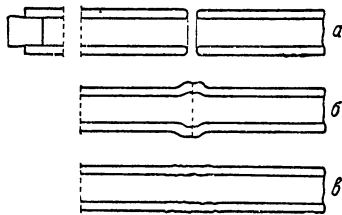


Рис. 218. Спаивание трубок разного диаметра.

Конечная часть одной из спаиваемых трубок (рис. 218, а) должен быть предварительно запаян или закрыт пробочкой (стр. 211).

Обе трубки одновременно вносят в небольшое пламя паяльной горелки и нагревают при непрерывном вращении до размягчения. Стараются, чтобы трубки были нагреты на возможно малом пространстве.

Ни в каком случае стекло не должно во время нагревания сильно растягиваться и утолщаться. Размягченные на концах трубки затем вынимают из пламени и, уже не вращая, складывают концами вместе (рис. 218, б) с возможно малым давлением, чтобы в месте, где они слипаются, не появлялось значительного утолщения, и при этом стараются, чтобы оси их возможно лучше совпадали. Трубки должны слипнуться по всей поверхности их краев. Если где-нибудь останется отверстие, то его потом уже трудно будет заплавить, не деформируя места спая (в крайнем случае можно слегка сгибать трубку в месте спая, пока она не слипнется по всей поверхности, или «заклеить» отверстие шариком расплавленного стекла,

полученным на конце тонкой стеклянной нити). Отверстие может остаться в том случае, если трубки обрезаны недостаточно ровно. Чтобы в месте соприкосновения трубок не получалось утолщения, полезно в тот момент, когда концы трубок слипнутся, слегка, очень осторожно потянуть их в стороны.

Когда концы трубок слиплись, сейчас же, не давая им остыть, уменьшают приток газа и направляют на место спая небольшое острое пламя, в котором (вращая) и нагревают место спая до размягчения. Чтобы трубка при этом не спадалась, ее время от времени вынимают из пламени (не переставая вращать) и слегка раздувают и растягивают. В последней операции и заключается главная трудность, как и при выдувании шарика на середине трубки. Для облегчения можно воспользоваться тем же приемом, который был указан при выдувании шарика (стр. 212), а именно — вдуть воздух через тонкий каучук.

Вместо того чтобы пользоваться каучуковой трубкой, можно поступить таким образом: спай нагревают на остром пламени не сразу по всей окружности, а частями и раздувают каждую часть отдельно. Тогда место спая, за исключением нагретого участка, остается достаточно твердым, и конец трубки легко можно подносить ко рту, не деформируя нагретой части. Вместе с тем несоприкасающаяся непосредственно с пламенем часть все-таки остается достаточно нагретой и не может лопнуть. Спай получается гораздо менее аккуратный, некрасивый, но достаточно прочный.

Если спай раздут слишком сильно, можно опять его нагреть, пока стекло не спадется. Иногда при этом полезно слегка растянуть спай.

Нагревать и раздувать место спая следует до тех пор, пока совершенно исчезнет резкая граница между спаянными стеклами. При этом раздувать и растягивать следует настолько, чтобы в месте спая не было значительного утолщения или утоньшения стекла (рис. 218, в).

Очень часто в лабораторной практике нужны бывают так называемые *тройники*, т. е. трубочки, к которым припаян боковой отрезок. Поэтому полезно уметь припаявать одну трубку к другой сбоку. Эта операция гораздо проще, чем кажется с первого взгляда, и если не гнаться за красотой, то, пожалуй, даже легче припаять одну трубку к другой сбоку, чем спаять их концами. Для приготовления тройника лучше всего обе трубочки отрезать от одного и того же куска трубки, чтобы иметь заведомо однородное стекло.

В одной из трубок прежде всего делают отверстие. Для этого сначала один конец ее запаивается или закрывается пробкой. Затем на то место, где должно быть сделано отверстие, направляют конец маленького, очень острого пламени горелки (рис. 219, а); трубку при этом не вращают. Когда стекло несколько размягчится, в трубку дуют осторожно воздух и получают небольшой бугорок

(рис. 219, б). Размягчив верхнюю часть бугорка, снова с силой вдвывают воздух. Получается большой тонкостенный пузырь (рис. 219, в), который с треском лопается. (Остерегаться, чтобы осколки не попали в глаза!) Счистив остающиеся осколки этого пузыря, получают в трубке правильное отверстие со слегка приподнятым краем (рис. 219, г). К этому краю и припаивают вышеописанным способом боковую трубочку (рис. 219, д), закрыв предварительно пробкой или запаяв ее конец. Размягчив в пламени горелки открытый конец трубочки, а также край сделанного отверстия, трубочку приклады-

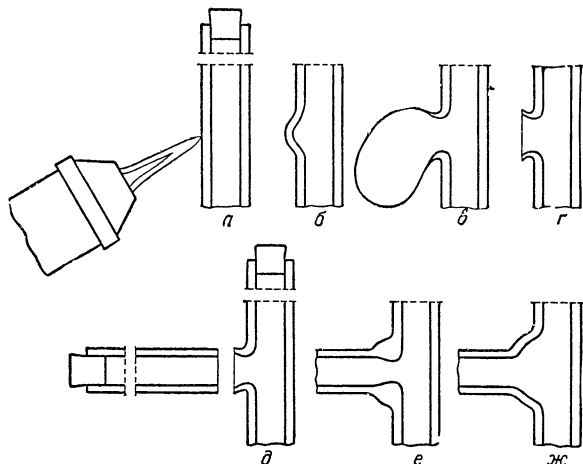


Рис. 219. Приготовление тройника с прямым углом.

вают к последнему (вне пламени). Когда стекло слипнется по всей поверхности, — несколько оттягивают трубочку назад, затем хорошо проплавливают место спая при помощи острого пламени, время от времени раздувая, чтобы не оставалось никаких неправильных утолщений стекла. В данном случае поневоле приходится это делать отдельными участками (см. выше), так как правильно вращать полученный тройник уже, конечно, нельзя. Рисунок 219, е изображает еще нераздутое стекло, рисунок 219, ж — раздутое. Указанным способом следует проплавить и раздуть спай по всей окружности, причем лучше, чтобы в месте спая было некрасивое вздутие, чем утолщение стекла. По окончании работы следует не забывать хорошо «отжечь» спай.

Иногда припаиваемую трубку сначала слегка расширяют на конце.

Трубочки не должны быть слишком коротки, чтобы их удобно было держать при работе. Если тройник нужен с короткими коленами, то концы можно обрезать потом.

Для приготовления тройников такого вида, как изображенный на рисунке 220, обыкновенно сначала выгибают трубку, а затем, сделав на выпуклой стороне ее отверстие, припаивают вторую трубочку (рис. 220, б), но можно выгнуть и приготовленный вышеуказанным способом прямой тройник. Лучше сделать это прежде, чем спай успеет остыть. Положение спаива в таком случае будет, как на рисунке 220, а.

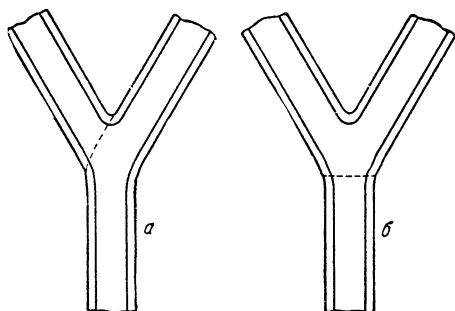


Рис. 220. Приготовление тройника с острым углом.

В заключение следует упомянуть, что тройники можно приобретать разных размеров готовыми по очень дешевой цене и над приготовлением их стоит трудиться только в том случае, если их нельзя достать.

В заключение следует упомянуть, что тройники можно приобретать разных размеров готовыми по очень дешевой цене и над приготовлением их стоит трудиться только в том случае, если их нельзя достать.

IV. КАУЧУКОВЫЕ ТРУБКИ

1. СОРТА И РАЗМЕРЫ ТРУБОК

Каучук содержится в млечном соке растений. В особенно значительном количестве содержат его некоторые тропические растения, из которых он и добывается коагуляцией сока. Большое место занимает сейчас производство синтетического каучука.

Эластичность сырого каучука невелика и непостоянна: по мере понижения температуры каучук становится более твердым, а при повышении — более мягким. Максимум эластичности лежит в очень узких пределах температуры, около 20°. Сырой каучук липок; при сжатии двух кусков они склеиваются между собой. При нагревании каучук сначала размягчается, затем расплавляется и при охлаждении уже вновь не твердеет. На морозе он становится очень твердым и даже ломким. Сырой каучук растворяется в сероуглероде, хлороформе, бензине, бензоле, эфире и других органических растворителях.

Для того чтобы получить из сырого каучука материал с постоянной эластичностью, нерастворимый и неклеякий, его подвергают *вулканизации*, т. е. обрабатывают серой или некоторыми ее соединениями. Сера вступает с каучуком во взаимодействие и дает всем известный вулканизированный каучук, или просто «каучук», «резину», а при большом содержании серы — твердый эбонит.

В зависимости от степени и способа вулканизации и от количества и качества примесей получается множество различных

сортов каучука, применяемого для самых разнообразных надобностей.

Посторонние примеси прибавляются к каучуку частью для того, чтобы придать ему те или иные свойства, частью для удешевления. Прибавка к каучуку малодейственных химических соединений дает каучук с большой химической устойчивостью; примесь смол и масел делает каучук более мягким, примесь красящих веществ придает каучуку тот или иной цвет и т. д.

В качестве минеральных примесей применяется окись цинка, мел, тальк, тяжелый шпат и др.

Выделяемые из каучука трубки бывают *различных сортов* и с различным количеством посторонних примесей. Сорты трубок различают обыкновенно по удельному весу — чем больше посторонних примесей, тем каучук тяжелее. Высшие сорта каучука плавают в воде, низшие — тонут. Лучшего качества каучуковые трубки иногда окрашиваются в красный цвет. Низшие сорта имеют обыкновенно серый цвет.

Трубки прессуются из каучуковой массы, продавливаемой через круглое отверстие в стальной матрице. В отверстии укрепляется стержень, обтекаемый каучуковой массой и получающей форму трубки. Вулканизируются трубки обыкновенно при помощи серы¹ и всегда содержат некоторый избыток последней.

Высшие сорта трубок (серые, темные в разрезе или красные), обыкновенно применяемые в лабораториях, готовятся из лучшего каучука и содержат мало посторонних примесей.

Трубки второго сорта (светло-серые и с поверхности и в разрезе) готовятся из худшего сорта каучука и содержат более или менее значительное количество посторонних примесей (окись цинка, мел, тальк, тяжелый шпат и т. п.). Благодаря этому они значительно менее эластичны, не так прочны, гораздо скорее ссыхаются, твердеют и трескаются.

Трубки второго сорта употребляются главным образом для газовых горелок, для холодильников и т. п. Для соединения же стеклянных трубок при опытах с газами следует предпочесть трубки высшего сорта, как более эластичные, легче надевающиеся на стеклянные трубки и могущие служить несколько лет (4—5 и более). Только для опытов с хлором лучше пользоваться трубками низших сортов, на которые хлор меньше действует, чем на трубки высших сортов.

Каучуковые трубки обыкновенно отпускаются на вес, причем цена не зависит от диаметра. Можно требовать и определенное число метров данного размера.

¹ Сера примешивается к каучуковой массе обыкновенно в виде порошка, реакция же происходит при нагревании перегретым паром.

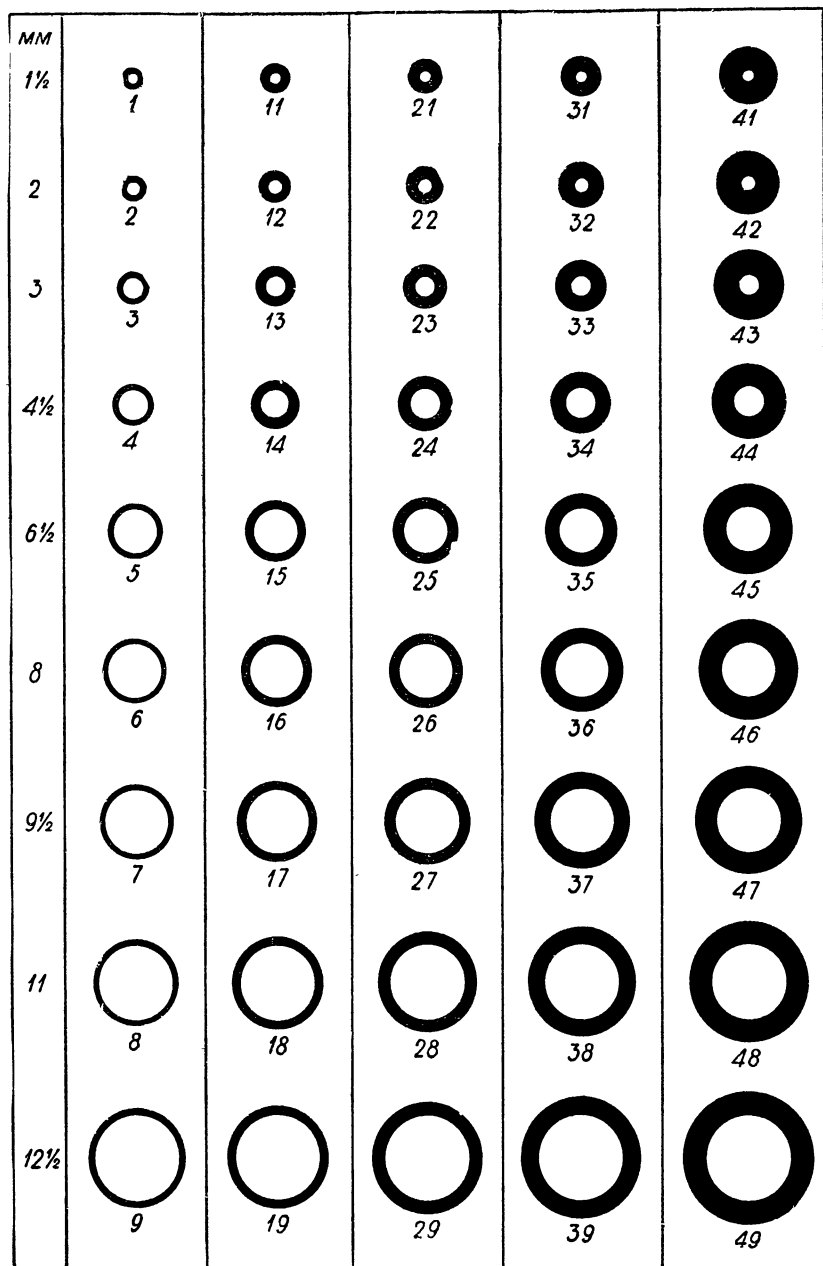


Рис. 221. Размеры каучуковых трубок.

Размеры трубок бывают самые разнообразные. На таблице (рис. 221) даны размеры трубок почти в натуральную величину, изготавливаемых Резинтрестом.

Ввиду такого разнообразия размеров выбор подходящих для школьной лаборатории трубок может быть для преподавателя затруднителен. Поэтому укажем наиболее употребительные. Трубок этих размеров следует выписать по нескольку (2—4 и более) метров. Размеры указаны в миллиметрах, причем цифра наверху обозначает внутренний диаметр, а цифра внизу — толщину стенок, цифра в скобках — номер на таблице.

1. Для газовых горелок, холодильников, прибора С.-К.-Девилья и т. п.: $\frac{8}{1,5}$ (26).

2. Для опытов с газами (соединение приборов и т. п.): $\frac{3}{1}$ (13), $\frac{4,5}{1}$ (14), $\frac{6,5}{1,5}$ (25).

Из них особенно нужен размер: $\frac{4,5}{1}$ (14).

3. Для разных случаев (соединение очень тонких и толстых трубок, присоединение приборов к водопроводу и т. п.) понемногу: $\frac{2}{0,75}$ (2), $\frac{9,5}{1,5}$ (27), $\frac{11}{2}$ (38).

4. Для разрезающего насоса толстостенных: $\frac{1,5}{3}$ (41) 1—2 м.

2. ОБРАЩЕНИЕ С КАУЧУКОВЫМИ ТРУБКАМИ

При *хранении* каучуковых трубок их следует помещать возможно более свободно, чтобы они не мялись и не перегибались. Кроме того, лучше хранить их в темноте, так как на свету они окисляются и портятся гораздо скорее. Не следует также помещать трубки в ящик из смолистого дерева (при окислении терпенов образуется некоторое количество озона, очень вредного для каучука). Лучше всего хранить трубки в металлическом сосуде с крышкой (например, большая кастрюля, оцинкованный бак для белья и т. п.) во влажной атмосфере, для чего в сосуд помещается банка с водой, или вода наливается прямо в сосуд, в котором выше уровня воды делается второе, дырчатое дно. Чтобы вода не загнивала, в нее кладется несколько кусков свинца.

Сосуд или коробку с трубками следует ставить в прохладном месте, подальше от печки или радиатора водяного отопления, но не на холоде.

Во всяком случае, если трубки хранятся не в специальном сосуде, то их следует хранить в темноте и в прохладном месте.

В некоторых лабораториях трубки на время летних каникул кладут в банку с водой, к которой прибавлено немного формалина, чтобы вода не загнивала.

Трубки иногда твердеют на холоде (в очень холодной комнате). Трубка затем остается твердой и в более теплом помещении. Затвердевшую или «застывшую» трубку легко сделать опять эластичной. Для этого достаточно слегка нагреть ее, держа высоко над горелкой или у топящейся печки. Трубку, затвердевшую вследствие окисления каучука, исправить уже нельзя.

Прежде чем употребить старую трубку для опытов с газами, полезно испробовать, не пропускает ли она газ, зажав один конец трубки и вдвывая через другой ртом воздух. В ответственных случаях полезно при этом погрузить трубку в воду и наблюдать, не проходят ли где-нибудь пузырьки воздуха. Иногда при некотором навыке достаточно бывает сильно растянуть трубку в подозрительных местах. Если в ней есть отверстия, их сейчас же можно заметить.

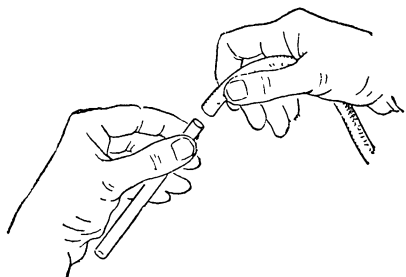


Рис. 222. Надевание каучука на стеклянную трубку.

Хорошая свежая трубка должна свободно растягиваться не менее чем втрое, не обрываясь и не давая на поверхности мелких трещин.

Беря для составления прибора новую трубку, следует предварительно продуть ее, чтобы удалить из нее порошок (обыкновенно — тальк), которым посыпается внутренняя поверхность трубки, чтобы она не спалилась. Старую трубку также полезно продуть, чтобы убедиться, что она ничем не закупорена и свободно пропускает газ. По окончании опыта, особенно если через каучук пропускался хлор или кислые пары, трубку необходимо хорошо промыть водой, затем раствором соды и, наконец, опять водой. Если трубки после хлора недостаточно хорошо промыты, то на внутренней поверхности их образуются мелкие трещины, и поверхность делается неровной. Если даже эти трещины и не пронизывают трубку насквозь, она все-таки может пропускать газы, так как будет недостаточно плотно прилегать к стеклянной трубке, на которую надета. В самом крайнем случае иногда можно бывает временно помочь делу, если смазать конец трубки глицерином, облепить воском или очень туго перевязать в нескольких местах.

При *надевании* каучука на стеклянную трубку следует взять каучук у самого конца, захватив его двумя пальцами, и надвигать на трубку не прямо, а несколько сбоку или снизу (рис. 222). Тогда каучук надвигается на трубку довольно легко. Хорошую свежую каучуковую трубку с нетолстыми стенками возможно надеть на стеклянную вдвое большего диаметра. При надевании следует слегка смочить кончик каучука или стеклянной трубки глицерином

или водой. Не следует смазывать каучук маслом или вазелином, так как последние впитываются каучуком, — он разбухает и становится менее эластичным.

Если нужно соединить между собой две стеклянные трубки, значительно различающиеся по диаметру, то между ними следует вставить соединительную стеклянную трубочку, оттянутую на одном конце, и уже ее соединить каучуками с той и другой трубкой (рис. 223). Такие соединительные трубочки следует всегда иметь в запасе.



Рис. 223. Соединение каучуком двух трубок разного диаметра.

Иногда каучуковую трубку полезно привязать к стеклянной, для чего обыкновенно пользуются изолированной медной проволокой, употребляемой для электрических звонков. Она менее режет каучук, чем обыкновенная. При этом поступают так: отрезав кусок проволоки, обворачивают его вокруг надетого на стеклянную трубку каучука один раз, затем, сильно натягивая проволоку, чтобы она прилегала к трубке, по всей окружности, скручивают ее концы сначала рукой, а затем плоско-

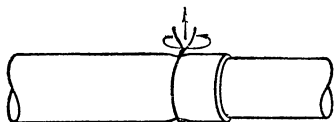


Рис. 224. Укрепление каучука на стеклянной трубке проволокой.

губцами, причем все время необходимо тянуть за концы по направлению от трубки (рис. 224). Если этого не делать или если обернуть проволоку вокруг трубки в несколько оборотов, то, благодаря тому, что проволока плохо скользит по резине, последняя не будет прижата, по всей вероятности, равномерно. Поэтому, в случае надобности, лучше перевязать трубку в нескольких местах отдельно, делая каждый раз один оборот.

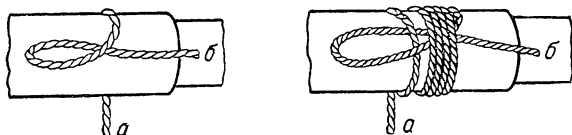


Рис. 225. Укрепление каучука на стеклянной трубке бечевкой.

Вместо изолированной проволоки можно брать и обыкновенную красной меди (обожженную) или алюминиевую проволоку не слишком тонкую.

Очень хорошо, даже, пожалуй, лучше, чем проволокой, можно перевязать каучук толстой ниткой или бечевкой. На рисунке 225 изображен очень удобный узел для закрепления концов бечевки. Бечевку обворачивают вокруг трубки несколько раз, сильно на-

тягивая. При этом ее наворачивают на сделанную предварительно петлю (рис. 225). Затем конец *a* (рис. 225) продевают в петлю и затягивают за конец *b*. Узел получается очень прочный.

Вместо привязывания каучука, когда не требуется особенной прочности, можно укрепить каучук на стеклянной трубке при помощи резинового колечка, отрезанного от другого каучука меньшего диаметра.



Рис. 226. Надевание на стеклянную трубку каучука с отвернутым концом.

Если каучуковая трубка *несколько широка* для данной стеклянной, а заменить ту или другую нечем, то иногда можно помочь делу таким образом: надев каучук на стеклянную трубку, конец его «засучивают» так, чтобы он

налегал сам на себя вторым слоем (изнанкой наверх). Тогда внутренний слой несколько сжимается наружным, и каучук сидит плотнее (рис. 226).

Если трубка должна выдерживать *давление снаружи*, не сплющиваясь, например при опытах, требующих разрежающего насоса, то трубка берется очень толстостенная с маленьким просветом (рис. 221, № 41 или 42).

Если, наоборот, трубка должна выдерживать сильное *давление изнутри*, не раздуваясь, например трубка, соединяющая водяной насос с водопроводным краном, то ее обвертывают плотной тесьмой, сшивая затем края последней. Еще лучше сшить трубку из холста и надеть ее на каучуковую трубку. Затем поверх холста каучук привязывается к соединяемым трубкам проволокой (рис. 227). Если привязать только каучуковую трубку, то она давлением воды будет растягиваться и ее может сбросить с крана. Вместо холста удобно пользоваться тонкой отожженной медной сеткой.

Во всяком случае, при соединении каучуком трубок, находящихся под напором, нужно, чтобы их концы касались друг друга внутри каучуковой трубки — следует соединять их «на стык».

Вместо холста или медной сетки можно пользоваться также липкой изоляционной *лентой*, которую употребляют электротехники для обвертывания мест соединения проводов. Достаточно только обвернуть трубку этой лентой так, чтобы лента налегалась край на край. Никакого сшивания при этом не требуется. По миновании надобности ленту легко снять с трубки. Нет необходимости, чтобы самая каучуковая трубка была особенно толстостенная. Обвернутая таким образом трубка прекрасно выдерживает значительное давление, например напор воды в городском водопроводе.

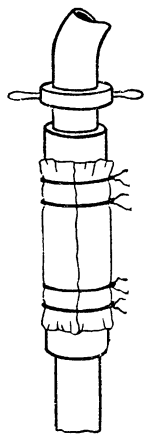


Рис. 227. Обвязывание каучука, соединяющего водяной насос с краном.

Если на каучуке был долгое время надет зажим (пружинный или винтовой, см. ниже), то трубка иногда слипается внутренней поверхностью и перестает пропускать газ. Чтобы расправить трубку, ее с сильным нажимом катают несколько раз между пальцами.

Каучуковыми трубками *нельзя пользоваться* для работы с такими веществами, которые разрушают каучук, от которых он разбухает или размягчается, как озон, сероуглерод, эфир, бензин, скипидар, смолистые вещества, масла и т. п.

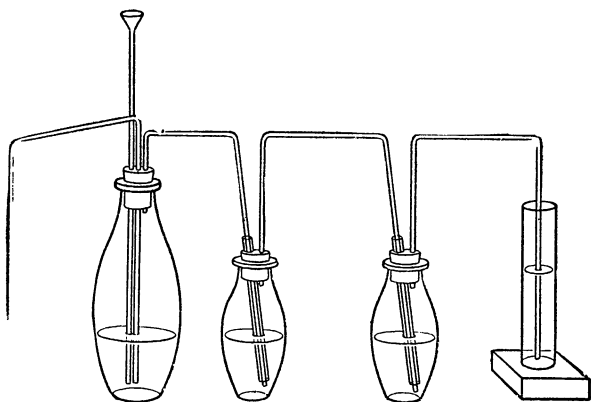


Рис. 228. Соединение сосудов без каучуков.

В заключение этой главы напомним, что еще не так давно химики совсем не знали современных каучуковых трубок и при устройстве весьма сложных приборов обходились без них. Современные трубки из вулканизированного каучука могли появиться только в сороковых годах, но были, вероятно, мало распространены, так как в руководствах шестидесятих годов и даже позднейших еще описывается способ приготовления трубки из сырого, невулканизированного каучука. Трубки эти были весьма несовершенные, короткие, и их должны были готовить из пластины сырого каучука по мере надобности сами экспериментаторы. Приготовление требовало большого умения и отнимало много времени. Поэтому химики и старались по возможности обходиться без каучука.

Многие из школьных опытов можно конструировать так, чтобы обойтись без каучука. Преподавателям, лишенным возможности быстро получить необходимые принадлежности, это всегда нужно иметь в виду. Например, можно соединить сосуды без каучука (рис. 228).

У. ПРОБКИ

1. КОРКОВЫЕ ПРОБКИ

Покупка и подготовка пробок

При химических опытах больше всего приходится иметь дело с обыкновенными корковыми пробками. Поэтому они должны быть всегда в запасе самых разнообразных размеров. Пробки желательно иметь высшего сорта, так называемые «отборные бархатные» пробки.

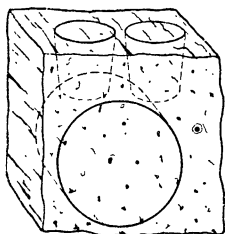


Рис. 229 Как вырезают пробки из пробковой коры.

Хорошая пробка должна иметь гладкую поверхность и не должна давать трещин при осторожном обминании (см. ниже). Небольшая ноздреватость есть почти в каждой корковой пробке. Она не вредит. Не вредят и мелкие поперечные углубления, которые встречаются в пробках. Но если ноздреватые участки пронизывают пробку в продольном направлении или если в пробке есть про-

дольные трещины, то такая пробка не может плотно закрывать сосуд.

Хорошие сорта бутылочных и аптечных пробок из пробковой коры таким образом, что ось пробки параллельна поверхности коры (рис. 229). Поэтому имеющиеся в коре поперечные (по отношению к стволу дерева — радиальные) поры, углубления и ноздреватые участки, пронизывающие пробку только в поперечном направлении (рис. 230), не мешают плотному закупориванию. У высшего сорта бутылочных и аптечных пробок (так называемые *бархатные* пробки) нижний конец бывает обыкновенно совершенно чистый, без всякой ноздреватости. Указанным выше способом можно вырезать, очевидно, только такие пробки, диаметр которых не больше толщины пробковой коры. Поэтому пробки очень большого диаметра (баночные) вырезают таким образом, что ось пробки перпендикулярна к поверхности коры (рис. 229). Такие пробки (как и низшие сорта других размеров) всегда имеют более или менее значительные продольные каналы (рис. 231). Ими



Рис. 230. Пробка химическая малого размера.



Рис. 231. Пробка плоская.

нельзя плотно закупорить сосуд, не прибегая к «заливанию» (см. ниже).

Аптечные пробки обыкновенно имеют правильную форму усеченного конуса, другие сорта бывают и цилиндрические.

Пробки отпускаются обыкновенно сотнями и тысячами, самые же большие — поштучно. При заказе следует указывать диаметр нижнего конца пробки.

Закупая пробки, следует брать не какой-нибудь один размер, подходящий к данному размеру посуды, а несколько близких размеров, чтобы всегда можно было подобрать пробку, вполне подходящую к данной колбе или пробирке. Нужно иметь в виду, что химическая посуда выделяется ручным способом и никогда не бывает вполне точно определенных размеров. В свою очередь и пробки также не бывают вполне точно одинаковых размеров и, кроме того, перед употреблением обязательно обминаются (см. ниже). Например, если выписаны пробки с диаметром нижнего конца 16 мм, то отдельные экземпляры могут отличаться от этого среднего размера на несколько миллиметров. Поэтому для пробирки в 15 мм диаметром следует выписать пробки с диаметром нижнего конца в 17, 16, 15 и 14 мм. Для толстостенных пробирок того же диаметра могут понадобиться пробки в 13 и 12 мм и т. д.

Обычные размеры аптечных пробок, в пределах 18—10 мм, различаются между собой на 1 мм. При выписке пробок нужно требовать, чтобы каждый сорт (в сорт обыкновенно входят 2—3 размера пробок) был завернут отдельно; в ящике для хранения пробок следует непременно сделать перегородки и держать каждый размер в особом отделении. Это очень облегчает и ускоряет работу.

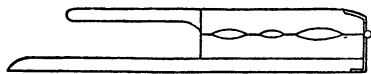


Рис. 232. Пробкомьялка
деревянная.

На пробках не следует экономить. Все опыты с газами могут хорошо удаваться *только при хороших пробках*.

Чтобы пробка хорошо «держала», следует *подобрать* такую пробку, которая, будучи обмята, плотно закрывала бы отверстие сосуда, входя в него не более чем до половины своей длины.

Из имеющегося запаса выбирают пробку немного большего диаметра, чем диаметр отверстия, в которое ее хотят вставить. Выбранную пробку надо осторожно обмять. Для этой цели применяют деревянные или чугунные пробкомьялки.

Деревянную *пробкомьялку* (рис. 232) может сделать любой столяр. Размеры пробкомьялки, изображенной на рисунке 232, около 30 см длиной и 5—6 см шириной. Пробкомьялка должна быть сделана из твердого дерева; верхняя и нижняя половины должны соединяться прочной железной шарнирной петлей, которую лучше всего загнуть, как показано на рисунке 233. Вырезы для пробок следует сделать разных размеров такого вида, как на рисунке 232 (не полуцилиндрические, как часто их делают).

На рисунке 233 приведен подробный чертеж небольшой пробкомьялки для учащихся.

На рисунке 234 изображена *упрощенная пробкомьялка* без удорожающей железной завески, которую приходится делать на заказ. Верхняя часть не скреплена с нижней, а только зацепляется за

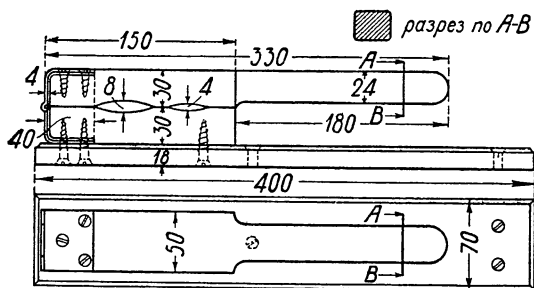


Рис. 233. Пробкомьялка деревянная ученическая (размеры).

деревянный крюк, укрепленный в нижней части, что не делает ее менее удобной в обращении. Чугунные пробкомьялки обыкновенно бывают небольшого размера и подходят, главным образом, для аптечных пробок. При обминании нужно несколько раз поворачивать пробку, чтобы она была обмята со всех сторон возможно равномерно. Пробка должна быть вставлена в пробкомьялку вся, а не только один конец, так как в последнем случае пробка получает трещины по окружности и может сломаться. Нажимать нужно сначала слабо, а потом постепенно все сильнее, однако не настолько, чтобы раздавить или сплющить пробку.

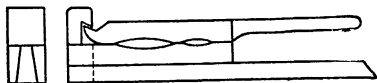


Рис. 234. Пробкомьялка без металлических частей.

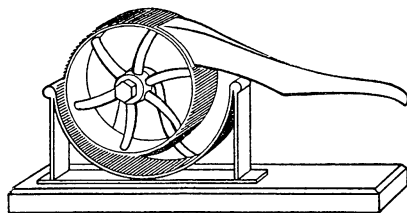


Рис. 235. Пробкомьялка чугунная круглая.

Очень равномерно обминает пробку чугунная пробкомьялка, изображенная на рисунке 235. Здесь пробка катается между двумя слегка ребристыми поверхностями.

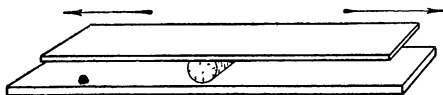


Рис. 236. Обжимание пробки дощечкой.

За неимением пробкомьялки можно прибегнуть и к другим способам размягчения пробки. Можно катать ее по столу, прижимая какой-нибудь дощечкой (рис. 236), или, завернув предварительно в бумажку, катать по полу подошвой; можно обмять пробку осторожными ударами молотка; наконец, можно размягчить ее так, как это делают обыкновенно в домашнем быту и в технике при закупоривании бутылок, а именно: *разварить* ее, подержав 2—3 ми-

нуты в кипящей воде. Разваренная пробка делается даже мягче и эластичнее, чем обжатая. Развариванием приходится пользоваться в том случае, когда за неимением других пробок пускается в дело бывшая в употреблении старая пробка с отверстием. Такие пробки при обжимании трескаются.

Правильно подобранная и обжатая пробка должна входить в предназначенное для нее отверстие не слишком туго, не слишком слабо.

Если обжатая пробка может быть введена в отверстие сосуда лишь с большим усилием, то она непригодна: стекло может треснуть и поранить руки. Кроме того, слишком сильно сжатая пробка с течением времени теряет свою эластичность и впоследствии перестает «держаться».

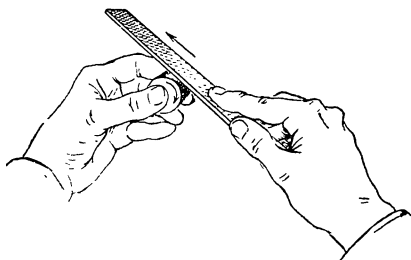


Рис. 237. Опиливание пробки.

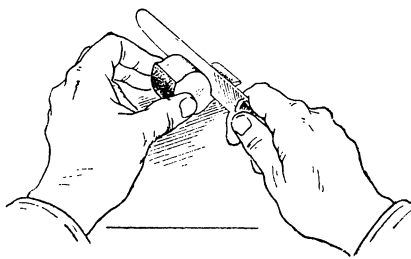


Рис. 238. Обрезание пробки.

Если после обжимания пробка входит в отверстие слишком слабо, то она не будет закрывать сосуд достаточно плотно, и ее нужно переменить.

Когда набор пробок недостаточно велик и не удастся подобрать подходящую пробку, то приходится *подгонять пробку*, которая велика, при помощи напильника. Для этой цели пользуются *плоскими напильниками*. Их лучше иметь несколько с разной насечкой (продаются в инструментальных магазинах). Если диаметр пробки значительно больше, чем диаметр отверстия, в которое ее желательно вставить, то сначала пробку опиливают грубым напильником, так называемым драчевым, а затем уже выравнивают мелким «личным» напильником. Если пробка очень велика, то ее сначала обдирают рашпилем, а затем уже опиливают напильником.

Напильники должны быть достаточно широкие, в 2—3 см шириной, чтобы, по возможности, сразу захватывать всю пробку. Пилить нужно, нажимая не особенно сильно и держа пробку в руке. Удобнее всего держать ее за обе плоские поверхности. Во время пиления пробку следует одновременно поворачивать около ее оси, навстречу движению напильника (рис. 237).

Вместо обработки рашпилем и крупным напильником слишком большую пробку можно предварительно обрезать острым ножом.

При резании пробки ножом пилят взад и вперед, без сильного нажима. Пробку все время понемногу поворачивают навстречу ножу (рис. 238). Для резания пробок имеются в продаже специальные ножи с очень тонким лезвием. Удобнее широкие ножи. Нож должен быть очень острый, отточенный на мелком бруске (оселке). Чтобы нож не тупился при хранении вместе с другими инструментами, очень полезно сделать для него из кожи или хотя бы из картона чехол.

Прибегать к подгонке пробки при помощи ножа или напильника следует только в крайнем случае, так как это берет много времени. Гораздо лучше, если имеется достаточно большой набор пробок.

Вставляя пробку в отверстие сосуда, ее следует немного поворачивать около оси.

Если сосуд тонкостенный, например колба, то, как уже сказано (стр. 176), его при этом никоим образом нельзя ставить на стол или держать за дно (рис. 165, стр. 176), так как тонкостенное стекло очень легко раздавить и осколками сильно поранить руки. Такой сосуд следует при вставлении пробки держать в руке, захватив как можно ближе к тому месту, куда пробка вставляется. Когда стенки отверстия очень тонки, например если пробка вставляется в пробирку, то, как было уже сказано выше, следует иметь в виду, что при тугей пробке стекло легко может треснуть и порезать руки. В данном случае пробка должна быть подобрана или подогнана особенно тщательно.

Сверление пробок.

Для сверления пробок в препаровочной следует иметь *набор пробочных сверл* (рис. 239), по крайней мере в 6, но лучше в 12 штук. Для учащихся достаточно набора в 3 штуки (один набор на 4—6 человек). Сверла представляют собой разного диаметра трубочки, обыкновенно латунные. Трубочки с одного конца имеют заостренные края, с другого же снабжены рукоятками или утолщениями с двумя отверстиями, одно против другого. В последнем случае в отверстия вставляется толстая проволока, которая и служит в качестве рукоятки. Сверла с рукоятками удобнее.

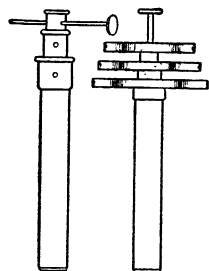


Рис. 239. Сверла для пробок.

Для сверления выбирают из набора сверл такое, диаметр которого чуть-чуть меньше наружного диаметра той трубки, для которой делается отверстие. Сравнить диаметр сверла и трубки удобнее, смотря на их концы сверху. Следовательно, прежде чем сверлить пробку, надо уже иметь готовую трубку.

Пробка, в которой делается отверстие, должна быть вполне подогнана и обжата; сверло полезно смочить водой.

Сверлить пробку следует очень внимательно, не спеша. Надо стараться: 1) чтобы канал не шел наискось, 2) чтобы он имел возможно гладкую поверхность и 3) чтобы при выходе сверла из пробки у отверстия не получилось рваных краев. Держа пробку в руке, сначала намечают (с узкого конца пробки) место, где хотят сделать отверстие (рис. 240), затем придают сверлу такое положение, чтобы ось его совпадала с осью пробки или была ей параллельна (если отверстие делается не посередине), и с легким нажимом начинают вращать сверло при помощи рукоятки (рис. 241) все в одну и ту же сторону (на рис. 242 показано, как держать сверло, не имеющее рукоятки). Удобнее всего, сделав пол-оборота сверлом слева направо, повернуть его обратно вместе с пробкой, отпуская левую руку, держащую пробку, затем снова захватить пробку левой рукой и снова сделать пол-оборота сверлом и т. д. При этом все время следят, чтобы сверло сохраняло свое направление. Когда канал доведен почти до конца, нажимают слабее, продолжая вращать сверло, пока оно не выйдет наружу. При этом лучше всего упереть пробку в другую ненужную (рис. 243) или в кусок мягкого дерева с торца, но не в доску стола (рис. 244), так как от этого портится не только стол, но и сверло — острые края его тупятся, загибаются, и сверло делается негодным к употреблению — его приходится точить.

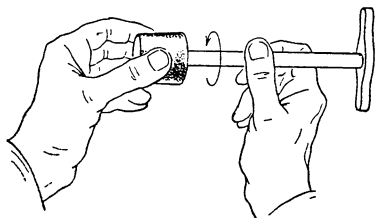


Рис. 240. Сверление пробки (в начале).

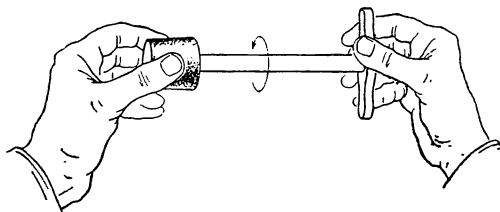


Рис. 241. Сверление пробки сверлом с рукояткой.

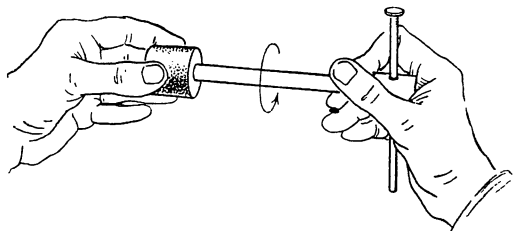


Рис. 242. Сверление пробки сверлом без рукоятки.

Если при сверлении сильно нажимать на сверло, то канал в пробке получает неровную поверхность, а отверстие при выходе сверла — рваные края, и пробку приходится бросить, так как она будет пропускать газ.

Не лишнее отметить, что при сверлении пробки нельзя ставить ее на стол и с силой нажимать на сверло ручкой, как это нередко делают начинающие (рис. 244).

Если в пробке делается три отверстия, то выгоднее всего располагать их, как на рисунке 245.

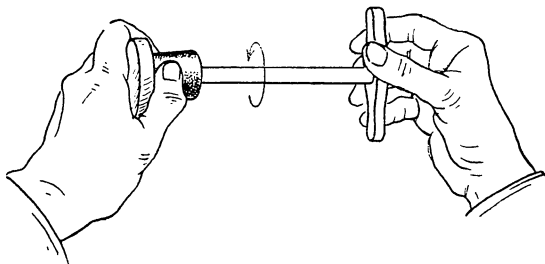


Рис. 243. Сверление пробки (в конце).

Сделав отверстие в пробке, лучше всего сейчас же вытолкнуть из сверла оставшийся внутри него пробочный цилиндр посредством имеющегося при наборе сверл стерженька. Если этого не сделать, то при следующем сверлении тем же сверлом можно испортить пробку.

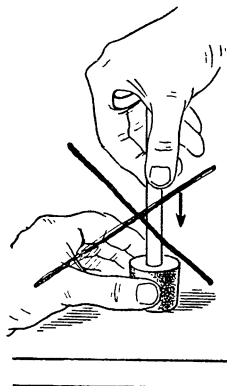


Рис. 244: Как не следует сверлить пробку.

Сверло должно быть всегда острым. Если оно затупилось, то его можно наточить при помощи особой *точилки для сверл*. Точилка представляет медный конус, вдоль которого имеется углубление. В это углубление вставлен нож из хорошо закаленной стали, который одним концом укреплен на оси в основании конуса. Сверло, которое желательно наточить, надевается острием вниз на конус и к нему слегка прижимается острие ножа (рис. 246). При вращении сверла около оси нож снимает с конца сверла стружку меди, заточивая острие. Не следует слишком сильно нажимать на нож,

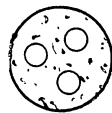


Рис. 245. Расположение трех отверстий в пробке.

так как при этом на острие сверла образуются зазубрины. Если бы это случилось или если сверло сильно затуплено и острие его завернулось, то нужно сначала выровнять конец сверла плоским напильником, держа его перпендикулярно к оси сверла, иначе говоря, нужно сначала затупить сверло. Сильно нажимать сверло на конус также не следует. Лучше всего при умеренном нажиме быстро вращать сверло около его оси.

При некоторой ловкости можно наточить сверло при помощи ножиц, пользуясь ими также, как точилкой.

Можно также наточить сверло и при помощи напильника, стачивая конец сверла снаружи плоским мелким напильником. Для этого сверло кладется в углубление, сделанное напильником в крае

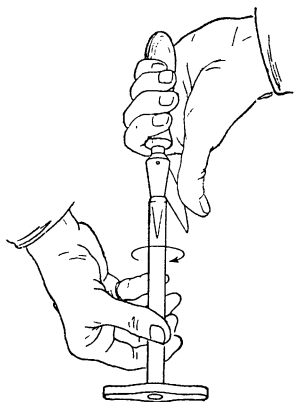


Рис. 246. Точение сверла точилкой.

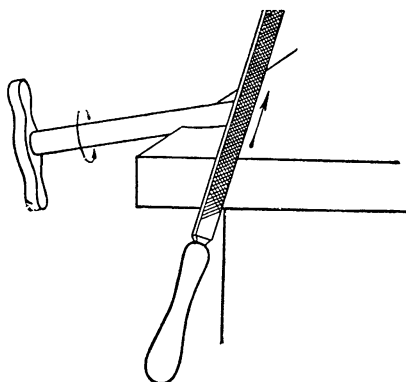


Рис. 247. Точение сверла напильником.

доски, и вращается левой рукой навстречу движению напильника (рис. 247). Сверло должно кататься между пальцами так, чтобы при каждом продвижении напильника оно сделало один полный оборот и даже больше. Затем сверло крайне осторожно подправляется изнутри круглым или полукруглым напильником, который должен снять только загнувшееся внутрь лезвие, но никоим образом не стачивать внутри трубку на конус. Иначе пробочный цилиндр будет застревать внутри пробки, и сверло не будет сверлить.

В крайнем случае, если нет пробочного сверла, можно изготовить *самодельное сверло* из жести. Для этого у полоски тонкой жести 5—6 см шириной

отгибают плоскогубцами или молотком на наковальне (утюге) края, один больше, другой меньше (рис. 248, а). На толстом гвозде, железном пруте, стержне штатива и т. п. полоска изгибается в трубочку (б). Затем длинный край загибается за короткий (в) и, наконец, все пригибается ударами молотка к тру-

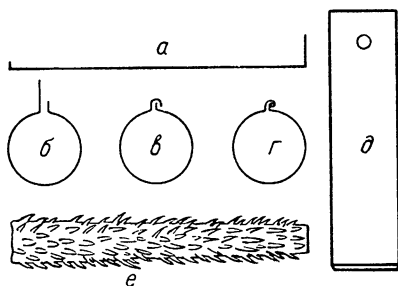


Рис. 248. Самодельное сверло и напильник.

бочке (з), и весь шов хорошо проколачивается молотком. Один конец трубочки (д) затем оттачивается напильником, как указано выше, а в другом пробиваются два отверстия (вставив в сверло деревянную палочку) для гвоздя, служащего ручкой. Шов полезно пропаять (см. ниже). Можно спаять трубочку и без шва. Самодельное сверло должно быть не длиннее 5—6 см. Несмотря на шов, отверстия, сделанные самодельным сверлом, получаются достаточно гладкие. Таким способом можно делать только не очень тонкие сверла.

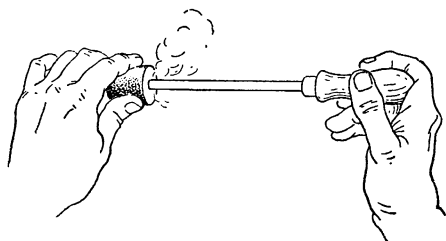


Рис. 249. Прожигание отверстия в пробке.

Вместо пробочных сверл для сверления пробок можно применять *круглый напильник* (сначала тонкий, а затем более толстый). Можно также сначала прожечь канал в пробке

накаленной проволокой (1—2 мм диаметром), а затем уже расширить его напильником до надлежащих размеров.

При прожигании пробку держат так, чтобы накаленная проволока, пройдя пробку, не могла попасть в ладонь руки (рис. 249). За неимением круглого напильника отверстие расширяют до надлежащих размеров той же накаленной проволокой, поворачивая пробку около оси. Внутреннюю поверхность отверстия можно затем выровнять круглым напильником, в крайнем случае *самодельным деревянным напильником*. Для изготовления последнего

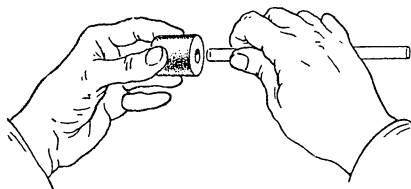


Рис. 250. Как нужно вставлять трубку в пробку.

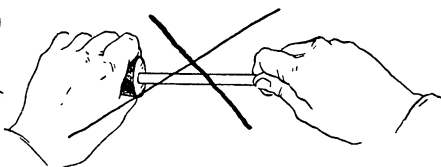


Рис. 251. Как не нужно вставлять трубку в пробку.

на палочке твердого дерева (береза и т. п.) делается острым ножом насечки, как на рисунке 248, е.

К упрощенным приемам сверления пробок можно прибегать только в крайнем случае. *Сверла, как и пробкомялка, должны быть необходимой принадлежностью препаровочной.*

Стеклянная трубка, для которой в пробке сделано отверстие, должна входить в него при умеренном нажатии. Конец трубки должен быть оплавлен или по крайней мере опилен напильником.

Трубку нельзя вставлять в пробку с большим усилием, так как при этом может треснуть пробка или сломаться трубка. Острыми

краями последней легко поранить руки. Во избежание поломки трубку всегда следует держать как можно ближе к тому концу ее, который вставляется в пробку (рис. 250), а не за противоположный конец (рис. 251).

На рисунках 252 и 253 показано, как нужно и как не нужно вставлять в пробку изогнутую трубку.

Если при умеренном нажатии трубка не входит в пробку, то лучше всего переменить трубку или взять другую пробку и сделать

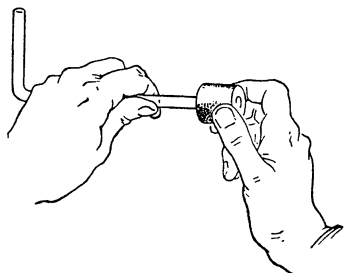


Рис. 252. Как нужно вставлять изогнутую трубку в пробку.

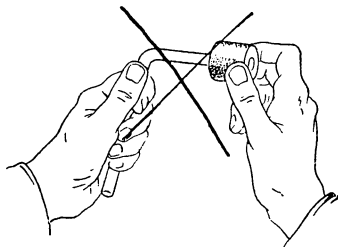


Рис. 253. Как не нужно вставлять изогнутую трубку в пробку.

в ней отверстие сверлом большего диаметра. Можно также расширить отверстие в пробке при помощи круглого или полукруглого напильника. Увеличивать отверстие в пробке при помощи сверла немного большего диаметра, чем то, которым было сделано отверстие, нельзя. Сверло будет не сверлить, а растягивать пробку, и последняя может лопнуть.

Если пробок мало, то, чтобы не испортить подобранную пробку неподходящим сверлом, лучше всего сначала сделать *пробное отверстие* в какой-нибудь негодной старой пробке. Если есть достаточный запас трубок, то можно по имеющемуся отверстию в пробке подобрать подходящего диаметра трубку.

Испытание — держит ли прибор; заливание парафинирование, привязывание, вынимание пробок; сохранение подогнанных пробок.

Если пробка подбирается к склянке или банке с каким-нибудь реактивом, то, чтобы считать пробку пригодной, обыкновенно достаточно бывает убедиться, что пробка не имеет продольных щелей и довольно туго входит в отверстие сосуда. Особенно тщательно, конечно, нужно подбирать пробку для летучих веществ.

Но если пробка подобрана к прибору для опытов с газами, то необходимо, кроме того, еще особым испытанием *убедиться, что прибор «держит»*.

Часто случается, что прибор для опытов с газами, вполне правильно собранный, с хорошо подогнанными пробками, оказывается, однако, непригодным вследствие того, что газ проходит через какую-нибудь совершенно незаметную щелку. Поэтому никогда не следует забывать произвести испытание пробок и вообще мест соединения отдельных частей прибора.

Предварительное испытание можно произвести таким образом: вдвуют воздух в прибор или всасывают его в себя из прибора, причем, если, кроме той трубки, через которую происходит вдвухание или всасывание воздуха, в него входит еще другая открытая трубка, — последнюю закрывают пальцем. Если прибор не держит, то воздух вдвухается непрерывно, и при этом иногда слышится слабый свист. Если же прибор держит, то вдвухание можно довести только до

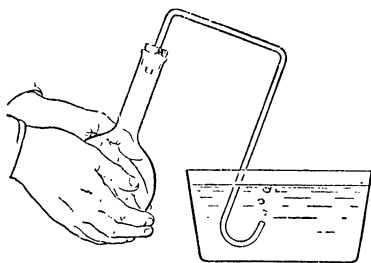


Рис. 254. Испытание — держит ли прибор.

некоторого предела. Если сделать пробу со всасыванием, то в случае плотно собранного прибора кончик языка присасывается к отверстию трубки и не отстает; если же прибор не держит, то язык или вовсе не присасывается, или тотчас же отстает от трубки. Последнюю пробу можно, конечно, делать лишь с трубкой, конец которой оплавлен.

Более точное испытание обыкновенно производят таким образом.

Опустив открытый конец трубки собранного прибора в воду, *согревают прибор рукой* (рис. 254). Если прибор держит, то из трубки должны выходить пузырьки воздуха. Когда же прибор после этого охладится, то вода должна подняться в трубке на некоторую высоту, и столб ее не должен опускаться сам собой. Эту пробу необходимо производить при всех более сложных приборах. Если во время опыта, для которого собран прибор, конец трубки должен оставаться вполне сухим, то при указанном испытании можно присоединить к нему на каучуковой смычке обренок трубки, который и погрузить в воду.

Если при испытании сложного прибора окажется, что прибор не держит, то отыскивать место, где он пропускает (пробка или каучуковая трубка), следует методически: постепенно отделять различные части прибора и каждый раз производить испытание. При этом, разумеется, после каждого испытания прибору следует давать охладиться. Сильно нагревать, например не рукой, а горелкой, не следует. При очень быстром расширении воздуха он может выходить не только в сторону наименьшего сопротивления, т. е. через имеющиеся в приборе щели, но одновременно и по отводной трубке, опущенной для испытания в воду, так что присутствие щелей можно и не заметить.

Приборы, соединенные с промывными склянками, можно испытывать так: пустить ток газа через промывные склянки и затем закрыть кран или зажим на каучуке, приводящем газ. Если после этого уровень жидкости в промывных склянках, помещенных до и после прибора, не изменяется, значит прибор держит. Вместо промывной склянки после прибора можно воспользоваться присоединенной к прибору трубочкой, опущенной в воду (см. также ниже).

Хорошо подобранные и обжатые пробки небольшого диаметра (2—3 см) держат обыкновенно вполне удовлетворительно, но пробки большого диаметра уже гораздо труднее подобрать и подогнать так, чтобы они держали. В ответственных случаях лучше пользоваться каучуковыми пробками (см. ниже), особенно если пробку

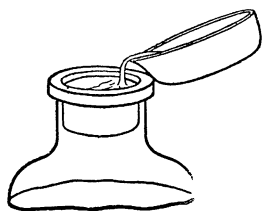


Рис. 255. Заливание пробки.



Рис. 256. Прогревание краев банки горелкой.

приходится во время опыта вставлять и вынимать. Если же каучуковой пробки нет и если пробку не понадобится вынимать, то приходится прибегать к *заливанию* пробки воском, парафином, сургучом или различными замазками, из которых самая лучшая и распространенная — менделеевская замазка.

Воск и парафин (главным образом последний) употребляются для заливания пробок, которыми закрывают банки с требующими хорошей укупорки твердыми веществами, а именно с веществами сильно гигроскопичными, легко выветривающимися, окисляющимися, поглощающими из воздуха углекислый газ, выделяющими вонючие газы и т. п. (см. ниже).

Заливаемая пробка ни в коем случае не должна выставляться из горлышка банки. Ее следует углубить настолько, чтобы ее край был на несколько миллиметров ниже края горлышка (рис. 255). Парафин должен хорошо пристать не только к пробке, но и к стеклу, которое должно быть совершенно сухим и чистым; пробка, конечно, тоже должна быть сухая.

Парафин расплавляют в чашке (рис. 255) или ложке и наливают на пробку. Затем край стекла слегка прогревают сверху пламенем горелки (рис. 256), так как парафин хорошо пристает только к теплomu стеклу. Греть нужно очень осторожно, все время то касаясь пламенем стекла, то отнимая его и не нагревая сильно в

одном месте, чтобы стекло не лопнуло. Вместо того чтобы расплавлять парафин в чашке, иногда поступают таким образом: держа порядочный кусок парафина над банкой, его нагревают сбоку горелкой, чтобы плавящийся парафин стекал непосредственно на пробку.

Если нет газа, то нагревать спиртовой или бензиновой лампой сверху неудобно. В таком случае приходится нагревать при помощи горящей лучинки, лучше при помощи привязанного к концу проволоки комочка ваты, смоченного спиртом, который зажигается (рис. 257), или накаленной железной пластинки (не ножа, который от нагревания «отпускается» и портится).

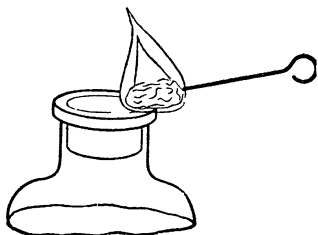


Рис. 257. Прогревание краев банки пламенем спирта.

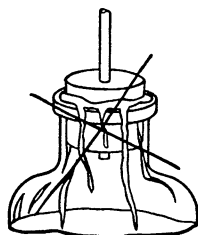


Рис. 258. Как не следует заливать пробку.



Рис. 259. Дужка для вынимания пробки.

Никогда не следует заливать парафином пробки, которые не углублены в горлышко сосуда. Сосуд с залитой таким образом пробкой получает неряшливый вид (рис. 258). Кроме того, такая заливка редко помогает — прибор продолжает плохо держать.

Тем более бесполезно пытаться залить парафином пробку прибора во время работы, под напором газа. Из этого обычно ничего не получается: расплавленный парафин пузырится, и газ продолжает выходить.

Пробки, залитые парафином, *открывают* обыкновенно при помощи заднего конца напильника, не удаляя предварительно парафина. Взяв из банки необходимое количество вещества, ее снова закрывают пробкой, после чего оставшийся на пробке парафин расплавляют, нагревая сверху. Если банка требуется часто, то можно вставить в пробку *проволочную дужку*, за которую и вынимать ее, когда понадобится (рис. 259).

Парафин и воск — материалы очень непрочные. Поэтому ими редко пользуются в том случае, когда нужно бывает залить пробку в каком-нибудь приборе, особенно если в эту пробку вставлена трубка, воронка и т. п. В таком случае пользуются обыкновенно *менделеевской замазкой*. Следует иметь в виду, что менделеевская замазка плавится около 45° и потому не годится для опытов, при которых сосуд может нагреваться выше этой температуры. Кроме

того, менделеевская замазка портится от продолжительного соприкосновения с водой, растворяется в спирте, эфире, бензине, скипидаре и других веществах, растворяющих смолы, так как в ее состав входит канифоль.

Заливают менделеевской замазкой совершенно так же, как и парафином, т. е., углубив сначала пробку (которую иногда следует

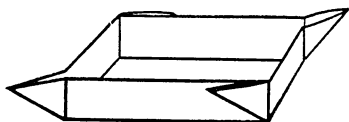


Рис. 260. Коробочка из жести.

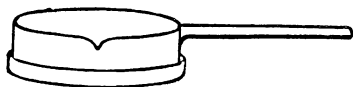


Рис. 261. Кастрюлька для замазки из консервной банки.

предварительно укоротить), наливают на нее расплавленную в фарфоровой чашке или в железной ложке с носиком и с деревянной ручкой замазку, а затем прогревают сверху горелкой или, за неимением газа, при помощи горячей лучинки края стекла, чтобы замазка к ним плотно пристала. Пристала ли замазка или нет, — видно хорошо, так как, пока замазка не пристала, между ней и стеклом остается воздушный слой, который легко заметить.

Для плавления менделеевской замазки (парафина, воска и т. п.) вместо железной ложки можно устроить самодельную *топилку* из тонкой жести (рис. 260) при помощи плоскогубцев: отогнув края четырехугольной пластинки, углы сгибают по диагонали, — из одного выгибают носик, два загибают под прямым углом, вплотную к прилежащей стороне, а к четвертому приделывают деревянную ручку, насадив ее разрезом на сдвоенный уголок и прибив гвоздиком.

Очень удобную кастрюлечку можно сделать, используя банки из-под сгущенного молока или консервов (рис. 261). Для этого банка обрезается, причем часть со швом оставляется и отгибается в виде ручки. Ручку удобно сделать в три слоя. Часть для ручки оставляется сначала втрое шире, чем нужно, затем вдоль края будущей кастрюльки подрезается с обеих сторон на одну треть, и подрезанные части пригибаются к ручке, которая после этого отгибается. Носик выбивают молотком на наковальне (утюге).

Если нужно залить пробку, вставленную в сравнительно узкое отверстие, например в хлоркальциевую трубку и т. п., то вместо пламени горелки для прогревания краев трубки можно пользоваться

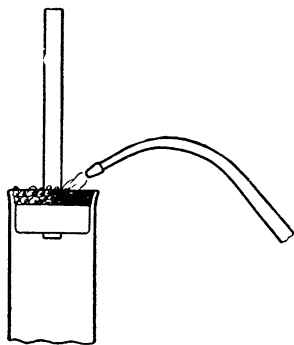


Рис. 262. Расплавление менделеевской замазки пламенем газа.

маленьким пламенем газа, зажженным у конца оттянутой и изогнутой стеклянной трубки или соответствующей металлической, например паяльной трубки (рис. 262). Замазку в этом случае удобнее не наливать, а наложить мелкими кусочками (рис. 262) и уже на месте расплавить, нагрев сверху. Стекло должно быть прогрето приблизительно до температуры плавления замазки.

Нагреть менделеевскую замазку нужно *осторожно*. Она не должна при нагревании гореть. Пламенем касаются сверху то замазки, то стекла, не нагревая сильно в одном месте.

За неимением газа можно, как уже сказано выше, пользоваться пламенем спирта, которым пропитывается укрепленный на проволоке комок ваты (рис. 257).

Заливаемая пробка должна быть хорошо обжата и вставлена плотно. Между ней и горлышком склянки не должно быть заметных щелей.

Менделеевскую замазку можно покупать готовую: кусками, на вес (приготовление см. ниже).

Вместо менделеевской замазки можно пользоваться хорошим сургучом, но расплавленный сургуч слишком густ и с трудом выливается из ложки.

К заливанию пробок замазкой следует прибегать только в крайнем случае или если пробка вставляется в какой-нибудь прибор надолго. Заливание пробок бывает иногда необходимо для продолжительных научных опытов с газами, которые иначе постепенно диффундируют через пробку; для большей же части *школьных* опытов в заливании *нет никакой надобности*. Заливание берет много времени, посуда потом трудно отмывается (замазку нужно сначала сколоть ножом, а потом отмывать остатки спиртом или скипидаром), а между тем *при хорошо подогнанной пробке вполне можно обойтись и без заливания*. Подчеркиваем это потому, что малоопытные экспериментаторы очень любят прибегать к заливанию пробок, вместо того чтобы их хорошо подгонять. При этом очень часто не углубляют пробку, а замазывают ее замазкой сверху. Весь прибор оказывается закапанным и запачканным замазкой, а между тем обыкновенно все-таки не держит.

Быть может, не лишнее будет заметить, что *каучуковые пробки* (см. ниже) не только нет надобности, но и *не следует заливать*, так как они от этого только портятся.

Если корковые пробки употребляются для опытов с веществами, которые действуют на них разрушающим образом, то их можно несколько защитить при помощи *парафинирования*, т. е. проваривания в парафине.

Расплавив парафин, но не нагревая очень сильно (немного выше 100°), в него погружают пробку (наткнув ее на конец проволоки и т. п.) и держат в парафине до тех пор, пока из нее не перестанут выделяться пузырьки воздуха. Вынув пробку, ее вытирают и

погружают в холодную воду. Парафинируемая пробка должна быть совершенно сухая и хорошо подобранная. Парафинированную пробку можно обжимать, но нельзя подгонять напильником. Парафин не следует перегревать, так как при сильном нагревании парафина выделяются неприятно пахнущие пары, от которых потом болит голова.

Иногда плохие пробки парафинируют для того, чтобы закрыть их поры, пропускающие газ, но к этому стоит прибегать только в случае крайней необходимости.

Парафинированная пробка часто плохо держится в горлышке сосуда, и, для того чтобы она не вылезла, ее приходится посыпать мелким порошком мела, магнезии, серы и т. п. или привязывать. Можно также парафинировать только нижнюю часть пробки.

Пористые пробки можно покрывать также 3—4-процентным раствором коллодиума (нитроклетчатка, легко вспыхивает!) или смазывать растворимым стеклом, которому нужно дать хорошо просохнуть.

Привязывать пробки приходится в том случае, если они должны выдерживать изнутри некоторое давление или если особенно важно, чтобы пробка хорошо сидела. Привязывать пробки удобнее всего при помощи проволоки, которую закручивают вокруг горлышка сосуда, как показано на рисунке 263, а затем свободные концы продевают в полученную петлю и загибают.

Если в пробку вставлена трубка, то удобнее привязывать так, как показано на рисунке 264. Сначала проволоку один раз обворачивают вокруг горлышка, затем концы свивают, охватывают ими трубку, снова свивают и, наконец, второй раз обворачивают вокруг горлышка (на рисунке 264 изображены свободные концы, еще не обернутые вокруг горлышка) и туго скручивают при помощи плоскогубцев. На рисунке 265 изобра-

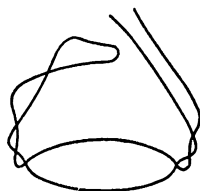


Рис. 263. Привязывание пробки проволокой.

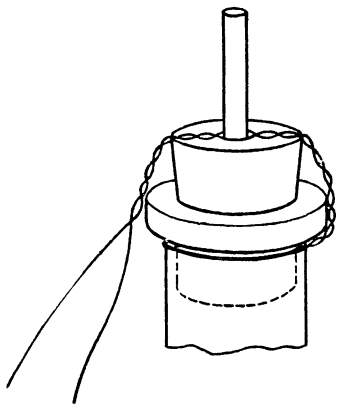


Рис. 264. Привязывание проволокой пробки со вставленной трубкой.

жен еще очень простой и удобный способ укрепления пробки: вокруг горлышка склянки обвивается проволока, на которой оставляются две петли. После того как пробка вставлена, в петли продевается гвоздь, плотно прижимающийся к пробке.

Таким образом удобно укреплять пробку с двумя вставленными в нее трубками.

Для привязывания пробок лучше всего пользоваться проволокой из красной меди. Удобна изолированная проволока, употребляемая для электрических звонков. Можно пользоваться и железной отожженной.

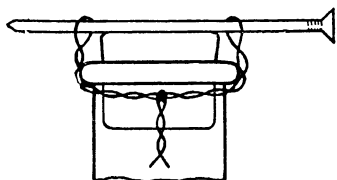


Рис. 265. Привязывание пробки проволокой с гвоздем.

Для *вынимания* пробок в химической практике обычно не приходится пользоваться штопором. Пробки, углубленные ниже краев горлышка сосуда, вынимаются при помощи заднего конца напильника, действуя последним как рычагом.

Подогнанные к приборам корковые пробки можно сохранять до следующего года, но их не следует оставлять плотно вставленными в горло сосудов, к которым они подогнаны, так как, будучи сильно сжаты, сухие корковые пробки со временем теряют свою эластичность и перестают держать достаточно плотно. Обыкновенно пробки, которые желательно сохранить, совсем вынимают из горлышка или вставляют только самым концом, при употреблении же вдвигают более плотно.

Если пробка со временем сильно затвердеет, то ее лучше всего разварить (стр. 226).

2. СТЕКЛЯННЫЕ ПРОБКИ

Стеклянные притертые пробки следует употреблять только в исключительных случаях, когда нельзя обойтись корковыми (ниже указано, для каких веществ необходимы притертые пробки).

Стеклянные пробки годятся только для тех склянок и банок, к которым они притерты. Ко всякой другой посуде они не могут подходить и держать вполне плотно. Поэтому необходимо всегда следить за тем, чтобы пробки как-нибудь не перепутались. При изготовлении на заводе партии посуды с притертыми пробками каждую пробку и соответствующий ей сосуд обыкновенно нумеруют, так что на каждом сосуде и на его пробке бывает выгравирован один и тот же номер. Если пробки случайно перепутаны при работе, то по этим номерам можно отыскать, от какой склянки данная пробка.

Неподходящую пробку скорее всего можно заметить, если, вставив в горло сосуда, попробовать ее слегка раскачивать в ту и другую сторону, — она будет заметно подаваться, тогда как подходящая, хорошо притертая пробка почти не шевелится.

В противоположность обычному мнению неопытных экспериментаторов, притертые пробки менее герметично закрывают сосуд,

чем корковые или каучуковые. Поэтому в посуде с притертыми пробками нельзя хранить эфир, бензол и т. п. жидкости. При хранении же соляной кислоты или сильно гигроскопических жидкостей стеклянные пробки полезно слегка *смазывать* вазелином или, лучше, *вазелиновой мазью*, представляющей сплав из четырех частей белого вазелина с одной частью белого церезина (*ceresinum album*). Сплав готовят при нагревании и в горячем виде фильтруют через тряпочку в какую-нибудь банку. Этой мазью необходимо смазывать также стеклянные краны и вообще все притертые стеклянные части у газометров, аппаратов Киппа и т. п. Смазывать нужно тонким слоем, лучше всего при помощи пальца. Вместо церезина можно взять и парафин. Вазелиновую мазь можно заменить перетопленным свиным салом (лучше очищенным, которое в аптечной практике называется *adeps suilli* или *axungia porci*).

Смазанные стеклянные пробки, между прочим, не так легко «заедает», как несмазанные. Пробка при продолжительном стоянии иногда так плотно входит в сосуд, что ее очень трудно бывает вынуть; обыкновенно говорят, что пробку «заело». При *вынимании* *плотно сидящей* *стеклянной* *пробки* ее следует прежде всего поста-

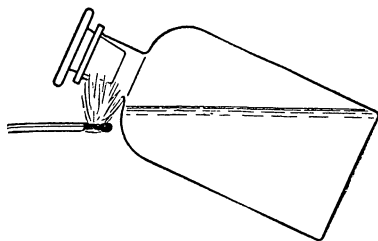


Рис. 266. Прогревание горла склянки пламенем спички.

раться повернуть около оси. Если это не помогает, ее пробуют раскачивать, нажимая сбоку то в одну, то в другую сторону. При этом вначале иногда кажется, что дело нисколько не подвигается вперед; но этим все-таки смущаться не следует, продолжая раскачивающее движение. Таким образом, почти всегда удается извлечь застрявшую пробку. В случае же если пробка все-таки не поддается, можно попробовать слегка ударять по пробке куском дерева, например ручкой напильника, то с одной, то с противоположной стороны. Можно также осторожно ударять то одной, то другой стороной пробки о край стола (при этом, как и при раскачивании, если головка пробки «высокая», как на рис. 148, Б, стр. 170, то следует прилагать силу не к плоскости головки, а к ребру, чтобы не обломить головку). Наконец, можно прибегнуть к последнему средству: к нагреванию горлышка склянки. Нагревать следует так, чтобы прогреть только горлышко, а не самую пробку. Когда стекло прогреется и от нагревания слегка расширится, пробку снова пробуют повернуть или раскачивать. Греть нужно осторожно — на небольшом коптящем пламени горелки или даже на пламени свечи или спички (рис. 266), так как иначе стекло может лопнуть. При нагревании склянку нужно, конечно, все время вращать.

Если склянка с легко воспламеняющимся веществом, как, например, сероуглерод, то можно нагреть горлышко посредством трения веревкой, как это делается при резании бутылок (стр. 194), или при помощи струи горячей воды.

К нагретой части стекла, по возможности, *не должна касаться жидкость*, находящаяся в склянке.

Обыкновенно описанным способом в конце концов удастся открыть застрявшую пробку, *если только в склянке была не щелочь*. В последнем случае дело почти безнадежно, почему щелочь никогда не следует держать в посуде с притертой пробкой. Если щелочь или углещелочная соль находилась в склянке не очень долго, то иногда еще можно открыть пробку, поставив склянку пробкой вниз на долгое время в раствор соляной кислоты.

Если в шлифе выкристаллизовалась какая-нибудь соль, то можно таким же образом открыть пробку, поставив склянку на-долго в воду.

Иногда пробка может застревать и в пустой посуде — при долгом стоянии. Во избежание этого между пробкой и горлом следует прокладывать кусочек бумаги, как это делают на складах.

При открывании застрявшей пробки никогда не следует употреблять большую силу, например вкладывать между головкой плоской пробки и горлышком лезвие ножа и т. п., стараясь поднять пробку как бы рычагом, защемлять плоскую пробку в тиски, поворачивая при этом склянку около оси и т. д., что часто делают малоопытные экспериментаторы. В результате будет только сломана пробка или горлышко сосуда.

Открыть пробку, которую сильно заело, можно только при достаточном запасе терпения.

3. КАУЧУКОВЫЕ ПРОБКИ

Каучуковые пробки благодаря своей эластичности держат надежнее, чем корковые, и они могут оказаться очень полезными при составлении ответственных приборов. Их также приходится употреблять в тех случаях, если пробка должна соприкоснуться с разведенной кислотой, как, например, в аппарате Сен-Клер-Девилья (стр. 257). На каучук слабые кислоты действуют гораздо меньше, чем на корковую пробку.

Каучуковые пробки ценны вообще для составления постоянно действующих приборов для добывания газов, когда раз вставленная пробка остается в приборе долгое время. Каучуковая пробка при этом довольно долго продолжает хорошо держать, корковая же сохнет и может начать пропускать.

Каучуковыми пробками приходится пользоваться также для сосудов с растворами едких щелочей, если нет склянок для щелочей с особой притертой пробкой¹.

Наконец, каучуковыми пробками приходится пользоваться вместо корковых для устройства стандартных приборов для опытов учащихся; приборчики из пробирок, приборчики из баночек с воронкой для получения газов и т. п.

Каучуковые пробки, помимо того, что их часто легче найти в продаже, чем корковые, имеют и некоторые преимущества перед последними. Каучуковые пробки хорошо приходятся к сосудам с значительно разнящимися по диаметру отверстиями, хорошо держат, не требуют обминания и при аккуратном обращении и хранении обходятся в конечном итоге не дороже корковых.

Каучуковые пробки, как и каучуковые трубки, при продолжительном хранении в конце концов портятся. Поэтому следует иметь в запасе лишь небольшой набор каучуковых пробок.

Относительно хранения каучуковых пробок следует соблюдать те же предосторожности, что и относительно хранения каучуковых трубок (стр. 219).

Каучуковые пробки, как и трубки, бывают разных сортов. Хорошая пробка должна плавать в воде.

Отпускаются каучуковые пробки на счет и на вес. При заказе следует указывать диаметр нижнего и верхнего концов в миллиметрах или номер по прейскуранту.

В таблице даны стандартные размеры каучуковых пробок в миллиметрах (общесоюзный стандарт — ОСТ). В диаметрах пробок данного номера допускаются колебания от $\pm 0,5$ мм до $\pm 1,0$ мм в зависимости от размеров пробки.

Стандартные размеры каучуковых пробок в мм

№	Диам. соотв. горла сосуда	Диам. узкого конца	Диам. широкого конца	Высота	№	Диам. соотв. горла сосуда	Диам. узкого конца	Диам. широкого конца	Высота
8	9	8	11	16	22	23	22	26	27
10	11	10	13	20	27	28	27	31	32
12	13	12	15	20	29	30	29	34	35
14	15	14	17	20	36	38	36	41	42
16	17	16	19	22	38	40	38	43	44
18	18	18	21	23	45	47	45	51	52

¹ За неимением каучуковой пробки иногда можно заменить ее старой притертой пробкой, которая уже, чем отверстие склянки. На притертую пробку надевается обрзок каучуковой трубки.

Для составления приборов можно получать пробки с готовыми одним или двумя отверстиями. При выписке тубулатных склянок и других сосудов, к которым для составления приборов понадобятся каучуковые пробки, можно просить склад присылать вместе со склянками и подобранные к ним пробки с отверстиями или без отверстий.

Покупать пробки с готовым отверстием выгоднее, так как не тратится время на сверление. Если же отверстие не нужно, его всегда можно заткнуть стеклянной палочкой или запаянной стеклянной трубкой.

Впрочем, *сверление отверстий в каучуковых пробках* не представляет каких-либо особенных трудностей. Для того чтобы получить правильное отверстие, нужно только, чтобы сверло было очень *острое*, и, кроме того, следует сверлить почти без нажима, особенно под конец. Когда острие сверла начнет уже обозначаться на конце пробки, необходимо прижать каучуковую пробку к ненужной корковой пробке и затем довести сверление до конца с минимальным нажимом. Иначе отверстие получится сильно суженным.

При сверлении каучуковых пробок сверло необходимо смазывать. Для смазывания сверла лучше всего пользоваться *глицерином* или же обыкновенным *мылом*, смазывая сверло густым мыльным раствором. Можно просто потереть сверло о влажный кусок мыла. Во время сверления, как только сверло начнет вращаться туже, его следует вынимать и снова смазывать. Раствор едкого натра, которым некоторые пользуются, помогает сверлению несколько не лучше, чем глицерин или мыло, и в то же время разъедает руки. Поэтому едким натром пользоваться не следует.

Если при вынимании сверла остающийся внутри его пробочный цилиндр обрывается, его, прежде чем продолжать сверлить, необходимо вытолкнуть из сверла имеющимся при сверлах стержнем и лишь после этого продолжать сверление. Остающиеся в сверле пробочные цилиндрики полезно сохранять. Они могут служить в качестве маленьких пробочек.

Вставляя в каучуковую пробку трубку, необходимо соблюдать те же *предосторожности*, что и при корковых пробках. Кроме того, трубку следует смачивать водой, глицерином или мыльным раствором, особенно если отверстие в пробке значительно *уже*, чем трубка.

Если диаметр отверстия в каучуковой пробке очень мал, то можно воспользоваться следующим приемом (Р е й н б о л ь д т): в пробку вставляется пробочное сверло, смоченное глицерином или мыльным раствором, затем с противоположного конца вводят второе сверло, большего диаметра, причем первое сверло по мере вдвигания второго постепенно вынимают, затем, если нужно, вводится таким же образом третье сверло и, наконец, за последним сверлом вводится стеклянная трубка.

Подгонять каучуковые пробки, если они слишком велики, гораздо труднее, чем корковые. Напильником их обтачивать нельзя. В крайнем случае можно обрезать каучуковую пробку очень острым ножом, смазав его мылом и «пиля» им с самым слабым нажимом. Но получить вполне ровный, правильный срез почти невозможно.

Если из большой пробки необходимо получить пробку значительно меньшего диаметра, то можно высверлить ее при помощи острого пробочного сверла соответствующих размеров.

Можно при помощи сверл изготовлять каучуковые пробки из различных каучуковых отбросов. Заниматься этим можно, конечно, лишь в случае крайней необходимости.

Сохранять подобранные к приборам каучуковые пробки рекомендуют (в противоположность корковым) вставленными в горло сосуда, но следует иметь в виду, что старые пробки, особенно лишенные покрывающего пробку слоя порошковых веществ, со временем прилипают к стеклу, и их трудно бывает вынуть. Поэтому нелишне, оставляя пробку надолго в отверстии сосуда или оставляя в пробке вставленную в нее трубку, посыпать поверхность пробки тальком. Но еще лучше разобрать прибор и пробку за соответствующим номером хранить отдельно в темноте и во влажном прохладном воздухе, как указано на странице 219.

VI. ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, СУШЕНИЯ И ОЧИСТКИ ГАЗОВ

1. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИБОРЫ

Простейший прибор для получения газов представляет собой сосуд — склянку, банку, пробирку, колбу Вюрца и т. п., заткнутый пробкой и снабженный газоотводной трубкой (рис. 267 — 271). Если при добывании газа требуется нагревание, то сосуд должен быть тонкостенный, в некоторых случаях — тугоплавкого стекла. Если нагревания не требуется, он может быть и толстостенный. В таком случае могут оказаться полезными самые разнообразные сосуды, даже из домашнего обихода, как аптечные склянки, молочные бутылки и т. п. Если в одном из таких простейших приборов газ добывается посредством действия какой-нибудь жидкости на твердое вещество, то сначала насыпают это вещество, затем наливают жидкость и быстро закрывают сосуд пробкой с газоотводной трубкой.

В приборе, изображенном на рисунке 269, жидкость налита в помещенную в банку пробирку. При наклонении банки жидкость выливается в нужном количестве. Газоотводная трубка должна быть, конечно, присоединена на достаточно длинном каучуке.

Газоотводная трубка изгибается различно, в зависимости от того, собирается ли газ над водой, как на рисунке 268, или только пропускается в жидкость, или собирается вытеснением воздуха, как на рисунке 267 (газ тяжелее воздуха) и рисунке 270 (газ легче воздуха). Часть газоотводной трубки иногда удобно делать каучуковой, чтобы трубку легче было направлять куда нужно, не трогая самого прибора (рис. 271).

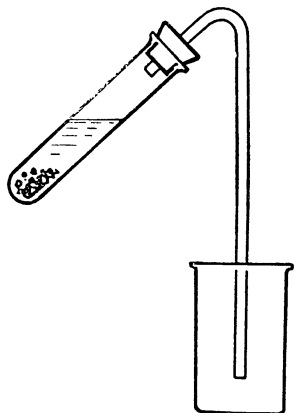


Рис. 267. Простейший прибор из пробирки и стакана для получения и соби́рания газа.

Внутренний конец газоотводной трубки иногда очень полезно бывает стачивать напильником (стр. 195) наискось, чтобы капли конденсирующей в конце трубки жидкости не увлекались током газа, а легко могли стекать обратно. Это замечание относится вообще ко всем приборам для добывания газов, если в приборе находится или выделяется в виде паров жидкость. На рисунке 272 под буквами *a* и *b* показано, как образовавшаяся на конце прямо обрезанной трубки капля проталкивается давлением газа в трубку. На том же рисунке *в* и *г* показано, как висящая на скошенном конце трубки капля не препятствует току газа и, увеличившись за счет стекающей по стенкам трубки жидкости, падает вниз.

Перечисленными простейшими приборами для получения газов приходится пользоваться главным образом в том случае, когда газ добывается при помощи нагревания твердого вещества. Для этой цели вместо пробирки или колбы иногда пользуются ретортой.

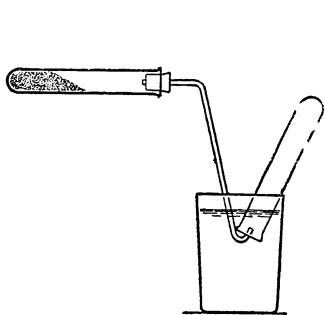


Рис. 268. Простейший прибор из пробирки и стакана для получения и соби́рания газов.

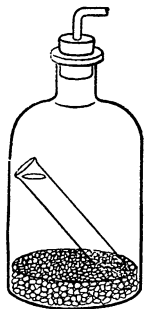


Рис. 269. Простейший прибор для получения газов по Мерме.

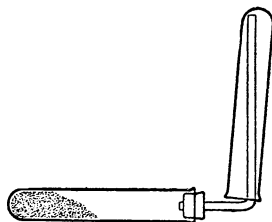


Рис. 270. Простейший прибор из двух пробирок для получения газов.

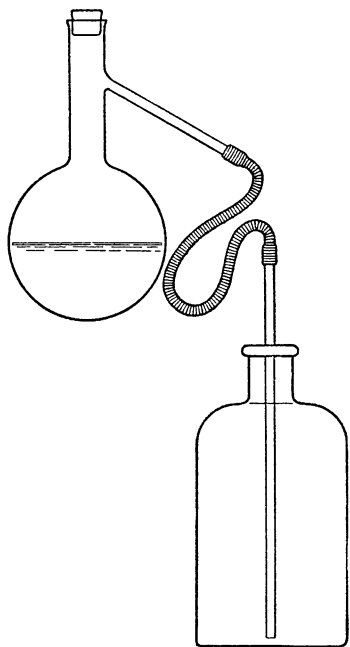


Рис. 271. Простейший прибор из колбы Вюрца и склянки для получения и собирания газов.

Реторты полезны в тех случаях, когда исходное или выделяющееся вещество действует на пробку, или если из нагреваемого вещества выделяется вода. Конденсирующаяся в горлышке реторты вода не стекает обратно и не может попасть на горячие стенки реторты. Нужно только, чтобы реторта была правильно установлена трубкой

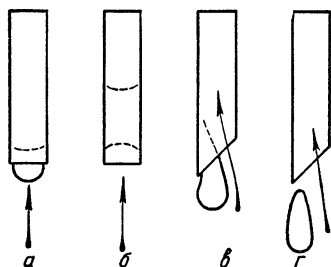


Рис. 272. Газоотводные трубки с прямым и скошенным концом.

книзу (рис. 273), что далеко не всегда соблюдается (рис. 274).

При употреблении вместо реторты колбы, что приходится иногда делать за неимением реторты, колбу следует укрепить наклонно, как на рисунке 275.

В самом крайнем случае возможно для получения газов нагреванием пользоваться и толстостенной посудой.

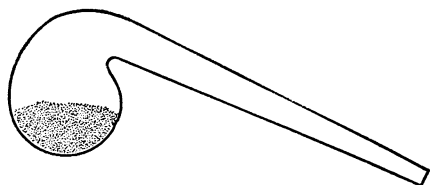


Рис. 273. Реторта, правильное положение.

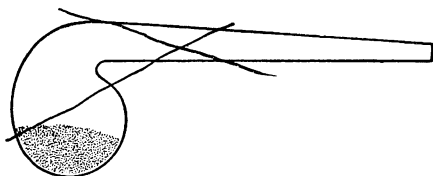


Рис. 274. Реторта, неправильное положение.

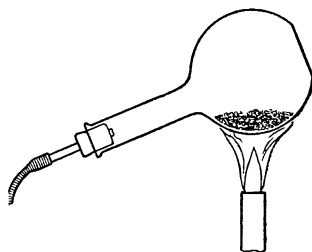


Рис. 275 Замена реторты колбой.

Удается получать кислород из смеси бертолетовой соли с двуокисью марганца, нагревая смесь в бутылке из-под водки (0,25 л). Стекло этой посуды очень хорошее, нужно только укрепить бутылочку горизонтально и нагревать на спиртовке сбоку, подальше от дна.

При работе с описанными простейшими приборами: 1) необходимо предварительно удостовериться, что газоотводная трубка прибора ничем не закупорена, не перегнулась (если она каучуковая) и хорошо пропускает через себя газ (продуть ее предварительно ртом), и 2) не следует вставлять пробку прибора очень туго. Когда пробка вставлена не слишком туго, то, в случае если давление газа в приборе от какой-нибудь непредвиденной причины чрезмерно повысится, дело ограничится тем, что из прибора выбросит пробку. Конечно, пробка, хотя и не очень туго вставленная, должна все-таки хорошо «держаться» (стр. 234).

2. ПРИБОРЫ С ВОРОНКАМИ

Если для выделения газа пользуются реакцией между твердым веществом и жидкостью, то удобнее, если жидкость можно по желанию добавлять во время опыта. Для этого в пробке, вставленной в сосуд, просверливается, кроме отверстия для газоотводной трубки, еще второе отверстие, в которое вставляется *воронка* для приливания

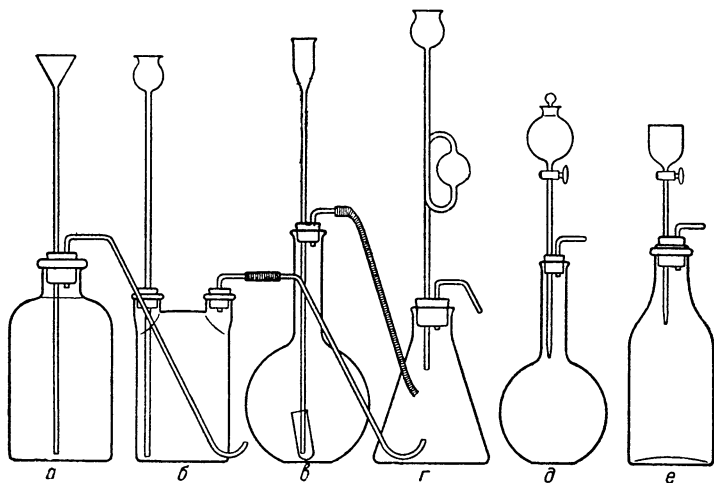


Рис. 276. Приборы с воронками.

жидкости. На рисунках 153 (стр. 171) и 276 изображен целый ряд таких приборов, составленных из различных сосудов с различными воронками.

Простейшие воронки — это изображенные на рисунке 276, а, б и в. Воронка вставляется таким образом, чтобы конец ее до-

ходил почти до самого дна сосуда (а и б). Тогда налитая в сосуд жидкость запирает конец воронки и газ может выходить из сосуда только через отводную трубку. Длина воронки находится в зависимости от сопротивления, которое должен преодолеть газ при выходе через газоотводную трубку, так как чем больше это сопротивление, тем выше поднимается жидкость в трубке воронки. Продажные воронки имеют большей частью длину, вполне достаточную для обычных опытов (30—40 см). При вставлении в сосуд с твердым веществом пробки с длинной воронкой сосуд нужно сначала наклонить набок, чтобы находящееся в сосуде вещество ссыпалось со дна (рис. 277), иначе вещество будет мешать достаточно глубоко вставить пробку. Конец воронки не должен упираться в дно, так как это мешало бы свободному поступлению в сосуд жидкости.

За неимением длинной воронки можно устроить ее из обыкновенной вороночки, надставив ее длинной трубкой на каучуке (рис. 278, а) или на

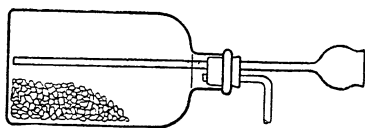


Рис. 277. Как вставить воронку с длинной трубкой в склянку с твердым веществом.

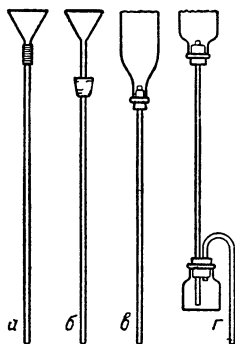


Рис. 278. Упрощенные воронки с длинной трубкой.

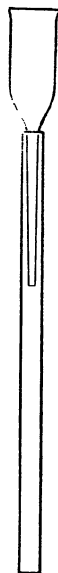


Рис. 279. Упрощенная воронка из оттянутой пробирки.

пробке (рис. 278, б). Чтобы надставленная на каучуке вороночка держалась плотно, не наклоняясь, конец ее нужно укоротить. За неимением подходящей вороночки можно воспользоваться обрезанной склянкой или баночкой (рис. 278, в). Пробку изнутри полезно залить парафином или воском, чтобы пробка не разъедалась кислотой. Наконец, можно вставить в длинную трубку оттянутую на конце пробирку (рис. 279).

Длинные воронки служат в то же время и *предохранительными* воронками; в случае если бы газоотводная трубка закупорилась, то давлением газа жидкость из сосуда будет подниматься в воронке. Неудобство заключается в том, что воронка не может вместить всей жидкости, и, если газ не имеет выхода, жидкость в конце концов выльется наружу и попадет на стол.

Приспособление, изображенное на рисунке 276, в, устраняет указанное неудобство. Конец воронки опущен в небольшую пробирочку, из которой жидкость, переливаясь через край, попадает в сосуд с твердым веществом. В случае возрастания давления внутри прибора, в воронку вытесняется только та жидкость, которая находится в пробирочке, а затем по трубке воронки идет газ. Газ, проходя через жидкость в воронке, выходит наружу. Конечно,

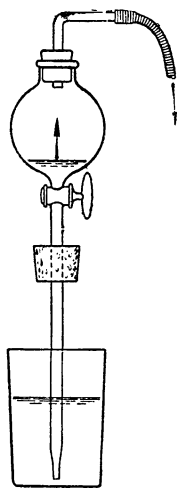


Рис. 280. Насасывание жидкости в капельную воронку.

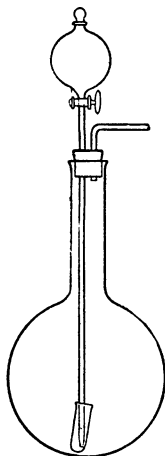


Рис. 281. Капельная воронка, опущенная в пробирочку.

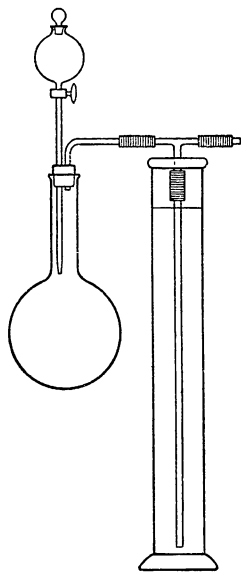


Рис. 282. Предохранительный цилиндр.

уровень жидкости в сосуде не должен быть выше края пробирочки. Это приспособление необходимо в том случае, если в сосуде находится порошковатое вещество, которое может закупорить отверстие воронки. Для опускания пробирочки в сосуд ее надевают на конец воронки, держа воронку и сосуд, в который ее вставляют, горизонтально.

Вместо описанного приспособления можно пользоваться *особыми предохранительными воронками*, трубка которых образует петлю с расширением (рис. 276, з). В этой петле при налипании жидкости всегда остается часть последней, которая и запирает воронку, препятствуя выходу через нее газа. Если же газу нет выхода через отводную трубку, жидкость в воронке поднимается до верхнего шарика, наполняет его, и газ выходит пузырями кверху, через жидкость. Чем большее давление должен преодолеть газ,

тем длиннее должна быть часть трубки выше петли и тем больше должно быть расширение трубки. Оно должно вмещать такое количество жидкости, чтобы его хватило для наполнения части трубки, находящейся выше петли.

В продажных предохранительных воронках это условие далеко не всегда бывает выполнено, и поэтому они не годятся в тех случаях, когда газ должен преодолевать большое давление, например проходить через несколько промывных сосудов.

Нижний конец предохранительной воронки, очевидно, не должен доходить до дна сосуда.

Кроме изображенной на рисунке 276, *г*, существует еще целый ряд предохранительных воронок, которые по принципу от нее мало отличаются.

Для описанных в т. I и т. II настоящей книги опытов предохранительные воронки потребуются лишь в редких случаях. Предохранительные воронки были необходимой частью приборов, когда каучуковые трубки готовились из невулканизированного каучука (стр. 216), внутренние стенки которого часто слипались. При современных же вулканизированных каучуках этого почти никогда не наблюдается, и случаи закупоривания трубок бывают очень редки. Следовательно, необходимо следить главным образом за тем, чтобы каучук не перегибался или не был чем-нибудь прижат. Если каучук не слишком тонкостенный, то он перегибается очень редко.

Ввиду этого нет надобности приобретать много предохранительных воронок, достаточно иметь на всякий случай две-три такие воронки.

На рисунке 278, *г* изображена *самодельная* предохранительная воронка, устройство которой понятно из рисунка.

Очень полезны для многих опытов так называемые *капельные воронки* или воронки с краном, позволяющие регулировать приток жидкости в сосуд и приливать ее с какой угодно скоростью: струей или каплями. Такие воронки бывают двух родов: открытые (рис. 276, *е*) и закрытые (рис. 276, *д*) с притертой пробкой. В первые удобнее наливать жидкость, вторые имеют то преимущество, что в них можно оставить налитую гигроскопичную (например, H_2SO_4) или выделяющую пары (например, HCl) жидкость до следующего раза, закрыв воронку пробкой. Ввиду этого лучше приобретать закрывающиеся воронки, тем более что для удобного наливания жидкости в них можно вставить небольшую обыкновенную воронку с обрезанным концом.

Воронку с пробкой можно, кроме того, использовать как разделительную воронку для отделения, например, сероуглерода и т. п. от воды и для собирания газов (см. ниже).

Начиная приливать жидкость через воронку с краном, нужно сначала открыть кран полностью, т. е. пустить жидкость быстрым током, чтобы трубка воронки вся наполнилась жидкостью, а затем

уже урегулировать вытекание жидкости, как требуется. В противном случае жидкость может стекать только по стенкам трубки, не наполняя ее, и давление жидкости в воронке может оказаться недостаточным для того, чтобы преодолеть сопротивление столба жидкости в промывной склянке и т. п. Во избежание этого можно еще поступить так: присоединить к верхнему горлышку воронки каучук и, прежде чем вставлять воронку в колбу, опустить конец воронки в стакан с соответствующей жидкостью, и, взяв каучук в рот, насосать жидкость в трубку воронки (рис. 280).

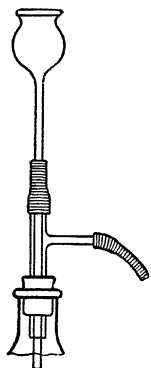


Рис. 283. Применение тройника при устройстве прибора для получения газов.

Если жидкость летуча, то заполнение трубки капельной воронки можно произвести нагнетанием жидкости из сосуда такого же размера, как и сосуд, предназначенный для опыта, присоединив грушу к отводной трубке прибора (рис. 284).

Для того чтобы трубка капельной воронки всегда оставалась наполненной жидкостью, можно опускать конец воронки в маленькую пробирочку, помещаемую в сосуд для получения газа (рис. 281). Это полезно в тех случаях, когда выделение газа после

приливания жидкости идет очень бурно. В то же время, применяя данное приспособление, особенно важно следить за тем, чтобы из прибора был беспрепятственный выход газа.

При употреблении капельной воронки иногда к прибору еще присоединяют на тройнике или при помощи третьего отверстия в пробке предохранительную трубку, опущенную в высокий цилиндр или иной какой-нибудь сосуд с жидкостью (рис. 282); жидкость эта может служить и для поглощения избытка газа, например по окончании опыта. Тогда на дно сосуда, кроме поглощающей жидкости, обыкновенно наливается еще ртуть, в которую и погружают конец трубки. Давление столба жидкости в цилиндре должно быть, очевидно, больше, чем в присоединенных к прибору промывных склянках и т. п., чтобы газ мог выходить через предохранительную трубку только в том случае, если ему нет другого выхода.

Прибор с воронкой с одной стороны должен иметь достаточно широкое горлышко, чтобы в пробке, которая в него вставляется, можно было свободно сделать два отверстия.

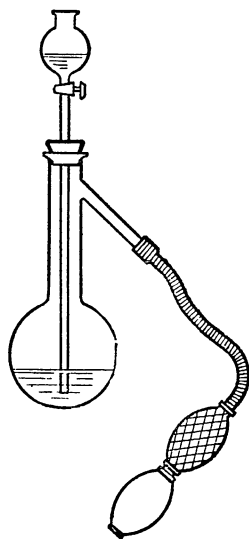


Рис. 284. Нагнетание жидкости в капельную воронку.

С другой стороны горлышко не должно быть слишком широкое, так как корковые пробки большого диаметра, как уже было сказано выше (стр. 224), не бывают такого хорошего качества, как маленькие, и их труднее подогнать.

Чтобы избежать больших пробок, употребляют так называемые двугорлые склянки Вульфа (рис. 276, б), в которые обе трубки вставляются на маленьких пробках, но вульфовы склянки значительно дороже обыкновенных.

Узкогорлую склянку можно использовать при устройстве прибора для получения газов таким образом (Соковнин): в пробку вставляется тройник, в тройник же вставляется воронка, которая соединяется с тройником при помощи куска каучуковой трубки. Выделяющийся газ проходит через зазор между тройником и воронкой и выходит через боковую ветвь тройника (рис. 283).

3. ПРИБОРЫ, В КОТОРЫХ ТВЕРДОЕ ВЕЩЕСТВО ПОГРУЖАЕТСЯ В ЖИДКОСТЬ

Кроме описанных простейших приборов, в которых жидкость приливается к твердому веществу, можно устраивать приборы другого типа, в которых, наоборот, твердое вещество погружается в жидкость. Обычно устраивают прибор так, чтобы твердое вещество можно было по произволу погружать в жидкость или вынимать из нее. Это имеет то преимущество, что вещества не расходуется в то время, как прибор не нужен, тогда как в вышеописанных приборах с воронками раз прилитая жидкость уже реагирует с твердым веществом до конца, независимо от того, нужен выделяющийся газ или нет.

На рисунке 285 изображен простейший из вышеуказанных приборов, состоящий из банки с жидкостью и пробирки с веществом. Пробирка держится трением в пробке, вставленной в горло склянки, и может быть погружена концом в жидкость. На конце пробирки сделано отверстие таких размеров, чтобы через него не могли вываливаться помещенные в пробирку кусочки твердого вещества.

В самый низ пробирки около отверстия закладывается несколько кусков стекла. Через это отверстие в пробирку входит налитая в банку жидкость. Газ выходит через присоединенную к пробирке газоотводную трубку.

Чем большее сопротивление должен преодолеть газ, тем глубже должна быть погружена в жидкость пробирка.

Отверстие в дне пробирки можно сделать при помощи напильника, точильного камня или карборундового бруска (стр. 195),

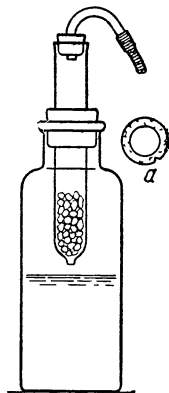


Рис. 285. Прибор для получения газов.

спилив самую нижнюю часть дна (держать напильник перпендикулярно к оси пробирки). Но лучше «продуть» отверстие, нагрев дно пробирки на остром пламени паяльной горелки (стр. 215). Еще лучше, если, оттянув конец пробирки, обрезать его в соответствующем месте. В последнем случае вместо пробирки можно воспользоваться трубкой подходящего диаметра.

Пробка, вставленная в пробирку, должна хорошо держаться. Пробка же, в которой укреплена пробирка, наоборот, не должна приходиться слишком плотно к горлышку банки, чтобы жидкость в банке имела сообщение с атмосферой. В пробке можно прорезать сбоку продольную щель (рис. 285, а).

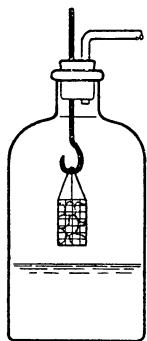


Рис. 286. Прибор для получения газов.

Если пробирка плохо держится в отверстии пробки и съезжает вниз, ее можно укреплять при помощи небольшого клина из спички и т. п.

Вместо пробирки для помещения веществ можно воспользоваться сеткой из такого материала, на который не действует жидкость, служащая для добытия газа. Например, при добытии ацетилена действием воды на кальций-карбид можно воспользоваться медной сеткой. Из сетки делается мешочек или корзиночка (рис. 286), которая подвешена на крючке из проволоки или стеклянной палочки. Палочка может передвигаться в пробке, вставленной в банку с жидкостью, и держится в ней трением. Газ выходит через газоотводную трубку, вставленную в ту же пробку. Если жидкость действует на металл, то пользуются для помещения твердого вещества имеющимися в продаже стеклянными или фарфоровыми дырчатыми ведерками. В описанном приборе можно получить большое давление газа.

4. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Для добытия газа взаимодействием жидкости с твердым веществом существует целый ряд так называемых *автоматических приборов*, в которых доступ жидкости к твердому веществу автоматически регулируется при поворачивании крана на газоотводной трубке и совершенно прекращается, как только прекращен выход газа закрыванием крана по какой-нибудь случайной причине. Это имеет большое преимущество, особенно если требуется ровная струя газа, если во время опыта необходимо изменять силу тока газа, а также если газ бывает нужен не все время, а через некоторые промежутки времени. Пока газ не нужен, реакция не идет, и вещества не расходуются без надобности.

Простейший небольшой прибор такого рода изображен на рисунке 287. Он отличается от вышеописанного на странице 253

(рис. 285) прибора тем, что снабжен *краном* или *зажимом* на каучуке. При помощи крана можно регулировать ток газа. При закрывании крана образующийся газ вытесняет жидкость из пробирки, и реакция прекращается. Таким образом, для прекращения реакции нет надобности поднимать пробирку. В пробке должен быть прорез (а).

Для того чтобы описанный прибор более или менее хорошо действовал, конец пробирки с твердым веществом лучше *оттянуть* подлиннее (рис. 287), кусочки же вещества не должны быть слишком мелки, чтобы они глубоко не проваливались в оттянутый конец пробирки. Иначе после закрывания крана жидкость будет касаться твердого вещества, и газ будет по временам выходить из пробирки наружу, проходя пузырями через жидкость.

Если пробирка достаточно оттянута и куски твердого вещества достаточно крупны, то между твердым веществом и жидкостью будет оставаться слой газа, который и будет препятствовать соприкосновению их между собой, пока прибор не работает. И в этот прибор, в нижнюю часть его, следует положить куски стекла для наилучшего разделения твердого вещества от жидкости в то время, когда кран закрыт. Впрочем, после закрывания крана некоторое количество газа все-таки обыкновенно выходит наружу, именно пока идет реакция между твердым веществом и не успевшей стечь с него жидкостью. Если действие прибора прекращается на долгое время, пробирку с твердым веществом можно поднять, как в приборе, изображенном на рисунке 285.

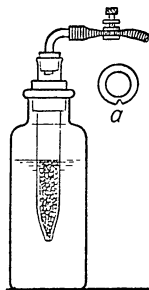


Рис. 287. Автоматический прибор для получения газов.

Нижнее отверстие пробирки с твердым веществом должно быть достаточно велико (2—3 мм), так как через него во время действия прибора должны проходить два тока жидкости, один навстречу другому: вверх — чистая жидкость, вниз — более тяжелый раствор, содержащий продукты реакции между жидкостью и твердым веществом (обыкновенно — раствор соли).

На рисунке 288 изображен приборчик, применяемый при микрохимическом анализе. Он состоит из U-образной трубки с притертыми пробками-кранами. Низ трубки заполнен битым стеклом. В одно из колен помещены кусочки цинка. В приборчик налита кислота. Когда правый кран закрыт (левый всегда открыт), как показано на рисунке, кислота вытесняется в левое колено трубки, и реакция между цинком и кислотой прекращается.

Открывая кран больше или меньше, можно регулировать выход водорода из прибора.

Вместо трубки с притертыми пробками можно взять обычную U-образную трубку, как на рисунке 289.

Вместо битого стекла можно вставить в трубку свернутую в спираль медную сетку (рис. 289).

Приборчик можно укреплять в зажиме штатива. Можно также устроить приспособление у стойки для пробирок из прибитой к стойке планки и тесемки, как показано на рисунке 290. Стойка

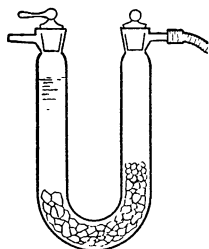


Рис. 288. Прибор для получения водорода (5).

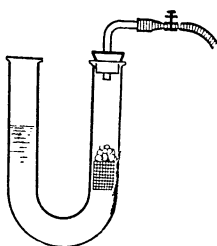


Рис. 289. Прибор для получения водорода (6).

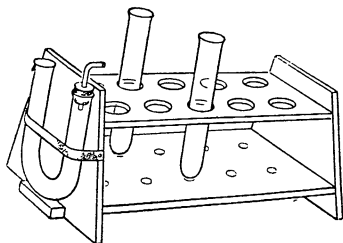


Рис. 290. Укрепление прибора для получения водорода на стойке для пробирок.

выдается учащимся с приборчиком и с двумя пробирками: одна — с цинком, другая — с кислотой.

В качестве автоматического прибора можно использовать склянку Тищенко, как показано на рисунке 291 (Кульман). Кусочки цинка должны быть достаточно мелки, чтобы они проходили в узкое горлышко склянки.

Для наливания кислоты склянка наклоняется почти горизонтально, и кислота наливается через воронку с узко оттянутым и изогнутым концом, который входил бы в боковой отросток склянки (рис. 292). Зажим *б* (рис. 291) при этом должен быть закрыт.

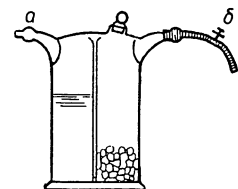


Рис. 291. Склянка Тищенко как прибор для получения водорода.

Можно также сначала налить в склянку через горлышко кислоту, затем присоединить к отростку *а* склянки (рис. 291) каучук, через который потом высасывать воздух, пока кислота не перейдет в левую

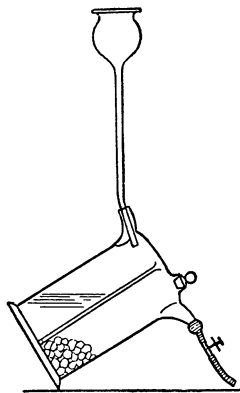


Рис. 292. Вливание кислоты в прибор для получения водорода.

половину склянки, после чего зажать каучук (пальцами или зажимом), всыпать через горлышко цинк, вставить в склянку пробку и снять каучук с отростка *а*.

Склянку Тищенко следует выбрать с возможно малым отверстием в перегородке. Если подходящей склянки нет, можно заткнуть отверстие «колбаской» из медной сетки или комком стеклянной ваты.

Большое преимущество прибора из склянки Тищенко — его устойчивость и простота обращения с ним при работе.

Приборы, подобные только что описанным, употребляются главным образом для получения *небольших количеств газов*, хотя последний прибор может быть и довольно значительных размеров.

Если желательно получать большие количества газа, который выходил бы из прибора сильной струей, то пользуются общеизвестными приборами Сен-Клер-Девилья и Киппа.

Прибор С.-К.-Девилья изображен на рисунке 293 и представляет собой две тубулатные склянки (в 3—4 и более литров), соединенные между собой каучуковой трубкой. В одной склянке находится твердое вещество, в другую наливается жидкость. Склянка с жидкостью помещается выше склянки с твердым веществом, но жидкость попадает к твердому веществу только в том случае, если открыт кран или зажим на газотводной трубке, и жидкость может вытеснить из склянки с твердым веществом находящийся в ней газ (при начале работы — воздух). После запирирования крана образующийся газ вытесняет жидкость обратно в вышестоящую склянку и реакция прекращается.

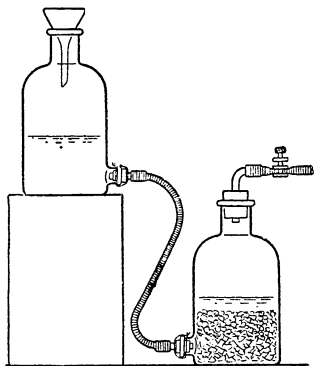


Рис. 293. Прибор Сен-Клер-Девилья.

Чем выше поставлена склянка с жидкостью относительно склянки с твердым веществом, тем сильнее может быть струя газа и тем большее сопротивление она может преодолеть. *Возможность получать значительное давление газа* составляет большое преимущество прибора С.-К.-Девилья по сравнению с большинством других приборов для получения газов посредством взаимодействия жидкости с твердым веществом.

При устройстве прибора С.-К.-Девилья на дно склянки, предназначенной для помещения твердого вещества, насыпают сначала довольно значительный (5 см и больше) слой какого-нибудь индифферентного вещества в виде кусков, например битого стекла (для чего следует всегда сохранять куски разбитого толстостенного стекла: стекло от склянок и банок, притертые пробки и т. п.), фарфора, стеклянных бус, крупного гравия, черепков от глиняной посуды и т. п., а затем уже сверх этого слоя насыпают твердое вещество, участвующее в реакции получения газа (рис. 293).

Слой индифферентного вещества насыпается со следующей целью: нижний тубулус у склянок делается обыкновенно несколько выше дна; поэтому из склянки не может быть вытеснена вся находящаяся

в ней жидкость; часть жидкости всегда остается в склянке. Если бы твердое вещество поместить прямо на дно склянки, то реакция между твердым веществом и остающейся в склянке жидкостью продолжалась бы и после того, как закрыт кран газоотводной трубки и большая часть жидкости перешла в верхнюю склянку.

Насыпание индифферентного вещества представляет еще то удобство, что после окончания работы, когда главная масса жидкости вытеснена в верхнюю склянку, часть нижней склянки, заполненная стеклом и т. п., представляет собой *резервуар*, наполняющийся газом, который продолжает образовываться вследствие действия на твердое вещество еще не успевшей стечь с него части жидкости. *Чем больше слой индифферентного вещества, тем меньше газа может выйти из прибора через трубку, соединяющую обе склянки*, и через слой жидкости в верхней склянке. Газ выходит обыкновенно большими пузырями, что сопровождается сильным бульканьем, отвлекающим внимание учащихся от опыта. Чтобы избежать этого бульканья, после энергичного действия аппарата следует не сразу окончательно закрывать кран, а еще несколько раз приоткрывать его, чтобы выпускать, таким образом, избыток газа. Разумеется, это можно делать только в том случае, если позволяют условия опыта.

При прохождении пузырей газа через слой жидкости в верхней склянке нередко из нее вылетают брызги жидкости, попадающие на стол и на экспериментатора. Чтобы избежать этого, в горле склянки с жидкостью следует всегда оставлять небольшую воронку (рис. 293), которая служит также и для наливания свежей жидкости.

Пробки для прибора С.-К.-Девиля, особенно к нижним тубулусам, следует взять каучуковые, в крайнем случае — корковые парафинированные (стр. 238). Нижние пробки должны приходиться возможно плотно, и их непременно следует привязать (стр. 239), чтобы они не могли вывалиться. Очень удобны склянки с тубулусом для надевания каучука (рис. 294). Тогда нижние пробки совсем не нужны. *Пробку с газоотводной трубкой* ни в коем случае *не следует привязывать* и вставлять слишком туго. Иначе, если перегнется или закупорится сообщающий склянки каучук и давление в приборе чрезмерно возрастет, оно может сбросить каучук или разорвать склянку. Если же пробка вставлена не слишком туго, дело ограничится только тем, что из склянки будет выброшена пробка. Но пробка должна, конечно, хорошо держать, особенно когда в приборе получается водород.

Каучуковая трубка, соединяющая склянки, делается обыкновенно длиной 50—60 см, причем она должна быть довольно большого диаметра (наружный диаметр около 1 см) и достаточно толстостенная (толщина стенок 1,5—2 мм), чтобы не могла легко перегибаться. Обрезки стеклянных трубок, вставленные в нижние пробки и

служащие для надевания соединяющего склянки каучука, должны быть хорошо оплавлены и не должны слишком (не более 3—4 см) выступать из пробок. Каучук к ним полезно привязать.

Для регулирования выхода газа удобно воспользоваться стеклянным краном, согнув одну из трубок его под прямым углом, но вполне возможно удовлетвориться и винтовым зажимом, как на рисунке 293.

Пока прибор не нужен, склянка с кислотой ставится ниже склянки с твердым веществом. Раз снаряженный прибор может храниться весьма долгое время.

Подставку, на которую ставится склянка с жидкостью, лучше всего иметь для каждого прибора особую. Можно воспользоваться деревянной тумбой, но гораздо удобнее сделать деревянный ящик, открытый с одной стороны (рис. 295). При хранении прибора можно склянку с жидкостью

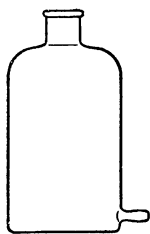


Рис. 294. Склянка с оттянутым тубулусом.

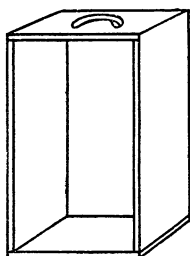


Рис. 295. Ящик-подставка для прибора Сен-Клер-Девиля.

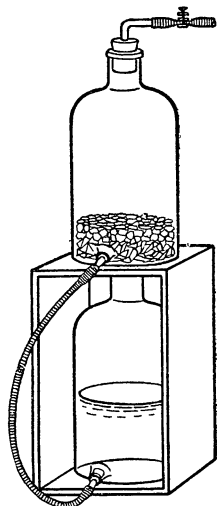


Рис. 296. Прибор Сен-Клер-Девиля на подставке.

ставить внутрь ящика, а с твердым веществом — наверх (рис. 296). В таком виде прибор занимает мало места. Кроме того, если в верхней доске ящика сделать прорез для руки, как делают в табуретке (рис. 295), то прибор очень удобно переносить: склянку с твердым веществом — в одной руке, ящик со второй склянкой — в другой.

При снаряжении прибора С.-К.-Девиля твердого вещества обыкновенно накладывают побольше, чтобы не приходилось очень часто переснаряжать прибор. Но следует иметь в виду, что чем больше твердого вещества, тем больше будет выделяться газа после закрывания крана. Жидкости наливают не более $\frac{3}{4}$ склянки.

Если образующийся газ горюч, то *каждый раз после добавления в прибор твердого вещества не следует забывать вытеснить из прибора весь воздух, чтобы в приборе не находилась взрывчатая смесь.* Убедиться, что весь воздух вытеснен, можно так: собрать газ в пробирку и поднести ее к пламени. Если газ загорается спо-

койно, значит он чистый, если со взрывом (свист), — в приборе еще взрывчатая смесь.

За неимением тубулатной склянки или при изготовлении небольшого прибора для помещения твердого вещества можно воспользоваться колонкой для сушения газов (см. ниже). Отверстие в перетяжке можно закрыть большим неправильным куском стекла, фарфора и т. п. или куском резиновой (или металлической, если жидкость на данный металл не действует) пластинки с отверстиями для прохода жидкости. Насыпать на дно сосуда битое стекло и т. п., очевидно, нет надобности. Такая же колонка может служить и сосудом для жидкости.

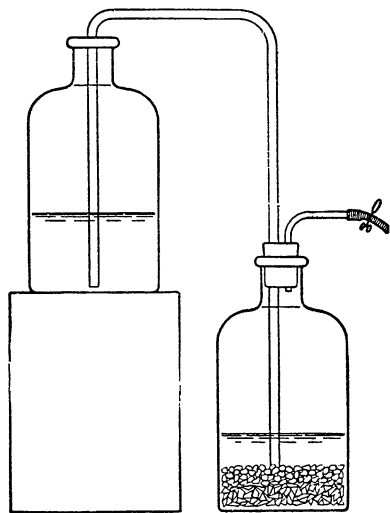


Рис. 297. Упрощенный прибор Сен-Клер-Девилья.

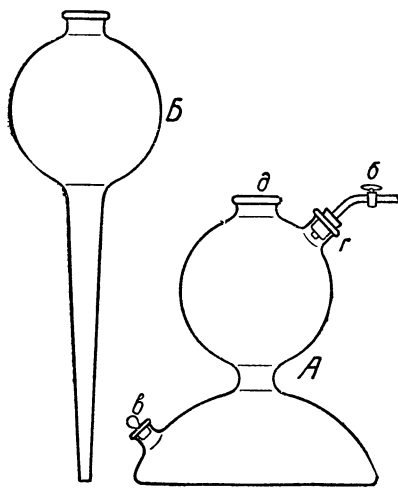


Рис. 298. Прибор Киппа разобраный.

На рисунке 297 изображен прибор, аналогичный по своему устройству прибору С.-К.-Девилья, но без тубулатных склянок. Чтобы пустить его в действие после снаряжения, нужно высосать воздух из газоотводной трубки. Тогда сифон, сообщающий сосуды, наполнится жидкостью и прибор начнет функционировать, как прибор С.-К.-Девилья.

Высасывание газа придется повторять каждый раз в том случае, если давлением газа выбросит жидкость из трубки. Неудобство прибора заключается еще в том, что в него трудно вставлять трубку после снаряжения или добавки твердого вещества. Если прибор наклонять, то насыпанное на дно стекло перемешивается с вышележащим веществом для получения газа. Поэтому конец трубки следует сделать скошенным, чтобы он легче проходил до дна

склянки. Можно также, прежде чем насыпать в склянку битое стекло, внести в нее, держа ее горизонтально, надетый на стеклянную палочку или трубочку кусок более широкой трубки; затем, поставив склянку, установить трубку в центре, насыпать стекло и вещество и после этого вынуть стеклянную палочку. Если стекла насыпано достаточно, трубка останется в вертикальном положении. Тогда в нее уже можно опустить конец сифона.

Прибор Киппа изображен на рисунках 298, 300 и 301. Он представляет усовершенствование описанного выше прибора с длинной воронкой (стр. 248 рис. 276, б) и состоит из сосуда с перетяжкой *А* и большой шарообразной воронки *Б*. Воронка *Б* сделана такой величины, что вмещает большую часть жидкости, налитой в прибор. Когда кран газоотводной трубки *б* закрыт, жидкость вытесняется в воронку и реакция прекращается (рис. 300). При открывании крана *б* жидкость перетекает в нижний сосуд, доходит до твердого вещества, и газ начинает выделяться (рис. 301).

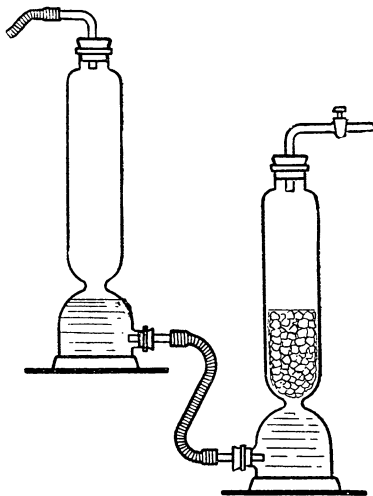


Рис. 299. Прибор из двух колонок.

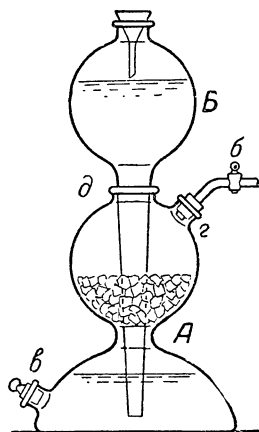


Рис. 300. Прибор Киппа, собранный, не в действии.

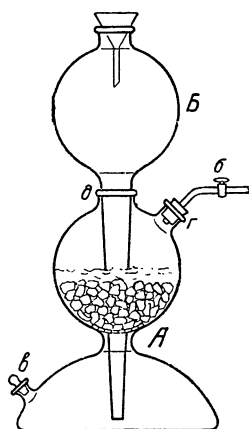


Рис. 301. Прибор Киппа, собранный, в действии.

Твердое вещество помещается не на дне сосуда, а в верхней его части, отделенной от нижней перетяжкой, благодаря чему оно не

может входить в соприкосновение с остающейся на дне прибора жидкостью, в то время как прибор не действует.

Нижняя часть сосуда в приборе Киппа играет ту же роль, что и пространство между кусками индифферентного вещества в приборе С.-К.-Девила.

Воронка *Б* вставлена в прибор на шлифе, газоотводная трубка *б* с краном или зажимом — на пробке, лучше каучуковой.

Нижний тубулус *в* служит для выливания отработавшей жидкости. Твердое вещество прибавляется через тубулус *г*.

Для того чтобы твердое вещество не проваливалось вниз, отверстие, сообщающее средний шар с нижней частью прибора,

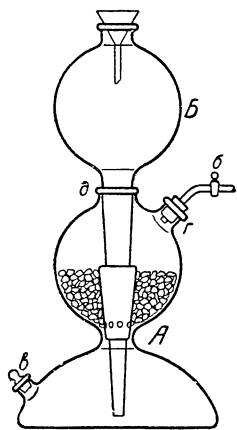


Рис. 302. Прибор Киппа с трубкой внутри (часть наполняющего прибор твердого вещества показана удаленной).

обыкновенно закрывают кружком из твердой резиновой пластины. В этом кружке прорезают широкое отверстие посередине для трубки воронки прибора и несколько небольших отверстий, через которые свободно могла бы проходить жидкость. Если свойства жидкости позволяют, то резиновая пластинка может быть заменена металлической, например свинцовой или медной сеткой. Иногда приборы Киппа делаются с соответствующим приспособлением из стекла в виде вставленной в перетяжку сосуда *А* широкой трубки с отверстиями (рис. 302). Если есть такая трубка, то в вышеуказанном кружке нет надобности.

Эта трубка, вставленная в перетяжку сосуда *А*, должна иметь достаточно большие отверстия, расположенные не слишком высоко. В противном случае кислота не успевает стекать в нижнюю часть прибора или не имеет возможности стечь и реакция продолжается еще долгое время после закрытия крана.

Выделяющийся газ при этом проходит в нижнюю часть прибора через верхнее отверстие вставной трубки, выдавливает кислоту в шар воронки и пробулькивает через нее в виде больших пузырей. При этом много газа теряется напрасно, тратятся лишние реактивы и прибор приходится чаще перезаряжать.

Если вставная трубка не отвечает требованиям, то лучше ее совсем удалить, заменив металлическим или резиновым кружком. Или же просверлить достаточно большие отверстия близ части прикасающейся к перетяжке прибора.

Если прибор с трубкой, то при снаряжении его твердым веществом последнее можно вводить через верхний тубулус *д* (рис. 302), наклонив сосуд *А* так, чтобы вещество не попадало в нижнюю часть сосуда.

Прежде чем снаряжать прибор, следует смазать вазелиновой мазью (стр. 241) все шлифованные части прибора. Нижнюю пробку необходимо привязать веревочкой или проволокой.

Во избежание потери времени на развязывание и привязывание пробки, что приходится делать при каждом наполнении прибора, гораздо удобнее раз навсегда сделать для нее запор, изображенный на рисунке 303 и 304. Для устройства этого запора горло тубулуса обвивается проволокой, на которой делаются две петли — одна против другой. В одну петлю вставляется конец длинной медной или лучше алюминиевой пластинки и огибается вокруг проволоки так, чтобы полоска могла откидываться на петле, как на шарнире. Пластинка должна быть вырезана и выгнута так, как показано на рисунках, чтобы она охватывала пробку с обеих сторон двумя боковыми отростками, оставленными посередине пластинки. Свободный конец пластинки выгибается в виде крючка, который может быть притянут ко второму сделанному на проволоке кольцу при помощи колечка, отрезанного от каучуковой трубки (на рисунках — *P*). Проволоку и пластинку лучше всего взять *алюминиевые*. Тогда приспособление будет служить много лет. Придется только иногда менять резиновое колечко.

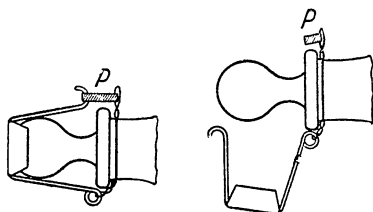


Рис. 303—304. Запор тубулуса прибора Киппа.

Если в продаже имеются приборы без притертой пробки у нижнего тубулуса, то их надо предпочесть. В тубулус вставляется каучуковая пробка, в крайнем случае — пропарафиненная корковая (стр. 238). Для укрепления пробки удобнее всего воспользоваться приемом, изображенным на рисунке 264 (стр. 239).

При выливании жидкости из прибора Киппа в раковину водопровода ставят склянку с большой воронкой, берут прибор за место перетяжки и, держа его над воронкой в наклонном положении, осторожно открывают сначала края, а затем пробку нижнего тубулуса.

Сила струи регулируется углом наклона прибора. Ослабить силу струи можно также, закрыв не очень плотно верхнее отверстие воронки прибора корковой пробкой (рис. 305).

При добавлении твердого вещества, когда жидкость вытеснена в верхний шар, отверстие его плотно затыкают пробкой и, вынув из тубулуса пробку с газоотводной трубкой, добавляют твердое вещество.

При окончании работы с аппаратом Киппа кран *б* закрывается и вся жидкость вытесняется в шар *Б*. После энергичного действия прибора газ еще некоторое время продолжает выделяться за счет жидкости, смачивающей твердое вещество, и очень часто пузыри

газа начинают выделяться через воронку *Б*. Происходит неприятное бульканье и разбрызгивание жидкости из верхнего тубулуса воронки *Б*. Во избежание этого, после того как кран *б* закрыт, следует выждать некоторое время, пока сосуд *А* не наполнится газом, выпустить газ и снова закрыть кран. Кроме того, чтобы брызги жидкости не могли вылетать из тубулуса верхнего шара части *Б*, в тубулусе следует всегда оставлять воронку, через которую наливается жидкость, или предохранительную воронку.

Закрывая отводящий газ кран *б*, следует соблюдать те же пре-

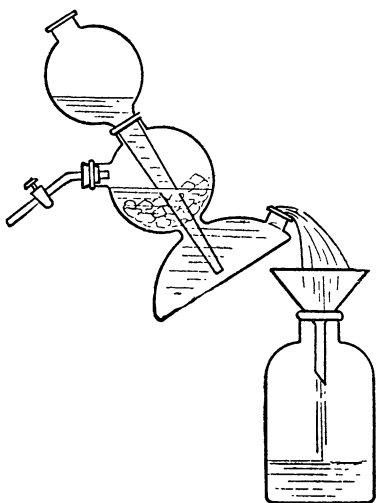


Рис. 305. Выливание жидкости из прибора Киппа.

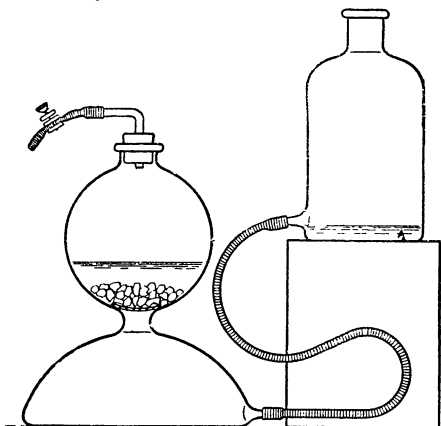


Рис. 306. Автоматический прибор Верховского.

досторожности, которые были указаны относительно аппарата С.-К.-Девиля (стр. 259).

В аппарат Киппа не следует наливать *слишком много жидкости*, так как иначе, после закрывания крана, она может вылиться из воронки. Во избежание порчи стола, на случай если бы жидкость вылилась, прибор Киппа иногда ставят на фарфоровый поддонник или тарелку.

Преимущества аппарата Киппа состоят в том, что он занимает мало места, его удобно переносить, жидкость в нем не приходит в соприкосновение с каучуковыми трубками и пробками и другими посторонними веществами (если аппарат имеет внутреннюю трубку).

Но с ним нельзя получить такого давления газа, как в приборе С.-К.-Девиля. Он стоит дорого, и, в случае повреждения какой-нибудь из частей прибора, весь прибор приходится бросать. Следует иметь в виду, что к прибору уже нельзя припаять отбитое горло или другую часть сосуда. При покупке прибора Киппа его следует внимательно осмотреть. Не следует брать прибор, у котс-

рого слишком тонкая трубка воронки *Б* (рис. 298) и у которого эта трубка не доходит до дна.

Вместо приборов *С.-К.-Девила* и *Киппа* удобно воспользоваться прибором, представляющим комбинацию того и другого (конструкция *В. Н. Верховского*).

Устройство прибора понятно из рисунка 306. Сосуд с перетяжкой, изображенный на рисунке, изготавливается по особому заказу. Он отличается от сосуда *Киппа* тем, что имеет наверху только одно горло, нижний же тубулус сделан оттянутым, для непосредственного надевания каучука. Отверстие в перетяжке закрывается свинцовым или резиновым дырчатым кружком. Вместо этого сосуда может быть, конечно, использован и сосуд от прибора *Киппа*, у которого разбита воронка.

Преимущества прибора по сравнению с прибором *Киппа* заключаются в том, что в нем можно получить значительное давление газа, он не имеет притертых частей и стоит гораздо дешевле. В то же время он удобнее прибора *С.-К.-Девила* тем, что в него не нужно насыпать битое стекло и т. п., и после закрывания крана газ не перебрасывается в верхний сосуд, так как для газа имеется большой резервуар ниже перетяжки.

5. ПРИБОРЫ ДЛЯ СУШЕНИЯ И ОЧИСТКИ ГАЗОВ

Выделяющийся из прибора газ большей частью не бывает вполне чистым. Он может содержать влагу, мельчайшие капельки воды, пары или капельки кислот и других жидкостей, служащих для получения газа, и различные посторонние газы.

Если газ требуется более или менее чистый, то эти посторонние примеси приходится от него отделять при помощи различных веществ, их поглощающих. Подобные вещества помещаются в соответствующие приборы самого разнообразного устройства. Эти приборы бывают двух родов — для жидкостей и для твердых веществ. Приборы для твердых веществ могут иногда служить также и для жидкостей, которыми смачивают куски индифферентного твердого вещества, помещаемые в прибор.

Простейший прибор для жидкости — промывная склянка — представляет собой склянку, банку, колбу и т. п., заткнутую пробкой, в которую вставлены две трубки (рис. 307): одна — длинная, доходящая почти до дна сосуда, через нее газ входит, и другая — короткая, через нее газ выходит.

Обычные материальные склянки (стр. 170) для приготовления промывных склянок мало пригодны, так как имеют слишком узкое горло, и потому в подходящей к ним пробке трудно сделать два отверстия. Банки невыгодны потому, что у них, наоборот, слишком широкое горло, и требуется большая пробка, которая хуже держит, чем маленькая (стр. 224).

Выгоднее двугорлые вульфовы склянки (рис. 308); можно также пользоваться колбой для фильтрования под уменьшенным давлением (рис. 311).

Главный недостаток описанных промывных склянок, особенно для демонстрационных опытов, тот, что в случае изменения давления

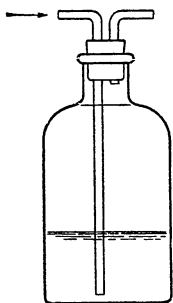


Рис. 307.

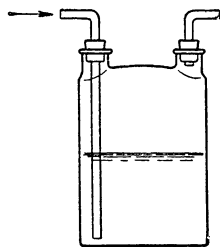


Рис. 308.

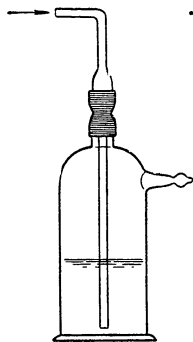


Рис. 309.

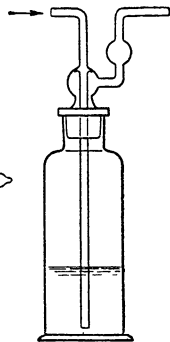


Рис. 310.

Промывные склянки.

внутри прибора, если это давление делается ниже атмосферного, жидкость из промывной склянки легко перетягивает или «перебрасывает» в соседнюю склянку или в прибор для добывания газа. Это особенно часто случается с приборами, в которых газ добывается при нагревании.

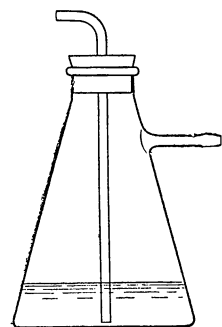


Рис. 311. Колба Бунзена в качестве промывной склянки.

Указанным недостатком обладает также и целый ряд видоизменений простейшей промывной склянки, отличающихся или более удобным расположением и присоединением трубок, или тем, что трубки присоединены на каучуках (рис. 309), припаяны к сосуду или к закрывающей сосуд притертой пробке (склянки Дрекселя, рис. 310) и т. д.

Наиболее подходящим для наших целей является изображенная на рисунке 313 склянка, или прибор для промывания газов акад. В. Е. Тищенко, по принципу отличающийся от всех вышеописанных приборов. Он сделан из толстого стекла, очень устойчив, жидкость в него очень легко наливается и не соприкасается ни с чем, кроме стекла.

Прибор разделен пополам вертикальной внутренней перегородкой, имеющей внизу небольшое отверстие. Если в одно отделение впускать газ, то он вытесняет жидкость в другое отделение и проходит через жидкость пузырьками.

Очевидно, что жидкость ни в каком случае не может перебросить.

Единственный недостаток, который можно найти в этом приборе, тот, что газ иногда проходит слишком большими пузырями и не успевает прийти в достаточно близкое соприкосновение с жидкостью, но при школьных опытах это не имеет такого существенного значения, как при некоторых научных или аналитических работах, и на практике газ высушивается или очищается вполне достаточно. Во всех же других отношениях склянки Тищенко удовлетворяют самым строгим требованиям.

Следует иметь по несколько склянок на 100 и на 250 мл.

Склянки Тищенко могут быть использованы так же для всевозможных других работ: при продувании воздуха через легко испаряющуюся жидкость (например: карбюрирование бензина для горелок, получение смеси паров аммиака или хлористого водорода с воздухом и т. д.), как автоматический прибор для получения газов (стр. 256). В случае утери стеклянной пробки ее можно заменить резиновой.

Хорошей заменой склянки Тищенко могут служить U-образные трубки достаточно широкого диаметра, которые позволяют пропускать газ в обе стороны и потому не представляют опасности засасывания и перебрасывания жидкости в другой сосуд (рис. 312). При изменении направления движения газа жидкость вытесняется из одного колена в другое и газ проходит через нее пузырьками. За неимением же склянок Тищенко и U-образных трубок лучше всего пользоваться самыми простейшими из вышеописанных промывных склянок и «дрексельями» (для концентрированной H_2SO_4).

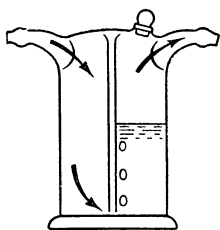


Рис. 313. Промывная склянка Тищенко.

Жидкость во всякого рода промывные склянки наливается не более как до $\frac{1}{2}$ высоты, в склянки же Тищенко — до $\frac{1}{4}$, причем, если жидкость от поглощения газа или влаги может значительно увеличиваться в объеме (например, H_2SO_4), то ее следует наливать еще меньше.

Шлифы у склянок Дрекслея и притертые пробочки в склянках Тищенко следует всегда смазывать вазелиновой мазью (стр. 241).

При пропускании газа через промывные склянки нужно следить, чтобы он не шел слишком быстро. Обыкновенно его пускают с такой скоростью, чтобы можно было считать проходящие через жидкость пузырьки.

Для сушения и очистки газов часто пользуются измельченными твердыми веществами, как хлористый кальций, натронная известь,

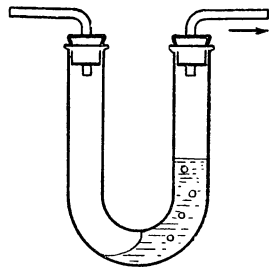


Рис. 312. Применение U-образной трубки для осушения газов.

фосфорный ангидрид и т. п. Эти вещества помещаются в трубки и другие приборы, через которые и пропускается осушаемый газ. Приходя в соприкосновение с большой поверхностью твердого вещества, газ высушивается гораздо лучше, чем при пропускании его через жидкость. Кроме того, проходя через прибор с твердым веществом, газ не должен преодолевать большое давление, которое представляли бы несколько промывных склянок, соединенных последовательно. Затем ток газа получается более ровный, а не прерывистый, как при употреблении промывных склянок, через которые газ идет отдельными пузырьками. Наконец, через прибор с твердым веществом, если он имеет достаточную длину, можно пропускать более быстрый ток газа.

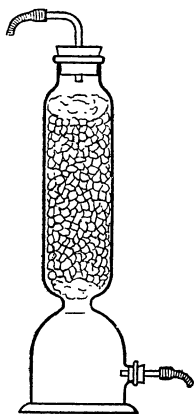


Рис. 314. Колонка для сушения газов.

На практике при сушении газов нередко пользуются и жидкими и твердыми веществами одновременно, пропуская газ сначала через промывную склянку с серной кислотой, которая поглощает главную массу влаги, а затем через прибор с твердым веществом, которое благодаря этой комбинации не так быстро расходуется.

Ввиду того что серная кислота более совершенно поглощает влагу, чем хлористый кальций, иногда и *серной кислотой пользуются в тех же приборах, что и твердыми веществами*, смачивая ею куски стекла, бусы, пемзу и т. п. Благодаря этому получается очень большая поверхность соприкосновения между газом и серной кислотой, и газ высушивается особенно хорошо.

Для очистки газа описанным способом можно, конечно, воспользоваться и другой какой-либо жидкостью или раствором.

Приборы для сушения и очистки газов твердыми веществами устраивают так, чтобы газ проходил через более или менее значительный *слой* твердого вещества. Поэтому подобные приборы обыкновенно представляют собой различной длины трубки или цилиндры.

Для демонстрационных опытов могут пригодиться так называемые колонки для сушения газов (рис. 314), которые делаются из толстого стекла, достаточно прочны и устойчивы. При снаряжении колонки сначала подгоняют к ней пробки (лучше каучуковые). Затем имеющуюся в ней перетяжку закрывают рыхлым клочком ваты (если высушивающее вещество на обыкновенную вату может действовать, то берут *асбестовую или стеклянную вату*) или закладывают отверстие кусками пемзы, стекла, фарфора, дырчатыми фарфоровыми пластинками или, наконец, более крупными кусками высушивающего вещества.

Вещество насыпают возможно плотно и равномерно, постукивая по колонке сбоку ладонью. Сверху высушивающее вещество

также полезно прикрыть клочком ваты, чтобы при наклонении прибора оно не могло попасть в газоотводную трубку.

Колонки особенно удобны для сушения газов при помощи концентрированной серной кислоты, которой смочены куски твердого вещества, так что избыток кислоты может стекать в нижнюю часть прибора, ниже перетяжки. В качестве твердого вещества пользуются или пемзой, разбитой на кусочки, величиной с орех или немного меньше, или стеклянными бусами. Пемзу обыкновенно пропитывают кислотой отдельно в фарфоровой чашке, причем кислоту с пемзой нагревают, чтобы вытеснить из пемзы воздух. Когда пузырьки воздуха перестают подниматься, кислоту возможно полно сливают и иногда еще удаляют избыток ее нагреванием (под очень хорошей тягой!), но можно обойтись и без этого.

Бусы обливают прямо в колонке.

Прежде чем закупоривать колонку, следует возможно тщательно вытереть кислоту, которая могла остаться на горлышке колонки.

Газ впускают в колонку обыкновенно снизу. Тогда расплывающееся твердое вещество или разжиженная кислота стекает вниз, а газ, поднимаясь, встречает более чистое вещество.

Если газ не очень влажный или если он сначала пропускается через промывную склянку, то можно впускать его в колонку и сверху. Такое расположение удобнее, если газ легче воздуха. Направляясь сверху вниз, он скорее вытеснит воздух из колонки.

Колонки бывают разных размеров. Достаточно иметь штуки по две в 20 см и 30—35 см высотой, но можно обойтись и без них.

Для твердых веществ (но не для наполнения пемзой и т. п. веществами, смоченными жидкостью) очень удобны *склянки акад. В. Е. Тищенко для сухих веществ* (рис. 315), устроенные по тому же принципу, как и его промывные склянки — с



Рис. 316. Хлоркальциевая трубка.

перегородкой в середине. Склянка закрывается снизу большой пробкой; на этой пробке склянка стоит. Для наполнения склянки ее перевертывают пробкой кверху и, вынув пробку, сначала вкладывают в отводные трубочки по клочку ваты, чтобы твердое вещество не попало в трубочки, затем насыпают само вещество и, снова заложив ватой, закрывают. Шлиф должен быть смазан вазелиновой мазью (стр. 241).

Кроме описанных больших приборов, могут оказаться полезными так называемые *хлоркальциевые трубки* (рис. 316). Их также можно иногда вставлять перед большими поглотительными аппаратами, чтобы главная масса влаги и т. п. оставалась в трубке

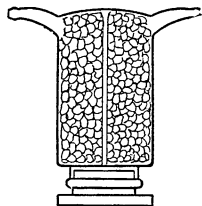


Рис. 315. Склянка Тищенко для сухих веществ.

и не приходилось часто переснаряжать большой аппарат. Для опыта на закон сохранения веса веществ очень удобны пробирки с перетяжкой (по С о з о н о в у и В е р х о в с к о м у), служащие одновременно пробиркой и хлоркальциевой трубкой (рис. 317).

За неимением подходящих приборов для сушения твердыми веществами можно поместить вещество просто в прямую широкую трубку, закрытую с двух сторон пробками со вставленными в них трубочками. Такая трубка с успехом может заменить хлоркальциевую трубочку (см. выше). Можно воспользоваться также склянкой с широким горлом, банкой, цилиндром для собирания газов, даже большой пробиркой, устроив из них такой же прибор, как простейшая промывная склянка (стр. 266, рис. 307) с двумя трубками: доходящей до дна сосуда и короткой. Вещество насыпают в подобный сосуд не доверху и, прежде чем закрывать пробку, немного выдвигают из нее длинную трубку, чтобы она не упиралась в вещество при вставлении пробки. Затем, вставив пробку, склянку наклоняют или даже переворачивают вверх дном и вдвигают почти до дна длинную трубку.

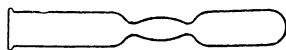


Рис. 317. Оттянутая пробирка по Созонову и Верховскому.

Твердые вещества для сушения и очистки газов — хлористый кальций, натронная известь — имеются в продаже так называемые гранулированные (*granulatum*) и просеянные, причем отдельные зерна бывают обыкновенно величиной с горошину или немного меньше. Такие вещества можно прямо насыпать в приборы, без особой подготовки. Если же вещества имеются в виде крупных кусков, то их необходимо измельчить в фарфоровой ступке и просеять через особые закрытые многоярусные сита (рис. 318). Они состоят из металлических цилиндров с невысокими стенками и с дырчатым металлическим дном. Эти цилиндры надеваются один на другой.

Нижний цилиндр имеет сплошное дно, верхний же закрывается крышкой. Величина отверстий в дне каждого из остальных цилиндров различна. Цилиндр с самыми крупными отверстиями ставится наверх, следующий имеет меньшие отверстия и т. д. Измельченное вещество помещается в верхний цилиндр, который закрывается крышкой, и все сито некоторое время встряхивается.

Вещество оказывается разделенным по величине зерна на отдельные порции, причем самый мелкий порошок скопляется внизу, крупные куски остаются наверху.

Для наших целей достаточно иметь четырехэтажное сито. Порошкообразные порции вещества не следует выбрасывать, — они пригодятся для некоторых опытов.

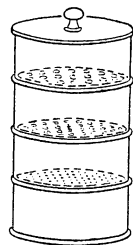


Рис. 318. Сито многоярусное.

Всю операцию, особенно толчение в ступке, нужно производить возможно быстро, чтобы вещество не успело поглотить много влаги (или углекислоты) из воздуха. Просеянное вещество и остатки следует сейчас же ссыпать в банки и залить пробки парафином (стр. 236).

Хранить снаряженные приборы для сушения и очистки газов следует тщательно закрытыми, для чего на концы газоотводных трубок надеваются обрезки каучуковой трубки, заткнутые стеклянными палочками или запаянными трубочками. Можно также соединить каучуковой трубкой оба отвода сосуда.

На приборы полезно наклеивать этикетки с обозначением, какое в них находится вещество и когда прибор снаряжен.

Насколько часто нужно переснаряжать приборы, вообще говоря, сказать трудно, но если ставится несколько приборов один за другим, то для демонстрационных опытов последний прибор может служить без переснаряжения несколько лет.

Серную кислоту надо менять тогда, когда объем ее заметно (можно отмечать первоначальный уровень) увеличился; хлористый кальций и т. п. — когда слой, ближайший к входному отверстию, начинает расплываться.

Переснаряжая приборы, можно из экономии воспользоваться и бывшим в употреблении веществом. Берут часть вещества, лежащую ближе к выходному отверстию. Во вновь снаряженном приборе бывшее в употреблении вещество помещают, наоборот, ближе к тому отверстию, через которое газ входит.

При удалении отработавших хлористого кальция или натронной извести нет надобности выковыривать и вытряхивать слипшиеся куски. Лучше всего поставить прибор на некоторое время в раковину, под струю воды из водопровода, или положить в большой сосуд с водой.

Не следует пользоваться одним и тем же осушителем для осушения различных газов во избежание несчастных случаев и загрязнений.

6. ИСПЫТАНИЕ СОБРАННОГО ПРИБОРА ДЛЯ ОПЫТОВ С ГАЗАМИ

Выше (стр. 234) было указано, каким образом испытывается, «держит» ли пробка, и выяснена необходимость такого испытания. Те же самые приемы применимы и ко всем другим местам соединения отдельных частей приборов для опытов с газами. Но если прибор сложный или если газ в нем будет находиться под некоторым давлением, например должен проходить через несколько промывных склянок подряд, то для испытания прибора недостаточно прогревания его рукой, и приходится прибегать к другим приемам, которые могут быть весьма разнообразны и зависят от устройства прибора.

Например, если в приборе имеется склянка с *предохранительной воронкой*, то можно вдвухать воздух ртом в последнюю трубку

прибора, пока жидкость в воронке не поднимется на некоторую высоту, и затем, зажав конец газоотводной трубки, наблюдать, не изменяется ли через некоторое время уровень жидкости в предохранительной воронке.

Если для получения газа служит какой-нибудь автоматический прибор или если газ поступает в прибор из газометра, то можно присоединить к последней трубочке прибора стеклянную трубку, погрузить ее в воду и, приоткрыв на несколько времени кран прибора, чтобы вытеснить из трубки воду, снова закрыть его. Если вода в трубке не поднимается, значит прибор «держит».

Если в состав сложного прибора входят промывные склянки, то для испытания прибора можно иногда воспользоваться и ими.



Рис. 319. Аспиратор.

Зажав последнюю трубку прибора, приоткрывают на время кран газометра и т. п. и, закрыв его снова, наблюдают, изменяется ли уровень в промывных склянках. Можно и обратно — вдуть в прибор через последнюю трубочку, но при этом, если промывалки не Тищенко следует делать это очень осторожно, чтобы жидкость не попала из одной промывалки в другую. Можно проверить, «держит» ли прибор или ряд соединенных приборов при помощи аспиратора (рис. 319), который обычно используется для просасывания воздуха через прибор. К аспиратору присоединяется отводная трубка проверяемого прибора.

Если прибор «держит», то через некоторое время вода перестанет вытекать из аспиратора.

Можно, конечно, придумать и другие способы испытания, наиболее подходящие для данного прибора, но так или иначе испытание сделать необходимо, так как даже при самой тщательной сборке прибора можно не заметить какого-нибудь недостатка в пробке или каучуке, и опыт может не удался. В случае, если газ ядовитый, при этом можно иногда и пострадать.

Если окажется, что прибор не «держит», то отыскивать место, которое пропускает газ, следует методически, постепенно включая одну за другой части прибора и каждый раз производя испытание. Газ может проходить через незаметное отверстие в каучуке, между каучуком и стеклянной трубкой, на которую он надет (если каучук сидит слишком слабо или если внутренняя поверхность каучука очень шероховатая, с трещинками и т. п.); может пропускать и пробка, если она пориста; газ может проходить между пробкой и трубочкой, которая в нее вставлена, через притертую пробку, если она не смазана, даже через едва заметную трещину в стекле, хотя это случается и очень редко.

Неисправное место можно обнаружить, создав в приборе более высокое давление, чем обычно, при помощи резиновой груши. В этом случае воздух будет с шипением выходить в месте неисправности прибора.

Если есть подозрение, что не держит каучуковая трубка, то это иногда можно обнаружить, смочив ее водой (лучше мыльной), по пузырькам, проходящим через воду. Этим же способом можно открыть и утечку через пробку.

Иногда, если пропускает каучук, можно помочь делу, перевязав его. Пробку иногда можно залить, замазать (стр. 236) и т. п., но ко всем этим средствам следует прибегать только в крайнем случае, так как они не всегда надежны, и *лучше всего переменить пробку, стеклянную трубочку, если она узка, или каучук.*

Всякие исправления прибора, который не держит, нужно делать до того, как прибор пущен в действие. *Всякие исправления на ходу редко удаются.*

VII. ПРИБОРЫ ДЛЯ СОБИРАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ГАЗОВ

1. СОБИРАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ГАЗА НАД ВОДОЙ

Для *собиранья газа над водой* при демонстрационных опытах необходимо иметь какой-нибудь большой сосуд или так называемую *пневматическую ванну*. Для демонстрационных опытов сосуд этот должен быть *непременно стеклянный* и ни в каком случае *не металлический*, не врезанный в доску стола, как это иногда делается. Учащиеся всегда должны хорошо видеть все детали опыта.

Пневматические ванны с зеркальными стеклами, укрепленными в металлических рамах и склеенные цементом, нередко текут и слишком громоздки. Поэтому лучше всего приобрести ванну из цельного стекла (рис. 320). Удобен размер 18×40 см, но можно обойтись ванной и меньших размеров, например 15×30 см.

В ванне обыкновенно находится висячий *мостик* для помещения наполняемых сосудов. Отверстия в мостике не должны быть очень маленькие. Если мостик металлический, то хорошо, если снизу, под отверстиями, припаяны небольшие раструбы, чтобы пузыри газа не могли проскакивать мимо отверстия.

За неимением пневматической ванны или для собиранья небольших количеств газа при лабораторных работах можно воспользоваться любым плоским стеклянным сосудом, как кристаллизатор, простоквашница (стр. 169), низкая банка (для мазей), таз, аквариум

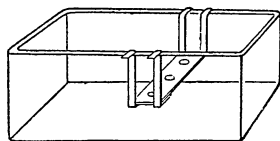


Рис. 320. Пневматическая ванна.

и т. д. При опытах учащихся — даже чайным стаканом или бокалом (рис. 327 и 328).

Вместо обычного мостика можно поставить на дно сосуда нечто вроде скамейки (рис. 321, а), выгнутой из куска алюминиевой, медной или хотя бы жестяной пластинки. Благодаря полукруглым вырезам в отогнутых книзу частях такого мостика он может устойчиво стоять и на несколько выпуклом дне сосуда.

Можно воспользоваться крышкой от жестянки, обрезанной консервной банкой и т. п., сделав в ней отверстие сверху и выемку для ввода трубки сбоку, как показано на рисунке 321, б. Преимущество такой подставки заключается в том, что газоотводную трубку не надо загибать кверху. Подобное же приспособление можно сделать из небольшого поддонника от цветочного горшка или из маленького цветочного горшка (рис. 322; горшок менее удобен тем, что высок и требует более глубокой ванны).

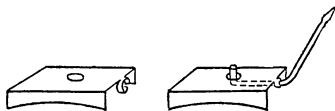
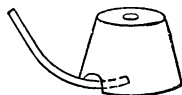
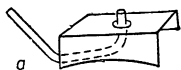


Рис. 321. Мостики жестяные.

Рис. 322. Мостик из цветочного горшка.

Рис. 323. Мостик с трубкой.

Для того чтобы упростить устройство приборов для получения газов и сэкономить на газоотводных трубках, изгибаемых обычно так, чтобы конец трубки подходил под мостик пневматической ванны (рис. 276, а и б), можно раз навсегда прикрепить изогнутую трубку к мостику и все приборы присоединять к этой трубке на каучуке. На рисунке 323 изображен такой мостик с трубкой. При вырезании мостика-скамеечки следует оставить две полоски, которые отгибаются, как показано на рисунке 323, и в них зажимается изогнутая трубка. Трубка должна плотно прилегать к мостику снизу. Верхний конец трубки полезно оттянуть, как на рисунке 323, чтобы на нее удобно было надевать каучуки разного диаметра. Материал для мостика следует взять потолще, чтобы он был устойчив и трубка его не перетягивала. Тонкий материал можно отяжелить положенной сверху свинцовой пластиной.

Постоянная изогнутая трубка очень упрощает устройство приборов и сберегает много времени и материала, и потому устроить мостик с трубкой очень полезно, особенно если запас стеклянных трубок невелик.

Можно устроить очень удобную подставку-мостик из большой плоской пробки, утяжеленной свинцом. Для этого в нижней части пробки делается вырез перпендикулярно просверленному верти-

кальному отверстию в центре (рис. 324—326). В этот вырез вкладывается газоотводная стеклянная трубка, конец которой оказывается при этом как раз напротив вертикального отверстия.



Рис. 324. Мостик-подставка из пробки.

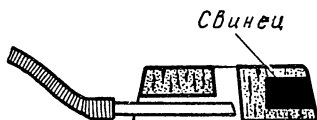


Рис. 325. Мостик-подставка из пробки (разрез).

Воду в пневматическую ванну следует, конечно, наливать не доверху, а лишь настолько, чтобы она стояла немного выше мостика. Если придется заполнять газом много сосудов, то следует приготовить кружку или стакан для вычерпывания воды.

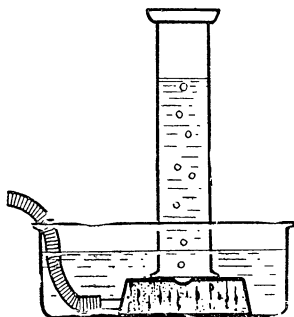


Рис. 326. Собираение газа с использованием мостика-подставки из пробки.

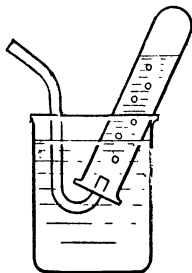


Рис. 327. Наполнение газом пробирки в стакане.

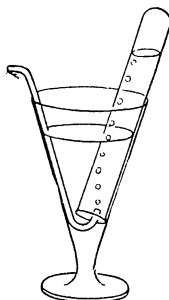


Рис. 328. Собираение газа в бокале.

Небольшие количества газов можно собирать над водой в пробирку, погруженную в наполненный водой стакан или бокал, играющий роль пневматической ванны (рис. 327, 328).

Для собиранья значительных количеств газов пользуются обыкновенно особыми цилиндрами с отшлифованным краем, чтобы их можно было закрывать стеклянными пластинками.

Цилиндров следует иметь побольше разных размеров, например по несколько штук приблизительно в $15 \times 2\frac{1}{2}$ см, 15×4 см, 20×3 см, 25×4 см, 30×5 см и 35×6 см.

Для наполнения водой цилиндр, если он помещается в пневматическую ванну, проще всего положить в воду и затем повернуть, не приподнимая отверстия из воды (рис. 329). Если же цилиндр

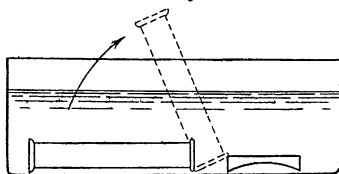


Рис. 329. Наполнение цилиндра водой в ванне.

велик, его наполняют водой под краном или из кружки доверху, закрывают притертой стеклянной пластинкой и погружают в ванну.

Вынимая из ванны наполненный газом цилиндр, его закрывают под водой стеклянной пластинкой и, если газ тяжелее воздуха, ставят пластинкой кверху, если легче, — пластинкой книзу.

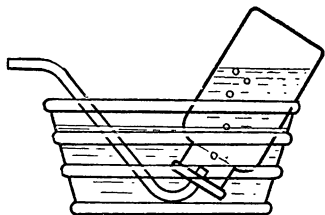


Рис. 330. Собираение газа в склянку.

Пластинки к цилиндрам должны быть всегда в запасе. Перед уроком их следует класть около каждого цилиндра и еще несколько лишних на всякий случай. Нет необходимости, чтобы пластинки были круглые и особенно тщательно шлифованные; вполне возможно пользоваться и четырехугольными пластинками матового стекла, которые можно

даже нарезать самому. Если пластинки достаточно правильные и если опыт с собранным газом производится вскоре после того, как он собран, то пластинки ничем смазывать не надо. Остающаяся на шлифе вода достаточно хорошо запирает газ. Если же после собирания газа он должен довольно долго стоять в цилиндре, то лучше *смазать шлиф вазелиновой мазью* (стр. 241).

Стеклянные пластинки с успехом можно заменить кружочками картона, хорошо проваренными в парафине.

За неимением цилиндров для собирания газов можно пользоваться банками, бутылками для молока и т. п. Их удобнее закрывать картонными пластинками. Если же желательнее воспользоваться стеклянными, то край горла у этих сосудов придется отшлифовать (стр. 198).

При опытах учащихся газы обычно собираются в пробирки. На рисунках 331 и 332 показано, каким образом удобнее всего погружать в стакан, играющий роль пневматической ванны, пробирку, наполненную водой. При собирании горючих газов (предосторожности см. стр. 51), которые после собирания испытываются только на горючесть, удобно пользоваться капельной воронкой (Рейнбольт). Для того чтобы зажечь собранный газ, открывают кран и подносят к концу трубки зажженную спичку. Вода входит

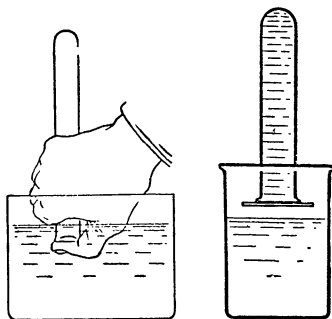


Рис. 331. Опускание пробирки с водой в стакан (а).

Рис. 332. Опускание пробирки с водой в стакан (б).

в воронку снизу и вытесняет газ (рис. 333).

При собирании на пневматической ванне газов, получаемых при нагревании, или газов, при получении которых выделяется тепло, нужно соблюдать следующую *предосторожность*: по окончании опыта следует *сейчас же вынимать конец газотводной трубки из воды*, так как при охлаждении прибора для получения газа в него может втянуть воду из пневматической ванны, и прибор может треснуть.

Если отводная трубка соединена с прибором без каучука, то проще всего поднять весь штатив с прибором.

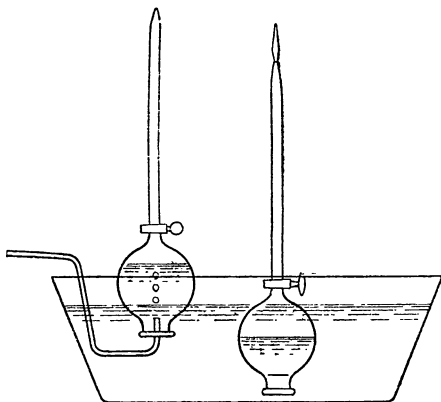


Рис. 333. Собираение газа в капельную воронку.

2. ГАЗОМЕТРЫ

Если полученный газ нужно сохранить и если его потом придется расходовать по частям, то газ собирают в *газометр*. Обычно пользуются *стеклянными газометрами*. Стеклоанный газометр, (рис. 334), состоит из сосуда для собирания и хранения газа и воронки с жидкостью, служащей для вытеснения газа через трубку верхнего тубулуса сосуда.

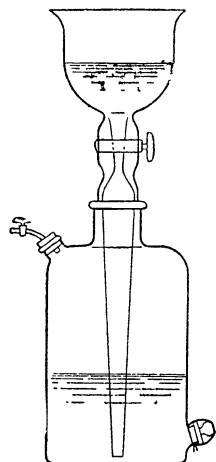


Рис. 334. Стеклоанный газометр.

Перед наполнением газометра газом все краны и шлиф воронки смазывают вазелином, нижний тубулус закрывают пробкой и в газометр наливают воду до полного вытеснения воздуха. Воду удобнее наливать, вынув воронку.

Затем вставляют воронку с открытым краном и удаляют из нее остатки воздуха, нагнетая воду вдуванием воздуха через отводную трубку (рис. 335 и 336). Когда воздух из трубки воронки уже удален, в воронку подливают воду и последний пузырь воздуха удаляют либо через отводную трубку, либо осторожным приподниманием воронки.

Когда газометр наполнен водой, закрывают все краны и, поместив газометр на краю стола над раковиной или над лоханкой, как на рисунке 337, открывают нижний тубулус (если все краны хорошо притерты и смазаны,

вода не выливается из газометра) и вводят в него трубку, по которой идет газ (см. рис. 337). Газ вытесняет воду, кото-

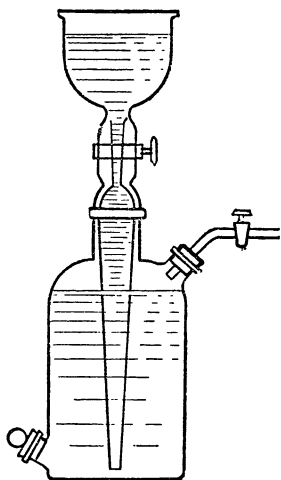


Рис. 335. Вытеснение воздуха из трубки воронки газометра.

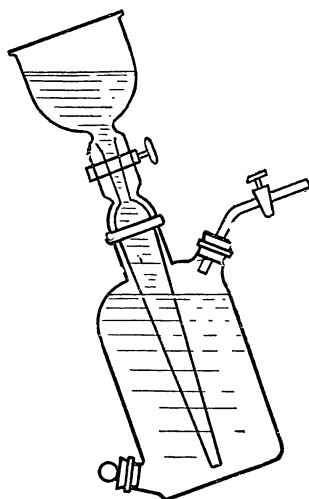


Рис. 336. Удаление пузыри воздуха из верхней части газометра.

рая и вытекает через тубулус. Как только вода перестанет вытекать из газометра, трубку немедленно вынимают и за-

крывают тубулус пробкой.

При наполнении газометра воздухом открывают кран *a* и выпускают воду через тубулус *m*.

Если после открывания тубулуса при закрытых кранах вода вытекает из газометра, то это может происходить или оттого, что газометр стоит не горизонтально — тогда воздух проходит в газометр пузырями, или оттого, что газометр где-нибудь пропускает воздух. В последнем случае прежде всего следует прочистить и сма-

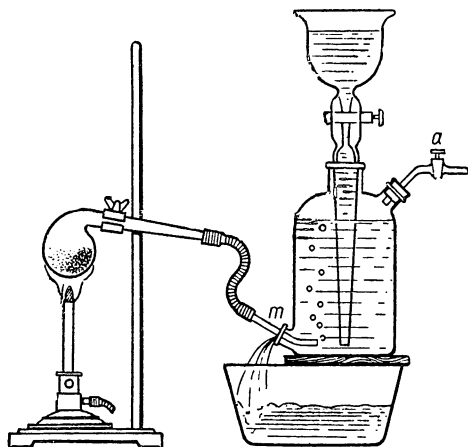


Рис. 337. Наполнение газометра.

зывать краны. Если это не поможет или если краны смазаны недавно, то следует внимательно осмотреть остальные части газометра.

Иногда сразу легко бывает заметить, где проходит воздух, например по свисту, особенно если отверстие довольно велико. Иногда же, наоборот, приходится очень долго возиться, для того чтобы обнаружить небольшое отверстие. Начинают с того, что выливают из газометра воду и, наполнив водой воронку доверху, открывают кран, сообщающий сосуд газометра с воронкой, и наблюдают, не слышен ли свист выходящего воздуха. Затем можно смочить подозрительные места мыльной водой и посмотреть, не проходят ли через нее пузырьки воздуха. Пробку нижнего тубулуса стеклянного газометра следует привязывать, а еще лучше делать к ней такой же запор, как для аппарата Киппа (стр. 263). Таким же образом полезно укрепить при помощи двух резиновых колечек (рис. 338, *P*) и кран, вставленный в верхний тубулулс газометра (если этот кран вставлен не на каучуковой пробке, а на шлифе), как это понятно из рисунка 338. При наполнении газометра, чтобы вода стекала в подставленное ведро и не подтекала по нижней поверхности тубулулса под газометр, на нижний тубулулс *подвязывают сложенный желобком лист бумаги* (рис. 339). При наполнении газометра следует избегать сильного тока газа.

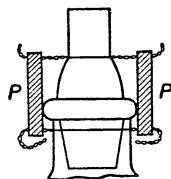


Рис. 338. Укрепление крана стеклянного газометра.

При хранении наполненного газометра любого типа следует всегда открывать кран воронки с водой, чтобы газ был *под давлением* и чтобы в газометр не мог проникнуть воздух. Кроме того, следует непременно наклеить на него *этикетку* с надписью, какой в нем газ. Полезно отметить и время наполнения.

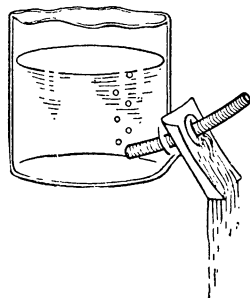


Рис. 339. Применение бумажки при наполнении газометра.

Бывали случаи взрывов газометра, в который, например, был добавлен по ошибке кислород к находившемуся в нем водороду.

Вообще в школьной лаборатории *никогда не следует собирать в газометр ни водород, ни ацетилен*, так как они в смеси с воздухом, а особенно с кислородом, дают крайне опасный взрыв. Случаи ошибок при обращении с газометром всегда возможны. Ошибка же может *повлечь за собой непоправимое несчастье*.

Из предосторожности перед наполнением газометра следует всегда наливать в него свежую воду, так как в прежней воде мог раствориться находившийся в газометре газ. В одной лаборатории собрали кислород в газометре, в котором раньше долгое время находился болотный газ. Перед наполнением кислородом в газометр была долита вода и вытеснен весь оставшийся в газометре болотный газ. Кислорода было собрано немного. Растворенный в воде болот-

ный газ, вследствие того что его парциальное давление в газовой фазе над водой было равно нулю, начал постепенно выделяться из раствора и примешиваться к кислороду. В результате получилась взрывчатая смесь, и во время опыта газометр взорвался.

Газометр никогда не следует оставлять с водой на долгое время, особенно в помещении, где вода могла бы замерзнуть, что неминуемо повлекло бы за собой гибель газометра.

Для школы желательно иметь два газометра: один на 8 л, другой на 15—20 л.

Стекланный газометр можно заменить двумя тубулатными склянками, одна из которых помещается выше другой на полке, табурете и т. п. Тубулус нижней склянки снабжен пробкой с двумя трубками,

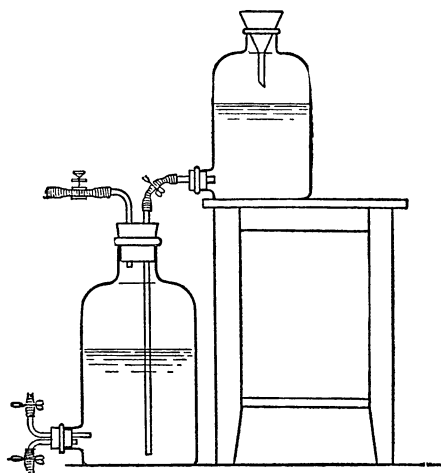


Рис. 340. Упрощенный газометр.

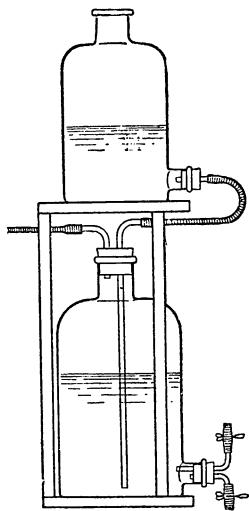


Рис. 341. Упрощенный газометр.

как на рисунке 340. Через верхнюю трубку газометр наполняется газом, через нижнюю при этом вытекает вода. Последняя трубка должна быть возможно широкая. Остальное понятно из рисунка.

Чтобы такой газометр удобнее было переносить, можно устроить для него особый станок из двух деревянных кругов, соединенных тремя стойками, как показано на рисунке 341.

На рисунке 342 изображен самодельный газометр, который не менее удобен, чем продажные стеклянные газометры. На трубку, доходящую до дна тубулатной склянки, при помощи пробки надета обрезанная склянка. Конец трубки несколько расширен. Расширенный конец трубки запирается при помощи куска толсто-стенного каучука, надетого на стеклянную палочку (рис. 342, а). Палочку полезно немного оттянуть и снабдить двумя расшире-

ниями, как на рисунке, 342, б. Если это представило бы затруднение, то палочку, конечно, можно выстрогать из дерева. Место соединения двух склянок для прочности заливают гипсом. Остальное понятно из рисунка.

За неимением тубулатных склянок можно воспользоваться и обыкновенными. На рисунке 343 изображен такой упрощенный газометр.

В нижний сосуд вставлены три трубки. Две, доходящие до дна, служат: одна (*о*) — для оттока, другая (*п*) — для притока воды. Третья, короткая, которая не должна выставляться вниз из пробки, — для впуска и выпуска газа. Воронка сделана из обрезанной склянки (можно взять большую обыкновенную воронку). Она может быть укреплена

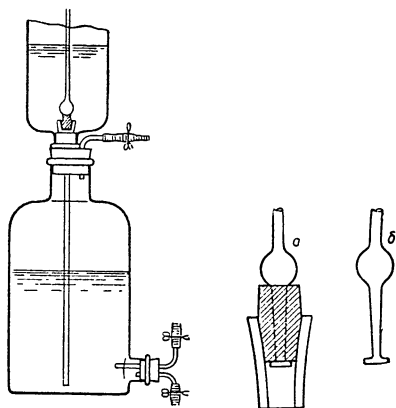


Рис. 342. Газометр с воронкой из бутылки.

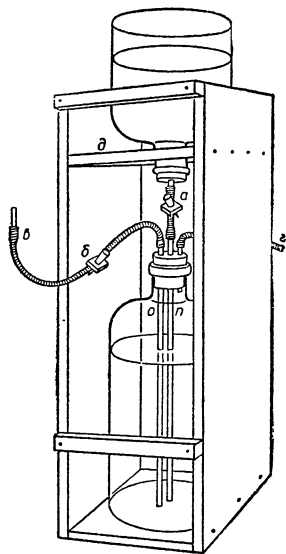


Рис. 343. Газометр Верховского из двух склянок.

на штативе, но лучше устроить для газометра станок из досок, как на рисунке 343. Доска *д*, в которой укрепляется горло обрезанной склянки, после того как она подогнана, раскалывается вдоль пополам, в половинках вырезаются ножом полукруглые углубления, соответствующие диаметру горла, затем горло зажимается между двумя половинками, из которых каждая прибивается к стойкам двумя гвоздиками. Кроме того, лучше прибить еще сверху две планки, чтобы воронка не качалась. Воронка может быть и меньше, чем показано на рисунке. Каучук, присоединенный к трубке для оттока воды, берется подлиннее, и на конце в него вставляется стеклянная трубочка *в*. Перед наполнением газометра эта трубочка укрепляется в зажиме штатива в положении, как на рисунке, чтобы трубочка была на одном уровне с горлом газо-

метра. Каучук должен быть весь наполнен водой, зажим *a* закрыт, а зажим *b* и зажим на газоотводной трубке *г* (на рисунке не виден) открыты. Тогда вода будет стоять в трубочке *в* на том же уровне, как и в газоотводной трубке. Трубочка *в* устанавливается над раковиной или ведром, в которое должна вытекать вытесняемая газом вода. Когда из прибора, служащего для получения газа, начнет выделяться чистый газ, отводящая газ трубка присоединяется к трубке *г*, а трубка *в* затем наклоняется так, чтобы из нее вода стекла в раковину или ведро. Если прибор для получения газа закрытый, например, реторта для получения кислорода, трубку *в* можно опустить совсем вниз. Если прибор с воронкой и вообще такой, в который при понижении давления может попадать воздух, то трубка *в* должна оставаться в зажиме штатива. Если ее опустить вниз, она

действует как сифон, давление в приборе понижается, и в прибор может насасываться воздух. По мере вытекания воды трубку *в* можно постепенно переставлять все ниже и ниже. Такой газометр можно приготовить при самых скромных средствах лаборатории, и он будет с успехом заменять дорогостоящий стеклянный газометр.

В качестве газометра, наполняемого так, как только что описано, можно пользоваться двумя соединенными между собой каучуковой

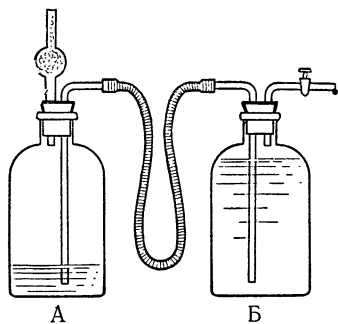


Рис. 344. Газометр для собираня и хранения хлора.

трубкой склянками с тубулусом у дна (как прибор Сен-Клер-Девилья, рис. 293).

Напомним, что горючие газы, как водород, никогда не следует собирать в газометр, а в газометры данного типа особенно. Это относится и к собиранию газа в бутылку, как это описано ниже.

По принципу упрощенного прибора С.-К.-Девилья, состоящего из двух простых склянок, устроен газометр для собираня и хранения хлора, предложенный Д. М. Кирюшкиным (рис. 344).

Обе склянки прибора закрыты пробками с двумя отверстиями. Одно служит для сифонной трубки, соединяющей оба сосуда. Другое отверстие в пробке сосуда *Б* служит для впуска и выпуска хлора, а в сосуде *А* — для свободного движения воздуха при наполнении прибора газом и при работе с ним. Чтобы хлор не попадал в окружающий воздух, во второе отверстие пробки склянки *А* вставляется трубка, заполненная активированным углем. Обе пробки должны хорошо «держаться». Перед тем как собирать хлор, сосуд *Б* заполняется насыщенным раствором поваренной соли, в котором растворимость хлора ниже, чем в воде. Затем хлор направляется в газометр *Б* по трубке из того прибора, в котором он получается. Присоединение

этого прибора к трубке производится при закрытом кране, который сразу после присоединения открывается.

По мере поступления хлора раствор вытекает по сифонной трубке в сосуд *А*. При выравнивании уровней жидкости следует поставить сосуд *Б* на подставку, чтобы избежать повышения давления внутри последнего.

Когда газометр достаточно наполнится (конец сифонной трубки при этом должен оставаться погруженным в раствор), закрывают кран и разъединяют приборы, направив остатки хлора в поглотитель.

При длительном хранении хлора полезно перекрыть каучуковую часть сифонной трубки винтовым зажимом. При немедленном же использовании хлора в этом нет необходимости.

Чтобы получить достаточно интенсивный ток хлора, следует лишь переместить склянки — выше поставить склянку *А*, заполненную раствором, и открыть кран.

На рисунке 344 газометр изображен до заполнения его хлором.

Наиболее простой газометр изображен на рисунке 345. Для наполнения газометра водой через газоотводную трубку *а* высасывается воздух; как только трубка *б* наполнится водой, она действует как сифон, и вода из выше поставленного ведра перетекает в бутылку. При наполнении газометра газом ведро переставляется вниз, вставленный в трубку *б* стеклянный наконечник *в* устанавливается сначала на одном уровне с горлом бутылки, при открытом зажиме на *а*, а затем, когда газ пущен, опускается вниз, как было указано выше. По окончании наполнения, если газометр придется куда-нибудь переносить, на *в* надевается обрезок каучуковой трубки, заткнутый на конце палочкой (стеклянной или деревянной), чтобы трубка оставалась наполненной водой. При выпускании газа наконечник *в* опускается в ведро с водой и под водой с него снимается колпачок. Вместо того чтобы надевать колпачок, можно до того момента, когда потребуется газ, вставлять конец *в* в каучук у *а*.

Если газометр может оставаться на месте, зажим у *а* запирается, а конец трубки *б*, зажав у *в* пальцем, переносится в поставленное на табурет ведро. В таком виде газ можно взять из газометра в любой момент. Нижний конец трубки *б* должен быть, конечно, всегда погружен в воду, и нужно следить, чтобы не напустить в газометр слишком много газа.

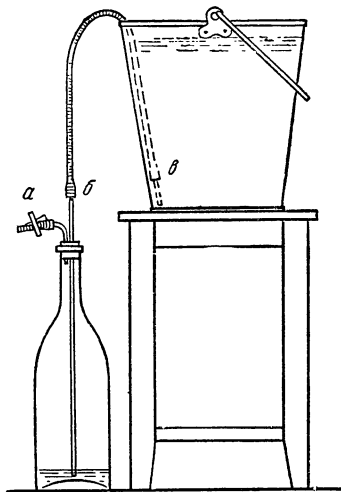


Рис. 345. Газометр из склянки и ведра.

3. СОБИРАНИЕ ГАЗОВ ВЫТЕСНЕНИЕМ ВОЗДУХА

Газы, которые очень хорошо растворяются в воде, как аммиак, хлористый водород и т. п., обыкновенно собираются вытеснением воздуха.

При собирании газов вытеснением воздуха довольно сильная струя газа впускается в открытый сосуд, причем газоотводная трубка должна доходить почти до дна сосуда для собирания газа. Если газ приблизительно того же удельного веса, что и воздух, или тяжелее его, то сосуд ставится отверстием кверху, если же газ легче воздуха, то — отверстием книзу (рис. 346 и 347).

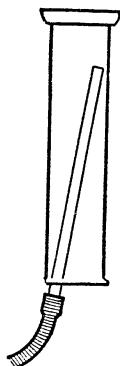


Рис. 346. Собираение газа вытеснением воздуха (газ легче воздуха).

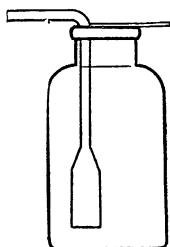


Рис. 347. Собираение газа вытеснением воздуха (газ тяжелее воздуха).

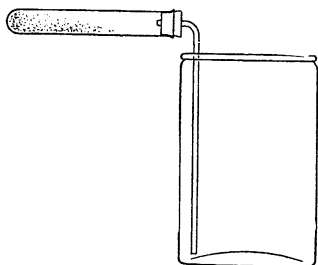


Рис. 348. Собираение кислорода в банку.

Приводящая газ трубка не должна быть очень тонкая, так как при поступлении газа сильной струей он больше перемешивается с воздухом, благодаря образующимся токам газа.

В качестве сосуда вместо обычных цилиндров и склянок можно воспользоваться батарейным стаканом или банкой для варенья (рис. 348), прикрыв ее куском картона.

4. ОБРАЩЕНИЕ С ГОРЮЧИМИ ГАЗАМИ

Всякий горючий газ при смешении с воздухом, а тем более с кислородом образует взрывчатую смесь. Поэтому обращение с горючими газами требует большой осторожности — особенно с водородом и ацетиленом.

При получении горючего газа из прибора вначале всегда выходит взрывчатая смесь.

Поэтому:

1. Поблизости от отводной трубки не должно быть огня.
2. Прежде чем собирать газ, его необходимо испытать на чистоту: собрать в небольшую пробирку, закрыть пробирку большим пальцем, затем поднести к поставленной на некотором расстоянии

горелке или лампочке и, отняв палец, быстро внести отверстие пробирки в пламя.

Собирать для опытов и особенно зажигать газ можно лишь после того, как газ при пробе в пробирке будет загораться спокойно, без взрыва. При зажигании струи газа, выходящей из прибора, следует соблюдать *правило* — зажигать не горелкой, спичкой и т. п., а только тем пламенем, которое образуется в пробирке при последнем испытании. Это правило гарантирует от всех случайностей.

Пробу на чистоту необходимо всегда неизменно и педантично выполнять при опытах со всяким горючим газом и притом не только с первыми порциями получаемого газа, но и после каждого перерыва в пользовании автоматическим прибором, после добавления в него материала, после всякой манипуляции с прибором, при которой в него мог проникнуть воздух. Особенно важно это неизменно проделывать на демонстрационном столе перед учащимися даже в тех случаях, когда есть полная уверенность в том, что газ чистый (например, он только что был испытан в препаровочной).

Необходимо помнить, что малейшая неосторожность может повлечь за собой непоправимое несчастье.

5. СТАЛЬНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ СГУЩЕННЫХ ГАЗОВ И ОБРАЩЕНИЕ С НИМИ

Многие газы (кислород, водород, углекислый газ, хлор, аммиак, сернистый газ и др.) можно получить в сгущенном виде в особых *стальных цилиндрах* (иначе — *баллонах* или *бомбах*, рис. 349). В благоустроенных лабораториях такие газы, как кислород и углекислый газ, почти никогда не получают на месте, а пользуются готовыми — из баллонов. Для школьной лаборатории особенно полезно было бы иметь баллон с кислородом, который сравнительно гораздо труднее добывается, чем водород и углекислый газ; между тем его требуется довольно *много*. Поэтому, если есть возможность, следует приобрести *баллон с кислородом*, которого при экономном расходовании хватает на несколько (3—4 и более) лет. Приобретение баллона сохранит очень много времени у преподавателя и с этой стороны вполне окупится. Пустой баллон можно обменивать на наполненный, уплачивая только за кислород.

Кислород, водород и другие газы, не обращающиеся в жидкость при обыкновенных условиях, накачивают в баллоны под давлением в 125—200 *атм.* Газы, критическая температура которых лежит выше комнатной, как CO_2 , Cl_2 , SO_2 , NH_3 , находятся под давлением, соответствующим упругости их паров при комнатной температуре (CO_2 — около 60 *атм.*, Cl_2 — около 6 *атм.*, SO_2 — около 3 *атм.*, NH_3 — около 7 *атм.* и т. д.). При указанных давлениях эти вещества находятся в баллонах в жидком состоянии.

Вместимость стандартного баллона для кислорода — 40 л. Таким образом, он может дать до 12 000 л газа при обыкновенном давлении. Для школ были бы удобнее баллоны старого образца, вместимостью 10—12 л, но заводы их теперь обыкновенно не берут для наполнения и не обменивают.

При пользовании баллонами *во избежание взрыва* необходимо соблюдать некоторые *предосторожности*, а именно:

1. Баллон никогда *не следует ставить в теплое место*: у печи, у радиатора водяного отопления, на солнце и т. д.

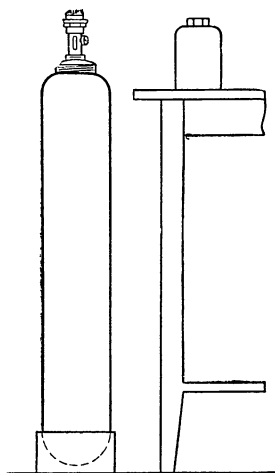


Рис. 349. Баллон для сжатых газов.

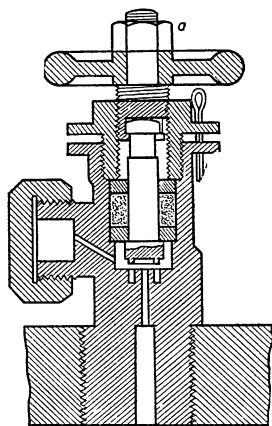


Рис. 350. Кран баллона для сжатых газов.

2. Баллон следует *беречь от резких толчков, ударов, падения*.

3. Кран следует *открывать постепенно*; если кран туго открывается, *нельзя пользоваться для открывания молотком и зубилом*, так как это представляет *большую опасность*.

4. Кран *не следует завинчивать слишком туго*. Завинчивать можно только рукой, не прибегая к гаечным ключам, и т. п.

5. При навинчивании на патрубок баллона с кислородом насадки для каучуковых трубок резьбу ни в коем случае *нельзя смазывать маслом или вазелином*, так как в соприкосновении с выходящим под давлением кислородом смазка может загореться, горение передастся стали, и баллон разорвет.

6. Кран следует беречь *от кислых паров* и вообще *поврежденный*; баллоны с испорченным краном обратно не принимаются.

Устройство крана понятно из рисунка 350. Выходное отверстие представлено на рисунке закрытым пробкой в виде гайки *а*. Эта гайка отвинчивается, а на место ее навинчивается редукционный вентиль или насадка для надевания каучуковой трубки. Кран бал-

лона при хранении закрывается колпаком. На рисунке 349 этот колпак изображен рядом с баллоном на столе.

Бывают краны и другого устройства, чем на рисунке 350. У некоторых кранов во избежание порчи от слишком сильного завинчивания стержень крана делается составной. Две части его соединяются пластинкой из мягкого металла, которая при слишком сильном завинчивании ломается. Она может быть заменена новой.

У баллонов с водородом и другими горючими газами, для того чтобы их нельзя было случайно спутать с баллонами с кислородом, нарезка винта делается в обратном направлении, чем обычно, так

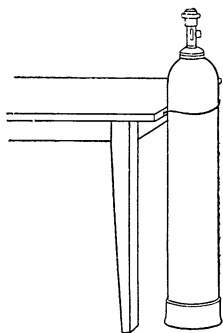


Рис. 351. Установка баллона у стола.

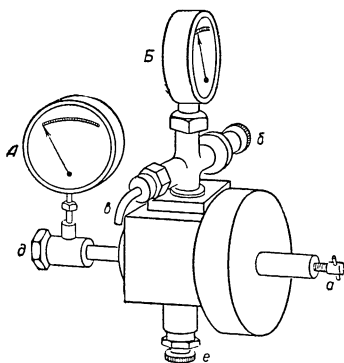


Рис. 352. Редукционный вентиль.

что отвинчивать гайку приходится не против стрелки часов, а наоборот. Кроме того, баллоны с водородом обыкновенно красятся в красный цвет, а баллоны с кислородом—в голубой.

Чтобы баллон не мог упасть, у стены, где он стоит, вбиваются два крюка или ввинчиваются два кольца, и делается крючок из толстой проволоки, изогнутой так, чтобы он охватывал баллон, который таким образом «пристегивается» к стенке. Вместо проволочного крюка можно воспользоваться веревкой с петлей на конце для надевания на крюк.

Такое же приспособление следует сделать и у демонстрационного стола (рис. 351).

Краном баллона трудно регулировать ток газа, он регулирует слишком грубо. Поэтому к баллону очень полезно иметь *редукционный вентиль* (рис. 352); при помощи последнего можно очень тонко регулировать давление, под которым газ выходит из баллона. Редукционный вентиль привинчивается к баллону (при помощи гайки *д*) и бывает снабжен манометром (*Б*), указывающим, под каким давлением выходит газ из баллона, и регулятором этого давления с винтом для регуляции *а*.

Иногда у редукционного вентиля бывает второй манометр (*А*), указывающий давление в баллоне, а следовательно, и количество остающегося в нем газа.

После того как редукционный вентиль привинчен к баллону, вывинчивается винт *а* до положения, как на рисунке 352, и заворачивается до отказа кран *б*; на отросток *в* надевается каучук для отвода газа. Затем открывается кран баллона. Если при этом слышится шипение выходящего газа, вывинчивается еще винт *а*. Если газ проходит у гайки *д*, то она подвинчивается. Когда выход газа прекратится, манометр *А* покажет давление газа в баллоне. После этого осторожно ввинчивается винт *а*, пока манометр *Б* не покажет

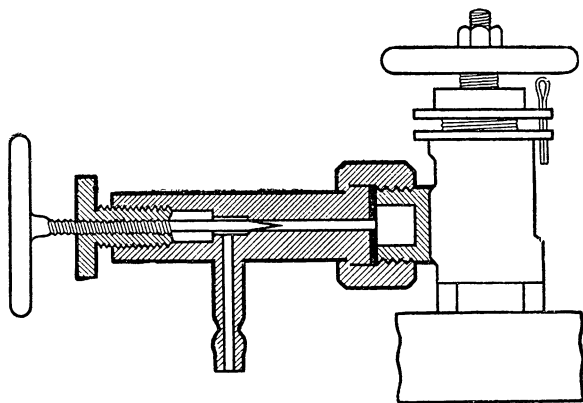


Рис. 353. Редукционный кран.

давления, под которым желательно выпускать газ из трубки *в* (1—2 атм). После этого медленно вывинчивается кран *б*, и из трубки *в* начинает выходить газ.

В случае слишком сильного давления газ помимо трубки *в* начинает выходить через предохранительный клапан *е*. Тогда нужно подрегулировать винтом *а* давление выходящего газа.

Вместо редукционного вентиля для наших целей было бы вполне достаточно иметь более дешевый и простой дополнительный конусный кран (Рейнбольдт), который привинчивается к крану баллона (рис. 353).

При помощи этого крана можно только регулировать ток газа после того, как открыт кран баллона, но нельзя закрывать выход газа, так как от сильного заворачивания конус портится.

Бывавшие раньше случаи взрыва баллонов со сжатыми газами, особенно с кислородом, теперь больше не повторяются благодаря усовершенствованию техники получения и хранения сжатых газов,

и бояться таких взрывов при соблюдении указанных выше предосторожностей не приходится. Но все же необходимо, пользуясь баллоном в первый раз, открывать кран как можно осторожнее и, собрав некоторое количество газа под водой в пробирку, испытать, не содержит ли кислород примеси водорода и, наоборот, водород — примеси кислорода (внести зажженную лучинку).

Для баллона с жидким угольным ангидридом, чтобы из него можно было выливать жидкость, делается деревянная подставка, изображенная на рисунке 354.

Устройство ее понятно из рисунка. Приспособление из двухгорлой колбы, присоединенное к баллону, устроено для демонстрации превращения жидкого угольного ангидрида в твердый (см. ниже, описание опытов).

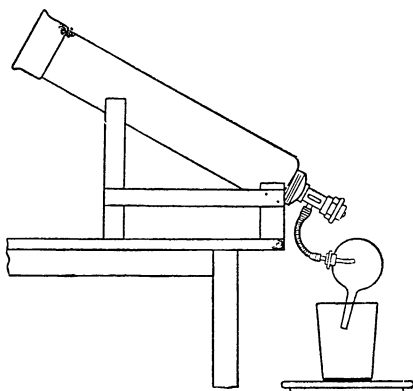


Рис. 354. Выливание жидкого угольного ангидрида из баллона.

VIII. ВЕСЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

1. ВЕСЫ

Для демонстрационных опытов, практических работ учащихся, связанных с количественными определениями, а также для отвешивания необходимых количеств веществ, например при приготовлении растворов и т. п., в школьном химическом кабинете следует иметь несколько типов весов: более или менее точные большие весы с коромыслом, ручные (так называемые аптекарские весы) и грубые столовые весы для препаровочной комнаты. Из весов первого типа укажем наиболее распространенные технические весы (рис. 355), позволяющие взвешивать грузы менее 500 г с точностью до 0,05 г и химико-технические весы (рис. 356). Последние имеют более высокую чувствительность и позволяют взвешивать грузы до 200 и более граммов с точностью до 0,01 и даже до 0,001 г. Максимально допустимая нагрузка весов обычно указывается соответствующей цифрой на коромысле. Главной частью этих весов является металлическое коромысло с тремя стальными призмами. Острие средней призмы обращено вниз и во время работы весов опирается на стальную пластинку, укрепленную в верхней части стойки весов. Две крайние призмы обращены остриями вверх. На них подвешиваются при помощи стальных пластинок серьги, к крючкам которых при-

соединяются дуги (стремена) для чашек весов. Стойка весов вставлена в муфту колонки, укрепленную вертикально на деревянной доске (платформе). Последняя имеет опорный стержень и два установочных винта, при помощи которых платформа весов устанавливается в строго горизонтальном положении по отвесу, расположенному обычно позади колонки. К коромыслу прикреплена обращенная вниз стрелка, острие которой при работе весов ходит по шкале, расположенной в нижней части колонки. Для регулировки весов служат регуляторы тары на концах коромысла в виде гаек, которые могут перемещаться при вращении по навинтованным стерженькам до достижения равномерного отклонения стрелки от средней линии шкалы. Главным

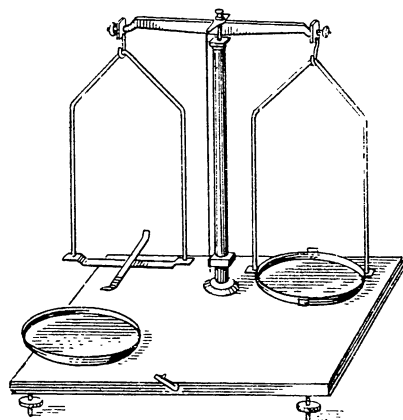


Рис. 355. Технические весы.

отличием этих весов от обычных грубых столовых является то, что они имеют так называемое арретирное приспособление. При помощи этого механизма стойка весов может подниматься

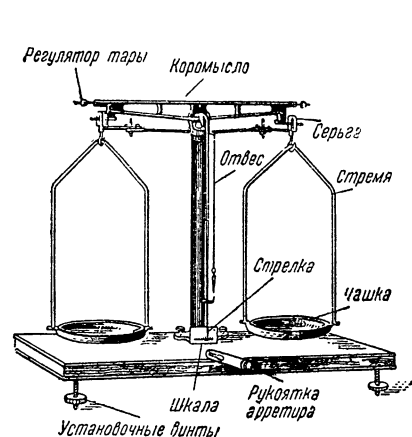


Рис. 356. Химико-технические весы (без футляра).

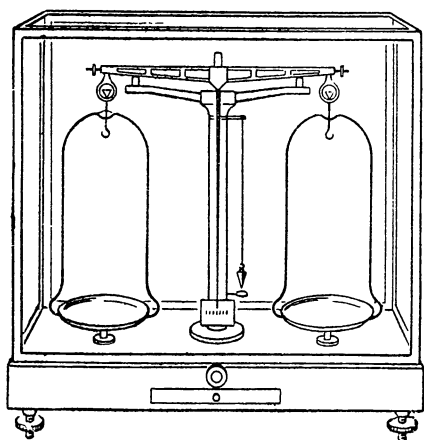


Рис. 357. Химико-технические весы в футляре.

и опускаться, благодаря чему при выключении весов призмы разобщаются с опорными пластинками и коромысло удерживается при этом на специальных упорах. Это предохраняет призмы от из-

нашивания и позволяет сохранить регулировку и чувствительность весов во время взвешивания. Поворотом рукоятки арретира вправо весы приводятся в рабочее положение. Иногда химико-технические весы бывают заключены в специальный стеклянный футляр с поднимающейся передней дверцей (рис. 357). Это предохраняет весы от действия колебаний воздуха при работе и лучше обеспечивает их точность.

При использовании указанных весов для демонстрационных опытов следует ставить их на возвышение. Так как шкала весов издали плохо видна, можно к имеющейся шкале прикрепить другую съемную шкалу с более грубыми делениями, а к концу стрелки прикрепить полоску цветной бумаги (рис. 358).

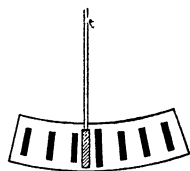


Рис. 358. Дополнительная шкала к весам для демонстрационных опытов.

Химико-технические весы при правильном обращении обеспечивают достаточную точность для всех количественных школьных опытов, поэтому в приобретении дорогих аналитических весов нет необходимости.

Для грубого взвешивания следует иметь в препаровочной так называемые столовые (торговые) весы. Наиболее распространенными являются весы Беранже грузоподъемностью до 2 кг (рис. 359). Наименьший груз, который можно

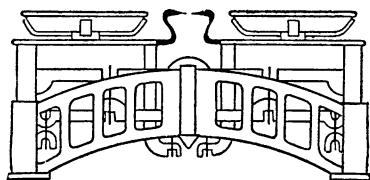


Рис. 359. Весы Беранже.

взвешивать на этих весах с допустимой точностью (до 0,5 г), составляет 2% от их грузоподъемности, поэтому на весах с грузоподъемностью до 2 кг с указанной точностью можно взвесить груз не менее 40 г.

За неимением более точных весов можно воспользоваться весами Беранже и для некоторых демонстрационных опытов. Для того чтобы изменения в весе были лучше видны издали к указателям полезно прикрепить воском или куском сургуча две изогнутых на концах проволочки, за которыми укрепить на штативе белый экран с нанесенной на нем горизонтальной чертой (рис. 360).

Для количественных лабораторных работ учащихся необходимо иметь в достаточном количестве ручные аптечные весы с плоскими или полукруглыми чашками диаметром около 9 см, сделанными из рога, пластмассы или металла (рис. 361).

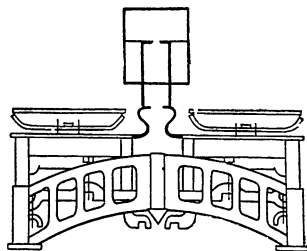


Рис. 360. Весы Беранже с приспособлением для демонстрационных опытов.

На таких весах можно взвешивать грузы до 100 г с точностью до 0,01 г. В нерабочем состоянии весы хранятся сложенными в коробке, при работе они подвешиваются на штативе.

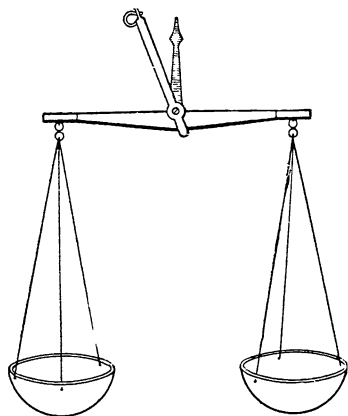


Рис. 361. Весы ручные.

Вместо обычного продажного высокого штатива, который для школы очень неудобен, лучше устроить деревянный штатив с двумя крючками (рис. 362). Верхним крючком пользуются при работе, нижним — пока весы не нужны. Это сохраняет призмы весов. Кроме того, весы не делают таких сильных качаний, как на высоком штативе.

Еще удобнее специальный штатив для аптечных весов. Он состоит из деревянной доски с металлическим стержнем, на который надет зажим, изображенный на рисунке 364.

С весов снимается служащее для подвешивания их кольцо, и они вешаются на входящий в прорез зажима винтик. Благодаря

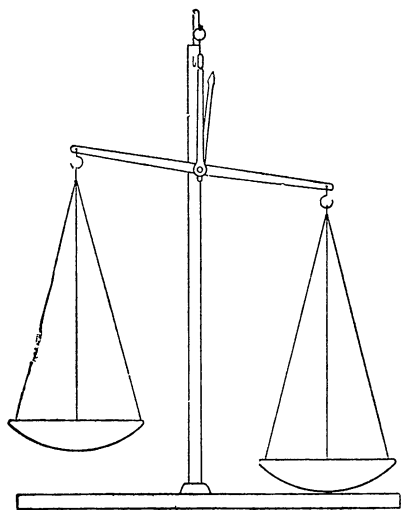


Рис. 362. Штатив для аптечных весов с крючком (вид спереди).

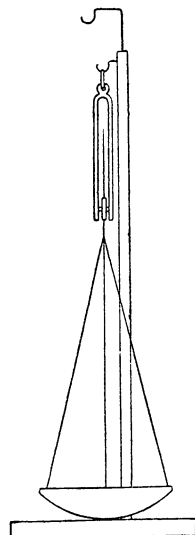


Рис. 363. Штатив для аптечных весов с крючком (вид сбоку).

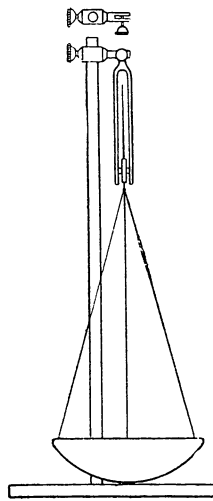


Рис. 364. Штатив Верховского для аптечных весов.

прорезу весы не могут поворачиваться в стороны и все время висят над доской штатива. При опускании зажима весы арретируются.

Можно устроить также штативы с жестяным кронштейном, предложенным И. И. Сидоровым. Этот кронштейн можно сделать постоянным и переставным. Первый изображен на рисунке 365. Кусок жести сгибается пополам, и из него вырезается треугольник, который изображен на рисунке 365 буквой А. Линия *ав* здесь — сгиб. По линии *бв* сгиб прорезается, и затем жечь по линии *бг* отгибается в разные стороны под прямым углом. У *а* делается неглубокий вырез для кольца весов. В окончательном виде кронштейн изображен буквой Б. Кронштейн вставляется в сделанные на конце палки деревянного штатива крест-накрест пропилены (рис. 365, В); стержень штатива может быть и круглый.

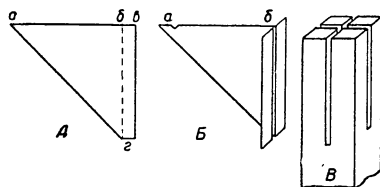


Рис. 365. Верх штатива Сидорова для аптечных весов.

Переставной кронштейн изображен на рисунке 366. Он отличается тем, что отогнутые края внизу подрезаются и загибаются, как показано на рисунке. В четырехгранном стержне штатива делаются сзади наклонные пропилены и один вертикальный пропилен. В последний вставляется кронштейн, отогнутые края которого входят в соответствующий косой пропилен. Это простое приспособление очень удобно для школьных весов и легко может быть изготовлено любым столяром и даже в школьной мастерской самими учащимися.

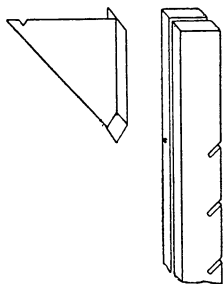


Рис. 366. Верх переставного штатива Сидорова для аптечных весов.

Весы для учащихся (роговые и т. п.) — необходимая принадлежность химического класса-лаборатории, но на случай невозможности приобрести весы укажем на достаточно точные самодельные весы. Они отличаются от всех других самодельных тем, что в них нет какого-либо подражания (всегда более или менее неудачного) призмам настоящих весов. Коромысло их сделано из дощечки, подвешенной плашмя на двух тонких нитях (рис. 367). При качании весов нет трения призм о подпорки, имеет место только сопротивление изгибанию нити. Весы не выдерживают

большой нагрузки, но зато легко могут быть сделаны достаточно точными, иметь чувствительность до 0,02 г. Коромысло весов удобно сделать из чертежной линейки. Размеры пластинки 30 × 2 см, толщина около 2 мм. При помощи циркуля и линейки на пластинке наносятся линии, делящие ее пополам в длину и ширину. От места пересечения этих линий точно откладывают равные расстояния (*аа*) по длине и (*бб*) по ширине линейки (рис. 368). В отмеченных местах при помощи иглы, по которой осторожно ударяют молотком, прокалывают

перпендикулярные к плоскости пластинки отверстия. В отверстия посередине коромысла продевается прочная, но не толстая нитка, лучше шелковая. Она должна входить в отверстия довольно туго. Для этого перед продеванием конец нити утончают, как при вдевании в иглу. Концы наверху связываются. В отверстия по концам

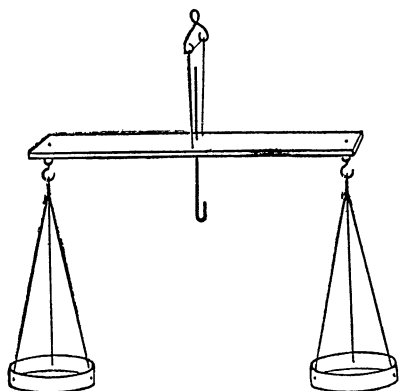


Рис. 367. Самодельные весы.

коромысла вдеваются ниточки с петелькой внизу и завязываются наверху узелками. В центр коромысла, перпендикулярно к его плоскости, вставляется проволока, играющая роль стрелки весов. Нижний конец ее отпускается (если проволока стальная) и загибается крючком. На этот крючок можно повесить для понижения центра тяжести весов грузики в виде расплюснутых пробитых посередине дробинок и т. п. (в том случае, если при не нагруженных весах коромысло остается в покое во всяком положении и не воз-

вращается в горизонтальное положение). Нитка, служащая для подвешивания весов, перекидывается через два крючка, загнутых на концах толстой проволоки, выгнутой в середине в виде петли, как показано на рисунке. За эту петлю весы вешаются на гвоздь, вбитый в палку деревянного штатива, или на одно из описанных выше приспособлений для аптечных весов.

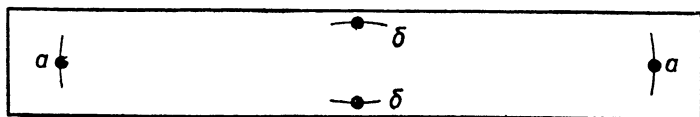


Рис. 368. Разметка коромысла для самодельных весов.

Если нанести на коромысле весов деления, то можно при взвешивании пользоваться рейтером из куска проволоки в 0,1 г. Такие весы доступны для изготовления силами учащихся и с успехом могут быть использованы при простых количественных опытах.

2. ВЗВЕШИВАНИЕ

Разновески для демонстрационных опытов и для препараточной годятся самые простые (точных не требуется). Достаточно одного набора от 1 кг до 0,01 г. Для работ учащихся нужны: к аптечным весам — простые, лучше никелированные, разновески от 50 до 0,01 г в ящике

(очень удобны разновески с алюминиевыми долями грамма); к химико-техническим — более точные от 200 до 0,001 г (рис. 369).

Хорошие разновесы, как и весы, должны быть непременно принадлежностью лаборатории. *Самодельными* разновесами, как и самодельными весами, можно пользоваться *только в самом крайнем случае*. На такой крайний случай приведем наиболее простой способ изготовления разновесок из латунной или медной проволоки. Из более толстой проволоки, не толще 1 мм диаметром, делаются граммы, из более тонкой — десятые грамма. На одну чашку весов кладется заимствованная откуда-нибудь разновеска в 10 г, на другую — кусок проволоки, который постепенно подрезается острогубцами или ножницами. Когда вес уже почти подогнан, опиливают концы проволоки напильником (плоскости обоих концов должны быть перпендикулярны к длине проволоки), пока не получится полного равновесия. Затем проволоку тщательно выпрямляют пальцами и деревянным молотком на куске дерева и откладывают длину ее на куске бумаги. Полученную линию, сделав обычное геометрическое построение, делят на 10 частей. Затем, положив на бумагу проволоку, отмечают на ней 1, 2, 2 и 5 десятых частей (пером). Проволоку кладут затем на наковальню, утюг и т. п., наставляют на отмеченные места нож (перпендикулярно к длине проволоки) и осторожными ударами молотка разрубают проволоку. Получаются разновески в 5, 2, 2 и 1 г.

Если работа сделана аккуратно, то 2 и 2 г, 5 и 2 + 2 + 1 г уравновешивают друг друга с достаточной точностью и соответствуют продажным разновескам. Таким же способом из более тонкой проволоки изготавливаются десятые грамма, исходя из приготовленного 1 г. Можно приготовить разновески и в 10 и в 20 г.

Готовые разновески лучше всего навить на палку плотной спиралью. Получаются цилиндрики, для которых можно просверлить углубления в куске доски. Очень хорошо, если подобрать палку такой толщины, чтобы число витков спирали соответствовало числу граммов или дециграммов. На верху проволочных цилиндриков и колец (1 г) следует загнуть конец проволоки крючком, за который разновеску удобно было бы брать пинцетом.

Для школьных работ, не требующих точности, при изготовлении самодельных разновесок можно исходить из веса 10 мл воды.

Для этого на весах тарируется песком и т. п. стаканчик, в который вливаются точно отмеренные при помощи бюретки или мензурки

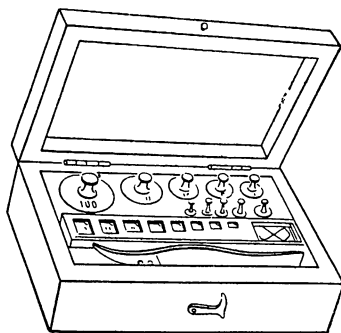


Рис. 369. Ящик с разновесами.

10 мл воды. Вода уравнивается затем проволокой, из которой готовятся разновески.

Водой можно пользоваться и в том случае, если нужно приблизительно отвесить больший вес, чем максимальная разновеска в имеющемся наборе.

Наконец, для приблизительного отвешивания можно вместо разновесок пользоваться *бронзовыми монетами* в 1, 2, 3 и 5 коп. Копейка весит около 1 г, 2 коп.— 2 г и т. д.

Для тарирования необходимо иметь дробь мелкую свинцовую или специальную фарфоровую, которую можно получать в магазинах лабораторных принадлежностей. Фарфоровая дробь не пачкает руки и, кроме того, дает возможность более точно устанавливать весы, так как фарфоровая дробинка легче свинцовой. Для более точной установки весов можно к свинцовой дроби добавлять бисер, сухой просеянный песок и т. п.

При отвешивании *определенного количества* твердого вещества, а особенно жидкости, чтобы не пересыпать или не перелить, удобно на чашку, куда кладется вещество, положить сначала небольшую разновеску (3—5 г). Тогда можно смело приливать жидкость или насыпать твердое вещество. Достигнув же приблизительно равновесия, снимают разновеску и, уже осторожно прибавляя вещество, окончательно доводят весы до равновесия.

Разновески в ящике бывают расположены всегда в определенном порядке. Например, в ящике на 200—0,01 г имеются обычно:

100 г	50 г	20 г	20 г	10 г	1 г
	5 "	2 "	2 "	1 "	1 г
	0,5 "	0,2 "	0,2 "	0,1 "	
	0,05 "	0,02 "	0,02 "	0,01 "	

Пользуясь этим набором разновесок¹, можно скомбинировать любой вес от 0,01 до 212,1 г (сумма весов всех разновесок) с разностью в 0,01 г между каждыми двумя ближайшими весами. Если искомый вес не больше 212,1 г, то разновесок данного ящика должно хватить для взвешивания. Заимствовать разновески из другого ящика ни в каком случае не следует. При взвешивании необходимо строго соблюдать правило — класть разновески всегда на одну и ту же чашку весов. Это имеет очень важное значение, потому что при большинстве химических работ приходится производить два последовательных взвешивания и брать их разность. Неизбежные при взвешивании ошибки будут значительно сказываться на результате, если при одном взвешивании разновески ставятся на правую чашку весов, при другом — на левую, чем при соблюдении указанного правила. Для уменьшения ошибок необходимо также оба взвешивания производить на одних и тех же весах с одними и теми же

¹ Применяются и другие системы разновесок, кроме описываемой здесь.

разновесками. Обыкновенно взвешиваемый предмет помещают на левую чашку весов, а разновески — на правую; во время взвешивания приходится ставить и убирать разновески; это делают правой рукой, поэтому и удобнее ставить их на правую чашку.

Рассмотрим теперь более подробно самый процесс взвешивания. Для простоты описания возьмем определенный частный случай. Допустим, что взвешивание производится на весах с чувствительностью до $0,01$ г и предельной нагрузкой в 50 г, положим, что вес тела с точностью до $0,0001$ г равен $32,8267$ г.

Поместив взвешиваемое тело на одну из чашек весов, стараются прежде всего найти две стоящие в наборе рядом разновески, из которых одна легче, другая тяжелее взвешиваемого тела. В данном случае эти разновески будут в 50 г и в 20 г (см. «набор разновесок», стр. 296). Чувствительные весы при накладывании и снятии разновесок *должны быть арретированы* (см. ниже).

Между обоими весами разница очень велика. Тем не менее мы теперь знаем, что искомый вес лежит где-то между 50 и 20 г.

Пользуясь системой разновесок, мы можем с наименьшей затратой времени постепенно прийти к искомому весу следующим образом.

Оставив на чашке весов меньшую из разновесок, т. е. разновеску в 20 г, ставим рядом с ней следующую по порядку разновеску также в 20 г. Замечаем, что этого, т. е. 40 г ($20 + 20$), много. Снимаем одну из разновесок в 20 г, кладем следующую по порядку разновеску в 10 г; находим, что этого (30 г) мало. Не снимая разновесок, прибавляем следующую разновеску, в 5 г; оказывается, этого (35 г) много. Снимаем разновеску в 5 г, ставим следующую по порядку разновеску, в 2 г (32 г) — мало. Прибавляем еще 2 г (34 г) — много. Снимаем одну разновеску в 2 г и ставим в 1 г (33 г) — опять много.

Очевидно, далее надо брать уже доли грамма.

Снимаем 1 г, кладем $0,5$ г ($32,5$ г) — мало.

Прибавляем еще $0,2$ г ($32,7$ г) — мало.

Прибавляем еще $0,2$ г ($32,9$ г) — много.

Снимаем одну разновеску в $0,2$ г, кладем $0,1$ г ($32,8$ г) — мало.

Прибавляем следующую разновеску в $0,05$ г ($32,85$ г) — много.

Снимаем ее, кладем следующую в $0,02$ г ($32,82$ г) — мало.

Прибавляем еще $0,02$ г ($32,84$ г) — много.

Таким образом, *нахождение веса достигается при взвешивании постепенным и последовательным приближением.*

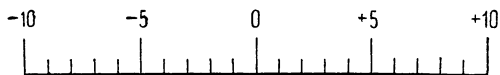
Предел, до которого мы можем пойти при взвешивании, зависит от чувствительности весов. Возьмем сравнительно грубые весы, т. е. весы с малой чувствительностью, например *весы Роберваля*, которые при взвешивании груза в 50 г дают еще заметное отклонение от прибавления $0,5$ г, но меньшей прибавки не чувствуют. На таких весах наше взвешивание остановилось бы на 33 г.

На точных химических весах, напротив того, взвешивание пришлось бы продолжать значительно дальше, до миллиграммов и долей миллиграмма. Таким образом, смотря по чувствительности весов, мы получили бы вес тела с различным приближением: 33 г, 32,83 г, 32,826 г, 32,8267 г.

Последний результат может быть получен только при взвешивании на аналитических весах, имеющих чувствительность до 0,1—0,2 мг.

Обычный набор разновесок дает возможность произвести взвешивание с точностью до 0,01 г или 10 мг. Более мелких гирек в этих наборах не бывает. Третий десятичный знак при взвешивании на химико-технических весах определяется по отклонению стрелки от положения равновесия при разнице в нагрузке весов, равной 10 мг. Если нужно произвести взвешивание с указанной точностью, поступают следующим образом:

1. Определяют положение равновесия (нулевую точку) не нагруженных (пустых) весов. Если весы отрегулированы точно, то отклонение стрелки от центрального деления шкалы в обе стороны одинаково и положение равновесия соответствует среднему (нулевому) делению шкалы. Однако это состояние не может сохраняться долго вследствие влияния случайных сотрясений весов, а также действия на них колебаний температуры и т. п. Если отклонения стрелки от центрального (нулевого) деления шкалы в ту и другую сторону не очень сильно отличаются, то в установке весов на нуль путем регулирования нет необходимости, нужно путем отсчета отклонений стрелки определить истинное положение равновесия. Для этого деления шкалы весов должны быть обозначены цифрами. Из различных способов градуировки шкалы приведем следующий:



Наносить на шкалу указанные цифры, если они не были нанесены при изготовлении весов, нет необходимости, их легко запомнить. Повернув рукоятку арретира вправо, будем наблюдать за качанием стрелки. Пропустив 1—2 первых колебания, начинаем отсчет (смотреть нужно в середину шкалы и не поворачивать голову по ходу отклонения стрелки). Предположим, что стрелка при первом отсчете отклонилась влево до 6-го деления, при следующем отклонении — вправо до 5-го деления и, наконец, еще при одном отклонении — влево до 5,5-го деления. Колебания весов постепенно затухают, глазом надо уловить по крайней мере 0,5 деления. Располагаем запись отсчетов следующим образом:

$$\begin{array}{r}
 -6 \quad +5 \\
 -5,5 \\
 \hline
 -5,7 \quad +5 \\
 \hline
 -0,4
 \end{array}$$

Среднее значение — 0,4 деления. 0,4 деления влево будет соответствовать положению равновесия. Обычно эту величину определяют дважды и из двух определений берут среднее значение. (Результаты двух определений при исправных, правильно установленных весах отличаются не более чем на 0,5 деления.)

2. Нагружают весы, как указано выше (стр. 297), последовательно помещая на правую чашку равновесия до последней гирьки 10 мг. Обязательно записывают каждую оставшуюся на весах гирьку, располагая запись следующим образом (см. пример на стр. 299).

$$\begin{array}{r}
 20 \\
 10 \\
 2 \\
 0,5 \\
 0,2 \\
 0,1 \\
 0,02 \\
 0,01 \\
 \hline
 32,83 \text{ г}
 \end{array}$$

В указанном примере при нагрузке 32,84 г весы имели перегрузку, поэтому снимаем гирьку 0,02 г и поместив последнюю по величине гирьку 0,01 г, получаем на правой чашке весов 32,83 г.

3. Устанавливают, насколько не догружены (или перегружены) весы, определяя положение равновесия в том же порядке, как определялась нулевая точка, например:

$$\begin{array}{r}
 -3 \quad +6 \\
 -2 \\
 \hline
 -2,5 \quad +6 \\
 \hline
 +1,8
 \end{array}$$

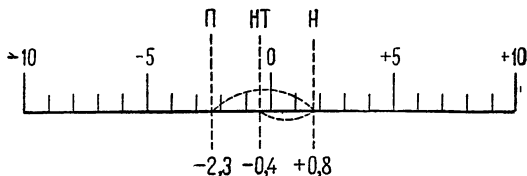
В данном случае смещение положения равновесия вправо от нулевой точки свидетельствует о том, что весы не догружены.

4. Если оказывается, что весы не догружены, прибавляют на правую чашку еще 0,01 г. (При перегруженных весах снимают 0,01 г.) Если второй гирьки в 10 мг в наборе нет, снимают 0,01 г и помещают 0,02 г, создавая таким образом, разницу в нагрузке весов 10 мг. Вновь определяют положение равновесия при измененной нагрузке весов, например:

$$\begin{array}{r}
 -7 \quad +2 \\
 -6 \\
 -6,5 \quad +2 \\
 \hline
 -2,3
 \end{array}$$

Смещение положения равновесия влево от нулевой точки свидетельствует о перегрузке весов.

5. Определяют фактор чувствительности весов и находят численное значение третьего десятичного знака. Для большей наглядности начертим на бумаге схему шкалы и нанесем на нее найденные точки.



нт — нулевая точка,

п — положение равновесия при перегрузке,

н — положение равновесия при недогрузке.

Очевидно, что вес тела лежит где-то между 32,83 и 32,84 г. Размах между точками равновесия при разнице в нагрузке весов, равной 10 мг, составляет 4,1 деления шкалы (на схеме эти точки соединены верхней дугой). Таким образом, если четыре (одну десятую можно отбросить) деления шкалы соответствуют 10 мг нагрузки, значит одному делению шкалы соответствует 2,5 мг. Эта вели-

чина и есть фактор чувствительности весов при данной нагрузке. Так как смещение положения равновесия при недогрузке весов составляет 2,2 деления шкалы (на схеме соответствующие точки соединены нижней дугой), то очевидно, что недогрузка весов в мг составляет $2,5 \times 2,2 = 5,5$. (Округленно можно в этом случае брать величину 5 или 6, но при получении таких значений надо взять себе за правило округлять всегда в какую-либо одну сторону, чтобы избежать хотя и незначительных но излишних ошибок.) Полученное число, например, 6 мг и представляет собой третий десятичный знак. Значит, вес тела с некоторым приближением в пределах допустимой точности весов будет равен 32,836 г.

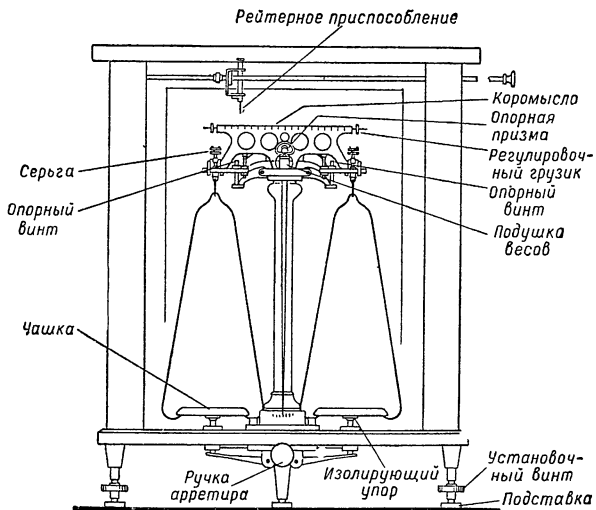


Рис. 370. Аналитические весы.

Аналогично можно произвести это вычисление, исходя из отклонения точки равновесия при перегруженных весах, но найденное значение третьего знака нужно в этом случае вычесть из 32,840 г. Третий знак может быть равен 0, если положение равновесия нагруженных весов совпало с нулевой точкой пустых весов.

Описанными приемами часто пользуются также при взвешивании на аналитических весах (рис. 370), но третий десятичный знак определяется там по положению рейтера на соответствующем делении коромысла. Четвертый же знак можно вычислить описанным выше способом, исходя из двух положений рейтера на коромысле, при которых создается перегрузка и недогрузка весов.

Начинающие работать обыкновенно имеют превратное представление о хороших весах. Именно, они полагают, что на «хороших» весах взвешивание должно производиться быстро, как бы само собой. Из рассмотренного выше примера можно видеть, что взвешивание есть работа, требующая большого внимания и терпения, и чем чувствительнее весы, тем работа сложнее и труднее и тем больше времени отнимает взвешивание. При выборе весов для взвешивания надо это помнить и не гнаться за большой точностью там, где она совершенно не нужна.

С практической стороны весы характеризуются: а) наибольшей нагрузкой, которую на них можно взвешивать, и б) чувствительностью, которую они обнаруживают при этой наибольшей нагрузке. Например, технические весы на 500 г имеют чувствительность 0,02 г, поэтому:

1. На них нельзя взвешивать грузы больше и 500 г; при большом грузе изогнется коромысло, показания весов будут мало точны, и весы могут даже испортиться.

2. Если на одну чашку положить гирю в 500 г и весы вполне уравновесить, то их равновесие заметно нарушится только в том случае, если на ту или другую чашку прибавить груз в 0,02 г или больше. Меньшего груза они не будут чувствовать.

При взвешивании на этих весах груза около 500 г мы, следовательно, смело можем ручаться за $\frac{0,02}{500}$, т. е. за $\frac{1}{25\,000}$ веса груза.

П р а в и л а в з в е ш и в а н и я н а а п т е ч н ы х в е с а х

1. *Не брать весов с отведенного для них места*, так как они легко могут пострадать на лабораторном столе.

2. Прежде чем начать взвешивание, *проверить*: в порядке ли разновески и находятся ли весы в равновесии. Если одна из чашек сильно перевешивает, т. е. весы не в равновесии, — уравновесить их при помощи бисера.

При взвешивании сначала тары, а затем тары с веществом и вообще при определении разности двух взвешиваний, что является обычным при химических работах, небольшая неправильность в равновесии весов не играет роли, и их можно не уравновешивать.

3. *Не ставить на чашку весов теплых, мокрых и грязных предметов*. От этого портятся весы, а также вес получается неточный.

4. Не класть веществ прямо на чашку весов. Взвешивание производить обязательно в какой-нибудь посуде, например в фарфоровой чашке.

5. Кладя на весы взвешиваемый предмет или разновески, *придерживать чашку весов* (но не стрелку!), чтобы избежать резких качаний весов в ту и другую сторону (от таких качаний весы портятся).

6. *Разновески брать только при помощи пинцета* и ни в каком случае не руками. Снимая разновески с весов, никогда не ставить их на стол, а только на их места в ящик. Беря крупную разновеску (с шейкой), пинцет держать, как на рисунке 371, а, беря мелкую разновеску, пинцет перевернуть и держать, как на рисунке 372.

7. Разновески класть всегда на одну и ту же чашку весов. Удобнее класть разновески на правую чашку весов, взвешиваемый предмет — на левую (стр. 297).

8. Когда производится ряд последовательных взвешиваний в одной и той же работе, обязательно все взвешивания производить на одних и тех же весах, с одними и теми же разновесками.

9. Взвешиваемый предмет, а также чашки и коромысло весов не должны ни за что задевать.

10. Разновески ставить на чашку весов всегда в определенном порядке, именно: начинать с разновески более тяжелой, чем взвешиваемый предмет, а затем брать следующую по порядку разновеску.

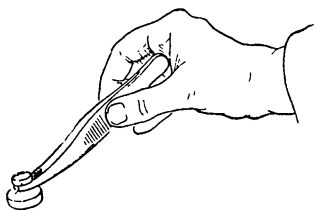


Рис. 371.

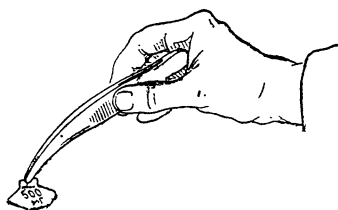


Рис. 372.

Если взято слишком много, то последнюю разновеску снять и положить следующую, меньшую. Если взято мало, то, не снимая ничего, положить следующую.

11. Ни в каком случае нельзя заимствовать разновески из другого ящика. Если взвешивающий прибегает к такому приему, значит он напутал при взвешивании и не соблюдал изложенного в пункте 10 правила.

12. О равновесии судят или по тому, что указатель весов устанавливается против дуги подвеса, или по одинаковому отклонению указателя при качании весов вправо и влево от нулевого положения.

13. Записывать вес по пустым гнездам в ящике разновесок и, снимая разновески с чашки весов, тщательно проверять запись.

14. По окончании взвешивания оставлять весы и разновески в полном порядке: на чашках весов не должно оставаться ничего, все разновески должны находиться на своих местах.

Дополнительные правила взвешивания на более точных весах

1. Прежде чем начать взвешивание, следует удостовериться, не открывая весов, в их равновесии, для чего следует осторожно повернуть арретир. Если отклонения стрелки в ту и другую сторону разнятся не более чем на одно деление шкалы, можно считать, что весы — в равновесии, и приступить ко взвешиванию. В противном случае следует установить равновесие, подвинчивая в ту или иную сторону грузики на концах коромысла. Учащиеся не должны этого делать без особого разрешения. Следует обращаться к руководителю.

2. Открывать весы как можно осторожнее, чтобы не сдвинуть их с места.

3. При открывании весов, а также при помещении, снятии или перемещении разновесок и взвешиваемого предмета весы должны быть арретированы.

4. На точных весах нельзя прибегать к тарированию. Нельзя также для достижения равновесия (перед взвешиванием) класть на чашки весов обрезки бумаги и т. п.

5. Равновесие на точных весах определяется по отклонению стрелки (указателя) в обе стороны от среднего (нулевого) деления шкалы (стр. 298—300).

6. Под конец взвешивания наблюдать качания, закрыв стеклянный ящик весов.

7. Окончив взвешивание, не забывать весы арретировать и закрывать их ящик.

При установке весов для демонстрационного опыта необходимо проверить, в порядке ли они: все ли призмы на месте, не задевают ли, или не могут ли весы задевать за что-нибудь при качании. Ставить весы следует *стрелкой к аудитории*.

3. ДРУГИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для отмеривания жидкостей в препаровочной следует иметь несколько *измерительных цилиндров* (мензурок) с носиком, деленных на кубические сантиметры (рис. 373). Желательно иметь цилиндры на 50, 100, 250, 500 мл и на 1 л, но можно обойтись и с двумя: на 100 мл и на 1 л. Для работ учащих нужны цилиндры на 50 мл (рис. 374).

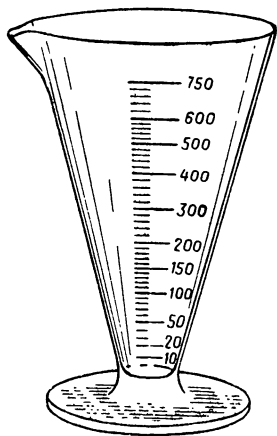


Рис. 373. Мензурка.

Мензурка, как и весы, должна быть *непрерывной принадлежностью лаборатории*, но на всякий случай приведем несколько указаний, как изготовить достаточно точную *упрощенную мензурку*. В качестве сосуда можно воспользоваться пробиркой, цилиндром для собирания газов, обрезанной (см. ниже) узкой склянкой и т. п.

При изготовлении самодельной мензурки главную трудность составляет нанесение делений. Нанесение делений алмазом, травление плавиковой кислотой, как это делается в мастерских, слишком сложно.

Наклеивание для делений бумажной полоски, как это обычно советуют естественники, непрактично, так как полоска

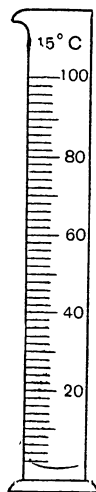


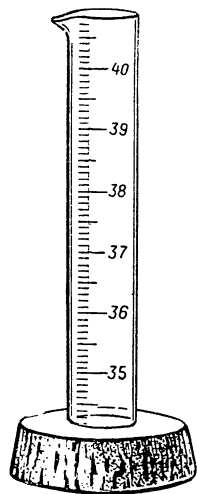
Рис. 374. Мерный цилиндр.

легко отклеивается. В школьных условиях вполне доступно сделать на сосуде матовую полоску, на которую легко наносить деления обыкновенным (графитовым) карандашом. Карандаш хорошо держится на матовом стекле и не сходит даже при мытье. Не нужно только тереть и вытирать.

Матовую полоску легко сделать при помощи куска наждачной, кремневой, карборундовой и т. п. бумаги, не слишком мелкой (№ 2—4). За неимением бумаги можно воспользоваться соответствующим наждачным, карборундовым и т. п. порошком, в крайнем случае — песком, взятым на мокрую тряпку. Вместо песка лучше натолочь молотком кварца, кремня или другого твердого камня, так как у песчинок недостаточно острые края, и потому песок действует медленно.

Для градуирования мензурки можно воспользоваться заимствованной мензуркой, лучше — бюреткой. В зависимости от диаметра мензурки в нее наливается вода по 1,5—10 мл, и промежуток затем делится на желательное число частей. Уровень налитой воды отмечается небольшой черточкой, для нанесения же делений в окончательном виде мензурка кладется на какую-нибудь подставку (например, изображенную на рисунке 187) горизонтально так, чтобы один конец

Рис. 375. Самодельный измерительный цилиндр из разбитой бюретки.



держат в руке или прижимают его к какой-нибудь подставке и проводят черту вращением мензурки около оси.

Промежуточные деления следует сначала сделать на бумаге разделив промежуток геометрическим способом на нужное число

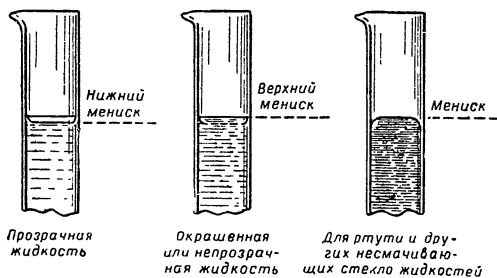


Рис. 376. Мениски.

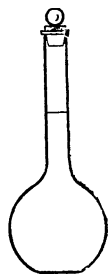


Рис. 377. Мерная колба.

частей, и затем уже наносить на мензурку. Если особой точности не требуется, можно разделить и на глаз.

Если нельзя воду отмеривать, можно ее *отвешивать*.

Для изготовления небольшого измерительного цилиндра можно воспользоваться также разбитой бюреткой. Для этого нужно аккуратно обрезать разбитый конец бюретки, оплавить его, сделать носик, а другой конец запаять. Приготовленный таким образом цилиндр можно вставить в отверстие большой пробки для придания устойчивости (рис. 375).

Чтобы отмерить измерительным цилиндром нужный объем неокрашенной прозрачной жидкости, ее наливают так, чтобы нижний мениск находился на уровне нужного деления цилиндра. Для окрашенных и непрозрачных жидкостей отсчет уровня ведут по верхнему мениску (рис. 376).

Мерные колбы (лучше с притертыми пробками, рис. 377) необходимы для приготовления растворов заданной объемной концентрации. С этой целью они могут быть использованы и для работ учащихся. Необходимо иметь достаточное количество колб объемом 100—500 мл и несколько штук объемом 1 л. При наполнении мерной колбы нужно последние порции жидкости доливать осторожно по каплям, чтобы нижний мениск жидкости совпал с чертой на горлышке колбы.

Пипетки (рис. 378) необходимы для точного отмеривания небольших объемов воды и водных растворов. В школьном кабинете следует иметь пипетки на 10, 25 и 50 мл. Они используются для демонстрационных опытов и для практических работ учащихся.

Бюретки (рис. 379) объемом 25—50 мл с делениями через 0,1 мл (лучше с синей полоской) нужны главным образом для работ учащихся. Они могут быть с зажимами, но для растворов кислот лучше иметь бюретки с притертым краном.

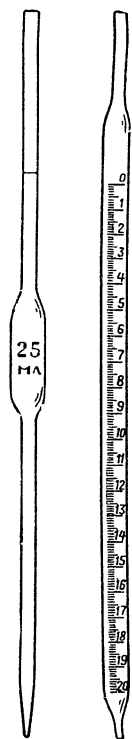


Рис. 378. Пипетки.

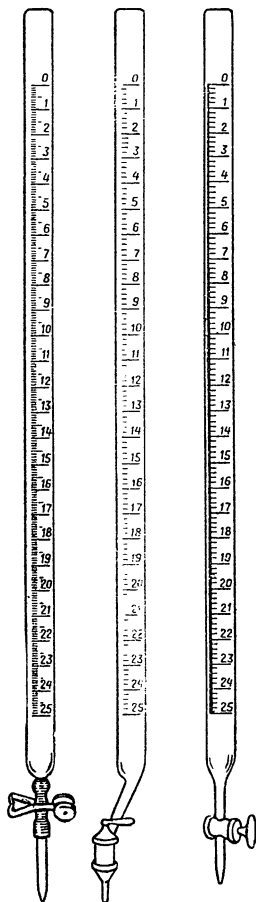


Рис. 379. Бюретки.

Для демонстрационных опытов можно иметь бюретки без синей полоски.

Бюретки можно покупать готовые — с каучуком, зажимами и наконечниками, но нетрудно оборудовать их и на месте (рис. 380). В случае отсутствия или недостатка металлических зажимов можно использовать небольшой стеклянный шарик (бусину), который вставляется в резиновую трубку на конце бюретки и надежно запирает ее. При оттягивании резиновой трубки в месте нахождения шарика жидкость из бюретки вытекает через образовавшийся зазор.

Притертые краны бюреток необходимо смазывать вазелиновой мазью или вазелином.

Для удобства работы с бюретками их лучше укреплять в штативе (рис. 381).

Бюретка в школьной практике может служить не только для отмеривания

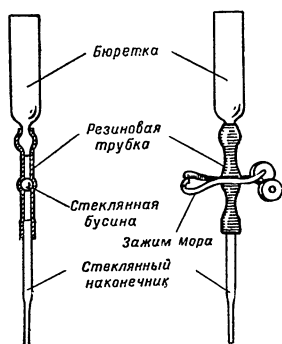


Рис. 380. Оборудование резиновой трубки безкрановой бюретки.

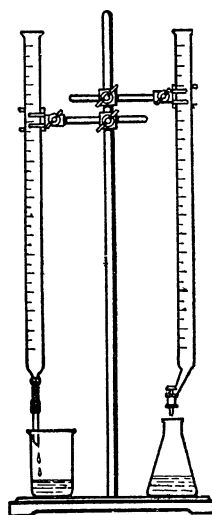


Рис. 381. Крепление бюреток в штативе.

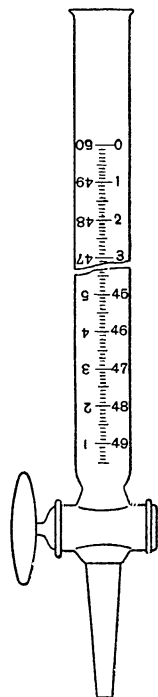


Рис. 382. Бюретка Верховского.

жидкостей, но и для измерения объемов газов. У такой бюретки деления должны начинаться от самого крана. Цифры у делений наносятся справа и слева, как показано на рисунке 382. Эти бюретки можно использовать для опыта разложения воды электрическим током, для определения эквивалентов и т. п.

Для приблизительного быстрого отмеривания воды полезно иметь фарфоровую кружку объемом в 1 л; она же может служить для наливания воды в газометры, в газовые цилиндры и т. п.

Химические термометры (рис. 383) — обязательная принадлежность школьной лаборатории. Следует иметь термометры, позволяющие измерять температуры от -20 (например, для охлаждаемых смесей) до $+200^{\circ}$ с делениями на целые градусы. Для специальных работ могут потребоваться и более точные термометры, например «нормальные» термометры до 100° , имеющие деления через $0,1^{\circ}$.



Рис. 383. Химический термометр.

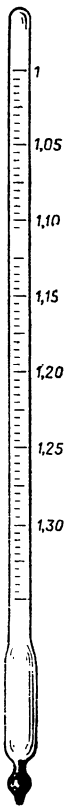


Рис. 384. Ареометр.

Ареометры (рис. 384) для измерения плотности жидкостей необходимы при определении концентрации растворов (например, продажных кислот и др.) по удельному весу. Следует иметь набор ареометров для жидкостей тяжелее воды, позволяющих определять плотность в пределах от 1 до 1,84, градуированных по удельному весу. Можно использовать и иначе градуированные ареометры, например ареометры Бомэ, но тогда для перевода показаний (градусов) ареометра на удельный вес необходимо пользоваться таблицами или производить специальный пересчет.

При определении ареометром удельного веса жидкости (рис. 385) нужно учитывать, что в месте соприкосновения с шейкой прибора жидкость образует мениск. Принято для прозрачных жидкостей вести отсчет показаний по нижнему мениску, а для окрашенных — по верхнему.

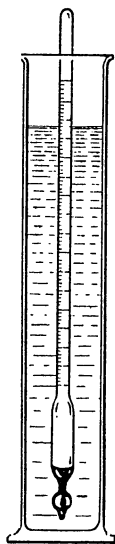


Рис. 385. Определение плотности жидкости ареометра.

IX. ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПЫТОВ, ТРЕБУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Роль различного рода электрохимических процессов в современной технике исключительно велика. Для элементарного ознакомления учащихся с важнейшими из этих процессов в школьном

курсе химии предусматривается ряд обязательных демонстрационных и лабораторных опытов с использованием электрического тока.

Для небольшого числа из описанных далее опытов потребуется постоянный ток в 10—40 *a* при напряжении 20—100 *v*, который можно получить от осветительной сети, от умформера (комбинация электромотора переменного тока и динамо-машины постоянного тока), от электролитического выпрямителя переменного тока (см. ниже) или от большой батареи аккумуляторов. Большинство же опытов, как разложение воды, электролиз растворов солей и т. п., не требует большого напряжения, и для их постановки достаточна небольшая батарея из 4—6 аккумуляторов или соответствующего числа гальванических элементов (Гренэ, Лекланше и др.). Постоянный ток силой от 2 до 12 *a* при напряжении от 6 до 24 *v* удобно получать от широко распространенных в настоящее время выпрямителей переменного тока (газотронного, купроксного, селенового), краткое описание которых приведено ниже. Для ряда опытов (электропроводность растворов, некоторые варианты опытов с эвдиометром) можно использовать обычную осветительную сеть переменного или постоянного тока без преобразования его.

1. АККУМУЛЯТОРЫ

Аккумуляторы удобны для использования, но их можно приобретать только в том случае, если есть источник тока для их зарядки.

Свинцовые аккумуляторы требуют тщательного ухода, своевременной зарядки и вообще постоянного надзора, без которого они

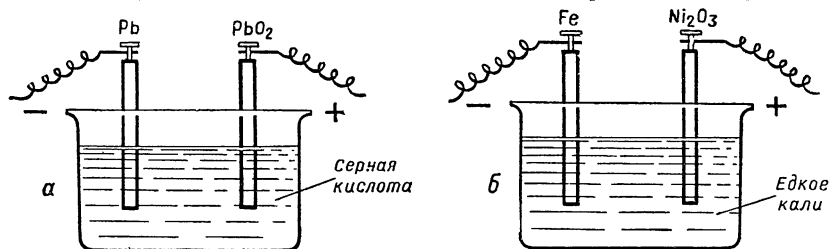


Рис. 386. Схемы аккумуляторов:
 а — кислотный аккумулятор; б — щелочной аккумулятор.

быстро портятся. Значительно проще в обращении железо-никелевые аккумуляторы. Эти аккумуляторы значительно легче свинцовых, они не так боятся короткого замыкания, заряжаются быстрее, более сильным током, дольше могут оставаться без зарядки и вообще не так легко портятся как кислотные. Электролитом в них служит 20—21-процентный раствор едкого кали; напряжение у них значительно ниже, чем у свинцовых аккумуляторов, а именно: в сред-

нем 1,25 в. Поэтому, если у лаборатории будут средства и возможности приобрести аккумуляторы, то лучше остановиться на железоникелевых.

Что касается свинцовых аккумуляторов, то вряд ли можно рекомендовать приобретать их исключительно для химической лаборатории, так как опытов, требующих электрического тока, в курсе химии сравнительно немного, а забота об аккумуляторах большая. Значительно нужнее аккумуляторы для физической лаборатории, для которой они часто и приобретаются. Таким образом, если в химической лаборатории нет своих аккумуляторов или других удобных источников тока, преподавателю химии придется пользоваться аккумуляторами физического кабинета. Во всяком случае необходимо знать основные правила обращения с аккумуляторами.

Прежде всего, беря для работы аккумулятор, необходимо удостовериться, не разряжен ли он. У свежезаряженного свинцового кислотного аккумулятора разность потенциалов на полюсах немного больше двух вольт. По мере работы или при продолжительном стоянии электродвижущая сила аккумулятора постепенно падает. Ни в коем случае не следует допускать, чтобы она упала ниже 1,8 в, так как при этом аккумулятор может испортиться. Если электродвижущая сила аккумулятора меньше двух вольт, то лучше его совсем не брать для работы, а предварительно зарядить. Поэтому часто приходится проверять напряжение у полюсов аккумулятора при помощи *вольтметра*. Самый удобный для этой цели — *карманный вольтметр*. У этого вольтметра имеются два провода с остриями на концах. При измерении напряжения острия плотно прижимают к свинцовым клеммам аккумулятора, а именно: помеченный + (плюсом) провод — к положительному полюсу, обыкновенно окрашенному в красный цвет, а помеченный — (минусом) — к отрицательному. Если на клеммах или на корпусе аккумулятора почему-либо нет знаков, то полюса можно различить по цвету пластин, погруженных в кислоту. Положительные пластины темно-бурого цвета, отрицательные — серого. Это, конечно, возможно только для аккумуляторов, смонтированных в стеклянных банках.

Каждый аккумулятор допускает только определенную максимальную силу тока как при зарядке, так и при разрядке. Эти данные иногда бывают помечены на самом аккумуляторе или в прилагаемом к нему паспорте. При зарядке и использовании аккумуляторов для опытов не следует превышать допустимой силы зарядного и разрядного тока.

Если данных относительно аккумулятора нет, то во всяком случае сила разрядного тока не должна превышать силу зарядного, которую можно рассчитать, исходя из поверхности анодных пластин (см. ниже.) Особенно нужно *опасаться короткого замыкания*, так как этим можно совершенно испортить аккумулятор. Следует при-

нять за правило — никогда не вводить аккумулятор в цепь без реостата. Для четырех обычных школьных аккумуляторов емкостью на 10—15 а-ч каждый достаточно взять реостат с сопротивлением около 5 ом и рассчитанный на силу тока не меньше той, которая потребуется для данного опыта (обычно не требуется ток сильнее одного ампера).

При *переносе и передвижении* на столе аккумуляторов нужно делать это осторожно, чтобы не расплескивать кислоту. Если кислота попадает на зажимы, они сильно окисляются и не дают хорошего контакта. Чтобы кислота не смачивала верхних концов электродов, не «ползла» по ним, концы эти до зажимов (и самые зажимы) следует смазывать вазелином или лучше сплавом парафина или церезина с вазелином. Очень удобны аккумуляторы с оцинкованными зажимами, на которые кислота не действует.

Для *зарядки аккумуляторов* нужен *постоянный ток* от осветительной цепи, динамо-машины, умформера, электролитического или иного выпрямителя (см. ниже).

Аккумуляторы при зарядке соединяются *последовательно*, т. е. положительный полюс одного с отрицательным другого. Затем

положительный полюс источника тока соединяется с положительным полюсом крайнего аккумулятора, отрицательный — с отрицательным полюсом другого крайнего аккумулятора. В цепь включаются *амперметр и реостат*. Реостат устанавливается таким образом, чтобы через аккумуляторы проходил ток не более сильный, чем допускается для зарядки данного типа аккумуляторов. Если никаких данных относительно имеющихся аккумуляторов нет, то максимальная сила тока определяется поверхностью анодных пластин, а именно: следует пользоваться током не свыше одного ампера на квадратный дециметр поверхности анодных (положительных) пластин, имеющих коричневый цвет. Например, если аккумулятор имеет две положительные пластины размером 15 × 10 см каждая, то общая поверхность положительных пластин (считаются обе стороны пластины) будет равна $(1,5 \times 1 \text{ дм}) \times 2 \times 2 = 6 \text{ дм}^2$. Следовательно, сила зарядного тока не должна превышать 6 а.

При зарядке аккумуляторов удобно пользоваться *ламповым реостатом* (стр. 326). Схема включения аккумуляторов, реостата и амперметра (А) в цепь показана на рисунках 387—397.

До включения аккумуляторов следует вывинтить все лампы лампового реостата или установить иной реостат на максимальное сопротивление. Затем включаются аккумуляторы и одна за другой

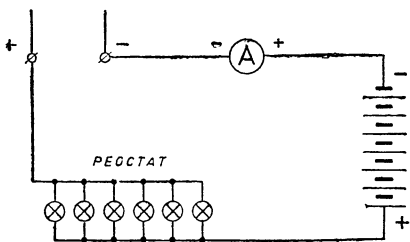


Рис. 387. Схема зарядки аккумуляторов.

ввинчиваются лампы лампового реостата (или выводится сопротивление иного реостата), пока амперметр не покажет надлежащей силы тока.

По мере зарядки аккумуляторов сопротивление их увеличивается, и приходится постепенно уменьшать сопротивление реостата, поддерживая нужную силу тока.

Во время зарядки аккумуляторов необходимо следить за температурой электролита, который не должен нагреваться выше 40°C .

При зарядке должно быть затрачено достаточное число *ампер-часов*.

Чем слабее ток, тем дольше приходится заряжать. Если, например, данная батарея аккумуляторов при максимальной силе тока в 10 а требует для полной зарядки 15 час., то на зарядку затрачивается $15 \times 10 = 150\text{ а-ч}$.

Учитывая коэффициент полезного действия, это число нужно еще увеличить, деля его на 0,8. Получаем $150 : 0,8 = 187\text{ а-ч}$.

При зарядке аккумуляторов током в 5 а потребуется приблизительно $187 : 5 = 37$ час. Однако нельзя заряжать слишком слабым током. По данным практики, минимальная сила заряжающего тока равна емкости аккумулятора в ампер-часах, деленной на 30.

После того как батарея заряжалась в течение нужного числа часов, зарядку прекращают. При этом не следует забывать, что сначала нужно выключить аккумуляторы, а затем уже прекратить действие источника тока, например динамо-машины. Если этого не сделать, ток от аккумуляторов пойдет через источник, аккумуляторы разрядятся, а динамо-машина может быть испорчена.

После выключения аккумуляторов их оставляют в покое на 1—2 часа и затем снова подвергают зарядке до тех пор, пока не начнется сильное выделение водорода — «кипение». Так поступают несколько раз, пока сильное выделение газа не наступает сейчас же по включении источника тока. Тогда зарядку можно считать оконченной. Вольтаж каждого аккумулятора в отдельности проверяется вольтметром. Вольтаж должен быть не менее $1,4\text{ в}$.

Если в одном из аккумуляторов не наблюдается кипения одновременно с остальными и он не показывает нужного напряжения, его следует осмотреть: нет ли в нем короткого замыкания.

Такой процесс зарядки необходим в том случае, если аккумуляторы заряжаются впервые или после значительного разряда. Однако последнего следует избегать. Аккумуляторы, даже в том случае, *если они совсем не работают, необходимо время от времени подзаряжать*, пока вольтметр не даст надлежащего показания. Обычно аккумуляторы подзаряжают не реже чем раз в месяц. Оставленные надолго без зарядки аккумуляторы могут совсем испортиться.

Серная кислота, являющаяся в свинцовых аккумуляторах электролитом, применяется только самая чистая (*purissimum*). Если

добавить в аккумулятор кислоты, содержащей примеси (особенно вредны мышьяк, хлор, азотная кислота), то можно аккумулятор совсем испортить. Кислота берется разбавленная, 25—26% H_2SO_4 (с удельным весом, равным при 15° 1,18—1,19, или с концентрацией в 22—23° Бомэ).

В аккумуляторе должно быть *достаточное количество кислоты*. Уровень ее должен быть на 2—3 см выше верхнего края пластин. Если с течением времени количество жидкости уменьшится, в аккумулятор доливают дистиллированную воду.

Удельный вес кислоты в *заряженном* аккумуляторе не должен быть выше 1,2 (24° Бомэ).

Для проверки удельного веса (при помощи ареометра) кислота берется из аккумулятора пипеткой. Если аккумулятор открытый, ареометр опускается непосредственно в аккумулятор. Бывают также специальные пипетки с маленьким ареометром внутри (рис. 388).

Повышение удельного веса кислоты в аккумуляторе объясняется отчасти испарением воды, отчасти разложением ее при зарядке.

Понижение удельного веса кислоты вообще происходить не может, разве только в аккумулятор было добавлено слишком много воды. Если бы это случилось, то в аккумулятор добавляется *самая чистая серная кислота (purissimum)* удельного веса 1,21, и аккумулятор подвергается зарядке. *Ни в каком случае нельзя доливать в аккумулятор концентрированную кислоту.*

В случае, если кислота из аккумулятора была пролита, в него следует добавить чистой кислоты удельного веса 1,18—1,19.

Кислоту для наполнения аккумуляторов можно получать готовую. Если же такой кислоты нет, ее готовят разбавлением кислоты удельного веса 1,84 водой. Для этого на 1 л *дистиллированной* воды берется 218 мл чистой кислоты (лить кислоту в воду, а не наоборот!). Лучше по остыванию раствора проверить удельный вес ареометром.

На дне аккумуляторных банок постепенно скопляется *осадок двуокиси свинца*, который время от времени (обычно раз в год) необходимо удалять, так как при чрезмерном накоплении осадка *может произойти короткое замыкание внутри аккумулятора*. При аккумуляторах больших размеров осадок можно высасывать трубкой, но для радикальной чистки аккумулятора приходится вынимать пластины.

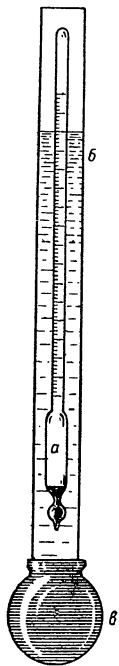


Рис. 388.
Прибор для определения плотности аккумуляторной кислоты:

а — ареометр;
б — стеклянная трубка; *в* — резиновая груша.

Необходимо также следить за пластинами. Бывают случаи, что положительная пластина начинает выпячиваться и тоже может дать короткое замыкание. В таком случае аккумулятор приходится посылать на завод для исправления.

За состоянием пластин аккумулятора удобно следить, если он смонтирован в стеклянной банке. Однако в настоящее время такие аккумуляторы встречаются редко. Чаще можно встретить аккумуляторы, смонтированные в четырехугольных сосудах из пластмассы, залитых сверху специальной смолой. Возможность наблюдения за «внутренностью» аккумулятора здесь исключена, но зато меньше опасности разбить сосуд.

Если приходится оставлять аккумуляторы на больший срок (больше двух месяцев) без зарядки, то во избежание порчи аккумуляторов поступают следующим образом: аккумуляторы заряжают до предельного значения э. д. с., затем выливают из них всю кислоту, тщательно промывают дистиллированной водой (проба хлористым барием) и плотно закупоривают. В таком виде аккумулятор может сохраняться без порчи год и больше.

Для того чтобы пустить аккумуляторы снова в работу, в них наливают кислоту удельного веса 1,18—1,19 и сейчас же заряжают, как было указано выше, или если к аккумуляторам была приложена инструкция завода, то согласно этой инструкции.

Железо-никелевые или *щелочные аккумуляторы* основаны на превращении $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в $\text{Ni}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_2$ в Fe при зарядке и обратный процесс — при разрядке. Электролитом служит 20—21-процентный раствор чистого едкого кали.

Положительные и отрицательные пластины находятся в железном сосуде. У маленьких аккумуляторов емкостью до 5 а-ч этот *железный сосуд соединен с отрицательными пластинками*, что всегда следует иметь в виду и следить, чтобы провод, соединенный с положительным электродом, не касался сосуда. Ясно также, что аккумуляторы, соединенные последовательно, нельзя ставить вплотную один к другому, ставить на железный лист и вообще на металл. Лучше всего заделать аккумуляторы по 2—3 в деревянные ящики, проложив между ними пропитанный парафином картон, асбестовый картон и тому подобную изоляцию.

Щелочные аккумуляторы обыкновенно продаются без электролита, и их приходится заполнять электролитом на месте. Электролитом, как уже сказано, является 20—21-процентный раствор едкого кали. Едкое кали следует брать самое чистое и растворять в дистиллированной воде. Прежде чем вливать раствор в аккумуляторы, полезно их сполоснуть внутри теплой дистиллированной водой.

Раствор наливается в аккумуляторы в таком количестве, чтобы он только прикрыл верх пластин. Много раствора наливать не следует, так как он будет разбрызгиваться во время работы и попадать на пробку, закрывающую аккумулятор.

После наливания раствора крышку следует тщательно протереть фильтровальной бумагой.

Зарядка щелочных аккумуляторов производится совершенно так же, как и свинцовых (стр. 310), но сила тока может быть больше.

Для того чтобы найти максимальную силу тока при зарядке и разрядке щелочного аккумулятора, делят емкость его в ампер-часах на 5.

Например, аккумулятор на 60 а·ч можно заряжать током в $60 : 5 = 12$ а.

Зарядка производится до тех пор, пока вольтметр не покажет напряжения каждого аккумулятора в 1,8 в. Каучуковая или навинтованная металлическая пробка, закрывающая аккумулятор, должна быть при зарядке вынута, чтобы выделяющийся водород имел свободный выход. Энергичное «кипение» электролита в щелочном аккумуляторе начинается задолго до окончания зарядки и признаком окончания ее служить не может. Иногда щелочные аккумуляторы бывают снабжены клапаном, через который во время зарядки выходят газы, но который не пропускает брызг раствора, образующихся при сильном «кипении».

При зарядке напряжение быстро поднимается до 1,6 в, а затем медленно до 1,8 в, после чего зарядку можно считать оконченной.

При разрядке напряжение быстро падает до 1,3 в, а затем медленно до 1 в. Это предельное разряжение, после чего аккумулятор работать не должен, но может в отличие от свинцового аккумулятора оставаться некоторое время и в незаряженном состоянии. Немедленной зарядки не требуется.

Перегрузка при зарядке и разрядке для щелочных аккумуляторов не является столь вредной, как для свинцовых, но все же аккумулятор постепенно портится, почему перегрузки следует избегать.

П р а в и л а о б р а щ е н и я с о щ е л о ч н ы м и а к к у м у л я т о р а м и

1. Не допускать разряжения аккумулятора ниже одного вольта.
2. При хранении заряженного аккумулятора плотно закрывать пробку, чтобы едкое кали не поглощало углекислого газа из воздуха; при работе же, если нет клапана, ослаблять пробку, чтобы дать выход газам (при работе щелочного аккумулятора выделяются водород и кислород), иначе пробку может выбросить, и брызги едкой щелочи могут попасть на экспериментатора.
3. Следить за уровнем раствора и от времени до времени доливать дистиллированную воду.
4. Никогда не заменять каучуковую пробку в аккумуляторе корковой, которая от щелочи разрушается и загрязняет аккумулятор.

5. Вытирать крышки аккумуляторов фильтровальной бумагой, если на них попадет раствор, и не допускать образования налета поташа, образующегося при взаимодействии с едким кали углекислого газа воздуха.

6. Держать аккумулятор в сухом виде и не допускать ржавчины, иначе банка может дать течь. Во избежание ржавчины полезно покрывать банку аккумулятора асфальтовым лаком или еще лучше — слоем парафина.

7. Не забывать, что ящик аккумулятора (малого размера) соединен с отрицательным железным полюсом (стр. 313), обозначенным знаком — (минус), положительный полюс обозначен знаком + (плюс).

Полезно пометить эти полюсы какой-нибудь яркой краской, так как знаки на полюсах, которые ставит завод, часто бывают мало заметны. Метки следует ставить на боковых стенках, а не на крышке, так как краска легко разрушается щелочью.

8. На лето, а также оставляя аккумуляторы на долгий срок без употребления, следует их зарядить, после этого вылить из них электролит, промыть дистиллированной водой (вылив ее полностью) и хранить аккумуляторы, хорошо их закупорив.

9. При зарядке следует помнить, что положительный электрод должен быть соединен с положительным полюсом источника тока, отрицательный — с отрицательным, как и при зарядке свинцовых аккумуляторов.

Другие подробности относительно обращения с аккумуляторами, а также об их устройстве, о теориях их действия можно найти в специальной литературе. Точно так же к специальной литературе следует обращаться и за указаниями относительно устройства и действия динамо-машины и умформера и обращения с ними. При затруднениях в зарядке аккумуляторов и при отсутствии возможности производить зарядку можно сдать их для зарядки в мастерские, где производится зарядка кислотных аккумуляторов для автомашин.

2. ВЫПРЯМИТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

а) Алюминиевый выпрямитель

В том случае, если в помещении имеется *переменный ток* от осветительной цепи, то им можно воспользоваться для большинства нижеописанных опытов (а также для зарядки аккумуляторов), применяя *электролитический алюминиевый выпрямитель*, который превращает переменный ток в ток одного направления. Принцип устройства алюминиевого выпрямителя основан на способности окисной пленки алюминия пропускать ток в одну сторону. Так, если взять один из электродов алюминиевый, а другой — железный или свинцовый, погрузить их в раствор кислой угленатриевой соли

(или некоторых других солей, например углекислого аммония) и соединить с источником постоянного тока так, чтобы алюминий был анодом, то ток, проходящий через электролит, быстро ослабевает и затем почти совсем прекращается благодаря образующейся на поверхности алюминия пленке из гидрата окиси алюминия, не пропускающей ток. Однако если переключить ток так, чтобы алюминий стал катодом, то ток пойдет беспрепятственно. Поэтому при пропускании через прибор переменного тока с напряжением не выше 500 в получается прерывистый ток одного направления.

Такое свойство пленки из $\text{Al}(\text{OH})_3$ может быть объяснено, по видимому, следующим образом: пленка эта не сплошная, а пронизана мельчайшими

Пленка Пузырьки газа

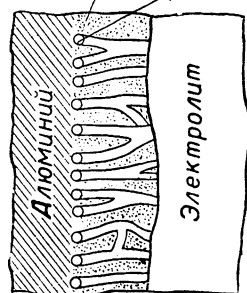


Рис. 389. Схема действия алюминиевого выпрямителя.

канальцами, заполненными электролитом (рис. 389). В этих канальцах у поверхности алюминия образуются мельчайшие пузырьки газов CO_2 и O_2 ; образующихся при разрядке ионов HCO_3^- . Реакция идет так: $4\text{HCO}_3^- = 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 + \text{O}_2 + 4e$.

Эти пузырьки вместе с непроводящим ток слоем гидрата окиси алюминия и образуют сплошную непроводящую пленку.

При обратном направлении тока к алюминию направляются ионы водорода, разряда которых приводит к повышению концентрации гидроксильных ионов в катодном пространстве, благодаря чему происходит растворение пленки амфотерного гидрата окиси алюминия, и ток проходит беспрепятственно. При следующей перемене

направления тока на алюминии снова возникает пленка, пронизанная пузырьками газов, и т. д.

При достаточной плотности тока «формирование» алюминиевого электрода происходит почти моментально, и он сразу же по включении тока начинает служить «клапаном». По данным В. Ф. Миткевича, поверхность алюминия должна быть около 1 см^2 на каждый ампер тока. Если электрод имеет большую поверхность, то его приходится подвергать предварительной формовке при более слабом токе.

Кроме алюминия, таким же клапанным действием обладают некоторые другие металлы, как, например, тантал, ниобий.

В качестве электролита, кроме двууглекислой соды, могут служить растворы целого ряда других солей, как K_2CO_3 , KHCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, солей щелочных и щелочно-земельных металлов и различных органических кислот лимонной, винной, яблочной и др.

Все электролиты не должны содержать посторонних примесей, особенно поваренной соли, и вообще хлористых соединений, кото-

рые выделяют при электролизе хлор. Хлор разрушает образующийся на поверхности алюминия слой, и действие выпрямителя нарушается.

Обычно применяемый электролит — насыщенный (около 8%) раствор *кислой угленатриевой соли* (*natrium bicarbonicum purissimum*).

Недостаток его заключается в том, что при повышении температуры электролита клапанное действие алюминия ослабевает, и выше 60° выпрямление тока прекращается. При непродолжительной работе, не слишком сильном токе и достаточном количестве жидкости последняя нагревается не сильно, почему кислой угленатриевой солью и можно пользоваться на практике.

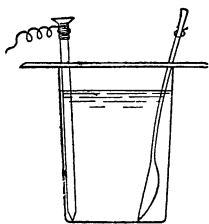


Рис. 390. Алюминиевый выпрямитель с ложкой.

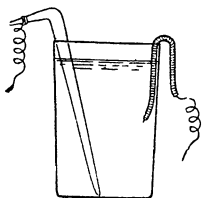


Рис. 391. Алюминиевый выпрямитель с проволокой и крючком.

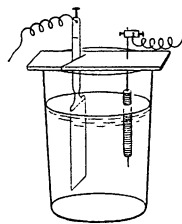


Рис. 392. Алюминиевый выпрямитель с железной пластинкой.

Большое преимущество перед углекислой содой имеет *углеаммониевая соль* (*ammonium carbonicum purissimum*), при употреблении которой (в виде 10-процентного раствора), по данным М. В. Севастьяновой, повышение температуры почти не сказывается. Выпрямитель продолжает работать даже при температуре кипения электролита. Углеаммониевая соль является столь же доступной, как и двууглекислая сода, и поэтому в практике применяется чаще, чем сода.

Рекомендуют также насыщенный раствор (250 г на 1 л) фосфорноаммониевой соли (*ammonium phosphoricum purissimum*).

Материал второго электрода не имеет значения. Он может быть железный, свинцовый, угольный и т. п. Нужно только, чтобы электролит на него не действовал.

Что касается *устройства выпрямителя*, то в простейшем виде алюминиевый выпрямитель, пригодный для разложения воды и ряда других опытов по электролизу, может состоять из стакана с электролитом, в котором одним электродом служит алюминиевая проволока, пластинка или даже ложка (рис. 390), другим — железный гвоздь, угольная палочка и т. п. Оба электрода, во избежание короткого замыкания привязаны к лучинке. Электрод в виде пластинки или ложки требует предварительной «формовки». Поэтому удобнее

в качестве алюминиевого электрода взять кусок проволоки, вставленный в обрезок каучуковой трубки (рис. 392). Каучук служит для того, чтобы алюминиевый электрод можно было погрузить глубже в раствор, не увеличивая поверхности электрода. При таком положении электрода нагревание жидкости током происходит снизу, и жидкость все время сама собой перемешивается и нагревается равномерно. Если же погрузить электрод в верхнюю часть жидкости, последняя может нагреваться сверху до кипения, оставаясь холодной внизу.

При небольших размерах электродов, благодаря значительному сопротивлению выпрямителя, им можно пользоваться без реостата. Простейшему выпрямителю, однако, лучше придать вид, представленный на рисунке 392. На края стакана или банки положена дощечка, в которой сделан прорез. По этому прорезу может передвигаться (с некоторым трением) железная пластинка, вырезанная в виде лопаточки, «ручка» которой повернута по отношению к широкой части на 90° .

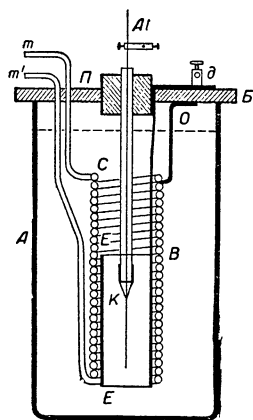


Рис. 393. Алюминиевый выпрямитель Миткевича.

Кроме прореза, в дощечке сделано еще отверстие, в которое вставлен кусочек алюминиевой проволоки, изолированный каучуком. К обоим электродам прикреплены клеммы. Передвигая железный электрод вдоль прорезки, можно регулировать силу тока.

Поверхность алюминиевого электрода изменяется передвиганием надетого на него каучука.

Вместо стакана или банки можно воспользоваться жестянкой из-под какао и т. п. Жестянка служит одновременно и сосудом и железным электродом (М. В. Севастьянова).

Для укрепления алюминиевого электрода в крышке жестянки делается отверстие, в которое вставляется пробка, в пробку же — алюминиевая проволока, изолированная каучуковой трубкой. Такой выпрямитель удобно охлаждать, поставив в банку с водой.

Можно, наоборот, в качестве сосуда воспользоваться алюминиевой кружкой или кастрюлькой, в которую вставить железный электрод. Такой выпрямитель требует предварительной формовки (стр. 316).

На рисунке 393 изображен в разрезе более сложный выпрямитель В. Ф. Миткевича. Этот выпрямитель имеет то преимущество, что алюминиевый электрод в нем имеет небольшую поверхность и не требует формовки, нагревание же раствора током устраняется тем, что второй, свинцовый, электрод снабжен холодильником в виде спирали из свинцовой трубы, по которой пускают ток воды из

На рисунке 393 изображен в разрезе более сложный выпрямитель В. Ф. Миткевича. Этот выпрямитель имеет то преимущество, что алюминиевый электрод в нем имеет небольшую поверхность и не требует формовки, нагревание же раствора током устраняется тем, что второй, свинцовый, электрод снабжен холодильником в виде спирали из свинцовой трубы, по которой пускают ток воды из

водопровода. Таким образом, при сравнительно небольших размерах банки можно получить сильный ток. На рисунке 393 *A* — банка на 5 л, *B* — деревянная крышка, *Al* — алюминиевая проволока диаметром 2—5 мм, вставленная на каучуке *K* в стеклянную трубку *C*; трубка *C* укреплена в пробке *П*. Свинцовый электрод состоит из цилиндра *EE*, поверхность которого 120 см, и холодильника. Холодильник представляет плотную спираль из свинцовой трубки *mm'*, витки котсрой в нескольких местах спаяны между собой, чтобы спираль не расходилась. При помощи нескольких полос свинца *O* спираль и свинцовый цилиндр-электрод подвешены к крышке. Одна из полос соединена с клеммой *д*. Свинцовый электрод может состоять и из одной спирали, без цилиндра *EE*.

Выставляющийся из трубки конец алюминиевой проволоки должен иметь поверхность около 1 см² на каждый ампер тока. Вода в холодильник пускается так, чтобы она шла по змеевику сверху вниз.

Сопротивление выпрямителя зависит от поверхности электродов и от расстояния между ними. Поэтому для получения сильного тока пользуются алюминиевыми электродами в виде больших пластин, подвергая их формовке.

Пластинчатые алюминиевые и железные электроды помещаются в большой сосуд с электролитом на 5—20 л. При достаточном количестве электролита и не слишком продолжительной работе можно избежать значительного нагревания электролита и при сильном токе.

Расстояние между электродами может быть 10—15 см. При соответственной ширине сосуда в 10—15 см (желательно, чтобы в длину и высоту он имел 40—50 см) электроды можно повесить отогнутыми краями непосредственно на широкие стенки сосудов. Для этого электроды в длину делаются по длине сосудов, в высоту же — на 5 см выше. Излишек загибается так, чтобы электрод удобно было повесить на край сосуда, как показано на рисунке 394 (вместо изображенных на рисунке трех электродов берется только два). Если сосуды шире 10—15 см, то, для того чтобы электроды можно было сблизить, их делают такого вида, как изображенный на рисунке 394 средний электрод, а именно: верхние концы электродов отгибаются под прямым углом, причем отогнутая часть делается с обеих сторон на 4—5 см длиннее ширины электрода и образующиеся концы в свою очередь отгибаются под прямым углом книзу. Этими отогнутыми концами электрод вешается на край сосуда. Если сосуды слишком велики (20—30 см шириной), то делаются два железных электрода,

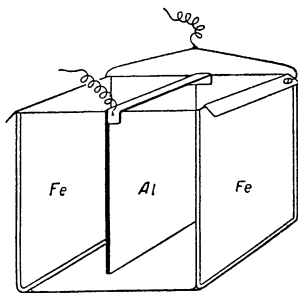


Рис. 394. Алюминиевый выпрямитель с алюминиевой и железной пластинами.

которые вешаются на две стенки сосуда и между ними один алюминиевый (как на рисунке 394).

В отогнутых краях электродов пробиваются отверстия, в которые вставляются болты с гайками для прикрепления проводов. Толщина железных пластин особого значения не имеет, но алюминиевый электрод лучше взять потолще, так как алюминий постепенно расходуется. За неимением прямоугольных сосудов можно воспользоваться круглыми, расположив электроды, как показано на рисунке 395.

Вместо стеклянных банок можно воспользоваться жестянками, железными банками или ведрами (из неоцинкованного железа), которые служат одновременно и железными электродами *A* (рис. 396).

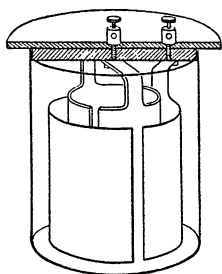


Рис. 395. Алюминиевый выпрямитель с цилиндрическими электродами.

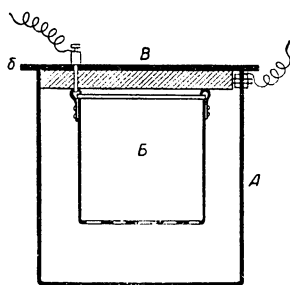


Рис. 396. Алюминиевый выпрямитель из ведра и кастрюли.

В качестве алюминиевых электродов можно взять алюминиевые кастрюли *Б* (рис. 396). Алюминиевые электроды укрепляются в деревянных крышках *В* (рис. 396), которые устраиваются таким образом (Покровский): из толстой доски делается круг, свободно входящий в железный сосуд. Этот круг может быть и из двух кусков доски. Круг привинчивается ко второму кругу из фанеры *б*, которым крышка опирается о края сосуда. К обоим электродам прикрепляются болты с гайками или клеммы для присоединения проводов.

В дне алюминиевой кастрюли пробивается несколько отверстий, чтобы внутрь ее мог проникать электролит.

Все острые края и углы электродов должны быть сглажены напильником.

Прежде чем применять выпрямитель с пластинами, производится *формовка алюминиевого электрода*. Для этого через выпрямитель в течение некоторого времени пропускают переменный ток, включив реостат со значительным сопротивлением в 5—10 ом, во избежание возникновения слишком сильного тока. Для выпрямителей, рассчитанных не на очень сильный ток, удобен ламповый реостат (см. ниже).

Если имеются вольтметр для постоянного тока и амперметр для переменного тока, то формовку ведут до тех пор, пока показания амперметра не перестанут уменьшаться, а вольтметра — возрастать. Вольтметр включается параллельно выпрямителю.

Если измерительных приборов нет, то формовку продолжают, пока на поверхности алюминия не перестанут появляться искры.

После больших перерывов необходимо возобновлять формовку, продолжая ее 2—3 часа. Если выпрямитель работал недавно, формовка заканчивается в 2—3 мин.

Раз в год необходимо менять раствор и чистить электроды напильником и наждачной бумагой. В году же единственный уход, которого требует выпрямитель, — это доливать в него испаряющуюся воду. На дне должен быть некоторый избыток соли, чтобы раствор оставался насыщенным.

При достаточных размерах сосуда нагревание очень незначительное, и выпрямитель может работать с содовым раствором в течение нескольких часов подряд при 5—10 а, при более же слабом токе — и значительно дольше.

При употреблении одного выпрямителя ток получается прямой, но прерывистый. Для опытов по электролизу, для зарядки аккумуляторов и для многих опытов это не имеет значения.

При устройстве алюминиевого выпрямителя необходимо иметь в виду следующее.

1. Алюминий следует брать возможно более чистый. Особенно нежелательна примесь свинца. Обычно плохое выпрямление обусловливается плохими качествами алюминия.

2. Второй электрод может быть железный, никелевый, свинцовый, угольный и т. д., лишь бы на него не действовал электролит.

3. Для приготовления электролита следует брать чистые материалы и растворять их в дистиллированной воде. Особенно вредными примесями являются поваренная соль и другие хлориды.

4. Железные сосуды, применяемые для устройства выпрямителей, следует снаружи окрашивать масляной краской во избежание ржавления.

5. Если оба электрода укреплены в одну деревянную крышку, то необходимо следить за чистотой ее нижней поверхности, так как вследствие смачивания крышки брызгами электролита между электродами может происходить утечка тока, разряд в виде искр, обугливание дерева и даже воспламенение его (Е. Н. Горячкин). Лучше проваривать дерево в парафине.

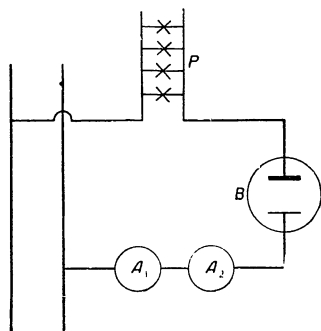


Рис. 397. Схема зарядки аккумулятора с алюминиевым выпрямителем.

6. Не следует забывать доливать в выпрямитель воду по мере ее испарения. Во избежание испарения воды рекомендуют наливать поверх электролита слой парафинового или иного чистого, не содержащего кислот минерального масла.

7. Чтобы быстрее прекратилось искрение, все острые углы и края электродов должны быть закруглены напильником.

Устанавливать выпрямители следует на полках в классе. Установка на полу не рекомендуется вследствие того, что сосуды могут быть легко разбиты при уборке помещения.

Для химического класса нет необходимости в очень большом выпрямителе на много ампер. Можно удовлетвориться банками на 5—8 л.

Вслед за рубильником выпрямленного тока желательно поставить реостат, вольтметр и амперметр.

б) Другие выпрямители

В настоящее время получили широкое распространение так называемые сухие выпрямители тока — *купроксные* и *селеновые*. Они портативны, очень удобны в обращении и имеют практически неограниченный срок службы. Основными частями купроксного выпрямителя являются понижающий трансформатор и выпрямляющие столбики, состоящие из медных дисков, на поверхность которых термическим путем нанесен слой окиси меди. К этому слою плотно

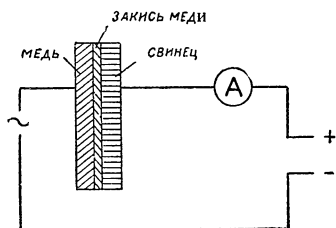


Рис. 398. Схема купроксного элемента.

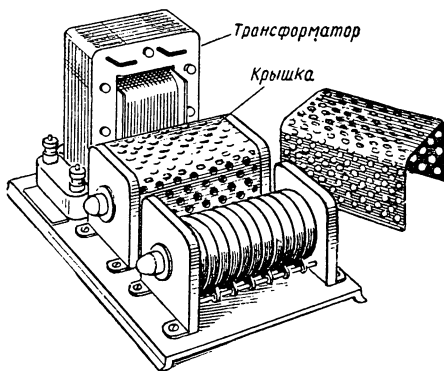


Рис. 399. Купроксный выпрямитель.

прижимается контактная свинцовая шайба. Закись меди обладает свойствами полупроводника, поэтому такой элемент (рис. 398) пропускает ток практически в одном направлении. Максимальное напряжение, при котором может работать элемент, — около 6 в при плотности тока не более 0,3 а на 1 см². Комбинация нескольких элементов и представляет собой выпрямляющее устройство. Изготавливаемые на наших заводах лабораторные купроксные выпрями-

тели позволяют получать постоянный ток силой до 2 а и напряжением до 24 в. Три клеммы купроксного выпрямителя (рис. 399), расположенные на панели справа, позволяют включать его в сеть переменного тока на 120 и 220 в. Левая из этих клемм является общей, к одной из двух других подключается второй провод от сети в соответствии с обозначением напряжения, указанным у клеммы. Две клеммы на той же панели слева служат для отвода постоянного тока и имеют обозначения + (плюс) и — (минус).

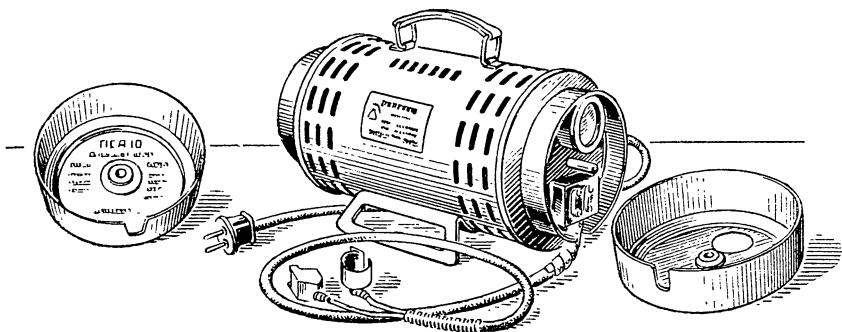


Рис. 400. Селеновый выпрямитель VSA-10.

Более удобными являются селеновые выпрямители. Они бывают разной мощности и позволяют получать постоянный ток большой силы (например, до 700 а). Собственно выпрямителем является здесь слой селена толщиной около 0,08 мм (полупроводник), нанесенный на железную шайбу. Поверх слоя селена наносится слой сплава из олова, висмута и кобальта. Выпрямляющие элементы соединяются в столбики, которые при помощи трансформаторов образуют выпрямляющую систему.

Для лабораторных целей очень удобным является выпрямитель VSA-10 (рис. 400), обычно используемый для зарядки автомобильных аккумуляторов. Особым достоинством его является возможность регулировать силу и напряжение получаемого постоянного тока, для чего на передней панели под съемной крышкой имеется система переключателей (рис. 401). Перестановка переключек согласно приклеенной на крышке схеме позволяет получать постоянный ток от 6 до 12 в силой 7—12 а. Выпрямитель включается в сеть переменного тока 120—220 в при помощи шнура

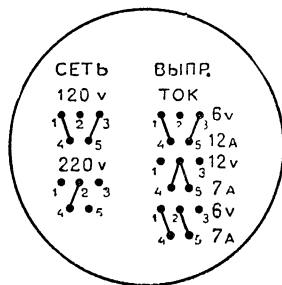


Рис. 401. Схема переключений селенового выпрямителя.

с вилкой. Перед включением необходимо проверить правильность установки переключателя на задней панели выпрямителя. Провода от клемм постоянного тока имеют на концах два зажима. Зажим положительного полюса окрашен в красный цвет.

Часто встречается в лабораториях еще один тип выпрямителя — *газотронный выпрямитель* (рис. 402). Выпрямляющим устройством

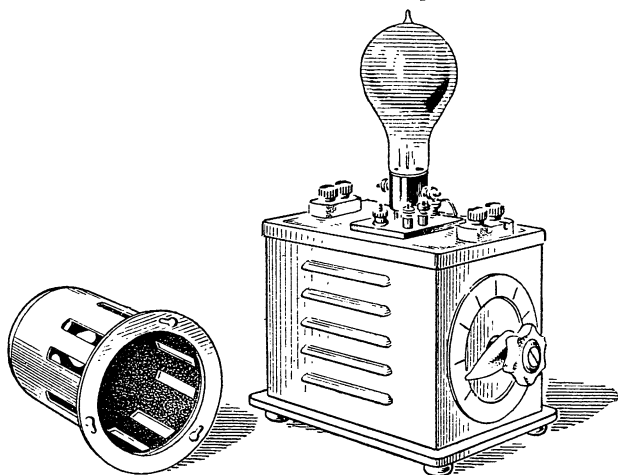


Рис. 402. Газотронный выпрямитель.

у него служит *газонаполненная электронная лампа*. Раскаленная нить лампы (анод) испускает поток электронов (это явление носит название электронной эмиссии). Величина анодного напряжения,

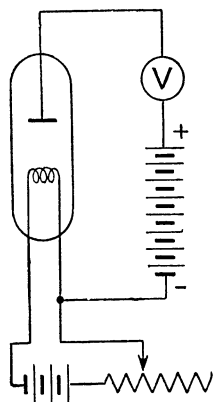


Рис 403. Схема газотрона.

необходимого для получения тока, равного току эмиссии, определяется напряжением, при котором электроны приобретают скорость, достаточную для ионизации молекул газа. При анодном напряжении, превышающем ионизационный потенциал газа, наполняющего лампу (обычно аргона), можно получить достаточно мощный анодный ток (20—25 в). На рисунке 403 показана схема газотрона, из которой видно, что газотронная лампа пропускает ток только тогда, когда раскаленная нить является анодом, т. е. ток через лампу будет проходить только в одном направлении. Изображенный на рисунке 402 газотронный выпрямитель рассчитан на выпрямление тока 120 или 220 в. Напряжение питающего тока указывается на клеммах (в задней части верхней крышки) и при покупке выпрямителя это необходимо учитывать, так как переключают

щего устройства этот выпрямитель не имеет. Клеммы постоянного тока находятся в передней части верхней крышки и обозначены знаками $+$ (плюс) и $-$ (минус). Максимальная сила выпрямленного тока 6 а , максимальное напряжение его 24 в .

На передней стенке прибора имеется рукоятка-переключатель, при установке которого на одно из делений круговой шкалы от 1 до 10 можно включать соответствующие секции трансформатора, расположенного внутри прибора, и этим регулировать напряжение и силу постоянного (анодного) тока в пределах его максимального значения, например для работы школьного индуктора ИВ-50 (см. стр. 333) необходимо не более 8 в и в этом случае переключатель выпрямителя следует поставить на 3-е деление шкалы.

Лампа выпрямителя закрывается съемным металлическим футляром. У самой лампы на верхней крышке прибора имеются две небольших клеммы, между которыми укрепляется тонкая медная проволочка-предохранитель, рассчитанный на силу тока в 6 а .

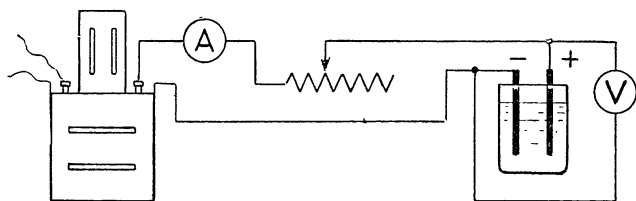


Рис. 404. Схема установки для электролиза с использованием газотронного выпрямителя.

При превышении максимальной силы тока или при коротком замыкании предохранитель сгорает. В этом случае легко поставить новый предохранитель, но нельзя ставить проволоку, выдерживающую большую силу тока, так как в этом случае при коротком замыкании и т. п. можно пережечь лампу. На случай перегорания лампы следует иметь запасную. Заменить перегоревшую лампу очень легко. Для этого нужно снять футляр, отвинтить клеммы, к которым присоединены контакты лампы, тогда лампа легко снимается. После включения выпрямителя в сеть нужно дать разогреться лампе в течение двух-трех минут и только тогда включать нагрузку в цепь постоянного тока.

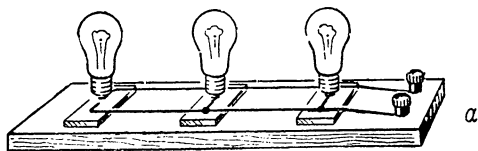
В химической лаборатории полезно иметь один из описанных выпрямителей (лучше селеновый или газотронный). В крайнем случае следует иметь хотя бы один выпрямитель для лаборатории физики и химии. При наличии выпрямителя можно не только обеспечить постановку необходимых демонстрационных опытов с использованием постоянного тока и зарядку аккумуляторов, но дать разводку тока к столам учащихся, при этом нужно следить за тем, чтобы

не была превышена допустимая сила тока, на которую рассчитан выпрямитель. В цепь постоянного тока необходимо всегда включать реостат и амперметр. На рисунке 404 дана схема цепи с использованием газотронного выпрямителя.

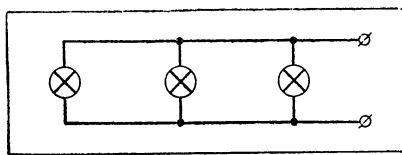
Реостаты и электроизмерительные приборы

При наличии в лаборатории постоянного тока от осветительной сети нет необходимости в выпрямителе, но так же, как и в случае переменного тока, бывает необходимо уменьшить его силу, вводя в цепь сопротивление. Для грубой регулировки силы тока очень удобен ламповый реостат, который легко можно изготовить своими силами (рис. 405). Для этого к деревянной доске привинчивается ряд простейших патронов, которые соединяются между собой параллельно при помощи двух кусков толстого проводника с сечением в $1-1\frac{1}{2}$ мм², на котором в соответствующих местах зачищается изоляция.

Для устройства лампового реостата можно взять дешевые иллюминационные патроны, но лучше воспользоваться более дорогими



а



б

Рис. 405. Ламповый реостат:

а — внешний вид; б — схема.

потолочными патронами, у которых части, находящиеся под током, закрыты. Поэтому к этим патронам безопасно прикасаться.

Патроны привинчиваются на расстоянии 10 см один от другого. Длина доски соответствует числу нужных ламп.

Для наших целей достаточно иметь реостат на 8—10 ламп. Лампы могут быть расположены в два ряда.

Концы проводов подводятся к клеммам (рис. 405, а). Удобны клеммы с кар-

болитовой изоляцией (черные), применяемые для радиоустановок. Лампы включаются и выключаются поворачиванием их в патроне. Ясно, что чем больше ламп ввинчено, тем меньше сопротивление реостата.

Силу тока в цепи при включенном ламповом реостате можно приблизительно рассчитать. Так как $W = IU$ (где I — сила тока в амперах, U — напряжение в вольтах и W — мощность тока в ваттах), то $I = \frac{W}{U}$. При напряжении в сети 120 в 50-ваттная лампочка,

ввернутая в реостат, пропустит ток силой $I = \frac{50}{120} = 0,4 \text{ а}$. При двух лампах по 50 вт сила тока в цепи будет около $0,8 \text{ а}$, при трех — около $1,2 \text{ а}$ и т. д. В самом деле сила тока в цепи будет меньше рассчитанной, так как здесь не принято во внимание сопротивление включаемого в цепь прибора.

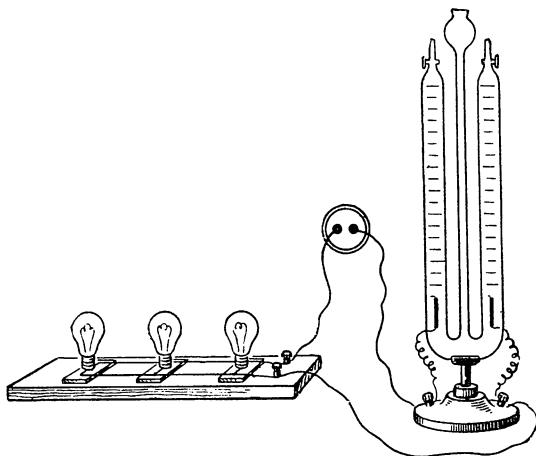


Рис. 406. Включение лампового реостата с прибором в сеть постоянного тока.

Реостат включается в цепь последовательно с прибором (рис. 406). Кроме лампового реостата, полезно еще иметь проволочный реостат со скользящим контактом для более точного регулирования силы тока, на $40\text{—}50 \text{ ом}$ и 2 а (рис. 407).

Для демонстрационных целей очень удобен также рычажный реостат (рис. 408), особенно когда в цепь нужно включить небольшое сопротивление (от 1 до 10 ом).

За неимением реостата его можно до некоторой степени заменить *электролитическим сопротивлением*. Для этого берется раствор какого-нибудь подходящего электролита, например 1-процентный раствор соды (*natrium carbonicum*), в который погружаются железные электроды. Сближая и удаляя электроды и беря их различных размеров, мы можем регулировать силу тока.

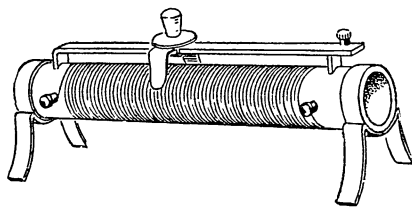


Рис. 407. Реостат со скользящим контактом.

Раствор удобнее всего поместить в четырехугольный сосуд (как для выпрямителя, см. выше), но можно, конечно, взять и круглый.

Электроды вешаются на края прямоугольного сосуда тем же способом, как средний электрод, изображенный на рисунке 394. Можно прибить электроды к двум деревянным планкам, которые и положить на края сосуда.

Все работы, связанные с электрическим током, как правило, следует проводить с включением в цепь электроизмерительных приборов. При работах с осветительным током в цепь включаются амперметр (всегда последовательно с прибором) и вольтметр (параллельно прибору) постоянного или переменного тока, в зависимости от характера осветительного тока в помещении. В точных приборах необходимости нет. Годятся приборы такого типа, какие обычно употребляются

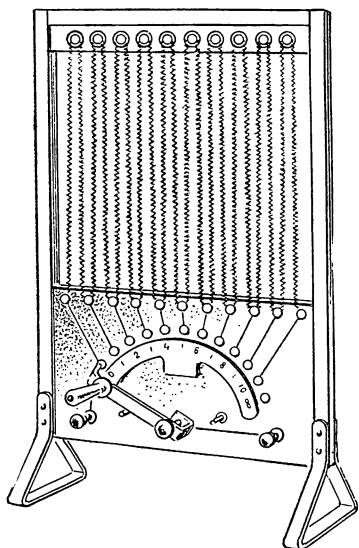


Рис. 408. Рычажный реостат.

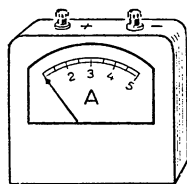


Рис. 409. Школьный амперметр.

для распределительных щитов: амперметр — до 20—30 а, вольтметр — до 220—120 в.

При работе с постоянным током от селенового, газотронного или другого выпрямителя следует пользоваться вольтметром и амперметром постоянного тока. Для обычных работ годятся школьные приборы — амперметр со шкалой до 3 а и вольтметр со шкалой до 10 в (рис. 409). Регулировать силу тока в цепи лучше всего при помощи реостата со скользящим контактом, включаемого последовательно с амперметром.

3. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

За неимением других источников тока для опытов с электричеством можно ограничиться 4—10 гальваническими элементами. Наиболее подходящие для наших целей — это элементы Грене и элементы Лекланше.

В элементах Грене (рис. 410) между двумя угольными электродами, укрепленными в эбонитовой крышке, помещается цинковая пластинка, которую можно поднимать, чтобы она не касалась жидкости, пока элемент не работает. Сосуд — колбообразной формы с широким горлом.

Цинк служит отрицательным электродом, угли — положительным электродом. Электролит — разбавленная серная кислота.

Реакция идет между цинком и серной кислотой. Для устранения поляризации, т. е. скопления на электродах водорода, благодаря чему электродвижущая сила элемента быстро падает, служит хромовая кислота, которая окисляет выделяющийся водород в воду. Электродвижущая сила этих элементов — около двух вольт.

Для приготовления хромовой смеси лучше всего пользоваться хромовым ангидридом (*acidum chromicum technicum*). На 1 л воды — 50 г ангидрида и 50 мл серной кислоты удельного веса 1,84. Преимущество такой смеси заключается в том, что хромовый ангидрид очень быстро растворяется, и при работе элемента не образуется хромовых квасцов, которые, при замене ангидрида солями хромовой кислоты, садятся на углях в виде крупных, труднорастворимых кристаллов. Несколько большая стоимость ангидрида при небольших количествах его, потребных для лабораторных целей, не может иметь решающего значения.

За неимением хромового ангидрида можно взять соли — двуххромовонатриевую $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*patrium bichromicum*) или двуххромокалиевую $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (*kalium bichromicum*). Первая имеет то преимущество, что быстро растворяется в воде без предварительного измельчения и растворимость ее значительно выше, чем калиевой (при 20° в 100 частях воды растворяется 13 частей калиевой соли и свыше 200 частей натриевой). Для приготовления смеси на 1 л воды можно взять до 400 г двуххромовонатриевой соли. На это количество соли берется 360 мл серной кислоты удельного веса 1,84. Применяют и более слабые растворы, а именно на 1 л воды 160 г соли и 100 мл кислоты. Сначала в воде растворяется кислота (лить кислоту в воду!), а затем в горячий раствор всыпается соль. Двуххромовонатриевая соль несколько гигроскопична, и потому ее следует держать в плотно закрытой банке.

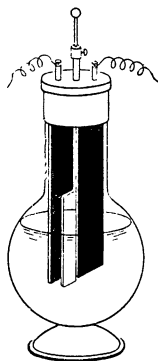


Рис. 410. Элемент Грене.

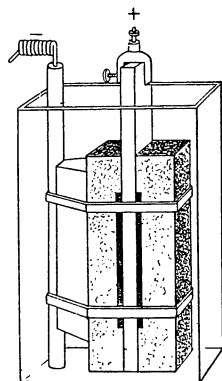


Рис. 411. Элемент Лекланше.

Если приходится пользоваться двуххромовокалиевой солью, то берут на 1 л воды 120 г соли и 130 мл кислоты. Для того чтобы соль более или менее быстро растворилась, ее необходимо предварительно измельчить в порошок (лучше делать это под тягой). Кроме того, облив соль сначала $\frac{1}{3}$ нужного количества воды, прибавляют понемногу при непрерывном взбалтывании кислоту, чтобы использовать выделяющееся тепло, а затем уже добавляют остальную воду.

Вследствие того что цинк обычно содержит примеси посторонних металлов, главным образом железа, на поверхности цинковых электродов возникают местные так называемые *паразитные* токи, благодаря которым цинк быстро разъедается. Во избежание этого цинк обыкновенно *амальгамируется*, т. е. натирается ртутью, которая образует с цинком амальгаму. Амальгама в виде теста облекает всю поверхность цинка. Поверхность делается, таким образом, однородной, и паразитные токи не возникают.

Для амальгирования цинка его сначала чистят напильником, наждачной бумагой и промывают 10-процентным раствором серной кислоты. Затем наливают в фотографический кювет, поддонник и т. п. немного ртути и разбавленной соляной кислоты и, поворачивая цинк, натирают его ртутью при помощи старой зубной щетки, тряпки и т. п. Когда весь цинк покроется однородным слоем амальгамы, его ополаскивают водой. Если цинк хорошо амальгирован, то при погружении его в хромовую смесь без соприкосновения с углами не должна иметь места реакция с выделением водорода.

Амальгирование цинковых электродов следует возобновлять всякий раз после того, как элемент долго (например, с предыдущего года) стоял без употребления.

Вообще, оставляя элемент на долгое время (2—3 месяца) без употребления, жидкость из него следует сливать и электроды тщательно вычищать и промывать, иначе выделяющиеся при испарении воды кристаллы садятся на углях и их портят.

Жидкость, слитую из элементов Грене, следует сохранять в склянке с притертой пробкой. Сильно позеленевшая хромовая смесь уже не годится, и ее нужно заменить свежей.

Работая с элементами Грене, при каждом даже кратковременном перерыве тока, цинк следует поднимать, так как реакция между цинком и кислотой идет независимо от того, замкнут ток или нет.

Не следует допускать короткого замыкания элемента, так как при этом жидкость быстро расходуется, и ее приходится менять.

Электроды не должны касаться друг друга.

Кроме элементов Грене, существует целый ряд других элементов с хромовой смесью — Бунзена, Поггендорфа и т. п. Но все они для наших целей менее удобны, чем элементы Грене.

Элементы с хромовой смесью готовятся также в виде целых батарей в 4—6 и более элементов, в которых все электроды могут быть сразу вынуты из раствора при помощи соответственного механизма. Эти батареи очень удобны для химических опытов в классе-лаборатории. Но механизм их нередко портится. Кроме того, жидкость из открытых сосудов быстро испаряется, на стенках сосудов и на углях выделяются кристаллы. Оставляя батарею на некоторое время без употребления, жидкость приходится выливать, электроды мыть. Вообще батарея требует большего ухода и заботы, чем отдельные элементы Грене.

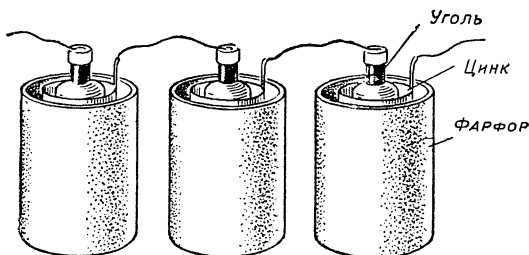


Рис. 412. Батарея элементов Лекланше.

Элемент Лекланше (рис. 411) — общеизвестный элемент, применяемый для электрических звонков. Отрицательный электрод — цинк, положительный — уголь, окруженный двуокисью марганца, играющей роль деполяризатора. Жидкость — насыщенный раствор нашатыря (*ammonium chloratum*). Электродвижущая сила около 1,5 в, но быстро падает при работе (при стоянии затем понемногу снова возрастает). Вследствие большого внутреннего сопротивления от этих элементов нельзя получить сильный ток.

Для растворения нашатыря лучше пользоваться дистиллированной водой.

Цинковая палочка перед каждой сборкой элемента амальгамируется (стр. 330).

По мере испарения воды ее следует доливать.

Чтобы вода не так быстро испарялась и чтобы предохранить элементы от пыли, полезно снабдить их крышками из картона, проваренного в парафине.

Если элементы оставляются надолго без употребления, из них следует вылить жидкость, с электродов счистить осадки и тщательно промыть водой. Хранить их следует в сухом виде.

Для некоторых опытов, как разложение воды электрическим током и т. п., достаточно иметь *маленькие элементки*, применяемые в радиоустановках. Это маленькие фарфоровые стаканчики с цинковым электродом в виде выгнутой пластинки и с угольным электродом, окруженным деполяризатором, помещенным в холщовый

мешочек, обвязанный бечевкой. На рисунке 412 изображена батарейка из трех таких элементиков, соединенных последовательно.

За неимением других элементов очень многие из опытов возможно показать с *батарейками для карманного фонаря*.

Батарейки эти состоят из так называемых *сухих элементов*.

Это те же элементы Лекланше, но в них к раствору хлористого аммония прибавляется какой-нибудь загуститель (например, крахмал), образующий невыливающуюся пасту. Обычно в батарейке находятся три элемента, дающие электродвижущую силу до $4\frac{1}{2}$ в (у свежих батареек). При работе вольтаж батареек быстро падает. Поэтому для опытов нужно иметь некоторый запас свежих батареек.

Приобретать большие сухие и сухоналивные элементы для наших целей не стоит, так как их нельзя долго хранить, и после того как раствор в них расходуется, их уже нельзя обновлять. Точно так же для наших целей мало подходят элементы Даниеля, Мейдингера и др. Ими приходится пользоваться лишь в том случае, если в школе других элементов нет. (Относительно обращения с ними см. руководства по методике физики.)

При всех опытах с током весьма существенно следить за тем, чтобы во всех соединениях проводов был хороший контакт. Для этого концы проводов тщательно очищают. Точно так же должны быть совершенно чисты и соединительные клеммы и зажимы приборов и элементов. Очистка производится напильником, ножом, наждачной бумагой. За неимением клемм хорошо зачищенные провода плотно скручиваются плоскогубцами, а где возможно — и спаиваются (см. ниже).

4. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПЫТОВ, ТРЕБУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Одним из наиболее сложных приборов для опытов с электрическим током является *индуктор* (индукционная катушка), *транс-*

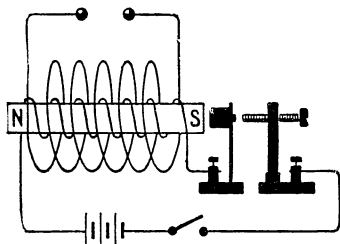


Рис. 413. Схема индуктора.

формирующий ток низкого напряжения в ток высокого напряжения (до 15000 и более вольт). Если индуктор есть в кабинете физики, то нет особой надобности приобретать его для химического кабинета, так как соответствующих опытов в школьном курсе немного. Но принимая во внимание большое значение этих опытов, игнорировать их нельзя, а для постановки соответствующего демонстрационного

эксперимента необходимо использовать индуктор. Преподавателю необходимо поэтому уметь обращаться с индуктором.

На рисунке 413 показана схема индуктора, из которой понятно его устройство. *Индуктор состоит из железного сердечника* — пучка прутьев мягкого железа, на который наматывается *первичная обмотка*, состоящая из небольшого числа витков толстой проволоки. На эту спираль изолированно от нее наматывается *вторичная обмотка* из большого числа витков тонкой хорошо изолированной проволоки. Соотношение числа витков первичной и вторичной обмоток определяет так называемый *коэффициент трансформации* (повышение напряжения тока во вторичной цепи по сравнению с током, питающим первичную цепь). Первичная обмотка питается постоянным или переменным током небольшой частоты. Для получения индуктивного тока высокого напряжения во вторичной цепи нужен прерывистый ток в первичной обмотке, для чего необходимо частое замыкание и размыкание питающего тока. С этой целью индуктор снабжается прерывателем. У небольших индукторов школьного типа обычно имеется молоточковый прерыватель, устройство и действие которого понятно из схемы на рисунке 413. Для более мощ-

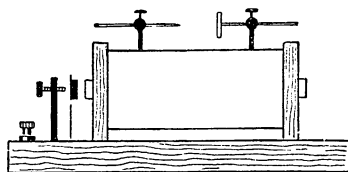


Рис. 414. Индуктор.

ных индукторов пользуются электролитическими или другими прерывателями (ртутными, искровыми и пр.), дающими свыше 2000 прерываний тока в секунду. *Для школьного кабинета вполне удовлетворительными являются изготавливаемые в настоящее время индукторы ИВ-50* (индуктор высоковольтный с длиной искры 50 мм) и *ИВ-100*, отличающийся от первого несколько большими размерами и большей мощностью. Кроме молоточкового прерывателя тот и другой индуктор имеют выключатель, при помощи которого можно также переключать направление тока. Внешний вид индуктора показан на рисунке 414. Более удобен индуктор ИВ-100, так как он может быть с успехом использован для опыта получения окиси азота из воздуха, что с индуктором ИВ-50 удастся хуже. Индуктор ИВ-50 требует напряжения питающего тока 6—8 в. Он может работать на постоянном токе от выпрямителя (селенового или газотронного), аккумулятора, от двух последовательно соединенных батареек для карманного электрофонаря, гальванических элементов или от понижающего трансформатора переменного тока. Эти же источники тока можно использовать для питания индуктора ИВ-100, но он требует для нормальной работы напряжения 10—12 в.

Во избежание порчи индуктора сила тока в первичной цепи не должна превышать той, на которую рассчитан данный прибор. Нажимной винт пружины прерывателя нужно отрегулировать так, чтобы получалась достаточно сильная искра. Регулировка молоточного прерывателя заключается в изменении при помощи винта натяжения пружины и расстояния между молоточком и концом сер-

дечника индуктора. Чем больше напряжение в первичной цепи, тем меньше должен быть размах молоточка. Если после включения тока прерыватель не начинает действовать сразу, можно привести его в движение пальцем. Следует так урегулировать прерыватель, чтобы при включении тока катушка сразу же начинала работать, давая достаточную длинную искру. В таком виде прибор оставляют до урока, не трогая прерывателя и не меняя источника тока. При работе с индуктором лучше всего руководствоваться инструкцией, которая к подобным приборам обыкновенно прилагается. Если же инструкции не имеется, то для индуктора, дающего искру длиной в 6—10 см, можно взять ток с напряжением около 8 в, т. е. от четырех аккумуляторов или соответственного числа элементов.

При этом лучше ввести в цепь также и реостат. Если же ток берется от выпрямителя, умформера и вообще от источника, дающего ток более или менее значительного напряжения, то, кроме реостата с достаточным сопротивлением, необходимо ввести в цепь также и амперметр. Реостат устанавливается таким образом, чтобы сила тока не превышала 10—12 а.

Прежде чем включать во вторичную цепь какой-либо прибор, следует отрегулировать силу первичного тока и установить прерыватель таким образом, чтобы индуктор давал искру достаточной длины и вообще работал исправно. Для этого в верхние зажимы вставляются так называемые *разрядники*, состоящие из двух стержней с остриями или из диска, укрепляемого у одного зажима, и стержня с острием у другого. Если для данного индуктора максимальная длина искры неизвестна, то ее можно считать около $\frac{2}{3}$ расстояния между верхними зажимами. Когда разрядники установлены, можно включать ток и затем постепенно уменьшать сопротивление реостата, регулируя в то же время прерыватель так, чтобы между диском и острием разрядника непрерывно проскакивали искры. Искра должна бить в край диска. Если этого не происходит, следует переставить диск и острие один на место другого или повернуть рукоятку переключателя (у индукторов ИВ-100 и ИВ-50) в обратную сторону.

Выдвигая стержень с острием, можно увеличить длину искры, причем каждый раз, прежде чем касаться проводов вторичного тока, необходимо выключать первичный ток. Во избежание пробоя изоляции вторичной обмотки, что равносильно полной порче индуктора, лучше при этом не доводить расстояние между разрядниками до максимального, допустимого для данного индуктора, устанавливая его хотя бы на 1 см меньше. Включая во вторичную цепь какой-либо прибор, следует оставить разрядники в зажимах, установив расстояние между ними меньше предельного.

После включения первичного тока *следует остерегаться приближать руку хотя бы к одному из проводов вторичной цепи*, так как при этом можно получить сильный, а при большом индукторе — и

опасный для жизни удар. Напряжение вторичного тока индуктора измеряется десятками тысяч вольт.

Все соединения приборов с зажимами вторичного тока обычно делаются при помощи *тонких медных проволок*, не изолированных, так как обыкновенная изоляция при высоком напряжении не имеет значения (если нет тонких проволок, то можно брать, конечно, любые провода). Проволоки натягиваются таким образом, чтобы расстояние их между собой по всей длине и расстояние от наружной обкладки катушки было значительно больше максимальной длины искры. Провода не должны также проходить очень близко от штативов и других приборов, которые могли бы дать соединение с землей, а тем более их касаться. *Концы проводов должны быть прочно*

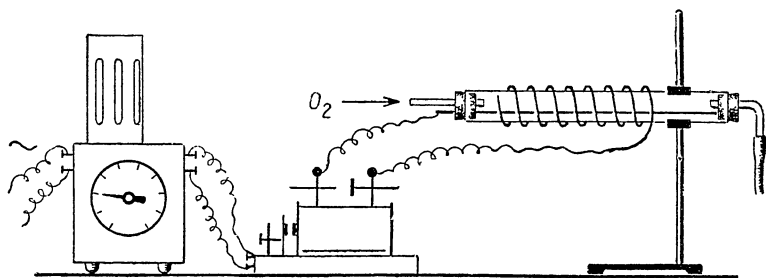


Рис. 415. Установка для демонстрации опыта получения озона.

прикреплены к прибору, чтобы во время работы индуктора провод не мог, соскользнув с прибора, случайно коснуться корпуса индуктора, что повело бы к порче последнего. Вместе с тем нет необходимости особенно заботиться о чистоте контактов между проводами вторичного тока, так как при высоком напряжении это не играет роли.

Если при работе индуктора начинает проскакивать искра между верхним зажимом и сердечником, нижним зажимом или другой металлической частью, следует сейчас же прервать ток и, прежде чем снова включить индуктор, увеличить сопротивление или уменьшить число аккумуляторов или элементов. На рисунке 415 показана схема цепи для получения озона с использованием школьного индуктора, питание которого осуществляется от газотронного выпрямителя. (Подробнее о получении озона см. т. II.)

Отрегулировав индуктор и добившись правильной его работы, как указано выше, включают прибор, с которым предполагается производить опыт, и еще раз регулируют индуктор, как требуется для данного опыта. После этого выключают ток и отделяют один из проводов, который лучше спрятать, чтобы учащиеся не могли включить прибор в отсутствие преподавателя и пострадать при этом сами либо испортить индуктор.

Получая впервые в свое распоряжение индуктор, прежде чем включать его, необходимо очень внимательно его рассмотреть и ознакомиться с его устройством, действием прерывателя и т. д., а если возможно, то лучше всего получить указания от лица, с ним работающего.

Особенно осторожно нужно работать с индукторами большой мощности типа Z (рис. 416). Правда, сейчас в школах их можно

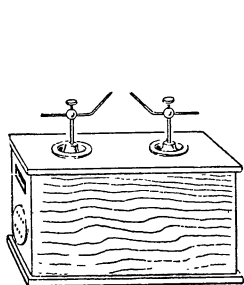


Рис. 416. Индуктор Z.

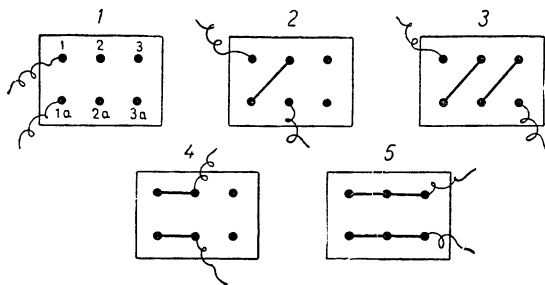


Рис. 417. Схема включений индуктора Z.

встретить редко, но там, где они имеются, их следует обязательно использовать. Такие опыты, как получение окислов азота из воздуха, с этим индуктором особенно эффектны. Индуктор Z питается непосредственно от осветительной сети переменного или постоянного тока. *Первичная обмотка индуктора состоит из трех отдельных секций,* от которых выведены провода к шести наружным клеммам. *Это дает возможность комбинации соединений, что*

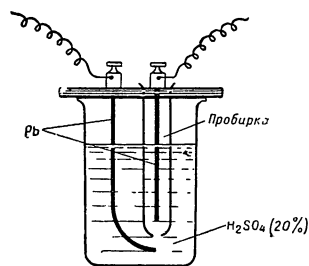


Рис. 418. Электролитический прерыватель.

позволяет получить «жирную» и короткую искру или длинную и тонкую самой различной мощности (от 3 до 15 см). Возможные комбинации включения индуктора в сеть с параллельным и последовательным соединением секций первичной обмотки представлены на схеме (рис. 417). Наименьшее напряжение во вторичной цепи получается при включении по схеме № 1, наибольшее — при последовательном и параллельном соединении секций по схемам № 3 и 5.

Индуктор не имеет молоточного прерывателя, для него необходим электролитический прерыватель. Одним из наиболее простых и доступных для самостоятельного изготовления электролитических прерывателей является прерыватель, конструкция которого изображена на рисунке 418 (прерыватель Симона). *Прерыватель пред-*

ставляет собой электролитический прерыватель, конструкция которого изображена на рисунке 418 (прерыватель Симона). Прерыватель пред-

ставляет собой стеклянный батарейный стакан с крышкой из пластмассы или деревянной крышкой, покрытой кислотоупорным лаком. В отверстие крышки вставлена фарфоровая или толстостенная стеклянная широкая пробирка с отверстием в дне диаметром около 0,5 мм. Снаружи и внутри пробирки расположены две свинцовые пластинки, как указано на рисунке. Свинцовый электрод,

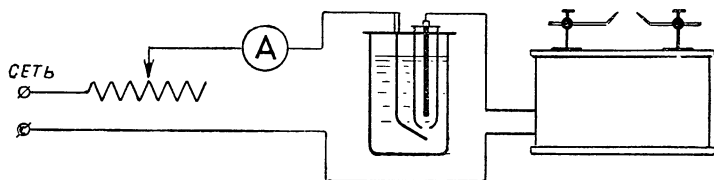


Рис. 419. Схема включения в сеть индуктора с электролитическим прерывателем.

помещенный в пробирку, закрепляется в пробке с вырезом или небольшой крышке из пластмассы, закрывающей верхнее отверстие пробирки. В стакан наливается 20-процентная серная кислота. Свинцовые электроды разделены, таким образом, слоем электролита. При замыкании тока происходит вскипание жидкости между электродами, образуются пузырьки газа, и ток прерывается. В следующий момент пар конденсируется, снова происходит замыкание тока через электролит и т. д. Таким образом,

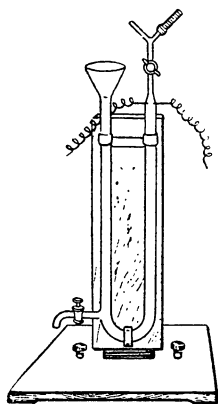


Рис. 420. Эвдиометр с краном.

получается прерывистый ток, имеющий до 2000 прерываний в секунду. Прерыватель работает на постоянном и переменном токе и включается в цепь последовательно (рис. 419). Недостатком его является то, что при работе получается сильный шум. Если в помещении есть переменный ток, то индуктором можно пользоваться и без прерывателя. В этом случае в цепь вводится реостат, могущий выдержать ток силой 12—15 а, амперметр переменного тока, и индуктор соединяется непосредственно с осветительной сетью. Расстояние между полюсами вторичного тока делается не более 3 см.

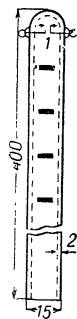


Рис. 421. Эвдиометр Верховского.

Вследствие небольшого числа перерывов напряжение во вторичной цепи получается сравнительно незначительное, но зато сила тока во вторичной цепи возрастает, благодаря чему изменяется характер искры. Она делается очень насыщенной, «жирной». Такая искра

особенно выгодна для опыта горения азота в кислороде, так как при этом получается характерное пламя (см. т. II). Следует отметить, что такой разряд особенно опасен для человека — он может его убить. Переменным током от осветительной цепи можно воспользоваться и для получения озона. При отсутствии индуктора для некоторых опытов можно воспользоваться электрической машиной, лейденской банкой или электрофором. Подробные указания к пользованию этими приборами можно найти в руководствах по физике. Из других приборов для опытов с электрическим током необходимо иметь *эвдиометр*. В продаже имеются *ртутные эвдиометры с краном* (рис. 420), но для демонстрационных опытов значительно удобнее *эвдиометр Верховского* (рис. 421). Здесь

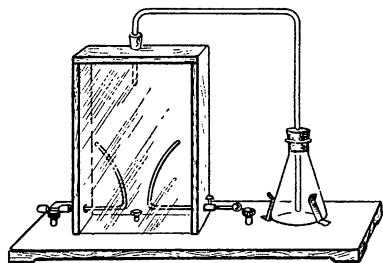


Рис. 422. Печь для сжигания азота.

всего четыре деления, которые должны быть черного или красного цвета и достаточной ширины, чтобы они были хорошо видны издали. Благодаря небольшому диаметру, этот эвдиометр совершенно безопасен. Деления лучше всего наносить без царапания или травления стекла эмалевой или масляной краской. Вместо платиновых проволочек могут быть впаяны платинитовые проволочки от разбитой электрической

лампы. (Об изготовлении самодельного эвдиометра см. т. II.)

Для получения гремучего газа электролизом можно изготовить простой прибор типа *электролизера Бунзена*, но с железными или никелевыми электродами (изготовление см. стр. 510). Для электролиза водных растворов необходим прибор типа *Гофмана* (стр. 512).

Из *озонаторов*, кроме самодельных (см. т. II), очень удобным является прибор конструкции *К. Я. Парменова* (см. т. II), имеющийся в продаже. Получение окислов азота из воздуха может быть осуществлено в простых самодельных приборах (см. т. II), однако нельзя не указать на оригинальный прибор конструкции *К. Я. Парменова*, выпущенный в свое время в продажу под названием печи для сжигания азота (рис. 422). Благодаря изогнутым расходящимся кверху электродам дуга возникает в узком месте, затем током воздуха поднимается вверх, разрывается и исчезает, в узком месте снова появляется дуга и т. д. Печь является упрощенной действующей моделью промышленной установки для синтеза окислов азота. Особенно эффектно явление, если применяется большой индуктор типа *Z*. Прибор прост по устройству, понятному из рисунка, и легко может быть изготовлен силами учащихся в школьной мастерской. О методике его использования для демонстрационных опытов смотри т. II.

Х. ШТАТИВЫ, ТАГАНЫ, ПОДСТАВКИ

1. ШТАТИВЫ

Металлические штативы — важная принадлежность химического класса-лаборатории. Штативы требуются почти при всех опытах, и отсутствие хороших металлических штативов очень удлинит и осложнит установку приборов.

Деревянные и самодельные штативы могут иногда оказаться полезными вместо хороших металлических штативов, но вполне заменить их не могут.

Для демонстрационных опытов следует иметь по крайней мере один, лучше два, так называемых *универсальных высоких штатива*, вроде изображенного на рисунке 423, с тремя кольцами и тремя или четырьмя различными зажимами. Кольца, как и зажимы, должны быть на муфтах для более удобной установки.

Остальные штативы (4—5) можно взять более простые, так называемые *ученические штативы*, с двумя кольцами и одним зажимом. Лучше, если кольца литые, типа изображенных на рисунке, а не проволочные.

Показанные на рисунке выступы внутри колец служат для того, чтобы поставленная на кольцо фарфоровая чашка не прилегала плотно к кольцу и свободно охватывалась пламенем.

К сожалению, нередко попадают в продаже очень недоброкачественные штативы — с плохо укрепленным в доске стержнем, который качается. Муфты нередко бывают отлиты из мягкого сплава и при сильном завинчивании разгибаются и начинают плохо держать; винтовая нарезка у муфт легко срывается, зажимы неправильно раскрываются и т. д.

Поэтому, приобретая штативы, их следует как можно лучше осмотреть и испробовать.

Муфтам из мягкого сплава следует предпочитать муфты из ковкого чугуна.

Хорошие штативы служат очень долго — десятки лет, если только с ними бережно обращаться, не давать им ржаветь, чаще чистить и протирать, следить за винтами и т. д.

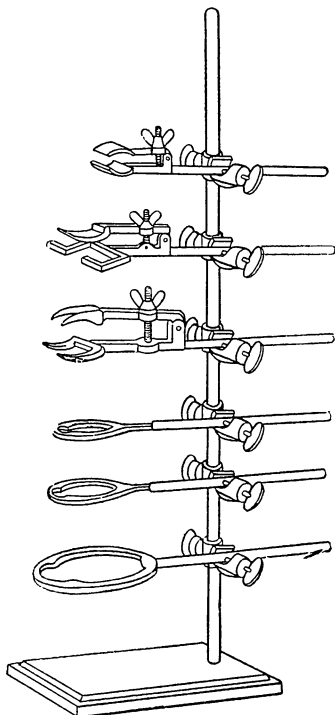


Рис. 423. Штатив универсальный.

Винты следует смазывать вазелином, парафиновым или каким-нибудь хорошим смазочным маслом.

Пробки к зажимам самое лучшее приклеивать клеем БФ-2 или другим каким-нибудь хорошим клеем, но ни в коем случае не сургучом и не менделеевской замазкой, которые, разогреваясь, текут и пачкают штатив и приборы.

Чтобы прилаженные и приклеенные к зажиму кусочки пробки лучше пристали и при просушке не съехали, их прижимают к какой-нибудь старой пробке подходящего диаметра, вставив ее в зажим и завинтив винт. Зажим оставляют в таком виде, пока клей не высохнет.

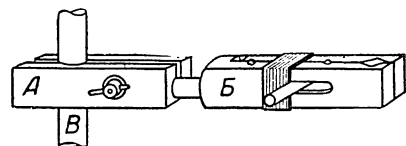


Рис. 424. Зажим Верховского с резиной (вид в перспективе).

На дужки зажимов для холодильников, вместо того чтобы приклеивать к ним пробки, можно надевать обрезки каучуковой трубки.

Основание штатива время от времени (обыкновенно во время летних каникул) тщательно вычищается стальной щеткой и красится хорошим асфальтовым лаком. Кольца и зажимы красить не следует, особенно кольца, на которых лак будет гореть.

При собирании приборов, требующих нагревания, приходится обыкновенно устанавливать кольцо, на котором будет помещаться прибор, по высоте имеющихся горелок. Чтобы каждый раз не примеривать, полезно сделать на стержнях штативов метки какой-нибудь краской. Если горелки нескольких типов, то можно сделать различные метки.

При отсутствии металлического штатива можно в крайнем случае заменить его деревянным, который может быть изготовлен силами учащихся в столярной мастерской школы.

Штатив состоит (рис. 424) из укрепленной в доске круглой точеной палки *В*, по которой свободно передвигается деревянная муфта *А*, с зажимом *Б*. Муфта приготовлена из деревянного бруска, в котором просверлены два отверстия — для стойки *В* и для зажима *Б*. Брусок распилен вдоль и снабжен железным винтом с барашком. При завинчивании барашка одновременно укрепляются и муфта на штативе и зажим в муфте. Зажиму можно придать любое положение; нельзя только передвигать его вперед и назад, чего обыкновенно и не требуется.

Устройство зажима понятно из рисунка 425. Подвижная часть зажима *Д* притягивается к неподвижной части *Е* при помощи кольца *а*, отрезанного от толстой каучуковой трубки. Никакого скрепления между частями зажима нет. Часть *Д* имеет только углубление, которым она опирается на укрепленный на неподвижной части *Е* цилиндр *в*. Этот цилиндр служит осью, около которой вра-

щается часть *Д* при нажимании на укрепленную в ней палочку *д*. Открывается зажим очень легко одной рукой, если указательным пальцем упереться в конец части *Е*, а большим пальцем нажать на палочку *д*. Благодаря тому, что зажим удобно раскрывать, можно взять толстую резину, которая сильно стягивает обе части зажима, и укрепляемый в зажиме предмет держится хорошо.

Зажим одинаково хорошо удерживает предметы и большого и малого диаметра, так как у зажима, помимо двух больших вырезов *mm* (рис. 425), имеются еще два малых выреза *nn*, в которые можно зажимать тонкую трубку, термометр, воронку и т. п.

Нет необходимости, чтобы конец зажима, вставляемый в муфту, был точеный. Он может быть просто кругло обстроган. Точно также и палка штатива может быть строганая, а не точеная. Если поверхности распила муфты несколько сострогать, то она хорошо зажимает и не вполне цилиндрические стержни.

Помимо зажима, штатив может быть снабжен и *кольцом*. Кольцо выгибается из толстой железной проволоки и укрепляется в деревянном цилиндре, подходящем к муфте. Укрепить кольцо удобно тем способом, которым зоологи укрепляют на палке кольцо сачка. На конце палки делаются два желобка по толщине проволоки. Концы проволоки, из которой выгнуто кольцо, заостряются и загибаются внутрь под прямым углом на разных расстояниях от кольца, как ясно

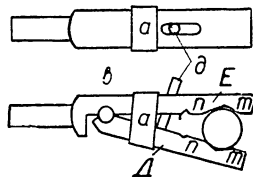


Рис. 425. Зажим Верховского (вид сверху).

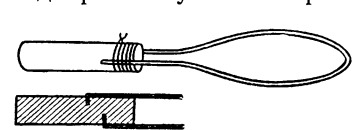


Рис. 426. Кольцо в штативе са- модельное.

из рисунка 426 (верхний чертеж — в перспективе, нижний — в разрезе). Острия забиваются в палку. Конец палки обкручивается тонкой проволокой. Кольцо следует выгибать больших размеров, чтобы оно не так нагревалось пламенем, так как иначе дерево может обугливаться.

Для простейших опытов кольцо может быть с успехом заменено таганом (см. ниже).

Кроме обычных штативов, в лабораториях применяются особые *штативы для бюреток*. Без них, конечно, можно обойтись, укрепляя бюретки в зажимах обыкновенного штатива, но специальный штатив представляет большие удобства, почему мы приводим описание выработанного нами и уже много лет применяемого для практических занятий учащихся деревянного штатива, изображенного на рисунке 427. В стойке штатива укрепляются крюки из толстой латунной проволоки (2,5—3 мм толщиной), на которые надеты кусочки каучуковой трубки (рис. 427; под буквой *a* изображен конец крюка

сверху). Для укрепления крюк изгибается два раза под прямым углом. Конец забивается в дерево, а прилегающая к стойке часть укрепляется при помощи забиваемой в дерево скобочки из гвоздя (рис. 427, б).

Между крючками таким же способом укрепляется пружина из латунной проволоки тоже с крючком на конце, на который надет кусок каучуковой трубки. Как

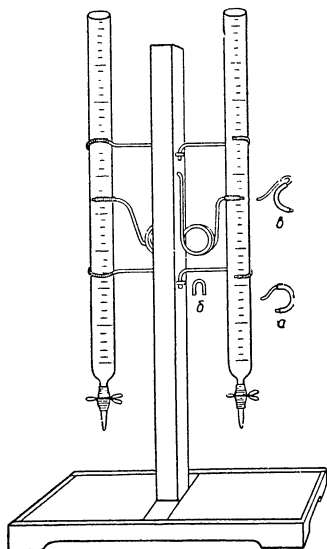


Рис. 427. Штатив Верховского для бюреток.

изогнута пружина, понятно из рисунка штатива и конца детали, изображенной отдельно (в). Пружина прижимает бюретку к крюкам и удерживает ее в том положении, которое ей придано. Если крюки выгнуты правильно, бюретка всегда сохраняет вертикальное положение, легко вынимается и вставляется обратно. На доску штатива кладутся две белые кафельные плитки, применяемые для облицовки стен, и т. п. Плитки удерживаются на месте прибитыми к бокам доски бортиками. Таким образом, штатив заменяет дорогостоящие штативы с фарфоровой доской. Вместо фаянсовых плиток можно вставить куски стекла, под которые надо подложить белую бумагу.

Штативы для воронок могут пригодиться для некоторых работ. На рисунке 428 изображен штатив для воронки системы Верховского, удоб-

ный тем, что воронка в нем держится очень плотно и не может наклоняться. Верхняя часть выгнута из одного куска проволоки и входит, как и у обычных проволочных штативов, в трубку, напаянную на отогнутую сверху проволоку нижнего кольца, служащего основанием штатива. При помощи винтика верхняя часть укрепляется на нужной высоте. Штатив может быть, конечно, и не раздвижной, и тогда его легко выгнуть из одного куска проволоки, если имеются круглогубцы.

Каких-либо особых штативов для реторт, которые очень часто приобретаются для учебных лабораторий, совершенно не требуется, — без них вполне можно обойтись.

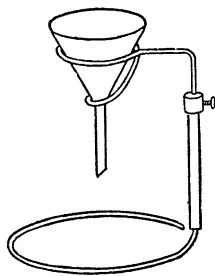


Рис. 428. Штатив Верховского для воронок.

2. ТАГАНЫ

Таганы могут быть полезны в том случае, если мало железных штативов. Для газовых горелок таган должен быть высокий (рис. 429), для спиртовых лампочек — низкий. Не следует покупать складные таганы с вынимающимися ножками. Ножки должны быть приклепаны к чугунному или железному кольцу.

На рисунке 430 изображен ряд простейших таганов, которые нетрудно изготовить своими силами. На рисунке 430, *а* изображен

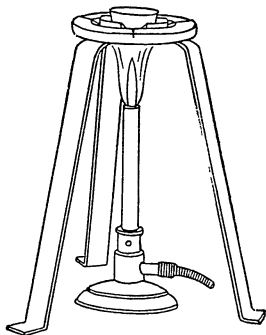


Рис. 429. Таган.

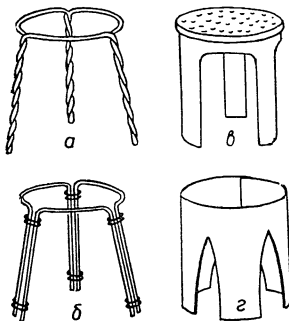


Рис. 430. Таганы упрощенные.

таган из более тонкой проволоки, ножки витые, на рисунке 430, *б* — из более толстой проволоки, ножки выгибаются, как показано на рисунке, и затем вверху и внизу скручиваются более тонкой проволокой.

На рисунке 430, *в* изображен таган, вырезанный из консервной банки. Такой таган удобен для нагревания на спиртовой лампочке. Вместо медной сетки, которую не всегда можно достать, в верхнем доньшке пробивается гвоздем и т. п. большое количество мелких отверстий. Пробивать отверстия нужно изнутри. Полученная дырчатая пластинка с успехом заменяет медную сетку. Такие пластинки можно класть и на проволочные таганы. На рисунке 430, *г* изображен таган из кровельного железа, который делается так же, как жаровня (стр. 164). Сверху кладется или медная сетка, или дырчатая жестяная пластинка.

3. СТОЙКИ И ПОДСТАВКИ

Для препаративной необходима стойка для пробирок на 12 штук. Стойка удобнее такого типа, как на рисунке 431, а не двухэтажная, которая менее устойчива. Один ряд отверстий хорошо расширить, чтобы в них помещались пробирки диаметром 2—2,5 см, которые часто бывают нужны при демонстрационных опытах.

Для учащихся нужны стойки для пробирок обычного размера $12 \times 1,3$ см на 6—12 штук.

Вместо обычной стойки гораздо удобнее пользоваться *стойкой-сушилкой*, изображенной на рисунках 432 и 433. Стойка эта отличается тем, что у нее обе горизонтальные дощечки имеют отверстия

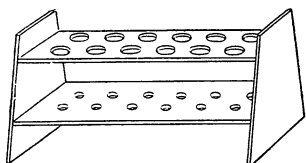


Рис. 431. Стойка для пробирок.

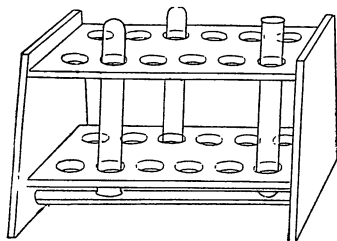


Рис. 432. Стойка Верховского для пробирок (внешний вид).

одинакового размера, дно же пробирки упирается в прибитый под отверстиями нижней дощечки брусочек квадратного сечения, поставленный на ребро. Благодаря такому устройству стойка имеет следующие преимущества: 1) пробирки держатся в ней очень устойчиво и не вываливаются при резком передвижении и при наклоне стойки,

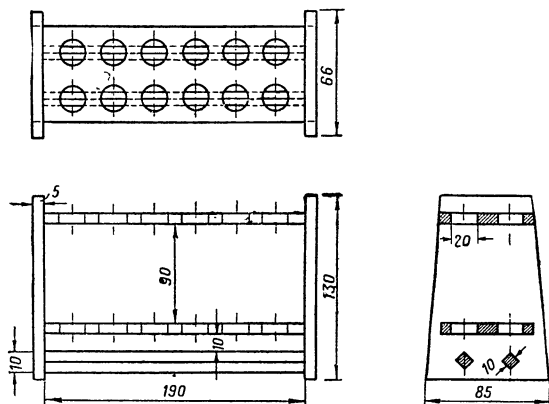


Рис. 433. Стойка Верховского для пробирок (чертеж).

тогда как из обычной стойки, благодаря тому что дно пробирок упирается в небольшие углубления в нижней доске, пробирки вываливаются очень легко; 2) в стойку можно ставить пробирки, значительно различающиеся по диаметру, и они держатся одинаково хорошо и 3) стойка одновременно служит и сушилкой для пробирок. Мокрые пробирки можно вставлять в штатив сверху дном,

причем вода стекает не на доску штатива, а на нижний брусок. Последний делается такой толщины, чтобы в пробирки был свободный доступ воздуха, благодаря чему пробирки сохнут очень быстро, а при хранении не пылятся¹. На верхней дощечке стойки должны быть написаны несмываемой тушью или отпечатаны типографской краской цифры — номера отверстий: 1—6.

Клише должно быть сделано таким образом, чтобы цифры были вдавлены в дерево и не могли быстро стираться.

На лабораторном уроке часто приходится выдавать различные реактивы в отмеренных количествах в пробирках. Преподаватель расставляет реактивы в нумерованные отверстия стойки в определенном порядке. На уроке он выписывает названия реактивов под соответствующими номерами на доске, и учащиеся берут нужные реактивы из соответствующих гнезд стойки.

Пробирки с реактивами располагаются в заднем ряду. В переднем ряду ставятся пустые чистые пробирки, в которых учащиеся делают опыты.

На рисунке 434 изображены *самодельные подставки для пробирок*, которыми можно пользоваться в случае невозможности приобрести обычные стойки. Первая подставка из проволоки, укрепленной в деревянной дощечке, вторая — из жести. Устройство понятно из рисунка. Отогнутые под прямым углом уголки жестяной пластинки легко забиваются молотком в дерево; нужно только, чтобы плоскость уголка была направлена по слою. Пробирка держится очень хорошо. И то и другое приспособление может быть сделано на любое число пробирок. Последняя подставка удобна для самодельной мензурки.

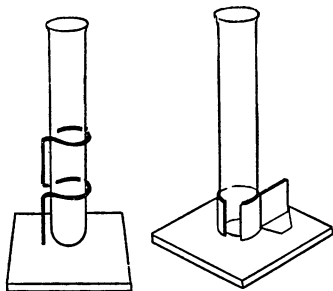


Рис. 434. Подставки для пробирок самодельные.

Кроме штативов, при установке опытов очень полезны *деревянные призмы — подставки* — различных размеров. Самое лучшее — заказать их в виде квадратных дощечек разной величины, например 15, 20, 25 и 30 см в поперечнике; каждого размера по 2—3 штуки, толщиной приблизительно в 1, 3, 6, 10 и 15 см. Из таких дощечек легко скомбинировать подставку любых нужных размеров. Для учащихся удобны подставки 8 × 8 × 12 см.

Могут иногда оказаться полезными, но не необходимыми, продажные выдвижные круглые подставки в виде столика на ножке.

¹ В продаже иногда попадаются видоизмененные стойки, а именно — со сплошной дощечкой вместо отдельных брусочков. Ясно, что упрощение лишает возможности пользоваться штативом как сушилкой.

XI. ВЕЩЕСТВА И РЕАКТИВЫ

1. ВОДА

Для химических опытов желательно иметь возможно чистую воду. При анализе и при большинстве научных работ необходима особенно чистая вода, почему в таких случаях и пользуются обыкновенно дистиллированной водой. Перегонный куб является обязательной принадлежностью всякой научной и технической лаборатории.

Для большинства школьных опытов особой необходимости в дистиллированной воде нет. Обыкновенно достаточно, если имеется чистая, в обычном смысле слова, хорошая питьевая вода — не мутная, не желтая, без резкого вкуса или запаха. С примесями питьевой воды приходится считаться лишь постольку, поскольку они могут маскировать производимый опыт, образуя муть или осадок с прилитым реактивом, изменяя цвет растворов и т. п.

Примеси эти могут быть самые разнообразные, и для каких именно реактивов придется пользоваться дистиллированной водой — зависит от местных условий.

Из обычных примесей природной воды чаще всего встречаются следующие: углекальциевая, углемагниева, сернокальциевая, серномагниева соли, хлористые соли щелочных металлов, кремниевая кислота, иногда гидраты окислов железа (алюминия, марганца) и ничтожные количества азотнокислых, фосфорнокислых, кремнекислых солей щелочных и щелочноземельных металлов. Кроме того, в воде обыкновенно содержится большее или меньшее количество суспендированных веществ, микроорганизмов и различных органических примесей. При этом надо заметить, что растворенных примесей, встречающихся в наибольшем количестве, а именно углекальциевой и сернокальциевой солей, в самой жесткой питьевой воде может содержаться не более нескольких сотых процента.

Число реактивов, нужных для описанных в настоящем руководстве опытов, весьма невелико (см. ниже). С некоторыми из необходимых реактивов могли бы дать осадок прежде всего содержащиеся в воде углекислые соли: с Ca^{++} , Cu^{++} , Ag^+ . Но растворенные в воде углекислые соли (кислые) легко удалить кипячением. Кроме того, могут дать муть сернокислые соли с Ca^{++} и хлористые металлы с Ag^+ . Затем соли щелочноземельных и тяжелых металлов могли бы дать осадок с мылом и со щелочами, но в последнем случае вряд ли этот осадок мог бы быть сколько-нибудь значительный. Вот и все случаи, которые можно себе представить. Если бы при приготовлении раствора образовался осадок, то его просто нужно отфильтровать. Хуже, если нежелательный осадок образуется во время опытов.

Вообще минеральные примеси питьевой воды, вероятно, только в редких случаях будут служить препятствием к употреблению ее для школьных опытов.

Гораздо неприятнее, если имеющаяся в распоряжении вода — мутная, содержащая много суспендированных частиц, или вода, сильно окрашенная в желтый цвет органическими примесями. В этих случаях следует воду очищать.

Что касается мути, то ее легко отделить фильтрованием. Самый простой способ *фильтрования* сравнительно больших количеств воды — это пропускание через песок. *Песочный фильтр* легко соорудить из обыкновенной кадки достаточных размеров. Внутри кадки на расстоянии около 15 см от дна вставляется второе дырчатое дно (рис. 435), ниже которого вделывается выпускной кран. В кадку насыпается сначала слой грубого гравия толщиной около 20 см, затем слой мелкого гравия толщиной около 15 см, затем слой промытого крупного речного песка и слой мелкого, также хорошо промытого песка, всего примерно 70 см. Толщина слоя, а следовательно, и быстрота фильтрования зависят от характера мути и могут значительно варьировать.

При вновь изготовленном фильтре первые порции процеженной воды бывают мутные, и их выбрасывают, пока фильтр не начнет давать совершенно прозрачную воду.

Песочный фильтр с течением времени постепенно засоряется и пропускает мало воды. В таком случае необходимо произвести чистку фильтра, для чего с фильтра спускается вся вода, лопатой или совком снимается верхний засорившийся слой толщиной в 2—5 см, который выбрасывается. Поверхность песка выравнивается, и фильтр снова готов к работе. Таким способом можно чистить фильтр до тех пор, пока толщина слоя песка не уменьшится примерно до 55—60 см. Тогда присыпается слой свежего промытого речного песка до первоначальной толщины.

Лучше всего действует фильтр, уже поработавший некоторое время. Образовавшаяся на поверхности песка пленка удерживает не только самую мелкую мусть, но даже значительное количество бактерий.

Наполнять фильтр водой следует осторожно, чтобы не повредить образовавшуюся пленку. Воду следует лить не прямо на песок, а на плавающую на воде дощечку.

Фильтрование не лишает воду желтого цвета, так как растворенные органические вещества почти не удерживаются фильтрами. Для обесцвечивания воды приходится прибегать к *химической очи-*

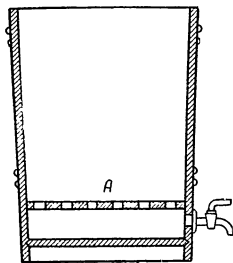


Рис. 435. Бочонок для фильтрования воды через песок.

стке при помощи коагуляции. Для этого к воде до фильтрования прибавляют небольшое количество концентрированного раствора серноалюминиевой соли, которая вступает в реакцию с содержащейся в воде кислой углекальциевой солью. Образующаяся при этом в первый момент углеалюминиевая соль подвергается гидролизу, причем выделяется углекислый газ и получается коллоидальный гидрат окиси алюминия, который постепенно собирается в хлопья, коагулирует. Эти хлопья адсорбируют и, оседая, увлекают за собой взвешенные и растворенные органические примеси, сообщающие воде мутный вид и желтую окраску, а кроме того, и большую часть бактерий. После фильтрования через песочный или иной фильтр получается бесцветная вода. Количество серноалюминиевой соли определяется из опыта и зависит от содержания в воде углекислых солей. Если вода очень мягкая и хлопьевидного осадка получается недостаточно для ее очищения, то образование осадка вызывается искусственно, а именно: вслед за сернокислым алюминием к воде прибавляют соответствующее количество извести или соды, избегая, конечно, избытка реактивов, чтобы не вводить лишнего количества солей. Вместо сернокислого алюминия можно взять квасцы, железный купорос или хлорное железо. Можно воду и не фильтровать, а дать ей хорошо отстояться в бочке с краном выше дна, через который и слить воду с осадка.

лоидальный гидрат окиси алюминия, который постепенно собирается в хлопья, коагулирует. Эти хлопья адсорбируют и, оседая, увлекают за собой взвешенные и растворенные органические примеси, сообщающие воде мутный вид и желтую окраску, а кроме того, и большую часть бактерий. После фильтрования через песочный или иной фильтр получается бесцветная вода. Количество серноалюминиевой соли определяется из опыта и зависит от содержания в воде углекислых солей. Если вода очень мягкая и хлопьевидного осадка получается недостаточно для ее очищения, то образование осадка вызывается искусственно, а именно: вслед за сернокислым алюминием к воде прибавляют соответствующее количество извести или соды, избегая, конечно, избытка реактивов, чтобы не вводить лишнего количества солей. Вместо сернокислого алюминия можно взять квасцы, железный купорос или хлорное железо. Можно воду и не фильтровать, а дать ей хорошо отстояться в бочке с краном выше дна, через который и слить воду с осадка.

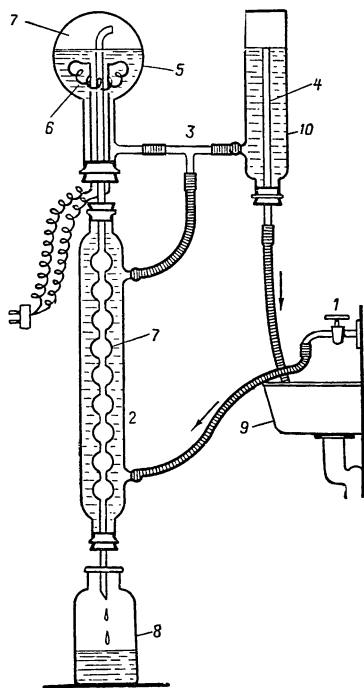


Рис. 436. Прибор для дистилляции воды.

Таким образом, если воспользоваться одним из описанных способов очистки обыкновенной воды, то дистиллированная вода понадобится только в небольшом количестве, и не будет необходимости заводить перегонный куб.

Ввиду этого можно рекомендовать перегонные аппараты с электрическим обогревом следующих конструкций:

Перегонный аппарат, предложенный преподавателем 236-й школы Москвы т. Чернышевым (рис. 436).

Принцип действия прибора следующий:

Вода из водопроводного крана 1 поступает в холодильник 2 и из него при помощи тройника 3 — в регулятор уровня воды 10 и колбу-кипятильник 5. Излишек воды в регуляторе 10 через трубку 4 уходит в раковину.

В колбе-кипятильнике 5 водопроводная вода нагревается спиралью (от электроплитки) 6. Пар из кипятильника 5 уходит по трубке 7, конденсируется в холодильнике 2 и собирается в приемник 8.

Во избежание короткого замыкания на спираль 6 и медные проволоки (сечением 2—3 мм), с которыми соединены концы спирали, надеты изоляционные стеклянные трубки. Это делает прибор абсолютно безопасным.

Вначале, открывая водопроводный кран, заполняют водой холодильник 2, регулятор 10 и кипятильник 5, а затем включают вилку в осветительную сеть.

С момента появления дистиллированной воды в приемнике 8 прибор работает автоматически.

Аппарат непрерывного действия для дистилляции воды М. А. Афанасьева

Аппарат состоит из трех кожухов холодильника Либиха, укрепленных на одном штативе (рис. 437). Холодильник 2 служит для нагрева и кипения воды. Вода нагревается спиралью от электрической плитки. Концы спирали 3 соединены с медными проволоками сечением 3—4 мм (4—4). К медным проволокам присоединен провод с вилкой 6 для включения в осветительную сеть. Для регулирования степени накала спирали включается двухжковый реостат 1.

В кожух холодильника 2 вокруг спирали набрасываются кусочки стеклянных трубок, фарфора или кокса, препятствующие соприкосновению спирали со стенками холодильника и растягиванию спирали во время нагревания.

Вода от водопровода через нижний отросток поступает в холодильник 5, а оттуда через верхний отросток в кожух холодильника 7. Внутри этого кожуха находится широкая трубка 8 для поддержания постоянного уровня воды в кожухе холодильника 2. Во избежание перебрасывания кипящей воды вместе с паром в кожухе холодильника 2 уровень воды не следует держать высоко.

Избыток притекаемой из холодильника 5 воды стекает по трубке 8 в раковину.

Закипание воды в верхнем слое в холодильнике 2 и стекание дистиллированной воды начинается через 0,5—1 мин. после включения прибора в осветительную сеть. В течение часа можно получить около 1 л воды.

В начале работы аппарата необходимо отрегулировать реостатом степень накала спирали и интенсивность кипения воды.

На рисунках 438 и 439 даны разрезы и наружный вид *небольшого перегонного аппарата*. Изображенный на рисунках аппарат рассчитан на нагревание электрическим током, для чего в нижней части имеется помещение для нагревателя типа наших электрических плиток, но ясно, что этот аппарат можно приспособить и для нагревания на огне.

Пары воды поднимаются через отверстие конусообразной перегородки в верхнюю часть аппарата, где встречаются охлаждающие

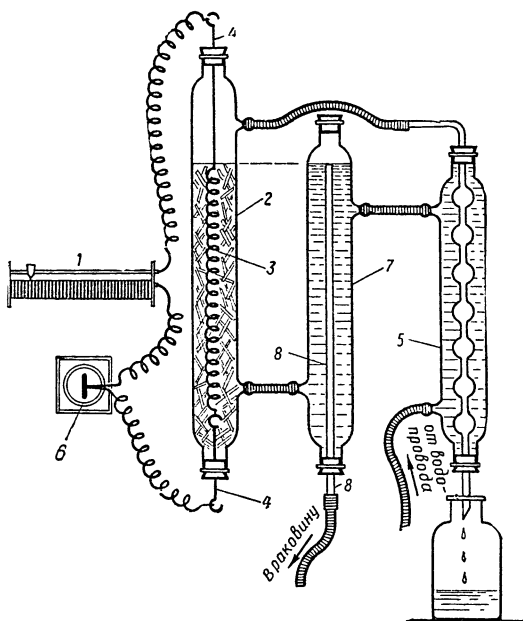


Рис. 437. Аппарат непрерывного действия для дистилляции воды.

поверхности в виде змеевика и опрокинутой коробки, в которых циркулирует водопроводная вода, как на рисунке 438 показано стрелками.

Капли конденсирующейся воды падают на конусообразную перегородку, и перегнанная вода вытекает через боковую трубку (на рис. 438 слева). Вода в котле держится на постоянном уровне, так как котел питается согретой водой из холодильника при помощи приспособления, устройство которого понятно из рисунка 438.

Рекомендуется для школ, где не требуется значительных количеств дистиллированной воды, *еще более простой аппарат* (рис. 440), который может сделать любой жестяник.

Аппарат состоит из цилиндрического резервуара, в котором кипит вода, из конуса *аа*, который изнутри охлаждается током воды.

Пары воды конденсируются на наружных стенках конуса, и вода стекает в помещенную под конусом воронку *б*, из которой по трубке направляется в приемник.

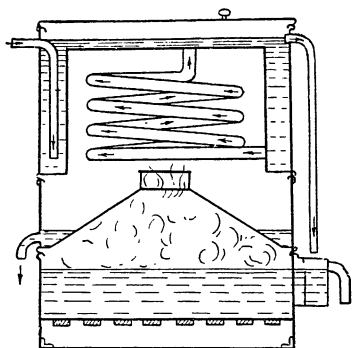


Рис. 438. Перегонный аппарат электрический (разрез).

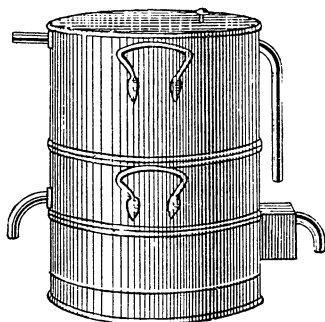


Рис. 439. Перегонный аппарат электрический (внешний вид).

Вытекающая из конуса (по *в*) несколько подогретая вода при помощи приспособления *г*, устройство которого понятно из рисунка, питает резервуар прибора, в котором таким образом вода держится на постоянном уровне.

Резервуар может быть сделан из жести или из оцинкованного железа, конус должен быть хорошо вылужен и паян оловом.

Воронка и трубка для отвода дистиллированной воды тоже должны быть хорошо вылужены. Можно воспользоваться и стеклянной воронкой с длинной трубкой, изогнув трубку и укрепив ее во впаивном в стенку резервуара патрубке на пробке.

Размеры резервуара: диаметр около 20 см, высота около 25 см.

В заключение необходимо указать, что дистиллированную воду можно получать из аптеки.

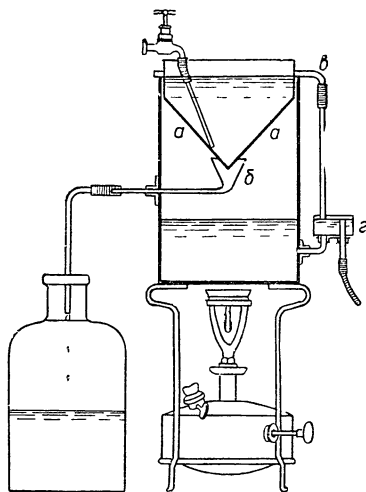


Рис. 440. Перегонный аппарат простейший.

2. ПРИОБРЕТЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Нужные для ведения курса химические материалы следует приобретать по возможности заблаговременно, чтобы к началу учебного года иметь достаточный запас всего необходимого.

Для неопытного преподавателя при этом обыкновенно встречается целый ряд затруднений: что выписать, в каком количестве, какие сорта. Нередко затруднение представляют и названия веществ и их сортов, так как в преysкурантах химических продуктов иногда приводятся латинские названия, которые не для всех известны.

При выписке лучше всего руководствоваться преysкурантом того склада, из которого производится выписка, так как обозначения сортов в различных преysкурантах иногда несколько различаются.

Некоторые сухие вещества нередко высылаются в бумажных мешках. Так как хранение веществ в бумаге крайне неудобно, а иногда и невозможно, то вещество из бумажной упаковки следует пересыпать в стеклянную посуду.

Для справок очень полезны:

1. Краткий справочник химика, составил В. И. Перельман, изд. 4, 1955, М., Госхимиздат.
2. Справочник по химии, П. П. Коржев, Учпедгиз, 1958.
3. «Химические реактивы и препараты» (ценник-заявка), Госхимиздат, М., 1956.
4. Преysкурант оптовых цен на учебно-наглядные пособия, приборы и лабораторное оборудование, изготовленные предприятиями Главучтехпрома Министерства просвещения РСФСР, М., 1956.
5. Список учебно-наглядных пособий «Химические реактивы», стр. 67—68, Л., 1956.

3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

Для качественных опытов в большинстве случаев *нет надобности* в особенно точном отвешивании и отмеривании веществ для приготовления растворов. Обыкновенно совершенно достаточно бывает пользоваться для этой цели весами Беранже (стр. 291) с разновесами до 0,1 г и обыкновенными мензурками.

Концентрация растворов твердых веществ при описаниях опытов в настоящем руководстве дается в процентах или же указано, сколько объемов воды нужно взять для растворения одной весовой части твердого вещества, например 1 : 10 (одна весовая часть на 10 объемов воды).

При растворении твердых веществ их иногда полезно предварительно *измельчать* в фарфоровой ступке, чтобы растворение шло скорее. Вещества, очень легко растворяющиеся, как едкие щелочи, хлористый кальций и т. п., измельчать нет надобности,

Для *насыпания* измельченных веществ в колбу, склянку и т. п. пользуются плотной бумагой, которую или сгибают в виде совка, или свертывают в виде конуса (фунтика), оставляя внизу возможно широкое отверстие. Можно пользоваться также роговым совком. Порошок берут широким концом совка, а затем постепенно спускают через узкий конец, постукивая по совку пальцем. Для насыпания порошков существуют специальные воронки с коротким концом и широким отверстием. Их с успехом можно заменить колбой с обрезанным дном и горлом, утилизируя для этого битые колбы (рис. 441). Можно пользоваться также жестяными воронками, но они, конечно, не для всех веществ пригодны.

При насыпании в тонкостенную посуду крупных кусков какого-нибудь вещества следует *соблюдать предосторожности*, указанные на странице 176.

Растворение обыкновенно ускоряют *взбалтыванием*. В некоторых случаях приходится прибегать к *нагреванию*. При этом, если нагревание ведется в тонкостенной посуде, не следует всыпать все подлежащее растворению вещество сразу. Нагревание нужно вести непременно *на сетке*, а не на голом огне, причем жидкость следует как можно чаще *взбалтывать*, иначе, когда на дне много осадка, жидкость легко перегревается и происходят сильные толчки, от которых сосуд может треснуть.

Если раствор готовится не спешно, то для ускорения растворения взамен перемешивания и нагревания можно прибегнуть к такому приему. Вещество заворачивается в кусок марли и т. п. Полученный мешок обвязывается веревочкой, на которой подвешивается к палке. Палка кладется на края банки с водой так, чтобы мешок с веществом погружался на небольшую глубину в воду. Образующийся раствор, будучи тяжелее воды, опускается книзу, и таким образом идет автоматическое перемешивание жидкости, пока все вещество не растворится (рис. 442).

Существуют специальные фарфоровые воронки для растворения с отверстиями по всей поверхности (рис. 443).

Для приготовления насыщенного раствора лучше всего не делать этого на глаз, а *отвешивать* необходимое количество вещества или



Рис. 441. Воронка из обрезанной колбы.

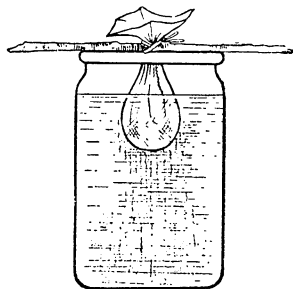


Рис. 442. Растворение вещества, помещенного в мешок.

немного больше. Растворимость различных веществ при обыкновенной температуре можно найти в справочных изданиях ¹.

Если раствор получился мутный, его следует *профильтровать*. Для этого, как и для весьма многих из нижеописанных опытов, следует иметь всегда в запасе самую простую фильтровальную бумагу ².

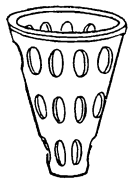


Рис. 443. Воронка для растворения.

Для того чтобы приготовить *обыкновенный фильтр*, квадратный кусок фильтровальной бумаги (рис. 444, а) складывают вчетверо, а именно: перегибают пополам, параллельно одной из сторон, а затем еще раз пополам. Свободный угол полученного квадрата б, состоящего из четырех слоев бумаги, срезают ножницами по дуге круга, как показано на рисунке 444, б пунктиром. Отделив один слой бумаги, расправляют готовый фильтр, который принимает вид конуса в, одна половина которого состоит из трех слоев бумаги, другая из одного. Фильтр, правильно сложенный, хорошо прилегает к обыкновенной стеклянной воронке, имеющей угол в 60° . Фильтр не должен выставляться из воронки (рис. 444, г).

Прежде чем начать фильтрование, вложенный в воронку фильтр смачивают водой.

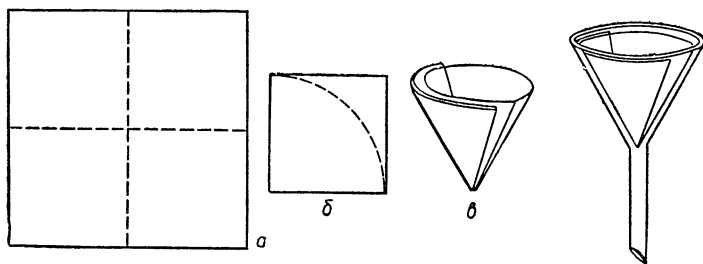


Рис. 444. Приготовление фильтра простого.

Когда остающийся на фильтре осадок не нужен, и если он невелик, то для ускорения фильтрования пользуются *плоеным фильтром*.

Для приготовления *плоеного фильтра* сначала, как и в предыдущем случае, складывают бумагу вчетверо (рис. 445) и срезают угол (I), чтобы получился круг (плоеный фильтр, как и обыкновенный, не должен выставляться из воронки). Затем сложенный вдвое круг

¹ В. И. Перельман, Краткий справочник химика, Госхимиздат, М., 1955.

П. П. Коржев, Справочник по химии, Учпедгиз, 1958.

² За неимением фильтровальной бумаги в крайнем случае можно воспользоваться «промокашкой» из тетрадей, вымочив ее в нескольких водах для удаления краски.

(2) кладут на стол и к среднему перегибу oa пригибают края $об$ и $ов$, но не вплотную, а немного отступя, так, чтобы перегиб oa был виден между $об$ и $ов$ (3). Получаются два новых перегиба $од$ и $ое$. Расправив полукруг, край $ов$ пригибают к перегибу $од$ (4), но опять не вплотную, как это видно на рисунке. Получается перегиб $ож$. Снова расправив полукруг, точно таким же образом пригибают $об$ к $ое$ (5)

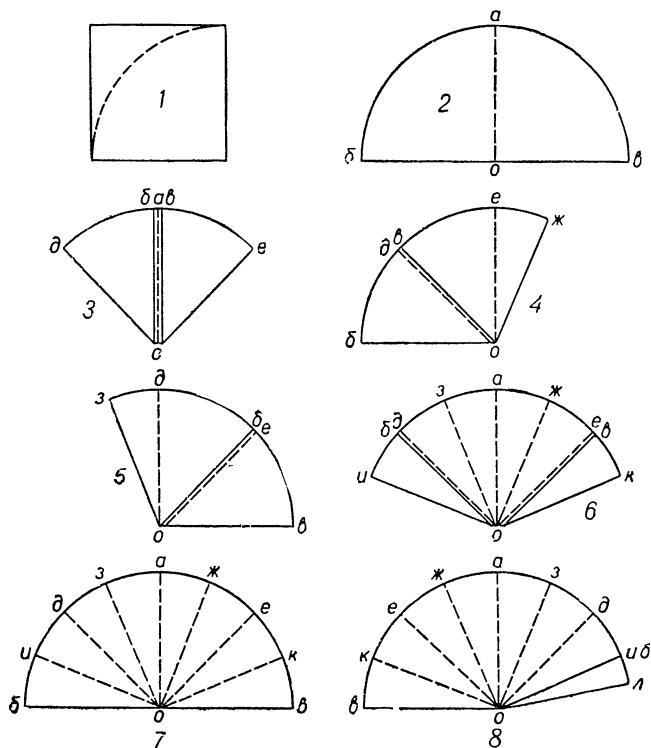


Рис. 445. Приготовление пленого фильтра.

и получают перегиб $оз$. Наконец, пригибают $об$ и $ов$ к перегибам $од$ и $ое$ (6) и получают перегибы $ои$ и $ок$.

Таким образом, весь полукруг оказывается разделенным на 8 долек (7). Полученные перегибы все загнуты в одну и ту же сторону. Теперь нужно перегнуть каждую дольку пополам в обратном ранее полученным перегибам направлении. Для этого полукруг переворачивают и кладут вниз, к столу, той стороной, которая раньше была наверху. Край $об$ (который теперь от нас вправо) пригибают к перегибу $ои$ (8), но на этот раз уже вплотную, чтобы $об$ совпадало с $ои$. Затем, не расправляя полученной складки, бумагу складывают по перегибу $ои$ в том направлении, в котором перегиб $ои$ был сделан

раньше. Не расправляя бумагу, край (состоящий теперь уже из 6 слоев бумаги) пригибают вплотную к *од*, затем снова складывают по перегибу *од*, снова пригибают край к следующему перегибу *оз* и таким образом, перегибая бумагу то в одну, то в другую сторону, весь полукруг складывают в один сектор, состоящий из 32 слоев бумаги.



Рис. 446. Фильтр
плоеный сложен-
ный.

При некотором навыке всю последнюю операцию складывания фильтра можно производить не на столе, а в руках, что значительно быстрее.

Если теперь бумагу не держать, дать ей лежать свободно, то перегибы несколько расходятся и получается как бы веер, состоящий из двух слоев бумаги (рис. 446).

Фильтр готов; остается только расправить его, придать ему форму воронки. Для того чтобы развести слои бумаги, обыкновенно на фильтр сильно дуют сверху, а затем окончательно расправляют его пальцами, и он принимает вид, изображенный на рисунке 447. Все складки оказываются правильно согнутыми, за исключением двух, находящихся на диаметрально противоположных сторонах фильтра, которые согнуты в одном и том же направлении (рис. 447). Их можно теперь согнуть отдельно (причем дольки получаются более узкие, чем остальные), а можно и не сгибать.

Конец приготовленного вышеописанным способом плоеного фильтра получается не острый, а закругленный вследствие того, что, делая перегибы для получения первых восьми долек, мы пригоняли край не вплотную к ранее сделанному перегибу, а немного отступя. Если бы этого не делать, все перегибы сходились бы в одной точке и конец фильтра получился бы менее прочным, так как бумага при перегибании несколько ломается.

Делая перегибы, их следует хорошо заглаживать пальцем, сложенный же окончательно фильтр протаскивают несколько раз между пальцами, чтобы все складки были загнуты равномерно.

Вся операция приготовления плоеного фильтра при некотором навыке берет меньше одной минуты времени, и при фильтровании значительных количеств жидкости обыкновенно прямой расчет затратить это время на приготовление плоеного фильтра, так как фильтрование через последний идет значительно быстрее, чем фильтрование через обыкновенный фильтр. Плоеный фильтр работает всей поверхностью, обыкновенный же — только концом. Плоеные фильтры разных размеров лучше изготовлять заранее и иметь их в запасе.

Вместо приготовления плоеного фильтра можно подкладывать в воронку под обыкновенный фильтр *тонкие стеклянные палочки*,

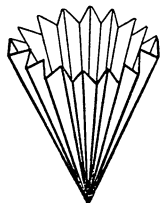


Рис. 447. Фильтр
плоеный рас-
правленный.

несколько оттянутые и хорошо оплавленные на одном конце и загнутые на другом (рис. 448). Можно также пользоваться особыми воронками с ребристой внутренней поверхностью, но для наших целей особой необходимости в них нет.

Вливать жидкость в воронку и переливать из одного сосуда в другой следует по стеклянной палочке (рис. 449). Это делается во избежание разбрызгивания и для того, чтобы жидкость не стекала по наружной стенке того сосуда, из которого ее выливают. Кроме того, быстро вылитая на фильтр, особенно плоеный, жидкость легко может прорвать его. Ввиду этого струю жидкости следует направлять не на середину, а на стенки фильтра.

В тех случаях, когда фильтрование идет очень медленно, его ведут в *бюхнеровской воронке с применением разрежения* (рис. 450).

Воронки Бюхнера — фарфоровые. Они имеют ряд преимуществ перед стеклянными: более прочны и не трескаются от сильного нагревания. В отличие от обычных воронок они имеют перегородку с отверстиями.

Для работы чисто вымытую воронку вставляют в резиновую пробку колбы Бунзена (рис. 450). На сетчатую перегородку помещают кружок фильтровальной бумаги, диаметр которого на 1 мм меньше внутреннего диаметра воронки.

Для того чтобы вырезать такой кружок, берут вдвое сложенный лист фильтровальной бумаги, накладывают сверху на воронку и слегка нажимают ладонью. На бумаге получается отпечаток круга верхнего диаметра воронки; обрезав по нему бумагу ножницами, примеряют и окончательно подгоняют кружок до нужного размера. Если приходится часто работать с одной и той же воронкой, следует заранее заготовить некоторый запас таких кружков фильтровальной бумаги.

Когда кружок уложен в воронку, его смачивают дистиллированной водой или той жидкостью, которая будет фильтроваться. Смочив кружок, открывают водоструйный насос или кран аспиратора. В случае хорошо положенного фильтра слышится спокойный шумя-

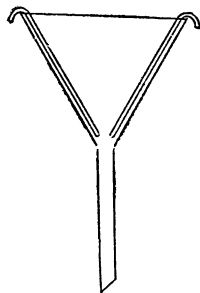


Рис. 448. Воронка со стеклянными палочками для быстрого фильтрования.

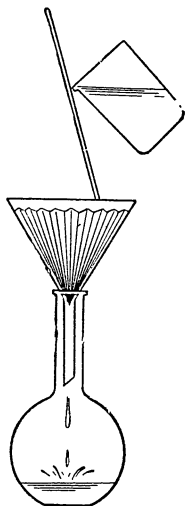


Рис. 449. Наливание по палочке.



Рис. 450. Воронка Бюхнера.

щий звук: если же фильтр положен неплотно и имеется подсос воздуха, наблюдается свистящий звук. В последнем случае края неплотно положенного фильтра прижимают широкой стеклянной пробкой или пальцем до тех пор, пока свистящий звук не сменится спокойным шумом.

После этого, не закрывая насос или кран аспиратора в воронку (на половину ее высоты) вливают жидкость, подлежащую фильтрованию. В колбе Бунзена создается разрежение, и жидкость из воронки под влиянием атмосферного давления протекает в колбу. Новые порции жидкости добавляют в воронку периодически. Отсасывание ведут до тех пор, пока с носика воронки не перестанет капать жидкость (рис. 451). Тогда закрывают насос или кран аспиратора, воронку вынимают, а осадок вытряхивают на фильтровальную бумагу и подсушивают.

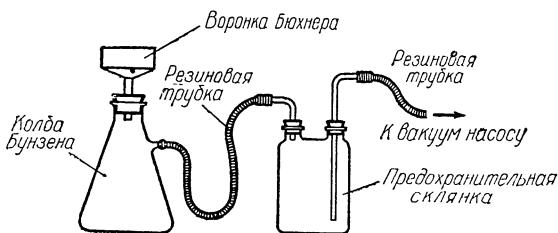


Рис. 451. Фильтрация при разрежении:

1 — воронка Бюхнера; 2 — колба Бунзена; 3 — насос водоструйный.

Фильтрация некоторых растворов (белковых и т. п.) рекомендуется вести через *целлюлозную массу*. Для этого берут хорошую белую фильтровальную бумагу, которую нарезают или разрывают на небольшие кусочки. Затем их кладут в стакан или фарфоровую чашку и заливают таким количеством дистиллированной воды, чтобы можно было набухшую бумагу перемешать стеклянной палочкой. Стакан или фарфоровую чашку с намокшей бумагой нагревают до кипения при постоянном перемешивании до тех пор, пока вся фильтровальная бумага не разварится в однородную массу. Разварившуюся бумажную массу переносят в бюхнеровскую воронку и равномерно распределяют по ее дну. Рекомендуется вначале на дно воронки положить кружок фильтровальной бумаги или марлю, препятствующих вымыванию волокон бумаги в фильтрат. Открывая водоструйный насос или кран аспиратора, производят возможно полное отсасывание воды из бумажной массы. Лепешка из целлюлозной массы толщиной до 10 мм может долгое время служить для фильтрации.

Когда скорость фильтрации через полученный фильтр замедлится вследствие забивания его отфильтрованными осадками, его можно регенерировать путем повторной разварки с большим коли-

чеством несколько раз сменяемой воды. Промытую целлюлозную массу снова переносят в воронку и отсасывают воду.

Для фильтрования некоторых жидкостей разведующих фильтр, как крепкие щелочи, можно пользоваться вместо бумажного фильтра тряпочкой из плотной материи (например, бумазеи), помещая ее на воронку или на деревянную рамочку. Но очень концентрированный раствор щелочи может разесть и материю. В таком случае жидкость можно профильтровать через асбестовую или стеклянную вату, поместив неплотный комок ее в воронку. Чтобы вата не всплывала, ее придерживают стеклянной палочкой.

Приготовляя растворы кислот и аммиака, приходится соответствующим образом разбавлять продажные растворы этих веществ. Крепость, или концентрацию, продажных растворов принято обозначать их удельным весом; так, например: *acidum sulfuricum* 1,84 — значит серная кислота удельного веса 1,84; такой удельный вес соответствует 96,5-процентной серной кислоте, которую иногда еще называют просто крепкой или концентрированной серной кислотой.

При описанных в настоящей книге опытах понадобятся кислоты и аммиак различной крепости. Степень разбавления, необходимая в том или другом случае, будет указана при описаниях отдельных опытов, выписывать же обыкновенно приходится:

серную кислоту вышеуказанной концентрации — удельный вес 1,84;

соляную (*acidum hydrochloricum*)¹ — удельный вес 1,19 (37,23%) и 1,12 (23,82%);

азотную (*acidum nitricum*) — удельный вес 1,4 (65,3%);

аммиак (*ammonium causticum solutum*) — удельный вес 0,91 (25%).

Все кислоты следует брать самые чистые (*purissimum*), так как они не настолько дороги, чтобы имело смысл брать менее чистые продукты, часто окрашенные в желтый цвет посторонними примесями.

Если имеется раствор неизвестной концентрации, то, определив его удельный вес при помощи ареометра, можно найти соответствующий процентный состав в справочниках.

Иногда концентрация растворов определяется в градусах Бомэ (*B*, *Be'*).

Для пересчета градусов Бомэ на удельный вес можно пользоваться следующей формулой:

$$d = \frac{144,3}{144,3 - B}$$

Здесь *d* — удельный вес и *B* — градусы Бомэ.

¹ Соляная кислота иногда называется *acidum muriaticum*.

Для обратного расчета формула примет такой вид:

$$B = 144,3 \frac{d-1}{d}.$$

За неимением ареометра для определения удельного веса можно поступить так: тарировать на весах стаканчик, влить в него при помощи пипетки 10, 25 или 50 мл жидкости, определить вес и разделить его на взятый объем.

В указаниях, касающихся разбавления кислот, под частями разумеются объемные отношения, именно указывается, какой объем воды надо взять на один объем кислоты: например, серная кислота 1 : 5 есть раствор кислоты, приготовленный смешением одного объема серной кислоты удельного веса 1,84 с пятью объемами воды, и т. п.

В лабораторной практике для разбавления растворов до требуемой концентрации широко пользуются правилом смешения («Правило креста»). Сущность этого правила состоит в том, что весовые количества некоторых растворов, взятых для приготовления раствора нужной концентрации, относятся друг к другу, как соответствующие разности концентраций.

Приготовление раствора требуемой концентрации (в процентах по весу) смешением двух разных растворов

Требуемая концентрация раствора пишется в месте пересечения двух линий, а концентрации взятых растворов — у концов обеих линий слева (большая — вверху, меньшая — внизу). На каждой линии производится вычитание одного стоящего на ней числа из другого и разность записывается у свободного конца той же линии.

Полученные числа (расположенные справа — вверху и внизу) указывают, сколько весовых частей каждого раствора следует взять, чтобы получить раствор требуемой концентрации.

Пример. Для получения 60-процентного раствора из 85-процентного и 40-процентного следует взять на 20 весовых частей 85-процентного раствора 25 весовых частей 40-процентного.

Разбавление раствора до требуемой концентрации (в процентах по весу) прибавлением растворителя

Поступают так же, как и в предыдущем случае, только слева внизу вместо меньшей концентрации ставят нуль. Полученные числа (расположены справа — вверху и внизу) указывают, сколько следует взять весовых частей раствора и сколько растворителя.

Пример. Чтобы разбавить 35-процентный раствор до 25-процентного, на 25 весовых частей раствора требуется 10 весовых частей воды.

При разбавлении серной кислоты не надо забывать правила: приливать кислоту в воду, а не наоборот. Приливать кислоту следует тонкой струей и не всю сразу, а постепенно, отдельными порциями, взбалтывая сосуд, в котором производят смешение, и охлаждая его водой, например под водопроводным краном. Лучше брать тонкостенный сосуд (колбу), так как толстостенный (склянка) может от разогревания лопнуть.

Если приливать воду к концентрированной серной кислоте, то вследствие перегревания первых порций воды, попавших в серную кислоту, может произойти сильное разогревание и иногда даже взрыв.

Одна из причин взрыва, происходящего при вливании воды в кислоту, — это то, что вода легче кислоты и проникает в слой кис-

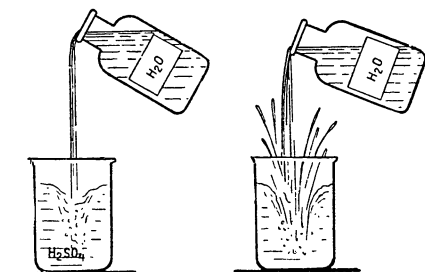
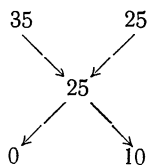


Рис. 452. Вливание воды в серную кислоту:

а — первый момент; б — взрыв.

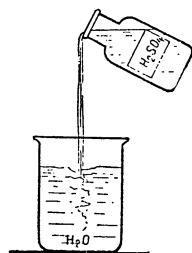


Рис. 453. Вливание серной кислоты в воду.

лоты лишь на небольшую глубину. Тепло концентрируется на небольшом пространстве и вода подвергается такому сильному нагреванию, что сразу обращается в пар, — отсюда взрыв, разбрызгивание кислоты.

Наоборот, тяжелая серная кислота, вливаемая в воду, сразу же смешивается с водой и благодаря быстрому перемешиванию тепло не сосредоточивается в одном месте.

Оба случая можно пояснить рисунками (рис. 452 и 453).

Азотную и соляную кислоты можно смешивать с водой без особых предосторожностей.

4. ХРАНЕНИЕ ВЕЩЕСТВ И РЕАКТИВОВ И ОБРАЩЕНИЕ С НИМИ

Выше уже было сказано, что хранить вещества удобнее всего в стеклянной посуде. Для некоторых веществ (например, для извести и вообще веществ, поступающих в продажу в виде крупных

кусков) иногда пользуются глазированной глиняной посудой. Ниже приводятся *более употребительные* вещества и реактивы, требующие особой укупорки или особых предосторожностей при хранении.

1. *Склянки с притертой пробкой* (и с колпаком, стр. 170) требуются для H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , CH_3COOH (концентрированные растворы), SO_3 , NH_3 , Br_2 , бромной и хлорной воды, раствора йода, хромовой смеси. Концентрированные растворы KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 также лучше держать в склянках с притертой пробкой, но можно обойтись и с корковой. Нет надобности в притертой пробке для раствора H_2SO_4 , для CS_2 , щавелевой, винной и т. п. кислот и для растворов большинства солей. Никогда не следует держать в склянке с притертой пробкой растворы едких щелочей, соды, поташа, растворимого стекла и т. п. щелочных растворов (стр. 171).

2. *Банки с притертой пробкой* требуются для J , P_2O_5 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Удобнее также хранить в банках с притертой пробкой Na и K (в парафиновом масле) и P , но необходимости в этом нет.

3. *В банках с залитой парафином пробкой* следует хранить: KOH , NaOH , KNO_3 , $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (плавленную), Ca , CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCl_2 , CaC_2 , Ca_3P_2 , натронную известь, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, ZnCl_2 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, HPO_3 , CrO_3 , P красный, P желтый — запасы (небольшое количество отложенного «для расхода» желтого фосфора удобнее держать в банке с притертой или хорошей корковой пробкой, не прибегая к заливке).

4. *В склянках с каучуковой пробкой* или особой притертой держат растворы KOH , NaOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 , K_2CO_3 .

5. *Склянки желтого стекла* полезны для растворов AgNO_3 , KJ , H_2O_2 , хлорной воды. Можно также помещать склянки со светочувствительными веществами в жестяные или картонные коробки или держать в темном шкафу.

6. Запасы брома, концентрированные HCl и HNO_3 и т. п., лучше держать *в ящике за окном* или *в особом чулане*.

7. Вещества наиболее ядовитые и опасные, как P , Br_2 , Na , K , HgCl_2 , SO_3 , концентрированные кислоты, вещества огнеопасные, как CS_2 , $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$, бензин, коллодий, а также спирт, следует *держать всегда под замком*.

На каждой склянке и банке с веществом обязательно должна быть наклеена *этикетка* с названием или формулой вещества и с обозначением сорта, удельного веса, концентрации раствора, а для портящихся веществ — и времени приготовления. Оставлять материалы без этикеток или с неполными этикетками ни в каком случае не следует, так как это легко может повести к досадным недоразумениям, которых при школьных опытах следует особенно избегать, и даже к несчастным случаям. Временно можно делать на посуде надписи при помощи *карандаша для писания по стеклу* (см.

ниже), но потом их непременно следует заменять этикетками, так как надписи на стекле легко стираются.

Удобнее всего — печатные этикетки, но трудно достать хорошие готовые этикетки, заказывать же обходится очень дорого. Поэтому в небольших лабораториях приходится пользоваться писаными этикетками. Готовые белые этикетки для писания, смазанные клеем, бывают самых разнообразных размеров. Но, конечно, их можно нарезать и из обыкновенной бумаги. Бумага не должна быть слишком толстая, так как толстая бумага трудно приклеивается и легко отстает от стекла. Для склянок на 200 мл и больше удобен размер этикеток около $5,5 \times 3,5$ см.

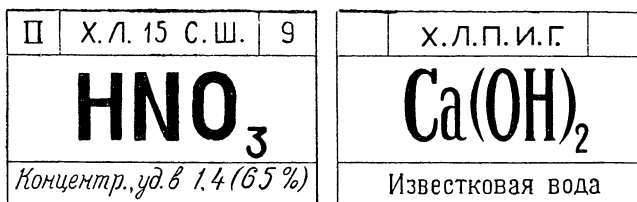


Рис. 454. Этикетка писаная. Рис. 455. Этикетка печатная.

Для писания этикеток обыкновенные чернила мало пригодны, так как сделанные ими надписи от попавшей на этикетку воды легко растекаются и размазываются. Удобнее пользоваться для писания этикеток жидкой «несмываемой» тушью, или так называемым *инком*, который употребляется для чертежных работ. Формулу следует писать возможно жирно, чтобы она хорошо была видна издали. Для этого можно пользоваться тоненькой кисточкой (после употребления споласкивать в воде), большим пером для писания «рондо» или, взамен его, лучинкой, плоско выстроганной и срезанной на конце немного наискосок (как перо «рондо»), а также стеклянной трубочкой с оттянутым концом.

На этикетке хорошо обозначать место, где реактив должен стоять, например: шкаф II, № 9 или полка I, № 27 и т. п. — это облегчит быструю уборку реактивов после урока. Можно также помечать на этикетке, для какого опыта реактив приготовлен. Все надписи на этикетках следует располагать в определенном порядке, для чего лучше всего иметь особые бланки для этикеток. На рисунках 454 и 455 даны в натуральную величину образцы этикеток с наиболее удобным расположением надписей. Этикетка (рис. 454) — писаная (формула — лучинкой), этикетка (рис. 455) — печатная (литографским способом). В середине верхней строки поставлены начальные буквы, обозначающие, например: «Химическая лаборатория 15-й средней школы». Такая надпись не лишняя, если в учебном

заведении имеются другие лаборатории, как физическая, биологическая и т. п.

Для приготовления этикеток можно завести каучуковый штампель с вышеуказанными начальными буквами и с разделяющими этикетки линиями.

Весьма удобны *этикетки на цветных бланках*. Можно пользоваться красными этикетками для кислот, синими — для щелочей, для солей натрия — желтыми, калия — лиловыми, аммония — светло-серыми, для солей второй аналитической группы — оранжевыми, третьей — темно-серыми, четвертой и пятой — зелеными, для остальных веществ — белыми. Цветные этикетки приносят весьма большую пользу для поддержания порядка в реактивах. Они очень облегчают отыскивание нужного вещества и распределение по местам веществ, взятых с полок.

Самый лучший и самый дешевый *клей для этикеток* — фотоклей. Этим клеем бывают промазаны обыкновенно и продажные этикетки.

Для *приготовления декстринового клея* берут 1 весовую часть желтого декстрина (*dextrinum flavum*) на 1 часть воды. Воду нагревают в жестянке или стакане почти до кипения, всыпают декстрин и размешивают, пока декстрин не растворится, а затем в горячем виде фильтруют через тряпочку. Чтобы клей не плесневел, можно прибавить к нему 1—2 капли раствора салициловой кислоты. Клей, хорошо закупоренный, может храниться долгое время. Намазывать следует равномерно, не слишком жирно, жесткой кистью или пальцем.

Из декстрина готовится фотографический клей-паста. Фотоклей под названием «клей-паста» (сухая) можно приобретать в фотографических магазинах. В коробке имеется обыкновенно, кроме клея, дезинфицирующий порошок (салициловая кислота и т. п.), прибавляемый для того, чтобы клей не плесневел.

На склянки, которые выставляются *на демонстрационный стол*, следует наклеить этикетки *с двух сторон*, чтобы надпись была обращена и к преподавателю и к учащимся.

Для сбережения этикеток их полезно покрывать лаком. Лакированные этикетки служат очень долго. Запаченные склянки с лакированными этикетками можно мыть водой и вытирать. Большинство реактивов не оставляет следа на лакированной этикетке, если только запаченную этикетку сейчас же вымыть и вытереть.

Для лакирования этикеток выпускается особый этикеточный лак. Годится также копаловый лак и так называемый *лак для картин*. Для приготовления этикеточного лака рекомендуют следующий рецепт. Приготавливается раствор 15 частей смолы даммар (*dammarum*, или *damarra*) в 90 частях ацетона (*acetinum purum*), затем 4 части раствора смешиваются с 3 частями коллодиума.

Если лаком крыть прямо по бумаге, то на ней получаются пятна в тех местах, где лак пропитает бумагу насквозь. Во избежание этого наклеенные этикетки предварительно покрываются один раз 4-процентным раствором коллодиума (огнеопасен), а когда коллодиум просохнет, кроют лаком. И коллодиум и лак наносятся при помощи мягкой плоской кисти. Удобнее всего, если кисть той же ширины, что и этикетка. Следует иметь две отдельные кисти — для коллодиума и для лака. По окончании работы кисть после коллодиума промывается в смеси спирта с эфиром (1 объем спирта на 3 объема эфира) или в ацетоне, после лака — в спирте (денатурате).

Крыть следует ровным, не очень жирным слоем, избегая мазать два раза по одному и тому же месту.

За неимением кистей можно пользоваться и комочками ваты.

Вместо коллодиума можно пользоваться крахмальным клейстером, которому до лакирования надо дать хорошо просохнуть.

Вместо лакирования этикеток их можно *покрывать парафином*, для чего наклеенную и просохшую этикетку сильно натирают куском парафина, а затем полируют мягкой суконкой.

Вместо наклеивания этикеток очень удобно делать на склянках *надписи* при помощи хорошего спиртового или этикетного лака, *смешанного* с какой-нибудь *сухой краской*, например суриком, сажей, мумией и т. п. Лучше всего писать кисточкой для живописи масляными красками. Держатся надписи очень прочно, смыть их можно спиртом. Можно делать надписи и хорошей эмалевой краской, но она долго сохнет и растекается.

Надпись на глазурованной фарфоровой посуде (тиглях, чашках, стаканах и т. п.) производится раствором хлорного железа. Для этого на предварительно слегка нагретое фарфоровое изделие заточенным концом спички или лучинки, смоченной раствором хлорного железа, делают надпись и изделие быстро ставят на просушку в сушильный шкаф. На глазурованной поверхности фарфорового изделия образуется несмывающаяся надпись бурого цвета.

В целях сбережения этикеток следует принять за правило при налипании реактива из склянки держать ее этикеткой кверху, к ладони руки. Тогда, если часть реактива и стечет по стенке склянки, этикетка не будет испачкана. Для того чтобы реактив по возможности не стекал и не пачкал склянку, ее после налипания следует еще некоторое время поддерживать наклонно, пока на нижнем крае ранта соберется капелька, и затем снять эту капельку, касаясь ею края сосуда, в который наливается жидкость (рис. 8). Это особенно необходимо проделывать при налипании концентрированной серной кислоты. Но здесь образование потоков по стенкам почти неизбежно. Ввиду этого лучше всего после налипания концентрированной серной кислоты каждый раз вытирать горлышко склянки куском фильтровальной бумаги.

При наливании жидкости, особенно концентрированной кислоты, пробку следует класть на стол так, чтобы смоченное жидкостью место не касалось стола. Плоские притертые пробки кладут концом кверху, а так называемые высокие пробки обыкновенно совсем не кладут на стол, а держат при наливании между пальцами.

Учащиеся очень часто теряют и перепутывают корковые и каучуковые пробки реактивных склянок. Во избежание этого полезно пробки привязывать. Проще всего это делать таким образом: толстая нитка с узлом на конце при помощи иглы продевается через край пробки, конец нитки привязывается к горлышку (рис. 456).

Твердые вещества и растворы *должны храниться* в шкафах и на полках *в определенном порядке*, чтобы можно было сразу найти то, что нужно. Удобнее всего хранить вещества по группам, отведя для каждой группы определенное место на полках. Такими группами могут быть: металлы, неметаллы, окислы, кислоты, щелочи, соли, органические вещества и т. д.

В каждой группе вещества располагаются также в определенном порядке, хотя бы по аналитическим группам: например, соли K, Na, NH₄, Ba, Sr, Ca, Mg и т. д. Полезно все группы перенумеровать.

Выше уже сказано, как удобнее располагать все эти обозначения на этикетках.

Можно, конечно, придумать и какую-нибудь другую систему расположения, но во всяком случае *порядок в веществах необходим*.

Для реактивов, которые должны находиться на полке у демонстрационного стола, очень полезно завести особые этикетки, метки или, еще лучше, держать их в склянках особого фасона, например конических, плоских и т. п., чтобы их нельзя было спутать с реактивами из препаратной или лаборатории.

Меры предосторожности при обращении с ядовитыми и опасными веществами указаны при описаниях отдельных опытов. Здесь же, принимая во внимание те ошибки, к которым особенно склонны начинающие, только подчеркнуты основные правила, которые нужно соблюдать при обращении вообще со всякими реактивами.

1. Всегда следует иметь на видном месте *противоядия, средства от ожогов, противопожарные средства* и т. п.

2. Если какой-нибудь реактив *попадет на руки или вообще на кожу*, то следует *сначала смыть его водой*, а уже затем вытереть полотенцем.

Кроме того, если попавшее на кожу вещество — *концентрированная кислота*, залитое место следует *после обмывания* большим количеством воды смочить 3-процентным *раствором соды*, но, разумеется, отнюдь не едким натром. При сильном ожоге к поврежден-

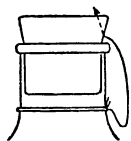


Рис. 456.
Привязыва-
ние пробки.

ному месту после обмывания прикладывают вату, смоченную мазью от ожогов (см. ниже).

Если на кожу попала *концентрированная щелочь*, следует смывать водой до тех пор, пока залитое место не перестанет быть на ощупь скользким. Щелочь довольно долго не смывается с кожи. Между тем, если ее как следует не смыть, она начинает щипать и разъедать кожу не сразу, а через некоторое время. Особенно следует остерегаться, чтобы едкая щелочь не попала под ногти, откуда ее очень трудно вымыть.

Можно после обмывания нейтрализовать щелочь слабой (около 3%) уксусной и т. п. кислотой.

При ожогах реактивами глаз первое, что нужно сделать, — *промыть* возможно большим количеством воды и затем уже, в серьезных случаях, смотря по веществу, — либо очень разбавленной уксусной кислотой (слегка кислой на вкус водой), либо таким же раствором соды, а затем опять обильным количеством воды.

Вряд ли возможны случаи неумышленного отравления в лаборатории реактивами, принятыми внутрь, но все же полезно будет указать *важнейшие противоядия* (применять до прибытия врача).

Кислоты (соляная, щавелевая, уксусная, серная, азотная, синильная) — мыльная вода, магнезия, известковая вода.

Фенол (карболовая кислота) — мука с водой, слизистые отвары.

Мышьяк и его соединения — молоко, сырые яйца, известковая вода.

Щелочи (едкие щелочи, аммиак, углеаммониевая соль, поташ) — уксус (уксусная кислота 3-процентная), разведенный водой, лимонный сок с водой.

Соли (свинцовые, ртутные, медные, селитра) — яичный белок или большие количества молока.

Йод, сурьмянистые соединения — крахмал с водой, крепкий чай, вяжущие настойки.

3. Если реактив *попадет на одежду*, то сначала следует вытереть мокрым концом полотенца, а затем, если это кислота, — нейтрализовать раствором аммиака, если щелочь — слабым раствором уксусной и т. п. кислоты. Получившееся на темной материи красное пятно от слабой кислоты, если оно сразу не было замечено, удастся удалить при помощи аммиака даже через несколько дней. Место же, куда попала концентрированная серная кислота, обыкновенно уже не удастся спасти. Точно так же «не выводятся» и желтые пятна от концентрированной азотной кислоты.

4. Если значительное количество реактива *прольется на стол или на пол*, то лучше всего посыпать его сухими опилками и затем их смести.

Если пролита *концентрированная кислота*, то ее следует сначала полить водой. После удаления жидкости залитое место следует еще нейтрализовать содой, аммиаком и т. п.

Если пролита *огнеопасная жидкость* — сероуглерод, бензин, эфир, — *прежде всего следует потушить все находящиеся поблизости горелки* и уже затем собирать вещество и проветривать помещение. Одна из самых огнеопасных жидкостей — сероуглерод.

5. Если *загорится* пролитый бензин, эфир и вообще жидкость, которая легче воды и в воде не растворяется, ее никоим образом не следует тушить водой, а лучше засыпать сухим песком, который всегда должен быть в запасе. В серьезных случаях использовать огнетушители. Спирт можно заливать водой.

6. При *наливании реактива* никогда не следует *наклоняться над отверстием сосуда*, чтобы брызги не могли попасть в лицо. Довольно легко получают брызги при наливании концентрированной серной кислоты, а именно: они часто вылетают из горлышка склянки (из которой наливают) в тот момент, когда в эту склянку проходит пузырек воздуха.

7. Никогда не следует *нюхать вещество*, особенно неизвестное, сильно вдыхая воздух полной грудью и близко наклоняясь к сосуду. Опытные химики обыкновенно нюхают издали, направляя к себе ток воздуха от сосуда или прибора движением руки.

Для определения запаха вещества на некоторое время отверстие склянки закрывают тампоном ваты, который удерживает достаточное количество вещества для того, чтобы, поднося тампон ваты к носу, определить запах.

8. Не следует бросать в водопроводную раковину *остатки веществ*, которые *могут засорить* или испортить сточную трубу, которые могут реагировать с водой, которые легче воды и могут оставаться в застое раковины.

Выливая *концентрированные кислоты* или выбрасывая порошки, следует всегда пускать одновременно *сильную струю воды*.

Нельзя выливать в раковину растворов *ртутных солей*, из которых свинец трубы выделяет ртуть. Ртуть же постепенно растворяет свинец, и в конце концов в трубе могут получиться отверстия. Равным образом, конечно, следует остерегаться того, чтобы в водопроводную трубу попадали капельки ртути.

Остатки калия, натрия, карбида кальция, фосфористого кальция и т. п. веществ, реагирующих с водой, точно также нельзя выбрасывать в раковину.

Обрезки калия и натрия обыкновенно собирают в банку с парафиновым маслом. Когда обрезков накопится много, их нагревают под маслом, пока они не сплавятся в шарики, и тогда их можно снова пустить в дело.

То же самое обыкновенно делают и с обрезками *желтого фосфора* (нагревают, конечно, под водой); их также не следует выбрасывать в раковину и другие места, их надо уничтожать только сжиганием.

Остатки углеродистого и фосфористого кальция и т. п. можно выбрасывать прямо в помойную яму. Так же следует поступать и с грязными остатками летучих жидкостей, не смешивающихся с водой, как эфир, бензин, сероуглерод, так как они обыкновенно долго остаются в застое раковины, плавая на поверхности воды, если они легче воды, или, наоборот, скопляясь в нижней части застоя, если они тяжелее воды.

Указанные выше жидкости, загрязненные при опытах, вообще говоря, лучше совсем не выбрасывать, а собирать в склянки и затем, когда их накопится достаточное количество, отгонять.

Не следует точно так же выбрасывать остатки солей серебра, ртути, остатков йода и его соединений. Все эти остатки нетрудно очистить и снова превратить в нужные соединения. Для сливания отработанных растворов, содержащих эти соли, следует иметь специальные банки.

ХІІ. ЛАБОРАТОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО

1. СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

При постановке химических опытов, помимо горелок, стеклянной посуды, реактивов, приборов для получения и хранения газов и т. д., описанных в предыдущих главах, требуется еще множество всевозможных вспомогательных приборов, инструментов, материалов и различных мелочей, которыми приходится обзаводиться и которые составляют важную часть лабораторного хозяйства. Все эти предметы и материалы обыкновенно приобретаются и накапливаются постепенно, по мере надобности. В этой главе указано по возможности все необходимое, отмечая также и то, без чего можно обойтись.

При перечислении отдельных предметов и материалов в некоторых случаях указано, какого сорта их лучше приобретать, как их употреблять, как с ними обращаться, какие упрощения можно сделать и т. д.

Основные приборы, как горелки, газометры, стеклянная посуда и т. д., которым посвящены предыдущие главы, *здесь не перечисляются*.

При составлении списка приведено все, что было бы полезно иметь в хорошо обставленной школьной лаборатории.

Все перечисленные в этой главе предметы и материалы распределены по более или менее однородным группам. Хотя такое деление в некоторых случаях может быть искусственно, но нам оно представляется более удобным, чем, например, распределение по алфавиту, принятое в некоторых практических руководствах.

2. РАЗЛИЧНЫЕ ПРИБОРЫ, ИНСТРУМЕНТЫ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

1. Металлические лабораторные принадлежности и приборы

Щипцы для тиглей — железные, выгнутые, лучше полированные или никелированные. Для препаровочной: 1—2 и в большем количестве — для учащихся.

Железные щипцы следует от времени до времени чистить стальной щеткой, наждаком или песком, ось смазывать парафиновым или другим маслом.

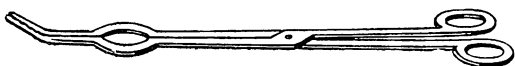


Рис. 457. Щипцы тигельные.

Пинцет (для вынимания натрия, фосфора и т. п.) — лучше никелированный, длиной не менее 15 см, неширокий. В крайнем случае нетрудно приготовить самодельный пинцет из жести. Вместо пинцета очень удобно пользоваться хирургическими щипцами (рис. 457).

Ножи для пробок, набор сверл, точилка, напильники для пробок (стр. 228).

Напильники или ножи для резки стекла (стр. 185).

Ножницы обыкновенные, лучше никелированные, средней величины, и, кроме того, — большие, годные для резки картона, металлов и т. п.

Паяльные трубки. Желательно иметь одну с вынимающимся наконечником, как трубки *а* и *б* на рисунке 458. Из них *а* — более гигиеничная. Она не берется в рот, а только прикладывается к губам расширенным концом. Остальные могут быть простые, как на рисунке 458, *в*. Кроме того,

если есть газ, то очень удобна паяльная трубка с притоком газа.

Выше было указано, как изготовить самодельную трубку для стеклодувных работ. Вставив такую трубочку в стеклянную трубку, получим паяльную трубку (рис. 459), которая действует несколько не хуже, чем продажная паяльная трубка типа *в* (рис. 458).

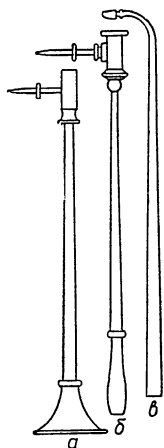


Рис. 458. Паяльные трубки.



Рис. 459. Паяльная трубка Верховского.

Горелка (кран) Даниеля для гремучего газа — простейшая, без колпачка, как на рисунке 460,а (частично в разрезе), так как

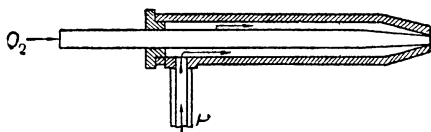


Рис. 460, а. Горелка Даниеля, пригодная для школы.

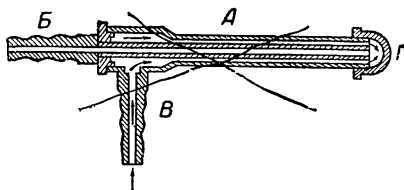


Рис. 460, б. Горелка Даниеля, не пригодная для школы.

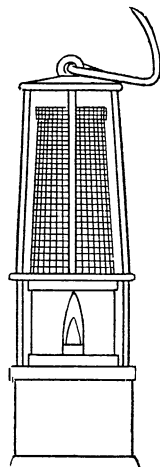


Рис. 461.
Лампа Дэви.

трубка с колпачком, изображенная на рисунке 460,б, является очень опасной, и приобретать ее не рекомендуется.

Лампа Дэви (рис. 461), употребляемая в рудниках, — желательна. Можно заменить самодельной (см. т. II).

Ацетиленовая горелка (рис. 462) — желательна.

Магнит дугообразный длиной 15—20 см — желателен.

Зажимы для каучуковых трубок бывают двух родов: пружинные (Мора) и винтовые (Гофмана). Следует иметь и те и другие.

Пружинные зажимы следует брать средней величины. Кроме обыкновенных пружинных зажимов, следует иметь несколько зажимов с арретиром (рис. 463 и 464). При сильном разведении концов зажима арретир удерживает его в разжатом виде. Если же надавить на арретир, зажим снова сжимает трубку. На рисунках 465 и 466 изображен арретир в виде изогнутой проволоки (ее можно припаять к обыкновенному зажиму своими силами), удерживающей зажим в разжатом виде. Чтобы проволока не соскакивала, на кружке зажима пропилена небольшая бороздка.

Если нужно, чтобы обыкновенный зажим временно не сжимал трубку, его переводят на то место, где каучук надет на стеклянную трубку (обыкновенная газоотводная трубка свободно выдерживает

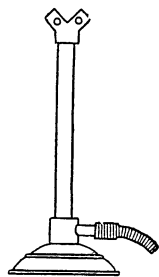


Рис. 462. Горелка ацетиленовая.

давление зажима). Иногда зажим передвигают на каучуке таким образом, чтобы каучук оказался внутри кольца зажима, но это не всегда удается сделать (особенно если каучук толстый), так как не всякий зажим для этого достаточно разжимается.

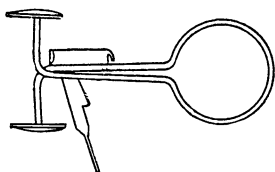


Рис. 463. Зажим с арретиром закрытый.

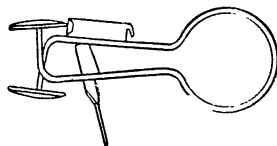


Рис. 464. Зажим с арретиром раскрытый.

Винтовые зажимы лучше всего иметь с откидной пластинкой (рис. 467). Такой зажим можно надеть на каучук во всякое время при собранном уже приборе, и нет необходимости, чтобы один из концов каучука был свободен. Винтовые зажимы бывают разной

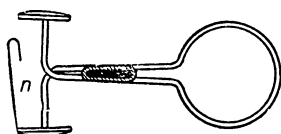


Рис. 465. Зажим с арретиром простейший, закрытый.

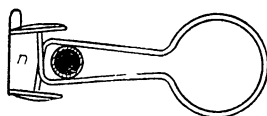


Рис. 466. Зажим с арретиром простейший, раскрытый.

величины. Следует иметь по несколько штук с пластинкой в 2 и 3 см длиной. Сложные зажимы с двумя винтами, привинчивающиеся к столу, пружинные с винтом и т. п. *не требуются*.

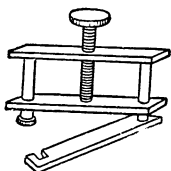


Рис. 467. Зажим винтовой (Гофмана).

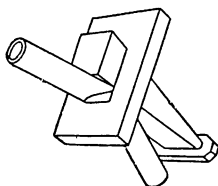


Рис. 468. Зажим деревянный Верховского (внешний вид).

В крайнем случае можно воспользоваться самодельным деревянным зажимом, изображенным на рисунке 468 в перспективе и на рисунке 469 в разрезе, с размерами для обычной газоотводной

трубки. Трубка зажимается при помощи клина, вдвигаемого в отверстие в дощечке. Для лучшего зажимания один из краев отверстия скошен. Оказалось, что зажим прекрасно держит, несколько не хуже пружинного зажима. Кроме того, с этим зажимом возможна тонкая регулировка тока воды или газа. Таким образом, этот зажим может заменить не только зажим Мора, но и зажим Гофмана. Этот зажим можно применять, между прочим, даже при титровании.

На рисунке 471 изображено видоизменение зажима еще более простой конструкции. Зажим состоит из тонкой дощечки (лучше фанеры) с круглым отверстием и клином в виде конуса, который нетрудно выстрогать ножом. Отверстие можно просверлить коловоротом, выпилить лобзиком, в крайнем случае прожечь накаленным железным стержнем или вырезать ножом.

Железные ложечки с длинной проволочной ручкой для внесения различных веществ в сосуды с газами, например для сжигания в кислороде и т. п. Они требуются довольно часто и должны быть всегда в запасе (штук 30—40); наиболее простая модель показана на рисунке 470.

В случае невозможности достать ложечки, а также для лабораторных занятий учащегося, когда требуется много ложечек, можно изготовить *самодельные ложечки*. Для этого в куске плотного дерева делается углубление (рис. 472, а). Выстрогивается из того же плотного дерева короткая палка диаметром немного меньше углубления.

Затем из тонкой жести (консервная банка) вырезается кружок с полоской (рис. 472, б). Кружок кладется на углубление, на кружок наставляется палка, по которой ударяют молотком. Жесть вминается в углубление, и получается небольшая чашечка с гофрированными боками (рис. 472, в). Полоска изгибается под прямым углом, и конец либо прикручивается тонкой проволокой к куску толстой проволоки, либо вставляется в расщепленную на конце лучину, как на рисунке 472, в. В последнем случае горизонтальная часть полоски жести у ложечки должна быть подлиннее, чтобы во время опыта не загорелось дерево. Если нет достаточно широкогорлых склянок, кислород для опытов с такими ложечками удобно собирать не в склянке, а в стакане или банке.

Вместо деревянной палки для штампования чашечек лучше взять соответствующей толщины железный или медный стержень,

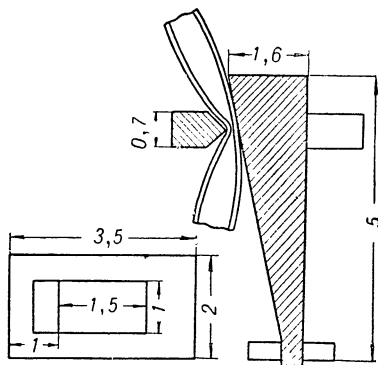


Рис. 469. Зажим деревянный Верховского (разрез).

у которого следует закруглить напильником края, так как иначе он будет прорывать желье.

При помощи описанного приспособления можно очень быстро наштамповать большое число ложечек.

Ложки алюминиевые чайные и столовые для насыпания различных материалов.

Сито многоэтажное (стр. 270) — желательное.

Стальная щетка для чистки штативов и т. п., как на рисунке 473.

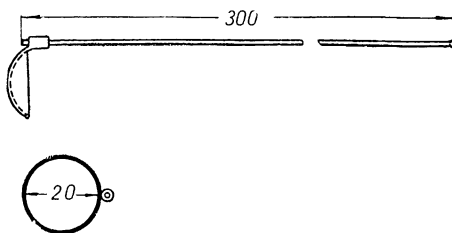


Рис. 470. Ложечка для сжигания веществ в кислороде.

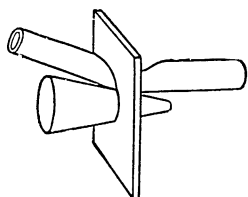


Рис. 471. Зажим деревянный Верховского с конусом.

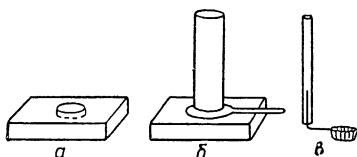


Рис. 472. Штамп для ложечек.

Ложечки железные для выпаривания по Верховскому (рис. 474).

Железная ложка с носиком для плавления менделеевской замазки (можно заменить самодельной, стр. 373).

Тигли железные, диаметр 4,5 и 6 см, по 1—2 штуке.

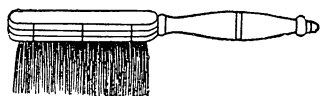


Рис. 473. Стальная щетка.

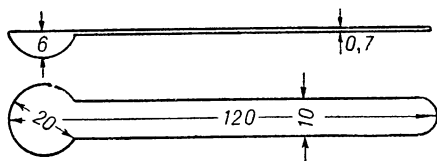


Рис. 474. Ложечка для выпаривания.

Железные чашки (песчаные бани) — удобны для плавления металлов и других опытов — 2—3 штуки, диаметр 10 см.

Ступка чугунная (диаметр 12,5 см) — может пригодиться для измельчения сернистого железа и т. п. твердых веществ.

Чугунные сковородки, маленькие, очень полезны для многих опытов (2—3).

Чашка свинцовая для опыта с фтористым водородом. Можно заменить самодельным сосудом из свинцового листа (см. т. II).

Клеммы для соединения электрических проводов — желательны для опытов с электричеством.

Насос — нагнетающий и разрезающий. Удобен изображенный на рисунке 475. Необходимости в нем нет.

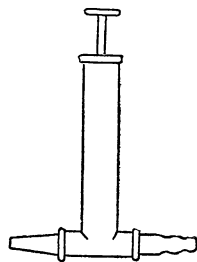


Рис. 475. Насос воздушный.

2. Стеклопосуда и лабораторные принадлежности

Кроме различной указанной выше стеклянной посуды (стр. 165), промывных склянок (стр. 266), воронок (стр. 248), измерительных приборов (стр. 303) и т. п., могут понадобиться еще следующие стеклянные предметы.

Холодильники Либиха длиной 60 см нужны для лабораторных и демонстрационных опытов, а также для перегонки грязного спирта или других каких-либо веществ. Лучше иметь холодильники со вставной трубкой, которую в случае порчи можно переменить. Каучуки, соединяющие внутреннюю трубку с муфтой, следует привязать. Вода пускается в холодильник через нижний тубулус муфты.

Аллонжи к холодильникам, изогнутые (рис. 476), длина 20 см, несколько штук.

Холодильники и аллонжи следует хранить с подогнанными к ним пробками и изогнутыми трубками для соединения с колбой. Если имеется достаточный запас каучуковых трубок, то и последние нет надобности каждый раз отвязывать от холодильника.

Промывалка для воды (рис. 477), которую сумеет сделать всякий химик. Из промывалки удобно на-

ливать воду в пробирки, вообще в узкие отверстия. Пробку к промывалке лучше взять каучуковую.

Графин большой для дистиллированной или фильтрованной воды, из которого удобно наливать воду во время урока. Графин может быть заменен колбой, но имеет то преимущество, что не так легко бьется.

Большая склянка (на 5—10 л) для дистиллированной или фильтрованной воды с сифоном и зажимом на каучуке (рис. 479) или с ниж-

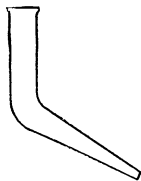


Рис. 476. Аллонж.

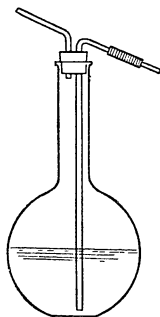


Рис. 477. Промывалка.

ним тубулусом и с таким же зажимом (или стеклянным краном). Сифон или зажим на каучуке можно приладить в лаборатории (трубка н. д. 8—9 мм). Нужна только бутылка. Отверстие, через которое в склянку поступает по мере выливания воды воздух, для предохранения от пыли полезно заткнуть клочком ваты.

Стандартные наборы (12—15) изогнутых и нарезанных стеклянных трубок (н. д. 6 мм) с оплавленными концами (рис. 478).

Шариковые трубки тугоплавкого стекла (так называемые «труб-

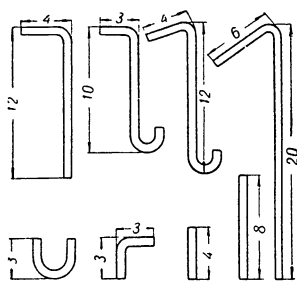


Рис. 478. Стандартный набор.

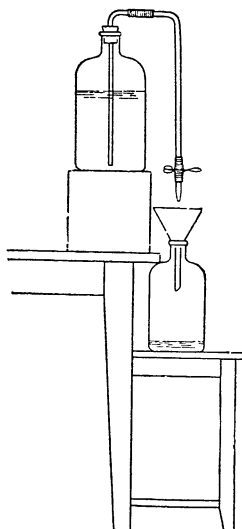


Рис. 479. Склянка для чистой воды.

ки для восстановления металлов») с одним шариком. Они требуются для многих опытов и часто трескаются во время или после нагревания. Поэтому должны быть всегда в запасе 8—10 штук.

Тугоплавкие трубки с оттянутым концом для синтеза воды по Дюма (рис. 480).

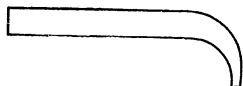


Рис. 480. Трубка для синтеза воды по Дюма.

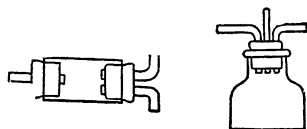


Рис. 481. Тройники самодельные.

Диаметр 12—15 мм, длина около 15 см (по заказу).

Стеклянные краны прямые бывают крайне необходимы. Желательно иметь 2—3 обыкновенных крана с отверстием в пробке крана (проходом) в 1,5 мм. В кранах трехходовых, со ртутными запорами, толстостенных и т. п. надобности нет. Краны всегда должны быть смазаны вазелиновой мазью (стр. 241). Прежде чем смазывать кран,

следует его тщательно прочистить и старую мазь удалить тряпкой, смоченной бензином.

Тройники разных размеров довольно часто бывают нужны, поэтому полезно иметь их в запасе по нескольку штук, хотя бы двух размеров (№ 1 и № 2). Изготовление их смотри на странице 215. На рисунке 481 показано, как можно в крайнем случае заменить тройники.

Колокола стеклянные разных размеров могут быть вполне заменены обрезанными склянками (стр. 191—194).

Эксикатор без крана, № 1 (диаметр 14 см).

Насос водяной, разрезающий и дующий (стр. 160).

Стекла для выпаривания капли раствора 10 × 2 см, толщина 1 мм.

3. Инструменты

Всякий экспериментатор должен уметь делать хотя бы самые простые столярные и слесарные поделки, чтобы всегда иметь возможность починить или приготовить несложный прибор, приладить какую-нибудь подставку, полочку, выгнуть и спаять что-нибудь из проволоки и т. п. Поэтому следует иметь в кабинете набор самых необходимых инструментов. Поучиться лучше всего у какого-либо толкового мастера. Кроме того, весьма ценные указания можно найти и в книге А. Г. Дубова «Практические занятия в учебных мастерских». Методическое пособие для преподавателей труда V—VII классов, изд. АПН РСФСР, М., 1957.

а) Наиболее нужные инструменты (не считая перечисленных в списке на стр. 402).

Топор небольшой, с приспособлением для вынимания гвоздей.

Молотки: один — большой для забивания гвоздей, другой — маленький, стальной для слесарных работ, с одним плоским концом.

Клещи для вынимания гвоздей и т. п., большие (20—25 см длиной).

Плоскогубцы большие (12—15 см длиной) и маленькие с узкими губками (8—9 см длиной).

Круглогубцы большие и маленькие (как и плоскогубцы).

Острогубцы небольшие (для перекусывания проволоки).

Напильники разные (плоские, полукруглые, круглые, трехгранные) по нескольку штук.

Отвертки две: большая (ширина конца 8—10 мм) и маленькая (ширина конца 3—4 мм).

Шило столярное.

Пробойник для пробивания отверстий в кирпичных стенах необходим, если химический кабинет находится в каменном доме. В пробитое отверстие забивается деревянная палочка — «пробка», а в пробку — гвоздь.

Нож обыкновенный для дерева (или складной).

Пила для дерева небольшая в станке (лучковая) или ножовка.

Точильные бруски для инструментов. Следует иметь более грубый брусок из песчаника и, кроме того, более мелкий (оселок).

б) Менее нужные инструменты

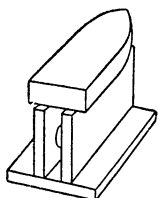


Рис. 482. Подставка для утюга.

Рубанок небольшой.

Несколько стамесок.

Коловорот и несколько перок.

Тиски небольшие, ручные; полезны также и привинчивающиеся к столу.

Гаечный ключ, раздвижной.

Клещи для отвертывания газовых труб, кранов

и т. п.

Ножницы для металлов небольшие.

Дрель для сверления металлов с 5—6 различными сверлами.

Наковальня небольшая. Ее можно заменить утюгом, для которого полезно сделать подставку из досок, как на рисунке 482.

Паяльник небольшой (см. ниже).

Винтовая дощечка с метчиками, небольшая.

4. Предохранительные приспособления для опасных опытов

Для опытов, при которых можно опасаться неожиданного взрыва, разбрызгивания жидкости и т. п., полезно ставить перед прибором *два толстых зеркальных стекла* (70 × 70 см или немного меньше): одно — для защиты учащихся, другое — для себя. Стекла можно укреплять при помощи зажимов на штативах, но лучше сделать для них деревянные подставки.

За неимением стекол можно окружать прибор *металлической сеткой*, из которой делается соответствующей величины цилиндр или коробка. Иногда можно ставить опасный прибор в большой *толстостенный стакан*, банку и т. п., прикрытые сеткой. Если прибор не защищен, то в некоторых случаях нелишне надевать на время опыта предохранительные очки или пенсне, чтобы оберечь глаза.

5. Разное

Пробкомялки (стр. 225—226).

Треугольники для тиглей с фарфоровыми или глиняными трубками следует выписывать вместе с тиглями, по их размерам.

Для больших глиняных тиглей треугольников можно не покупать. Эти тигли можно помещать прямо в кольцо штатива.

Тигель графитовый высотой 7—8 см для опыта с получением карбида кальция при помощи вольтовой дуги, если есть ток (см. т. II).

Щетки для мытья посуды (стр. 178).

Ложечки роговые (или из пластмассы) для порошков — весьма полезны. Для препаративной следует иметь несколько штук разной величины (например, по две в 10 и 15 см и по одной в 20 и 25 см длиной). Для лаборатории несколько штук в 15 см и несколько — в 10 см.

Вместо роговых ложек можно пользоваться деревянными ложками, лопаточками, закругленной на конце жестяной или лучше алюминиевой пластинкой и т. п. Роговыми ложками ни в коем случае *не следует размешивать растворы*, особенно горячие и щелочные, так как ложечки от этого легко портятся. После каждого употребления их следует сейчас же тщательно вытирать. При помощи роговых ложек нельзя отделять или отскабливать от ступки, стакана и т. п. крепко приставшие вещества, кристаллы и т. д., так как роговые вещи легко ломаются и крошатся.

Фарфоровые ложки непрактичны, так как легко бьются.

Роговые совки (аптечные) удобны для пересыпания больших количеств порошков (стр. 353). Можно иметь несколько разной величины (10, 15 и 20 см длиной), но необходимости в них нет. Их можно заменить деревянными суповыми ложками.

Баллон каучуковый (с двумя шарами), употребляемые для пульверизаторов (диаметр шара 6—7 см). Полезен для многих опытов, а также для устройства паяльной горелки (стр. 120).

Держалка для пробирок, деревянная, с резиновым колечком (рис. 483) или с пружиной. Применяющиеся в настоящее время держалки для пробирок (тип прищепки для белья) мало пригодны. При небольшом нажиме на задний конец держалки, действие зажима ослабевает и пробирка вываливается. Кроме того, пружинка держалки часто ослабевает и выскакивает из гнезд; передние концы держалки быстро изнашиваются вследствие неправильного нагревания или разрушающего действия некоторых веществ (серная кислота и др.).

Предлагаемая держалка лишена этих недостатков. Она состоит из двух пластинок нержавеющей стали, хомутика и деревянной ручки (рис. 484). Одна из пластинок согнута на конце под прямым углом, что значительно лучше обеспечивает прочность зажима.

Длина открытой части пластинок — 80 мм, ширина — 12 мм, толщина — 1 мм. Пластинка прижимается хомутиком с направляющим выступом. Обе пластинки укреплены в деревянной ручке длиной 100 мм, диаметром 15 мм. Вначале хомутик отодвигается к ручке,

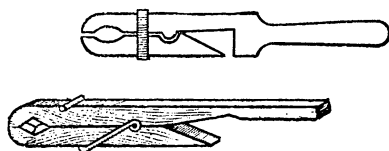


Рис. 483. Держалки для пробирок.

пробирка вставляется между пластинками и зажимается хомутиком.

В держалке надежно закрепляются стеклянные трубки, начиная с трубок диаметром 6 мм. Она хорошо держит металлические пластинки (при выпаривании растворов) и металлические чашечки (при получении сплавов). Держалка может заменить собой тигельные щипцы.

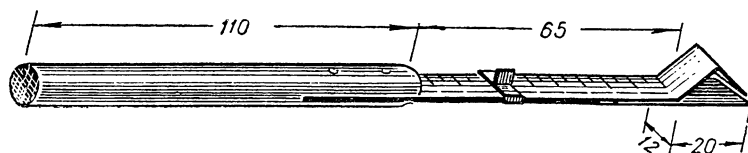


Рис. 484.

Держалку можно заменить свернутой в несколько слоев бумажкой (рис. 485) или зажимом от штатива (рис. 486).

Карандаши для писания по стеклу очень полезны, почему необходимо иметь их по несколько штук разных цветов.

Рекомендуют следующий рецепт для приготовления красного карандаша: 4 части стеарина, 3 части говяжьего сала и 2 части воска.

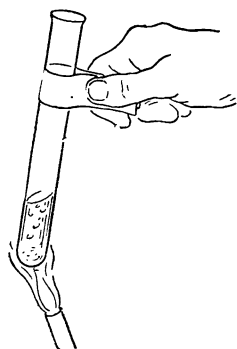


Рис. 485. Держание пробирки бумажкой.

Растопить, прибавить 6 частей сурика и 4 части поташа в порошке. Нагревать, размешивая, в течение $\frac{1}{2}$ часа, разлить в бумажные трубки. Можно взять стеклянные трубки в 1—1,5 см диаметром. По застывании подогреть снаружи трубку и вытолкнуть стержень. Обернуть стапиолом (листовое олово).

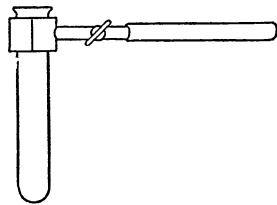


Рис. 486. Замена держалки зажимом от штатива.

Другой рецепт: 4 части спермацета (сетацеум), 3 части сала говяжьего, 2 части воска. Расплавить, добавить 6 частей сурика и 1 часть едкого кали. Нагревать при размешивании $\frac{1}{2}$ часа. Разлить в бумажные или стеклянные трубки.

Алмаз для писания по стеклу полезен, но необходимости в нем нет.

Кисточки для писания этикеток и т. п., небольшие, мягкие, насаженные на палочку (стр. 363).

Кисти плоские, мягкие для покрывания этикеток лаком (стр. 365).

Кисть небольшая, жесткая для асфальтового лака.

Палки для протирания трубок (стр. 181).

Приборы для измерения длины иметь необходимо. Ими постоянно приходится пользоваться при выписке и заказывании различных лабораторных принадлежностей.

При устройстве новой лаборатории приходится пользоваться *большой рулеткой* на 6—10 м. Кроме того, следует иметь еще складной или свертывающийся метр.

Могут оказаться полезными *штангенциркуль*, *микрометр* и *кронциркуль*, последний с делениями на сантиметры и миллиметры.

Поднос деревянный с двумя ручками и небольшими (3—5 см) бортами особенно полезно иметь в том случае, когда препаровочная не рядом с классом. На таком подносе очень удобно переносить заготовленные для занятий и собранные приборы. Поднос должен быть достаточно прочный, и ручки к нему хорошо привинчены. Величина подноса зависит, между прочим, от величины дверей, через которые его нужно пронести.

Для класса-лаборатории полезно иметь несколько подносов (30 × 40 см), по числу звеньев.

Чашка деревянная, какие употребляются в кухне для рубки капусты и т. п., очень полезна для опытов, требующих охлаждения снегом или льдом. Последние в деревянной чашке могут храниться гораздо дольше, чем в металлическом или стеклянном сосуде.

Чашку можно заменить плотным, с толстыми стенками, деревянным ящиком, ведром и т. п.

Молоток деревянный для измельчения льда полезен. Лед завертывается в тряпку и разбивается деревянным молотком. Можно взять крокетный и т. п. молоток.

Ложка деревянная, большая для смешивания льда или снега с солью.

Тряпки и полотенца (полотняные, так называемые стирники) — необходимая принадлежность лаборатории. Их всегда должно быть достаточно, чтобы можно было чаще стирать. Тогда они будут служить гораздо дольше. После вытирания какой-нибудь едкой жидкости полотенце или тряпку следует сейчас же прополоскать в воде.

Банки для отбросов большие, стеклянные или глиняные.

Банки (стр. 170) или *ведра для грязной воды* (лучше эмалированные) и *бутыли* (или баки) для чистой необходимы, если нет водопровода.

3. РАЗЛИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОТОРЫЕ НУЖНО ИМЕТЬ В ЗАПАСЕ

Кроме перечисленных выше материалов (вещества и реактивы, стеклянные и каучуковые трубки, пробки), нужно еще иметь различные вспомогательные материалы для устройства приборов и для разных других случаев.

1. М е т а л л ы

Проволока медная (красной меди) тонкая (около 0,5 мм диаметром) и толстая (около 1,5—2 мм диаметром), *латунная* разной толщины, *алюминиевая* разной толщины (очень удобна, но не необходима), *железная* разной толщины (от 5 мм и тоньше), *стальная* тонкая, так называемая фортепианная.

Каждого сорта проволоки следует иметь понемногу (по 250—1000 г, в зависимости от толщины и удельного веса).

Провода электрические, изолированные для опытов с электрическим током: так называемые звонковые (1 моток) и для электрического освещения (10—15 м).

Листовая медь (красная) тонкая (0,1 мм). Можно выписывать в виде ленты (*cuprum metallicum in lamina*) из складов химических товаров.

Латунь, жель, цинк, алюминий листовые разной толщины — для поделок.

Сетка медная (латунная) с просветом в $\frac{1}{2}$ —1 мм для подкладывания под тонкостенные сосуды при нагревании на спирту и для других надобностей (кусоч длиной около 1 м).

Сетка железная, с асбестом, очень удобна для подкладывания под нагреваемую тонкостенную посуду, если нагревание ведется на газе или на горелках Бартеля (но не на спиртовых лампочках). Преимущество таких сеток перед медными то, что они не так легко прогорают и служат несколько лет.

Гвозди, винты, крючки разной величины.

Дробь свинцовая для тарирования и для других целей, крупная и мелкая, по 2—3 кг.

Трубки железные (или стальные) диаметром около 2 см, лучше тонкостенные (например, велосипедные), длиной 25—30 см, несколько кусков — для разложения воды, получения окиси углерода и т. п.

Трубка медная тонкая для паяльных трубок диаметром около 3—4 мм — 1 м.

Припой оловянный для пайки.

Тиноль (паяноль и т. п.), заменяющий припой. Представляет густую мазь, состоящую из мелких порошков свинца и олова, смешанных с веществами, растворяющими окислы металлов и очищающими поверхность спаиваемых металлических предметов. Последние благодаря этому не нужно особенно тщательно чистить. Достаточно смазать спаиваемое место небольшим количеством тиноля и нагреть на горелке или спиртовой лампочке. Тонкие проволоки (например, электрические провода) можно спаивать даже на спичке. Не нужно намазывать тиноль слишком густо. Следует избегать того, чтобы нагреваемое место находилось непосредственно в пламени (можно нагревать около), и не следует давать гореть припаянным к припою веществам. Коробку с тинолем следует плотно закрывать.

Тиноль готовится разного состава — тугоплавкий и легкоплавкий. Для пайки при помощи паяльника употребляется тиноль в виде тонких оловянных трубочек, канал которых наполнен вышеуказанной мастью.

2. Бумага, картон, вата, ткани

Бумага писчая, плотная для насыпания порошка (20 листов).

Бумага лакмусная, или *charta exploratoria rubra* (красная) и *coerulea* (синяя), по несколько пачек каждого цвета. Приготовление смотри ниже (стр. 388).

Бумага наждачная (или карборундовая) разных номеров.

Бумага для этикеток или готовые этикетки (стр. 363).

Бумага черная для фона при опытах, которые лучше видны на черном фоне. Бумага наклеивается на кусок картона.

Картон белый для фона при опытах с окрашенными газами и т. п., 1—2 листа.

Асбестовый картон — несколько листов (1 м^2), толщиной $1\frac{1}{2}$ —2 мм, для подкладывания под некоторые приборы, для паяльного стола и для некоторых опытов.

Асбестовая вата (*alumen plumosum*) 100—200 г.

Стеклянная вата (50—100 г) для фильтрования едких растворов и т. п. (без нее можно обойтись).

Гигроскопическая вата (100—200 г).

Бумага и т. п. для быстрого процеживания растворов (стр. 359).

Хлопчатобумажная ткань голубая, линючая для обесцвечивания хлором, азотной кислотой и т. п. (см. т. II).

Кисея или марля для опытов с кальцием и для приготовления растворов (стр. 353).

3. Клей, замазка, масла и т. п.

Менделеевская замазка (250—500 г) (стр. 390).

Декстрин для приготовления клея (стр. 364).

Клей ФВ-2 и т. п.

Парафин, церезин, воск (по $\frac{1}{2}$ —1 кг) для заливания пробок, натирания столов и т. п.

Вазелин белый (250—500 г) для смазывания винтов, для приготовления вазелиновой мази (стр. 241) и т. п.

Парафиновое масло (250—500 г) для смазки приборов, для хранения К, Na и т. п.

4. Разные материалы

Наждак или карборундовый порошок (стр. 196) для притирания стекла, чистки и полирования металлов и т. п.

Трубка кварцевая из непрозрачного кварца для разложения азотной кислоты, диаметр 5 мм, длина 2,5 см, толщина стенок 0,5 мм.

Колпачки (сетки) для калильных ламп (ауэровские) для опытов с пламенем, 2—3 штуки.

Лента изолирующая для изоляции проводов и для других целей.

Фарфоровая дробь или *бисер* для тарирования и для мытья посуды.

Пемза или *стеклянные бусы* для колонок для сушения газов.

Опилки для засыпания пролитых реактивов.

Лучинки для испытания газов. Их лучше всего настрогать из деревянных коробок, в которых отпускают из магазинов разные припасы.

Свечи восковые и стеариновые, по несколько штук.

Спички.

Нитки (аптечные), бечевки.

Иголки тонкие.

Инк, или несмывающаяся тушь, для писания этикеток (стр. 363).

Лак и коллодий для этикеток (стр. 364).

Асфальтовый лак для штативов.

Угли для дуговой лампы, диаметр 1; 1,5 и 2 см, по несколько штук, если в помещение проведено электричество.

Угли для резки стекла (стр. 191).

Рисовальные угли, очень удобные для многих опытов с углем, а также для приготовления чертежей, 1—2 дюжины.

Угли для паяльной трубки (3—4). Можно пользоваться и обыкновенными большими кусками угля.

Мел куском для писания на доске и для опытов.

Спирт денатурированный и *бензин* для ламп и горелок (если нет газа).

Фитили для спиртовых лампочек.

Мыло для мытья посуды и для рук.

Дерево в виде ящичков, досок, брусков для различных поделок.

Обыкновенно сохраняют все случайные куски, так или иначе попадающие в лабораторию.

5. Медицинские средства

На случай порезов, ожогов и т. п. в препаровочной должны находиться следующие вещества:

Раствор йода в спирте (3%).

» *борной кислоты* (2%).

» *сода двууглекислой* (3%).

» *уксусной кислоты* (3%).

Марля гигроскопическая (стерилизованная).

Вата гигроскопическая (стерилизованная).

Марлевые бинты (лучше стерилизованные), шириной около 5 см.

Французские булавки к ним.

Перевязочные средства лучше всего держать в широких фарфоровых банках и *тщательно оберегать от загрязнения*.

Материалы для мази от ожогов. Мазь от ожогов готовят взбалтыванием льняного или оливкового (прованского) масла с разбавленной известковой водой (насыщенный раствор известки разбавляют равным объемом воды). Готовят эту мазь перед самым употреблением. Для этой цели следует иметь рядом с банками, заключающими масло и известковую воду, небольшую чистую баночку с пробкой. В баночку наливают примерно равные объемы масла и известковой воды и смесь сильно взбалтывают, пока не получится эмульсия. Этой эмульсией смачивают вату, прикладывают к обожженному месту и слабо перевязывают.

Вместо приведенного рецепта можно пользоваться смесью 3-процентного раствора соды с вазелином.

Во всех серьезных случаях после подачи первой помощи обращаться к врачу.

6. П р о т и в о п о ж а р н ы е с р е д с т в а

Вода. В больших лабораториях, где есть водопровод, обыкновенно устраивается где-либо в подходящем месте *пожарный кран* с накрученным на вале или сложенным на особой полке пеньковым рукавом достаточной длины, чтобы его хватило на всю длину помещения. Такой пожарный кран полезно иметь и в школьной лаборатории. В крайнем случае можно получить достаточную струю воды и из обыкновенного крана, надев на него каучуковую трубку. Если нет водопровода, то в лаборатории всегда должен быть запас воды, из которого можно было бы зачерпнуть воду ведром и т. п.

Песок. Для тушения разлившегося и загоревшегося бензина, керосина и т. п. веществ легче воды и с нею не смешивающихся воду применять нельзя (горящий спирт водой тушить можно). Такие вещества проще всего затушить, засыпав их песком. Поэтому в химическом кабинете и в препараточной всегда должен находиться запас песка в ведре, ящике, большой банке и т. п., стоящих в доступном месте.

Огнетушители. Наиболее применимы из них такие, которые выбрасывают струю жидкости, насыщенной углекислым газом. Обыкновенно в них находится раствор углекислой соли и кислоты в сосуде, который открывается или разбивается при переворачивании огнетушителя, при ударе по какой-либо части его и т. п. Огнетушителями, как нам известно из личного опыта, очень успешно гасится возникающий пожар, и они применимы для всех случаев (пожар от бензина, керосина и т. п.). Поэтому в лаборатории необходимо иметь такой огнетушитель.

Одеяло — для тушения пожаров.

Наглядные пособия — таблицы, диапозитивы, модели, коллекции и т. д., см. нашу книгу «Методика преподавания химии».

4. ВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ХОЗЯЙСТВА

Как бы ни было скромно хозяйство школьной лаборатории, необходимо с самого начала установить в нем известный порядок. Только в таком случае оно не будет доставлять преподавателю никаких особенных забот и хлопот, не будет отнимать у него лишнего времени.

Все имущество кабинета должно быть внесено в две книги — *инвентарную* и *материальную*. В инвентарную книгу, которая выдается обыкновенно пронумерованная и прошнурованная, вносятся все предметы, не подлежащие быстрому расходованию, — мебель, весы, газометры, штативы, горелки, приборы, дорогие и крупные инструменты и т. п. Все же материалы, посуда, различные мелочи и вообще все прочие поступления в кабинет заносятся только в материальную книгу.

Внесенные в инвентарь предметы следует сохранять до ревизии даже в тех случаях, когда они совершенно испорчены и непригодны. Списать их с инвентаря можно только с соблюдением требуемых формальностей.

Все даваемые различным учреждениям заказы следует также аккуратно вписывать в *книгу заказов* с обозначением даты и всех подробностей заказа (лучше вписывать точную копию заказа).

Все письма, описи, накладные и другие документы, касающиеся кабинета, следует сохранять в полном порядке.

К некоторым приборам (например, лампам Бартеля) и материалам (например, краскам и т. п.) бывают иногда приложены «паспорта» — чертежи, объяснения и наставления, как ими пользоваться.

Для подобных объяснений и наставлений очень полезно завести *особую папку*, в которую их и подклеивать или подшивать. Иначе такие листы и брошюры легко теряются и, когда нужно, их не удастся найти.

Для записи недостающих веществ, предметов, которые нужно купить, выписать, приготовить и т. п., необходимо завести тетрадь. Кроме того, полезно завести *особую тетрадь* для записи менее необходимых предметов, которые желательно приобрести, чтобы в конце года можно было по упомянутой тетради легко составить список предметов и материалов, которые нужно выписать.

При выписке следует всегда, по возможности, руководствоваться каталогами и списками того учреждения, которому дается заказ, причем, кроме названия, нелишне проставить и номер по списку.

Для поддержания порядка и чистоты в аудитории и препаровочной очень важно соблюдать *определенный порядок и в работе*.

После окончания урока лучше всего сейчас же передвинуть все предметы на демонстрационном столе, расположив по группам: что нужно вымыть, что оставить до следующего урока, что поставить в шкаф,

чтобы технический работник мог сразу же привести все в порядок. Также следует указать ему, какие приборы после мытья должны остаться в собранном виде, какие вещества нельзя выкидывать в раковину и т. д.

В препаровочной также следует отвести особое место для грязной посуды, откуда технический работник может забирать ее для мытья без особого каждый раз распоряжения.

Уходя из химического кабинета, не следует забывать осмотреть, закрыты ли все газовые и водяные краны, не оставлен ли где-нибудь огонь, открытая склянка с реактивом и т. п.

В конце учебного года, с весны, в лабораториях подводятся все итоги, проверяется имущество, посылаются заказы, составляются требования на ремонт; лаборатория, аудитория и препаровочная приводятся в полный порядок: пол, столы и мебель моются, протираются керосином или вареным льняным маслом с водой, все приборы и посуда моются и расставляются на места, штативы и т. п. чистятся и красятся, осматриваются притертые и залитые пробки у реактивов, банки с летучими веществами ставятся, по возможности, в тень, опасные вещества запираются в особый шкаф и т. д. В конце же года следует позаботиться и о расписании уроков на следующий год, что особенно важно, если, кроме уроков химии, в том же классе происходят и другие уроки.

К началу учебного года следует приготовить нужные растворы, переменить, где нужно, этикетки, вскрыть ящики с полученными заказами, окончательно установить расписание уроков и т. д.

5. РАЗНЫЕ РЕЦЕПТЫ И СОВЕТЫ

1. Приготовление раствора лакмуса

Лакмус (*laccа musci*) поступает в продажу в виде небольших комочков, представляющих смесь лакмуса с большим количеством мела. Поэтому продажный лакмус нацело в воде не растворяется. Для приготовления раствора поступают обыкновенно так: лакмус обливают в колбе или склянке небольшим количеством (примерно равным объемом) воды, хорошо взбалтывают и, дав с $\frac{1}{4}$ часа постоять, первую порцию сливают и выбрасывают. Затем снова прибавляют воды (5—10 объемов) и, взболтав, оставляют стоять на несколько дней.

Отстоявшийся раствор сливают с осадка и прибавляют несколько капель слабой серной кислоты до получения фиолетового раствора.

Полученный таким образом лакмус очень мало чувствителен и не дает резкого перехода от синего к красному, и наоборот. Поэтому полезно лакмус предварительно подвергнуть очистке для отделения посторонних красящих веществ, маскирующих цвет лакмуса. Есть несколько способов очистки лакмуса. Опишем один

из них. Неразмельченные кусочки лакмуса кладут в фарфоровую чашку, обливают 85-процентным спиртом и некоторое время нагревают на водяной бане при помешивании стеклянной палочкой. Раствор затем сливают и повторяют эту операцию три раза. Путем такого экстрагирования удаляются посторонние красящие вещества. Остаток выщелачивают горячей водой, которую сливают в высокий стеклянный цилиндр и дают отстояться несколько дней. Затем прозрачный раствор сливают сифоном, выпаривают приблизительно на $\frac{1}{3}$ и насыщают уксусной кислотой для разложения имеющегося поташа. Затем продолжают упаривание до сиропообразной консистенции и обливают массу большим количеством 90-процентного спирта. Таким образом осаждается синее красящее вещество, между тем как в растворе остается фиолетовое красящее вещество и уксуснокалиевая соль. Осадок отфильтровывают, промывают спиртом и растворяют в теплой воде.

Слишком интенсивно окрашенный раствор можно перед употреблением разбавлять водой.

Для того чтобы лакмус не плесневел, необходим доступ в склянку воздуха. Поэтому склянку закрывают пробкой со вставленным капилляром или пользуются вместо пробки комком ваты. Иногда прибавляют к лакмусу несколько капель раствора карболовой кислоты.

2. Приготовление лакмусной бумаги

Для приготовления лакмусной бумаги лучше взять тонкую хорошую белую фильтровальную бумагу, но можно воспользоваться и обыкновенной фильтровальной бумагой.

Крепкий, интенсивно окрашенный в красный или синий цвет (но без большого избытка щелочи или кислоты) раствор лакмуса наливается в какой-нибудь большой плоский сосуд (например, фотографический кювет, таз и т. п.), и куски бумаги, нарезанные по ширине сосуда, проводятся через жидкость, чтобы она их вполне смочила. Дав стечь избытку жидкости, бумагу вешают на протянутую через комнату нитку так, чтобы каждый кусок висел отдельно, не касаясь соседнего куска. Кроме того, каждый кусок перегибается для вешания не пополам, а лишь настолько, чтобы он держался на нитке. Чтобы бумага была окрашена возможно равномерно, накапливающиеся на нижнем краю бумаги капли раствора время от времени снимают в подставленный кювет, проводя по краю бумаги стеклянной палочкой.

Сушку бумаги лучше всего производить не в лаборатории, где всегда могут быть кислые пары, а в какой-нибудь другой комнате. Если же бумага сушится в лаборатории, то это следует делать в такое время, когда в лаборатории не производится никаких работ. Чтобы не пачкать пол, его, конечно, лучше прикрыть опилками,

газетной бумагой и т. п. Нельзя сушить лакмусную бумагу на солнце, так как она от этого выгорает.

Сухая лакмусная бумага нарезается узкими полосками.

Хранить бумагу следует в плотно закрытых стеклянных банках.

3. Приготовление раствора индиго

Для приготовления раствора индиго лучше всего употреблять индигосерноокислый натрий или так называемый *индигокармин* (indigo carmin), который представляет собой густую мазь, легко растворимую в воде. Можно пользоваться и более чистым порошковатым индигосерноокислым натрием, также легко растворимым в воде.

За неимением указанных продуктов можно воспользоваться и обыкновенным индиго (indigo bengal), которое растворяется в *дымящейся* серной кислоте (acidum sulfuricum fumans). На 1 часть (5—10 г) берут 4—6 частей кислоты. Индиго берут в виде порошка и прибавляют к кислоте постепенно, небольшими порциями, избегая разогревания. Получается довольно густая смесь. Ее хорошо размешивают палочкой и оставляют дня на 3 при обыкновенной температуре. Затем разбавляют 20-ю или более объемами воды и фильтруют. Полученный раствор очень крепок, и для употребления его обыкновенно приходится разбавлять. Для получения интенсивно окрашенного раствора достаточно нескольких кубических сантиметров этого крепкого раствора на склянку в 250 мл. Слабый раствор при продолжительном хранении постепенно обесцвечивается.

4. Приготовление известковой воды

Известковая вода заготавливается обыкновенно в большой (на 2—3 л) склянке таким образом: в склянку насыпается гашеная известь (лучше чистая — *calcaria caustica e tartare*), слоем в 3—4 см. Склянка почти доверху заполняется водой, и жидкость сильно взбалтывается. Когда раствор через несколько дней вполне отстоится¹, прозрачную жидкость осторожно сливают в чистую склянку, а склянку с осадком снова доливают водой.

Если, сливая раствор с осадка, каждый раз не забывать доливать в склянку воды, то будет всегда в запасе отстоявшийся насыщенный раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Хранить известковую воду лучше всего с хорошей и хорошо подогнанной *корковой* пробкой. Через каучуковую пробку углекислый газ сравнительно легко диффундирует, и потому в данном случае она менее пригодна, чем корковая. Если пользуются притертой стеклянной пробкой, то ее необходимо смазать.

¹ Если известковая вода нужна спешно, то, конечно, можно и отфильтровать раствор, но он будет далеко не насыщенным.

5. Приготовление зерненного цинка

Цинк плавится в железной ложке, в самодельной жестяной коробочке (рис. 260) или в давленной (непаяной) коробочке из-под сардинок (к ней можно приклепать ручку) и выливается тонкой струей в ведро с водой.

Для того чтобы получить более мелкие зерна, можно положить на края ведра метелку из прутьев, расправив ее так, чтобы цинк мог через нее свободно протекать.

Цинк получается чистый, корка окиси вся остается в сосуде, в котором цинк плавится.

6. Приготовление менделеевской замазки

По указаниям В. В. Лермантова, состав менделеевской замазки следующий: 1000 частей канифоли, 250 частей желтого воску, 400 частей безводной окиси железа (краски «мумия») и от 3 до 10 частей льняного масла.

Канифоль бывает различных сортов. Лучший сорт — светлый и довольно твердый, почти не прилипающий к пальцам даже в виде порошка, получается из свежего терпентина. Более темные и липкие сорта содержат много пригорелой смолы и носят у нас название «гарпиус». Для менделеевской замазки лучше брать светлую канифоль.

Воск берется натуральный пчелиный, нефальсифицированный.

«Мумия» получается прокаливанием железного купороса как побочный продукт при добывании дымящейся серной кислоты. По составу и свойствам к ней приближается так называемый «железный сурик» — прокаленная натуральная охра. Для замазки химический состав прибавляемого порошка безразличен: можно брать и толченую пемзу и другие индифферентные порошки, только перед употреблением прокалить их до темно-красного каления на железном листе или сковородке, чтобы выделить воду и все летучее. После прокаливания надо растереть и просеять через мелкое сито: крупные частицы и комочки очень вредят качеству замазки.

Сначала расплавляют воск в чугунном или медном котелке или железной чашке. Во время приготовления замазки легко ее перегреть, поэтому нельзя брать сосуд луженый или паяный оловянным припоем, так как сосуд может распаяться; опасно брать и глиняный горшок, потому что он может лопнуть, и смола загорится. Нагревать следует на горелке или керосинке, чтобы легко можно было регулировать температуру.

Воск плавят на легком огне, чтобы он не пригорел, и помешивают, чтобы скорее плавился, а не перегревался. Когда все расплавится, прибавляют понемногу канифоль и помешивают. Если сразу всыпать всю канифоль, — застынет большой комок и не скоро про-

греется. Расплавившись, канифоль сильно пенится; поэтому сосуд надо брать просторный, по крайней мере двойной вместимости по сравнению с объемом готовой замазки. Огонь надо будет уменьшать, чтобы пена не пошла через край, и продолжать нагревание, пока пена не опадет сама собой. Когда пена исчезнет, прибавляют мумию. Пена снова появляется, но быстро исчезает. Тогда прибавляют масло. Чем больше масла, тем мягче получается замазка. Обыкновенно берут 3—4 части масла. После его прибавления надо еще продолжать нагревание и считать работу оконченной лишь тогда, когда совершенно жидкая замазка не дает вовсе пены.

Тогда дают ей охлаждаться при усердном помешивании, чтобы порошок не осел на дно, и отливают в плоские коробочки, сложенные из пергаментной бумаги, только тогда, когда замазка станет заметно густеть. Замазка к пергаментной бумаге не пристает и по охлаждении легко отделяется. Можно отливать и в трубки, свернутые из пергаментной бумаги и заткнутые снизу пробкой; трубку можно связать или подклеить наружный край клеем. В трубку можно вставить фитиль, как для свечки, но не толстый; в таком случае фитиль можно зажигать и, держа огнем вниз, капать замазкой, куда нужно. Это иногда удобно, но лучше менделеевскую замазку расплавлять в ложке, как было сказано выше.

Хорошо прогретая замазка плавится без пузырей и вполне заликает щели.

7. П а я н и е

Выше (стр. 382) было указано, каким образом можно паять при помощи тиноля. Тиноль очень удобен для самых мелких поделок, более же значительные работы с ним выходят очень грязно. Гораздо чище и аккуратнее получается работа при пайке оловом или оловянным *припоем*, состоящим из 2 частей олова и 1 части свинца. Припой продается готовый, но его легко можно приготовить сплавлением чистых олова и свинца. Для этого в железной чашке расплавляется сначала свинец, а затем к нему прибавляется олово. Когда оно расплавится, сплав тщательно перемешивают и затем отливают в сделанный в доске желобок или в согнутый под углом кусок железного листа. Как металлы, так и форма должны быть совершенно сухие, так как иначе обычно происходит разбрызгивание металла, который может причинить серьезные ожоги.

При пайке для разогревания припоя и спаиваемых поверхностей пользуются обыкновенно паяльником.

На рисунке 487 изображены электрический паяльник (а) и паяльник (б), который нагревают в печке, на жаровне или на сильной горелке. Нагретым паяльником проводят по куску припоя, который плавится и пристает к паяльнику, затем проводят по спаиваемым поверхностям, которые в свою очередь прогреваются и спаиваются припоем.

Для того чтобы припой приставал к паяльнику и к спаиваемым поверхностям, они должны быть совершенно чисты и покрыты веществами, которые предохраняют их от окисления во время пайки.

Очистка производится при помощи напильника, наждачной бумаги, ножа и т. п. Чистить металл нужно до полного блеска, чтобы не осталось ни пятнышка окиси или грязи.

При пайке оловом или оловянным припоем в качестве *вещества, растворяющего окислы металлов* и очищающего их поверхность при нагревании, служит обыкновенно *хлористый цинк*, который получают растворением в соляной кислоте (концентрированную кислоту разбавить одной частью воды) обрезков цинка или порошка окиси цинка до насыщения. К полученному «паяльному раствору» (мастера его называют обыкновенно «травленая кислота») прибавляют иногда нашатыря (примерно на 3 части взятого Zn 2 части NH_4Cl), но можно этого и не делать.

Проще всего пользоваться готовым хлористым цинком. На 1 л воды берут 40 г ZnCl_2 (zincum chloratum purum siccum) и 15 г нашатыря (ammonium chloratum purum)¹.

Для того чтобы олово пристало к нагретому паяльнику, очищенный конец его опускают на несколько секунд в налитый в какой-нибудь плоский сосуд паяльный раствор, а затем трут острым концом паяльника взад и вперед о большой *кусок нашатыря*. На нашатырь кладется кусочек припоя, который при этом вылуживает поверхность паяльника и пристает к ней в большем или меньшем количестве².

Не давая паяльнику остыть, концом его медленно проводят по спаиваемому месту, смазанному предварительно паяльным раство-

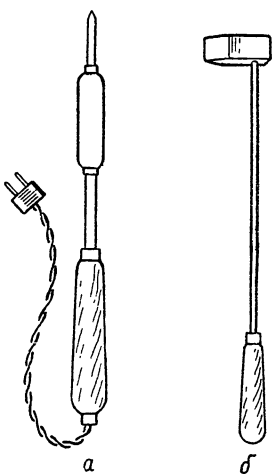


Рис. 487. Паяльники:

а — электрический; б — обычный.

¹ Действие ZnCl_2 заключается в следующем. При нагревании вода испаряется и ZnCl_2 плавится. При обменном разложении с окислами он дает хлористые металлы, которые, как известно, летучи. Например: $\text{ZnCl}_2 + \text{CuO} = \text{CuCl}_2 + \text{ZnO}$; $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} = 2\text{CuCl}$. CuCl улетает; окись цинка реагирует с хлористым цинком, образуя хлорокись цинка: $\text{ZnO} + \text{ZnCl}_2 = \text{Zn}_2\text{Cl}_2\text{O}$. Хлорокись цинка — легкоплавкое вещество. Сплав ZnCl_2 и $\text{Zn}_2\text{Cl}_2\text{O}$ покрывает спаиваемые металлы слоем, предохраняющим их от окисления. Вместе с тем эти вещества легче расплавленного припоя. Они всплывают на поверхность, а припой смачивает чистую поверхность металла, затекает во все щели и спаивает таким образом нагретые поверхности.

² NH_4Cl диссоциирует при высокой температуре на NH_3 и HCl . Образующийся HCl дает с окисью меди CuCl_2 ; последняя с медью дает CuCl , которая улетает.

ром, пока не получится спай. Намазывать паяльный раствор можно при помощи лучинки или перышка.

Паяльник должен быть нагрет *достаточно сильно*, но не докрасна, так как при красном калении сгорает покрывающий конец паяльника припой, и паяльник приходится снова чистить и лудить. Чем больше паяльник, тем, очевидно, он дольше не остывает, но тем труднее его нагреть. Беря на паяльник новую порцию олова, опять делают это, как было описано выше. Если конец паяльника сильно загрязнился и олово к нему начинает плохо приставать (при перекаливании паяльника на поверхности его образуется корочка бронзы, к которой припой не пристает), его очищают крупным напильником и снова вылуживают.

Спаиваемые части должны быть *плотно прижаты друг к другу* при помощи тисков, щипцов, проволоки и т. п. Небольшие кусочки можно прижимать при помощи заднего конца напильника или проволоки просто рукой. Если между спаиваемыми поверхностями остаются местами значительные промежутки, более 0,5 мм, то их не всегда можно закрыть припоем. Для того чтобы нанести большой слой олова, можно во время пайки прижимать время от времени к концу паяльника палочку припоя или накладывать кусочек припоя на спаиваемое место.

Небольшие предметы можно спаивать оловом и без паяльника; спаиваемое место смазывается паяльной жидкостью, на него накладываются кусочки припоя (палочку припоя можно разбить на утюге в пластинку и нарезать ножницами кусочки соответствующей длины, можно вылить немного расплавленного в железной чашке припоя на сковородку и т. п. и затем разрезать полученную пластинку) и предмет нагревают на горелке или на спиртовой лампочке.

Спаянный предмет следует сейчас же хорошо *смыть водой* (под краном). Нет надобности ожидать, пока он остынет. Если на спае останется паяльная жидкость, металл может потом от этого ржаветь.

Вышеописанным способом можно паять все обычные металлы за исключением алюминия, который благодаря прочной пленки окиси, находящейся на его поверхности, обычным способом не паяется. Алюминий можно спаять с алюминием или другим металлом только при условии предохранения поверхности алюминия от изолирующего действия Al_2O_3 .

Для этого поверхность алюминиевого предмета очищают до блеска новой наждачной бумагой или выскабливают ножом (но не напильником). На очищенное место алюминиевого изделия наливают расплавленную канифоль и сейчас же это место натирают горячим, хорошо залуженным (тоже с канифолью, а не с нашатырем) паяльником. Олово с паяльника переходит на алюминий, хорошо смачивает его поверхность, но алюминий при этом сильно нагревается. К такой залуженной поверхности, пользуясь в качестве флюса порошком канифоли или раствором канифоли в вин-

ном спирте, можно припаивать обычным способом проводники, накладывать заплатки из жести, красной меди или латуни.

При соединении алюминия с алюминием обе спаиваемые поверхности должны быть залужены, как указано выше.

В качестве припой можно применять чистое олово или припой следующего состава: 1) олова, 1,5 вес. части, свинца 1 вес. часть; 2) олова 2 вес. части, свинца 1 вес. часть.

Вместо хлористого цинка можно употреблять при паянии и другие вещества. Можно покрывать спаиваемое место порошком нашатыря, при спаивании меди и латуни употребляют канифоль, стеарин и т. д., но удобнее всего $ZnCl_2$.

Очень легкоплавкий припой (т. пл. 124°) получается из сплава равных частей олова, свинца и висмута.

8. Чистка заржавевших предметов

Ржавчину с железных предметов проще всего удалять при помощи стальной щетки. Если предмет очень сильно заржавел, то его следует смазать предварительно раствором парафина в керосине¹. Для того чтобы ржавчина лучше отстала, полезно оставить смазанный предмет постоять сутки, повторяя это несколько раз.

Еще лучше удалять ржавчину при помощи раствора четыреххлористого олова и винной кислоты. Этот раствор совершенно не действует на железо, но начисто отделяет от него ржавчину, даже в том случае, если железный предмет совершенно проржавел. Для приготовления раствора берут на 1 л воды 100 г $SnCl_4$ (stannum tetrachloratum fumans) или 135 г $SnCl_4 \cdot 5H_2O$ (stannum tetrachloratum cryst.) Четыреххлористое олово прибавляют постепенно, небольшими порциями, при сильном взбалтывании. Винная кислота (acidum tartaricum purum) растворяется отдельно: 2,5 г на 1 л воды. Полученный раствор приливается к охлажденному раствору четыреххлористого олова и к смеси затем прибавляется еще около 20 мл обычного раствора индиго (стр. 389). Предмет, с которого нужно удалить ржавчину, погружают в раствор на сутки и более, а затем промывают в воде, причем ржавчина легко отделяется при помощи травяной щетки или даже просто тряпки. Хорошо промытый предмет следует затем вытереть и высушить в теплом месте.

Мелкие, сильно заржавевшие предметы, например железные чашки, можно для удаления ржавчины погрузить на некоторое время в разбавленную азотную кислоту, а затем тщательно вымыть и высушить.

Почерневшую полированную медь можно чистить различными мазями или жидкостями для чистки металлов.

¹ В бутылку с керосином положить стружек парафина и так оставить на несколько дней, чтобы получился насыщенный раствор.

9. Чистка напильников

Сильно забитые деревом, пробкой, свинцом, красной медью и т. п. напильники лучше всего чистить при помощи стальных щеток из так называемой *кардовой ленты* (употребляемой для чесальных машин). Кусок ленты набивается гвоздями на дощечку, выстроганную в виде лопаточки. Инструментальные склады отпускают такие щетки готовыми.

Щеткой трут поперек напильника, по направлению поперечных насечек.

Затупившийся напильник можно *подновить*, если, хорошо вычистив, погрузить его на короткое время в соляную кислоту и затем тщательно вымыть водой и высушить.

10. Отмывание грязи и пятен от рук

Для мытья рук нужно иметь прежде всего хорошую травяную щетку (так называемую *докторскую*), при помощи которой легко отмывать грязь водой и мылом.

Если руки выпачканы чем-нибудь *жирным* (растительный или животный жир, минеральное масло и т. п.), особенно если жирное вещество попало на руки с трущихся металлических частей какого-нибудь прибора, например после чистки насоса и т. п., то руки не следует мыть сразу водой. Лучше всего сначала обильно смазать их вазелином, вытереть тряпкой или фильтровальной бумагой, а затем уже вымыть с мылом.

Пятна от *йода* лучше всего смывать при помощи концентрированного раствора тиосульфата натрия (гипосульфит, *натрий тисульфурозум*). Пятна от *индиго*, чернил смывать слабой хлорной водой. Пятна от *марганцовокалиевой соли* (*калий гиперманганисум*) — щавелевой кислотой (*acidum oxalicum*), от *фуксина* — лимонной кислотой (*acidum citricum*). Для того чтобы удалить с рук черные пятна от *ляписа*, их следует смазать сначала раствором йода, а затем смыть концентрированным раствором гипосульфита. Рекомендуют также пользоваться свежесмешанными концентрированными растворами красной соли (*ferri-kalium суанатум*) и гипосульфита.

11. Смазывание трущихся деревянных поверхностей

Плохо выдвигающийся ящик, плохо поднимающуюся дверцу вытяжного шкафа и т. п. лучше всего натирать порошком талька.

Часто ящик плохо выдвигается вследствие того, что он сильно покоробился. Тогда, очевидно, его следует сначала выстрогать рубанком.

12. Открывание ящика с приборами и т. п.

Ящики, в которых упакованы выписанные приборы, вещества и т. п., не следует доверять откупоривать неопытному помощнику, так как при неосторожном открывании крышки легко можно повредить содержимое ящика. При открывании обыкновенно пользуются топором или отверткой. При помощи конца топора или отвертки, просунутых под крышку, последнюю отделяют от стенок, пользуясь инструментом как рычагом. Очевидно, можно упирать конец инструмента *только* в крышку, нажимая на ручку вниз. Неопытные же при этом часто действуют в ту и другую сторону, нажимая ручку инструмента то вверх, то вниз. Конец инструмента упирается то в крышку, то в содержимое ящика, которое нередко и повреждается.

13. Снятие со стекла старых этикеток и засохших каучуковых трубок

Старые, ненужные этикетки со склянок и банок быстрее всего удаляются ножом.

Держа сосуд за горлышко, ножом много раз проводят сверху вниз по образующей цилиндра, каждый раз немного поворачивая сосуд. Оставшиеся несрезанными небольшие кусочки бумаги затем легко удаляются при помощи мокрой тряпки.

Совершенно таким же образом срезаются со стеклянных трубок присохшие к ним затвердевшие каучуковые трубки.

**6. Список материалов, посуды и приборов,
необходимых для постановки в средней школе (VII—X классы)
всех лабораторных работ, классных опытов и демонстраций
по химии**

(Количества рассчитаны на классы в 40 человек, в одно-
комплектной школе)

Названия веществ	Количество		Для замечаний
	кило- граммы	граммы	
I. Материалы и реактивы.			
Азотноватый ангидрид, запаянный в трубках (по 10 г)		30 (3 трубки)	
Ализарин		25	
Алюминий (проволока диам. 1 мм)		50	
„ пластина тонкая (0,2 мм)		200	
„ порошок		50	
„ окись		50	
„ хлористый		150	
Альбумин		50	
Альдегид уксусный		50	
„ бензойный		20	
Аммиак (раствор, уд. в. 0,91)	2		
Аммоний азотнокислый		100	
„ углекислый		100	
„ роданистый		200	
„ хлористый	1		
„ хромовокислый		50	
„ сернокислый		200	
„ двухромовокислый		200	
Анилин		100	
„ солянокислый		50	
Антрацен		20	
Ацетон		50	
Барий гидрат окиси (едкий барит)		200	
„ перекись		100	
„ сернистый		50	
„ сернокислый		250	
„ хлористый		200	
Белильная известь		500	
Бензин авиационный	1		
Бензол		500	
Бензол-сульфокислота		50	
Бром		250	
Бура		250	
Вазелин		100	
Вуда сплав		100	
Гваякол		10	
Гипс в порошке (жженный)		500	
Гликоль		100	
Глицерин		100	

Названия веществ	Количество		Для замечаний
	килограммы	граммы	
Деготь каменноугольный	1		
Декстрин желтый		200	
Дифениламин		20	
Железо порошком		500	
" опилки		500	
Железо сернистое	1		
" сернокислое (железный купорос)		250	
" хлорное		200	
Желатина		20	
Индиго-кармин		150	
Йод кристаллический		50	
Йодоформ		10	
Кадмий металлический в палочках		50	
" сернокислый		100	
Калий металлический		100	
" гидрат окиси (едкое кали) чистый	1		
" азотнокислый		400	
" двухромовокислый		600	
" марганцовокислый	1		
" углекислый		400	
" хлористый		150	
" хлорноватокислый (бертолетова соль)		500	
" железистосинеродистый		200	
" йодистый		50	
" роданистый		50	
" хромовокислый		200	
Кальций металлический		100	
" окись (жженная известь из мрамора)	2		
" хлористый зерненный		500	
" " кристаллический		200	
" уксуснокислый		150	
" карбид		500	
" фтористый		150	
Камфара		10	
Канифоль		50	
Кварцевый песок белый		500	
Квасцы алюминиевые		300	
" хромовые		250	
Керосин	1		
Кислота азотная х. ч., уд. в. 1,4	1		
" " дымящая		500	
" бензойная		50	
" винная		100	
" борная		200	
" масляная		150	
" муравьиная		50	
" олеиновая		250	
" салициловая		40	
" стеариновая		200	
" серная х. ч., уд. в. 1,84	10		

Названия веществ	Количество		Для замечаний
	килограммы	граммы	
Кислота соляная х. ч., уд. в. 1,19	3		
” ” ” ” ” ” 1,12	3		
” уксусная, ледяная		200	
” ” 80%		500	
” фосфорная, ледяная (метафосф.)		250	
” ортофосфорная, крист.		50	
” щавелевая		200	
” яблочная		50	
Коллоид		150	
Конго красный		10	
Крахмал		200	
Кремнезем в порошке (кварц измельченный)		200	
Ксилол		200	
Лакмус		50	
Ликоподий (детская присыпка)		50	
Магний, лента		10	
” порошок		20	
” окись		100	
” сернистый		250	
” углекислый		100	
” хлористый		100	
Малахитовая зелень		20	
Марганец двуокись в порошке		500	
” ” гранул	1		
” сернистый		200	
Масло оливковое (или подсолнечное)		100	
” машинное		500	
Медь металлическая (опилки)		250	
” ” (фольга)		20	
” ” (порошок)		200	
” закись, х. ч.,		50	
” окись зернен.		200	
” ” порошок		200	
” азотнокислая		150	
” сернистая (медный купорос)	1		
” углекислая (основная соль)		500	
” хлорная		150	
Метилоранж		10	
Мрамор	5		
Мышьяк металлический		50	
Мышьяковистый ангидрид		50	
Натрий металлический		50	
” перекись		50	
” гидрат окиси (едкий натр)	2		
” азотнокислый		200	
” бромистый		100	
” сернистый		500	
” сернистокислый		250	
” серноватистокислый		300	
” сернистый		150	

Названия веществ	Количество		Для замечаний
	килограммы	граммы	
Натрий уксуснокислый		500	
” уксуснокислый (плавленный)		250	
” двууглекислый		500	
” углекислый (в порошке)		500	
” ” (кристаллич.)		250	
” хлористый, хим. чистый	1		
” двуххромовокислый (для элементов)	2		
” хлористый, каменная соль чистая	2	500	
” кремнекислый (растворим. стекло)		500	
” фосфорнокислый		150	
Натронная известь	1		
Нафталин		100	
Нефть сырая	2		
Никель сернокислый		200	
Нитробензол		100	
Олеум	1		
Олово металлическое (в палочках)		200	
” фольга		50	
Парафин	1		
Перекись водорода (3% раств.)		200	
” ” (30% раств.)		100	
Пластилин синий, красный, желтый	3	палочки	
Ртуть металлическая	2		
” окись		100	
” азотнокислая		100	
” двуххлористая (сулема)		100	
Сахар молочный		10	
” виноградный (глюкоза)		100	
” тростниковый (сахарная пудра)		500	
Сахарин		3	
Свинец металлический в палочках		200	
” окись (глет)		500	
” перекись		50	
” азотнокислый		200	
” уксуснокислый		200	
Сегнетова соль		250	
Сера порошком (серный цвет)		500	
” черенковая		500	
” химически чистая (кристаллическая)		100	
Серебро, проволока		5	
” азотнокислое		25	
Серный ангидрид, запаянный в колбе		200	
Сероуглерод		150	
Скипидар		120	
Слюда, пластина		50	
Спирт амилловый (изоамиловый)		100	
” бутиловый		50	
” метиловый		500	
” этиловый, ректиф.	1		
” ” сырец	5		
Стронций азотнокислый		150	

Продолжение

Названия веществ	Количество		Для замечаний
	кило-граммы	граммы	
Сурик	1	150	
Сурьма металлическая		50	
Тальк в порошке		200	
Таннин		100	
Термит			
Толуол		200	
Триметиламин		50	
Уголь в порошке, активированный		100	
" животный		100	
Фенол		200	
Фенолфталеин		15	
Формалин		150	
Фосфор белый		50	
" красный		100	
Фосфорный ангидрид		100	
Фуксин		30	
Хлороформ		150	
Хром серноокислый		150	
Хромовый ангидрид		100	
Четыреххлористый углерод		50	
Этил хлористый (в запаянной трубке)		10	
Этиламин		50	
Эфир серный		250	
" изовалерьяново-изоамиловый		50	
" масляноэтиловый		50	
" укусноизоамиловый	100		
" укусноэтиловый	50		
Цинк металлич., гранул.	5	300	
" листовой (тонкий)		200	
" порошок		200	
" палочками		200	
" серноокислый		200	
" хлористый	200		

Наименование	Колич. наборов	Для замечаний
Школьный набор № 1 (кислота азотная)	5	
Школьный набор № 2 (щелочи)		
Школьный набор № 3 (органические препараты)		
Школьный набор № 5 (металлы и окислы металлов)		
Школьный набор № 6 и 7 (соли)		
Школьный набор № 8 (электролит калиево-литиевый)		
Школьный набор № 11 (серная и соляная кислоты)		
Школьный набор № 12 и 13 (металлы и соли)		

Наименование	Количество	Для замечаний
II. Приборы, инструменты		
1. Приспособления для нагревания		
Спиртовые лампочки на 100 мл	20	
" " " 350 "	3	
" " " с плоским фитилем для сгибания трубок	10	
Бензиновые горелки типа «чижик» с баллоном и насадкой для плоского пламени	15	
Электрические плитки на 200 вт	15	
Электрические плитки на 600 вт	5	
Керосиновые горелки лабораторные или примусы с бесшумным пламенем	1	
Газовые горелки (если есть газ) взамен спиртовых, бензиновых и керосиновых, ученические с насадками для плоского пламени	20	
Газовые горелки типа Теклу	3	
Паяльная горелка с паяльным столом, мехом, газовая или с бензиновым карбюратором	1	
2. Штативы и прочее оборудование рабочего места		
Штативы ученические металлические высотой 40 см с двумя кольцами и одним зажимом	15	
Штативы Бунзена высотой 75 см, с 3 кольцами и 3 зажимами	3	
Штативы для бюреток, деревянные	10	
Таганы для водяной бани	3	
Штативы (стойки) для пробирок, деревянные (по Верховскому) на 12 пробирок	20	
Держалки для пробирок, деревянные с пружиной	20	
Щипцы тигельные	15	
Сетка медная, 12 × 12 см, для нагревания на спирту	20	
Сетка железная асбестированная, 10 × 10 см, для нагревания на газе	20	
3. Весы и разновесы		
Весы Беранже до 5 кг	1	
Весы демонстр. (техн. без колп.) до 2 кг	1	
Весы типа аптечных со штативом Верховского	15	
Разновес ученический от 0,01 до 50 г. Гирьки до 1 г — медные, никелированные плоские; доли грамма — алюмин., с обозначением долей грамма как на разновесках, так и в ячейках	15	
Разновес технический, в ящике с крышкой, медный, никелированный, от 0,1 до 2 кг	1	

Наименование	Количество	Для замечаний
Каучуковые баллоны для пульверизаторов с двумя шарами	2	
Трубки железные длин. 30 см, диам. 3,5 см, толщина стенки 1,5 мм, развернутые на концах для пробок (для разложения воды металлами)	15	
9. Инструменты		
Нож для пробок	1	
Ножницы для бумаги длин. 15 см	1	
Напильники (для резки стекла) плоские, личные	15	
Напильники драчевые длин. 20 см	1	
" личные длин. 20 см	1	
" круглые личные длин. 15 см	12	
" " драчевые длин. 15 см	1	
Молоток для вбивания гвоздей на 200 г	1	
Плоскогубцы монтерские длин. 15 см	1	
Круглогубцы длин. 15 см	1	
Острогубцы " 15 "	1	
Пинцет прямой длин. около 15 см	1	
III. Стекло и фарфор		
Банки материальные на 50 мл	100	
" " " 100 "	50	
" " " 250 "	20	
" " " 500 "	10	
Банки материальные на 1 л	5	
" " " 5 "	3	
Воронки с длинной трубкой длин. 25 см, дутые.	20	
Воронки 60° диаметром 5 см	20	
" " " 6 "	20	
" " " 9,5 "	3	
" " " 15 "	3	
" " " 18 "	1	
" капельные, с краном, открытые на 500 мл	5	
" " " " закрытые " 100 "	3	
Воронки делительные цилиндрические на 250 мл.	10	
Колбы Вюрца на 100 мл	15	
" " " 250 "	3	
" плоскодонные с тонким рантом на 250 мл	20	
" " " толстым " " 500 "	10	
" " " " " 1000 "	5	
" " " " " 2500 "	3	
" круглодонные с длинной шейкой " 500 "	2	
" Эрленмейера без носика " 100 "	15	
Колбы Бунзена плоскодонные на 500 мл, для фильтров. под уменьш. давл. с каучуков. пробкой и воронкой Бюхнера диам. ок. 8 см (при наличии водоструйного насоса)	3	

Наименование	Количество	Для замечаний
Колокол с горлом 15 × 30 см	1	
То же, на 250 мл	2	
Краны стеклянные прямые № 1	3	
Палочки стеклянные диам. 4 мм	600	2
Пробирки 1,5 × 15 см	1500	
" 2,1 × 20 "	40	
" тугоплавкие 12,5 × 1,5 см	20	
Реторты обычных, вместимостью 100 мл	20	
" " " " " 250 "	5	
" с тубулусом и пробкой вместимостью 250 мл	5	
Реторты тугоплавкие вместимостью 500 мл	5	
Склянки материальные белого стекла на 150 мл	125	
" " " " " 500 "	15	
" " " " " 1000 "	20	
" " " " " 2000 "	10	
" " " " " 3000 "	5	
" " оранжевого стекла на 60 мл	12	
" " " " " 250 "	10	
Склянки с притертой пробкой белого стекла на 150 мл	60	
" с притертой пробкой белого стекла на 1000 мл	5	
Склянки с притертой пробкой и колпаком на 1000 мл	5	
" для сжигания в кислороде на 400 мл	40	
" с тубулусом у дна на 2 л	4	
Склянки толстостенные с широким горлом для получения газов на 200 мл с кауч. пробкой, с 2 отверстиями, по Верховскому	50	
Склянки для собирания приборов с широким горлом	50	
Стаканы батарейные на 1,2 л	5	
" " " " " 2 "	5	
" химические с носиком на 150 мл	20	
" " без носика " 50 "	5	
" " " " " 200 "	10	
" " " " " 500 "	10	
" " " " " 2000 "	5	
" чайные " " " " 200 "	25	
Чашки стекл. (простоквашн.) диам. 15 см	15	
" " " " " 22 "	3	
Бокалы (рюмки) реактивные на 250 мл	15	
Стеклянные лампы цилиндрические	3	
" часовые одиночные диам. 6 см	15	
Тройники из трубки диам. 6 мм	15	
Трубки стеклянные нар. диам. 5 мм	1	кг
" " " " " 6 "	5	"
" " " " " 7 "	2	"
" " " " " 10 "	2	"
" " " " " 20 "	1	"
" " тугоплавкие н. д. 16 мм, длин. 25 см	0,5	
" с оплавленными краями	4	

Наименование	Количество	Для замечаний
Трубки стеклянные U-образные длин. 10 см	15	
Трубки хлоркальциевые № 3	3	
Фортштоссы (аллонжи) длин. 20 см, изогнутые	3	
Цилиндры для собирания газов с притертой пластинкой размером 15 × 4 см	6	
Цилиндры для собирания газов с притертой пластинкой размером 30 × 3 см	6	
Тигли фарфоровые широк. вместимостью 14 мл	20	
Чашки фарфоровые диам. 5,6 см	20	
" " " 7,2 "	5	
" " " 15,6 "	3	
Стаканы фарфоровые на 660 мл	2	
Супки	12	
" " " " " 120 "	2	
IV. Различные материалы		
Пробки конические корковые для склянок, отборные, с диам. нижнего конца 7—10 мм	50	
То же, 10—13 "	50	
" 13—16 "	200	
" 16—18 "	500	
" 18—20 "	200	
" 20—24 "	200	
" 26—28 "	100	
" 30—33 "	100	
Пробки для банок, отборные, с диаметром нижнего конца 33—35 мм	20	
Пробки для банок, отборные, с диаметром нижнего конца 38—40 мм	20	
Пробки для банок, отборные, с диаметром нижнего конца 48—50 мм	10	
Пробки каучуковые конические, с одним отверстием, с диаметром нижнего конца 14 мм	20	
Трубки каучуковые красные с внутр. диаметром 4,5 мм, толщиной стенки 1 мм	10 м	
Трубки каучуковые красные с внутр. диаметром 6,5 мм, толщиной стенки 1,5 мм	10 "	
Трубки каучуковые (если есть газ, для горелок) диаметр. 8 мм, толщ. 1,5 мм	15 "	
Свечи стеариновые	2 "	
" восковые диам. 0,5 см	4 "	
Вата гигроскопич.	250 г	
Бинты марлевые шир. 4 см	3 шт.	
" " " 10 "	2 "	
Сетка красной меди	50 см	
Бумага фильтровальная	200 л.	
" лакмусная красная	20 кн.	
" " синяя	20 "	
Шнур для проводки электричества	10 м	

Наименование	Количество	Для замечаний
Провод звонковый	200 г	
Спицы вязальные (или иглы большие)	30 шт.	
Проволока стальная (балалаечная струна)	2 кат.	
Проволока платиновая диам. 0,2 мм	5 г	
" медная " 0,5 "	250 "	
" " " 1 "	250 "	
Дробь свинцовая, для тарирования	2 кг	
Вата асбестовая	500 г	
Угли для дуговой лампы диам. 1 см	10 шт.	
" " " " " 0,5 см	10 "	
Картон асбестов. толщиной 1,5—2 мм	1 лист	
Замазка менделеевская	500 г	
Этикетки гуммированные 4 × 5 см	200 шт.	
Полотенца посудные	12 "	

ОПИСАНИЯ ОПЫТОВ

І. ПЕРВЫЕ ПОНЯТИЯ

1. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ

1. Отличие пара от тумана

○● 1. К колбочке около 100 мл вместимостью подобрать пробку. В пробку вставить слегка оттянутую на конце трубочку диаметром 6 мм, около 5 см длиной (рис. 488).

Опыт. Влить в колбочку немного воды и поставить на кольцо штатива, на сетку, и нагреть до сильного кипения. Обратит внимание, что близ отверстия трубочки пар невидим, так же и внутри колбочки. Выше замечается видимое облачко капелек сконденсировавшегося пара — туман. Дальше туман опять рассеивается — капельки испаряются.

Чтобы кипение шло ровнее, в воду полезно бросить нитку.

Кончик не должен быть оттянут слишком тонко, чтобы в колбочке не получилось большого давления (возможность взрыва! испытать!).

Опыт относится, собственно, к курсу природоведения, но практика показывает, что обывательское представление о паре удерживается долго и показать опыт в курсе химии очень полезно.

2. Видимые и невидимые пары

○ Заготовить две большие склянки. В одну из них налить немного воды, в другую — столько же брома (bromum), об обращении с бромом необходимо прочесть сказанное на странице 48.

На уроке обратит внимание учащихся, что как над бромом, так и над водой воздух насыщен парами жидкости; разница только в том, что паров воды мы не видим, пары же брома видим.

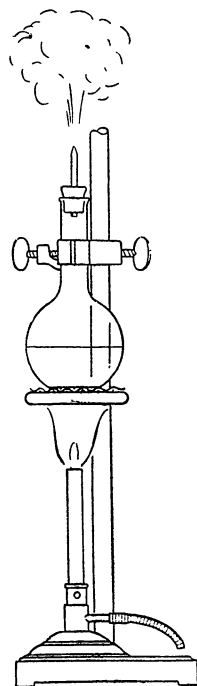


Рис. 488. Пар и туман.

Параллельно можно взять еще склянку со спиртом, бензином или эфиром, пары которых мы хотя и не видим, но узнаем по запаху.

3. Образование облаков

Для опыта вместо воды берется спирт, пары которого конденсируются легче паров воды.

Опыт. В большой (2—4 л) тонкостенный стакан налить немного (на 1—2 см) винного спирта, чистого или денатурата. Стакан поместить на таган или кольцо штатива, подложив сетку или асбестовый картон. Подставить под стакан горелку. Когда спирт начнет закипать и стакан наполнится парами спирта, которые невидимы, на стакан поставить чашку со льдом, снегом или холодной водой. Тотчас у чашки образуется облако тумана (см. рис. 489), который постепенно заполнит весь стакан и начнет собираться на дне чашки в капли. Капли затем будут падать на дно стакана («дождь»).

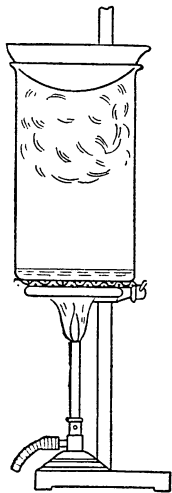


Рис. 489. Опыт, иллюстрирующий образование облаков.

Чтобы пары спирта не сгушались раньше, чем будет поставлена чашка, полезно стенки стакана сначала прогреть, обводя осторожно пламенем горелки, а затем уже нагревать спирт.

Вместо большой чашки можно взять тарелку или колбу.

4. Испарение твердого вещества и образование кристаллов из газа

○ 1. Опыт с йодом. В колбу на 1—2 л и более насыпать заранее немного (около 0,5 г) йода (*jodum resublimatum*) и заткнуть комком ваты.

Опыт. Показать колбу на белом фоне. Для того чтобы фиолетовый оттенок паров йода был заметнее, полезно рядом поставить такую же колбу без йода.

Нагревать осторожно — так, чтобы йод не плавился. Колбу все время встряхивать, чтобы было видно (и слышно), что йод остается твердым. Колба наполняется интенсивно окрашенными фиолетовыми парами. Под конец можно нагреть сильнее, чтобы весь йод обратить в пары. При остывании колбы стенки ее покрываются кристаллами йода.

Напомнить учащимся, что так же испаряются и другие твердые вещества, а в частности и лёд, и что испарение льда можно наблюдать на практике: повешенное на чердак белье высыхает даже в сильные морозы.

Йод в колбе после урока растворить в спирте. Раствор пригодится в качестве йодной тинктуры.

● 2. На лабораторном уроке тот же опыт можно проделать в пробирке, взяв 1—2 кристаллика йода.

○ 3. Опыт, объясняющий процесс образования ия снега. Для опыта лучше всего воспользоваться бензойной кислотой (acidum benzoicum)¹. Она очень легко сублимируется и образует возгон, напоминающий хлопья снега.

Опыт можно производить в большом стакане (на 1—4 л), в тех же условиях, что и опыт со спиртом, только под стакан необходимо подложить кусок асбестового картона или медную сетку в несколько рядов, чтобы стакан не лопнул.

На середину дна стакана поместить несколько ложек бензойной кислоты, стакан прикрыть сверху чашкой, кристаллизатором или тарелкой с холодной водой. Можно вместо того вставить в отверстие стакана подходящих размеров колбу с водой, укрепив горло колбы в зажиме штатива.

Опыт. Подставить под стакан горелку и сначала осторожно, а потом сильнее нагревать бензойную кислоту.

Кислота начинает испаряться, и внутри стакана появляется облако кристаллов, подобных снежинкам. Кристаллы носятся в воздухе, постепенно образуя большие хлопья. Хлопья садятся на холодные части стакана и прикрывающего стакан сосуда. Когда начнется образование хлопьев, нагревание прекратить.

Стакан не следует открывать до тех пор, пока он вполне не остынет, так как бензойная кислота, если пары ее попадут в значительном количестве в воздух комнаты, раздражает горло и вызывает кашель (опасности для здоровья это не представляет).

Если в стакан до опыта поместить веточку елки, то она вся покрывается кристаллами, как инеем.

Вместо бензойной кислоты можно воспользоваться чистым нафталином (naphthalinum albissimum). Кристаллики нафталина получаются гораздо более крупные, но не такие пушистые, как кристаллики бензойной кислоты, и меньше напоминают снег.

В тех же условиях, как с бензойной кислотой или нафталином, можно произвести опыт с йодом (iodum). Для йода стакан можно взять немного меньше.

За неимением большого химического стакана для опытов с бензойной кислотой или нафталином можно воспользоваться батарейным стаканом или банкой для варенья, но в таком случае необходима еще какая-нибудь сковородка (железная, чугунная, эмалированная и т. д.). Сковородка помещается на тагане или на кольце штатива, в нее насыпается кучкой бензойная кислота, а затем ставится стакан или банка вверх дном.

Край стакана или банки должен более или менее плотно прилегать к сковородке, чтобы пары бензойной кислоты по возможности

¹ Годится любой сорт бензойной кислоты. 100 г хватит на много раз.

не выходили наружу. Во избежание этого можно положить на сковородку кружок из асбестового картона или насыпать под края стакана слой сухого (прокаленного перед опытом) песка.

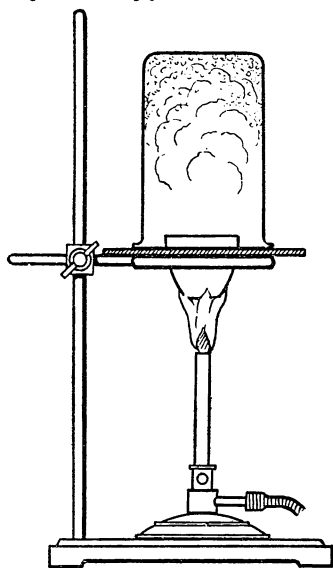


Рис. 490. Возгонка бензойной кислоты.

Вместо сковородки можно взять просто лист жести и т. д., причем в середине полезно сделать небольшое углубление, чтобы расплавленная бензойная кислота не растекалась по листу во все стороны.

Еще лучше взять кусок асбестового или даже простого картона, сделать в нем в середине отверстие, вставить в него тигель, чашку и т. п. для бензойной кислоты и прикрыть сверху банкой или стаканом (рис. 462).

● 4. Лабораторный опыт возгонки бензойной кислоты или нафталина можно проделать в пробирке. Отверстие пробирки можно заткнуть клочком ваты. В верхней части пробирки вблизи очень отчетливо видны клубящиеся кристаллики.

5. Ожиженный газ и превращение его в твердое вещество

○ 1. Ожижение газа. Самый процесс ожижения газов проще всего демонстрировать на сернистом газе, с которым может быть проделан ряд опытов (см. т. II).

○ 2. Твердый угольный ангидрид. Превращение ожиженного газа в твердое вещество можно демонстрировать, если есть баллон с «жидкой углекислотой». Баллон поместить на столе в наклонном положении, краном книзу, подложив что-нибудь под нижний конец баллона. Лучше устроить из двух толстых досок, соединенных двумя брусками, подставку, изображенную на рисунке 354. В досках сделаны для баллона соответствующие углубления. К баллону присоединить на коротком каучуке изогнутую, как показано на рисунке 354, трубку. Трубку вставить в боковой тубулус тубулатной колбы на 250—500 мл. Колбу укрепить в зажиме штатива над стаканом так, чтобы трубка имела небольшой наклон книзу.

Опыт. Осторожно отвернуть кран баллона (против часовой стрелки) и установить его так, чтобы жидкость вытекала не слишком бурно. На дне стакана в скором времени собирается значитель-

ное количество твердой «углекислоты» в виде снегообразной массы. Показать твердый угольный ангидрид учащимся.

Твердую углекислоту можно без особых опасений брать в руки. Не следует только сжимать ее между пальцами, так как при этом можно их отморозить.

Вместо описанного приспособления для получения твердой углекислоты, имеющего то преимущество, что учащиеся видят, как вытекает из баллона жидкая углекислота, можно воспользоваться обычным приемом — выпустить некоторое количество жидкой углекислоты в суконный мешок. При быстром испарении вылитой жидкости в мешке получается твердая углекислота.

Мешок можно сделать из грубого сукна. Для этого из сукна вырезается круг диаметром около 15 см, по кругу пришивается борт высотой около 15 см. Край борта загибается и подшивается таким образом, чтобы оставался канал, в который можно было бы вдернуть шнурок для затягивания края мешка. Мешок надевается на патрубок крана бомбы и плотно привязывается веревкой. Кран можно отвертывать сразу сильно.

Если мешок не держится на патрубке, можно надеть его на головку баллона так, чтобы кран оказался внутри мешка. Кран можно открывать через мешок.

2. ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Примеры физических явлений¹

1. Изменение цвета

Для опыта нужна стеклянная трубочка таких размеров, чтобы она была видна классу.

Опыт. Внести в пламя горелки стеклянную палочку. Обратит внимание на красный цвет накаливаемого стекла и на то, что при остывании оно снова становится бесцветным.

○● 2. Приготовить две пробирки с небольшим количеством окиси ртути (*hydrargyrum oxudatum*) и такую же пустую.

Опыт. Нагреть пробирку с окисью ртути, пока последняя не почернеет, но не до разложения.

Пересыпать нагретую окись ртути в холодную пробирку и обратить внимание на то, что при охлаждении окись ртути принимает прежний цвет.

¹ В число приведенных ниже явлений входят как чисто физические, так и такие, которые находятся на границе физических и химических явлений. Так, например, явления термоцветности зависят, несомненно, от обратимых молекулярных превращений, и хотя мы и не наблюдаем характерного для химического явления образования новых веществ или нового устойчивого аллотропного видоизменения, мы в то же время не можем назвать явление и физическим.

При лабораторном опыте можно окись ртути не пересыпать, а дать ей остыть в той же пробирке.

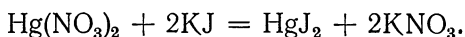
○● 3. Сернистый кадмий (*cadmium sulfuratum*) при обыкновенной температуре желтого цвета, при нагревании же делается буро-красным. Сернистый кадмий можно приготовить пропуская сероводорода (см. ниже) через раствор какой-нибудь соли кадмия. Промытый осадок высушивается и растирается в ступке.

● 4. Красная окись железа Fe_2O_3 (крокус, *ferrum oxydatum rubrum*) при нагревании чернеет, при охлаждении опять краснеет.

● 5. Окись цинка (*zincum oxydatum*) при обыкновенной температуре — белого цвета, при сильном же нагревании — желтая. Опыт менее показателен, чем предыдущие. Нагревать лучше на куске жести.

○● 6. Особенно чувствительна к изменениям температуры комплексная соль Ag_2HgJ_4 , которая известна под названием теплочувствительной краски. Эта соль ярко-желтого цвета от самого незначительного нагревания делается ярко-красной; ее можно получать готовой (*hydrargyrum argentum iodatum*), но нетрудно и приготовить.

Для этого раствор азотнортутной соли (*hydrargyrum nitricum oxydatum*) осаждается раствором йодистого калия (*kalium iodatum*), причем образуется йодистая ртуть:



Осадок растворяется в избытке йодистого калия с образованием комплексной соли $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$. Раствор осадить азотносеребряной солью (*argentum nitricum*). Полученный осадок Ag_2HgJ_4 промыть, высушить и растереть в ступке.

Смешанная с каким-нибудь лаком соль может быть нанесена на бумагу, металл и т. п., как краска. Можно нагревать ее и непосредственно в пробирке.

2. Нагретое докрасна железо становится мягким

○ 1. Для того чтобы показать, насколько легко сгибается нагретое докрасна железо, можно воспользоваться железной проволокой такой длины, чтобы, будучи взята за один конец плоскогубцами, она в холодном состоянии не сгибалась от собственной тяжести, в нагретом же сгибалась. Подходящая длина проволоки зависит от ее толщины.

Опыт. Держа проволоку за один конец плоскогубцами, нагреть ее около плоскогубцев на горелке докрасна. Проволока от собственной тяжести сгибается.

Если нет достаточно длинной проволоки, можно взять короткую, повесив на ее конец какой-нибудь груз.

● 2. При лабораторном опыте кусок проволоки держится двумя руками за концы и нагревается на горелке посередине. Нагретое докрасна железо легко сгибается.

3. Цинк при нагревании до $100\text{--}150^\circ$ делается мягким

○ 1. Для опыта нужна палочка цинка (*zincum metallicum in bacillis*).

Опыт. Показать, что цинк при обыкновенной температуре хрупок и что при попытке согнуть конец палочки плоскогубцами от палочки отламываются кусочки. Затем, держа палочку за один конец плоскогубцами, нагревать ее в пламени по всей длине до тех пор, пока при быстром прикосновении к палочке мокрым пальцем не станет замечаться шипения. Тогда при помощи вторых плоскогубцев, круглогубцев, клещей и т. п. палочку можно легко согнуть в кольцо или спираль. Если затем цинк охладить, опустив в стакан с водой, то при попытке разогнуть спираль цинк не гнется, а снова ломается. Вместо того чтобы пользоваться вторыми плоскогубцами, можно ломать и сгибать цинк ударами молотка на наковальне, утюге и т. п.

При 205° цинк опять делается хрупким. Поэтому нагревать его нужно осторожно.

● 2. Для лабораторного опыта можно из экономии дать учащимся по $\frac{1}{2}$ палочки цинка и, если необходимо экономить материал, начать с опыта сгибания, а уже затем убедиться, что цинк в холодном состоянии ломок.

Опыт. Держа палочку цинка за один конец при помощи сложенного во много раз куса бумаги, нагревать цинк на горелке по всей длине до тех пор, пока при быстром прикосновении к нему мокрым пальцем не станет замечаться шипения (температура $100\text{--}150^\circ$).

Взять цинк за другой конец при помощи другого куса сложенной бумаги и убедиться, что цинк легко сгибается.

Опустить цинк в холодную воду и попробовать затем разогнуть палочку. Что наблюдается?

4. О л о в о п р и 200° д е л а е т с я х р у п к и м

○ 1. **Опыт.** Показать, что обычный «пруток» или палочка, отлитая из олова (*stannum metallicum in bacillis*), при обыкновенной температуре легко гнется. Затем внести конец палочки в пламя горелки и нагревать до тех пор, пока олово не начнет легко ломаться при помощи плоскогубцев или щипцов. Нагреваемый конец можно сразу же захватить плоскогубцами, производя все время некоторое усилие, чтобы сломать олово. Как только олово сломается, вынуть палочку из пламени и отломить еще несколько кусочков. Как только олово достаточно остынет, оно перестает ломаться и снова начинает гнуться.

● 2. Учащимся раздаются палочки олова длиной около 15 см.

Опыт. Убедиться, что олово легко гнется. Взять палочку за концы кусками сложенной во много раз бумаги и, нагревая палочку посередине, продолжать слегка сгибать ее в ту и другую сторону. Что наблюдается, когда палочка прогреется?

Отломанные кусочки следует собрать. Их можно потом расплавить и снова отлить в «пруток», вылив расплавленное олово в согнутый из полоски железа лоточек. Можно отлить олово и в виде палочки, вылив его в стеклянную трубку, туго обернутую полоской плотной бумаги и поставленную в чашку с сухим песком. Стеклянную трубку затем можно разбить. Можно отливать и просто в форму из плотной бумаги, поставленную в сухой песок.

5. Железо, накалившееся до ярко-красного каления, не притягивается магнитом

○● **Опыт.** Положить кусок железной проволоки на кольцо штатива, таган и т. п. и показать, что железо притягивается поднесенным к концу проволоки магнитом. Накалить конец проволоки до ярко-красного каления (выше 760°). Пока железо достаточно накалилось, оно не пристает к магниту (аллотропное превращение железа α в железо β). Как только температура железа понизится, конец проволоки снова начинает подниматься магнитом.

Для того чтобы положение проволоки было яснее видно издали, можно на конец проволоки, противоположный нагреваемому, приклеить бумажку-указатель.

6. Железо, помещенное в электрическое поле, делается магнитом

○ Палочку мягкого железа (толстый гвоздь) обкрутить спирально изолированным проводом и пропустить по нему постоянный ток (от нескольких элементов). Палочка делается магнитной и притягивает кусочки железа.

7. Стекло при нагревании размягчается

○● Производятся опыты сгибания, оттягивания нагретой стеклянной трубки, выдувание шарика и т. п.

3. ПРИМЕРЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

1. Превращение накаливаемого металла в окалину

○● Приготовить блестящие (вычистить наждачной бумагой) пластинки железа и меди (красная медь — *cuprum metallicum in laminis*) и кусок оловянной фольги (*stanniolum*).

Опыт. При внесении в пламя горелки металлов (щипцы) железо и медь чернеют, олово загорается и рассыпается в порошок.

Окалину с меди можно стереть бумагой. При нагревании меди окалина опять появляется.

2. Горение магния

○● Приготовить несколько кусков магниевой ленты (*magnesium metallicum in laminis*) длиной примерно 15—20 см. Если лента старая, окислившаяся, то вычистить ее наждачной бумагой, чтобы магний приобрел металлический блеск. Куски ленты должны быть прямые, нескрученные. Для этого расправить ленту, протаскивая ее между пальцами и прижимая ногтем.

Опыт. Взяв ленту магния щипцами или пинцетом, зажечь на горелке и держать над сковородкой (рис. 491), куском железа, черной бумагой. Стряхнуть оставшуюся в щипцах окись на сковородку и т. п. и показать учащимся. Желательно также показать препарат — жженую магнезию (*magnesium oxudatum, magnesia usta*).

При лабораторных опытах за неимением щипцов можно вставить кусочки ленты в расщепленные на конце лучинки.

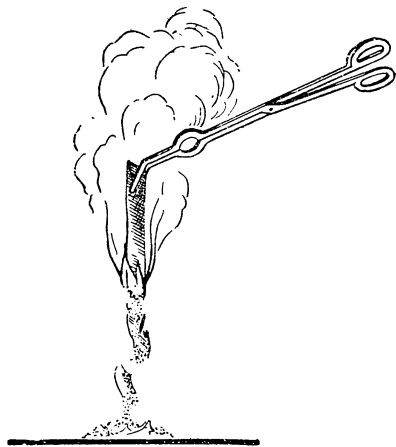


Рис. 491. Горение магния.

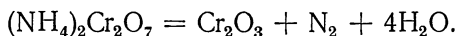
3. Обугливание сахара и других веществ

○ 1. **Опыт.** Кусочек сахара истолочь в фарфоровой ступке (физическое явление). Пересыпать в пробирку № 1 (стр. 166). Остатки вытряхнуть из ступки и ступку вытереть. Пробирку захватить держалкой или лучше зажать в вынутый из штатива зажим и, держа наклонно, внести в пламя горелки. Нагревать сначала осторожно и показать, что сахар плавится. Затем нагревать сильнее. Когда начнется выделение «белого дыма», поднести к отверстию пробирки зажженную лучинку, чтобы показать, что выделяющийся белый дым горит. Продолжать нагревание, пока не прекратится выделение дыма. Разбить пробирку в ступке и показать полученный уголь.

● 2. Для лабораторного урока можно взять также муку, крахмал. Вещество можно нагревать на конце узкой жестяной пластинки, в железной ложечке. Нужно, чтобы продукты сухой перегонки сгорали, так как иначе в помещении портится воздух.

4. Разложение двуххромовоаммониевой соли

○● **Опыт.** В пробирку (лучше широкую) насыпать слоем в 3—4 см кристаллов двуххромовоаммониевой соли (ammonium bichromicum). Осторожно прогреть соль до начала разложения. Происходит реакция:



Разложение идет очень бурно. Из отверстия пробирки извергается масса темно-зеленой окиси хрома.

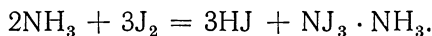
Если в куске асбестового картона сделать отверстие, в которое вставить фарфоровый тигелек так, чтобы он лишь немного выставлялся над картоном, наполнить тигелек двуххромовоаммониевой солью и нагреть снизу пламенем горелки, то явление напоминает извержение вулкана, причем вокруг отверстия тигля образуется конус из окиси хрома.

Опыт годится для публичной лекции. Этот опыт можно провести еще и так: на асбестовую сетку насыпать в виде конуса мелко истертую двуххромовоаммониевую соль (около одной столовой ложки). В конус вставить накаленную стеклянную палочку. Разложение соли начинается сразу и протекает очень красиво.

5. Разложение йодистого азота

Опыт можно показать как пример химического превращения, вызываемого трением и даже только прикосновением. Йодистый азот $\text{NJ}_3 \cdot \text{NH}_3$ — опасное взрывчатое вещество, и его можно готовить только в очень небольших количествах.

Для приготовления йодистого азота немного (не более 0,2—0,3 г) йода (iodium resublimatum) истереть в ступке (лучше под тягой) в возможно более мелкий порошок. За день до урока поместить порошок в фарфоровую чашку и облить крепким раствором аммиака (ammonium causticum solutum уд. в. 0,91). Происходит реакция:



Содержимое чашки от времени до времени осторожно перемешивать лучинкой. Через $\frac{1}{2}$ часа образовавшийся йодистый азот смыть на небольшой фильтр, промыть немного водой, затем спиртом, пока не растворится не вошедший в реакцию йод и спирт перестанет окрашиваться в желтый цвет, а затем снова — водой для удаления спирта. Мокрый (никоим образом не подсохший!) фильтр развернуть, роговой ложечкой или деревянной лопаточкой разделить йодистый азот на несколько кучек, разрезать или разорвать фильтр на несколько кусочков по числу кучек вещества (пока йодистый азот влажный, он при осторожном обращении неопасен) и разложить кучки на некотором расстоянии одна от другой на листе

фильтровальной бумаги, сложенном вдвое. Бумагу поместить в классе в таком месте, где ее никто не мог бы трогать, например в закрытом вытяжном шкафу.

При спешной подготовке опыта можно взять меньше йода, после спирта промыть эфиром и весь фильтр, не разрывая и не разрезая на части, развернуть и дать высохнуть. Для получения йодистого азота можно также осадить концентрированным раствором аммиака крепкий раствор йода в спирте. Выпавший при этом черный осадок $\text{NJ}_3 \cdot \text{NH}_3$ отделяется от жидкости фильтрованием и обрабатывается, как указано выше.

Опыт. Прикоснуться к высохшему йодистому азоту бородкой пера, свернутой в длинную трубочку бумагой и т. п. Происходит очень сильный взрыв (если в помещении не сыро и йодистый азот достаточно просох). Образующийся при реакции йод выделяется фиолетовыми клубами. В бумаге пробиваются отверстия.

Опыт можно производить *только с небольшим количеством йода и при полной уверенности, что никто посторонний не будет иметь доступа к заготовленному йодистому азоту.* Йодистый азот взрывается иногда от случайного сотрясения воздуха, от высокого звука скрипки и т. п.

На публичной лекции и т. п. в числе «чудес» можно вызвать взрыв йодистого азота якобы посредством «жеста». Для этого в руку берется заранее щепотка песка, который широким жестом незаметно бросается на бумагу с йодистым азотом.

6. Почернение фотографической бумаги от света

○ Опыт может служить примером химического превращения под влиянием света.

Опыт. Кусок обыкновенной аристотипной и т. п. фотографической бумаги вынуть из конверта, прикрыть часть каким-нибудь непрозрачным предметом — ножницами, щипцами, ключом, вырезанной из картона фигуркой и т. п., и выставить на солнечный свет или поднести поближе зажженную ленту магния (см. стр. 417) длиной около 50 см. Бумага быстро чернеет, а закрытые места остаются белыми.

7. Действие азотной кислоты на металлы

○ **Опыт.** В вытяжном шкафу облить помещенный в стакан комок оловянной фольги (*stanniolium*) азотной кислотой (уд. в. 1,2). Происходит реакция: $\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SnO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2$. В стакане останется «оловянная зола» (H_2SnO_3).

В шкафу должна быть сильная тяга.

Хорошо, если во время опыта сзади стакана имеется белый фон, чтобы лучше были видны бурые пары окислов азота,

Если нет оловянной фольги, можно взять кусочки меди или железа. Их сначала облить небольшим количеством воды, а затем приливать постепенно концентрированную азотную кислоту (уд. в. 1,4), пока не начнется реакция и не появятся клубы бурой двуокиси азота.

При этом опыте учащиеся обыкновенно впервые знакомятся с действием вытяжного шкафа, который всегда привлекает к себе внимание учащихся. Следует объяснить устройство тяги.

Если тяги нет, то можно произвести опыт с очень небольшим количеством металла в большой колбе или склянке, которую по окончании реакции закрыть пробкой, а после урока вынести из класса и налить воды для поглощения двуокиси азота.

8. Образование нового вещества при смешивании двух твердых веществ

● **Опыт.** Насыпать в ступку по ложечке порошков нашатыря (ammonium chloratum) и гашеной, или жженой, извести (calcaria caustica) и растереть пестиком. Образование нового вещества — газа аммиака — обнаруживается по характерному запаху.

Порошки можно растереть ложкой или деревянной лопаточкой в чашке или даже на листе бумаги.

9. Образование новых веществ при сливании растворов

○● **Опыт.** Слить в бокалах, стаканах или пробирках растворы, дающие либо яркую окраску, либо осадок. Например, растворы: фенолфталеина (phenolphthaleinum, несколько капель спиртового раствора на бокал воды) и аммиака — красное окрашивание;

медного купороса (cuprum sulfuricum) и аммиака — интенсивное синее окрашивание от образующейся комплексной соли $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$;

хлористого бария (barium chloratum) и сернонатриевой соли (natrium sulfuricum) или другой соли серной кислоты — белый осадок BaSO_4 ;

азотнортутной соли (hydrargyrum nitricum oxydatum) и йодистого калия (kalium jodatatum) — красный осадок HgJ_2 , растворяющийся затем в избытке йодистого калия (образование комплексной соли $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$);

таннина (acidum tannicum) и железного купороса (ferrum sulfuricum oxydulatum) — образование черного раствора (чернила);

железистосинеродистого калия, или желтой соли (ferrokalium cyanatum), и хлорного железа (ferrum sesquichloratum) — образование синего раствора (коллоидного) берлинской лазури.

4. НЕОДНОРОДНАЯ СМЕСЬ

1. Песок и пробка

○● Приготовить до урока смесь пробковых опилок с песком. Опилки можно заготовить при помощи напильника.

Опыт. Предложить учащимся определить, что это за вещество, и затем дать им бросить его в воду и взболтать. Учащиеся убеждаются, что это неоднородная смесь.

2. Медный купорос и сера

○● Хорошим примером механической смеси, которая кажется совершенно новым веществом, но легко разделяется растворением, может служить смесь медного купороса (*cuprum sulfuricum cryst.*) и серы (*sulfur sublimatum lotum*). Кристаллы медного купороса должны быть истерты в очень мелкий порошок. Сера берется в виде серного цвета.

Примерно равные количества порошков тщательно растираются в фарфоровой ступке.

Опыт. Учащиеся рассматривают данный им порошок и пытаются определить, что это такое. Если взятые порошки достаточно мелкие и хорошо смешаны, учащиеся принимают зеленую смесь за однородное вещество и обычно называют ее медным купоросом. По предложению преподавателя учащиеся всыпают большую часть порошка в стакан с водой и взбалтывают палочкой. Медный купорос растворяется, сера частично всплывает на поверхность воды.

Учащиеся убеждаются, что перед ними неоднородная смесь.

Преподаватель демонстрирует первоначальный порошок, насыпав его кучкой на лист бумаги между такими же кучками серы и купороса (ложечка).

Когда медный купорос растворится, можно отфильтровать серу (воронка, фильтр, стакан) и показать учащимся.

3. Молоко и кровь

● Если можно достать микроскоп, то полезно показать под микроскопом молоко и кровь, которые кажутся на первый взгляд однородными. Кровь можно взять из пальца, уколов его иглой, которую предварительно продезинфицировать, нагрев в пламени горелки. Капля помещается на предметное стекло, прикрывается покровным стеклышком.

4. Крахмал и сахар

● Смесь картофельной муки с сахаром или с солью легко разделить растворением в воде и фильтрацией. Сахар обнаруживается по вкусу, крахмал — йодом (*jodum*, слабый раствор в растворе 1 : 10 йодистого калия, *kalium jodatum*).

5. Черный порох

○ Если учащимся знаком черный охотничий порох (например, учащиеся школы в колхозе, где много охотников), то можно показать, каким образом обнаружить, что порох, кажущийся совершенно однородным, есть смесь трех веществ — селитры, серы и угля.

Опыт. Показать учащимся порох.

Около 5 г пороха (отвесить заранее) поместить в стаканчик или в коническую колбочку. Прилить около 40 мл заранее отмеренной и нагретой воды. Прокипятить около минуты, профильтровать горячую жидкость (воронка, фильтр) в чашку и поставить выпариваться на голом огне почти досуха. Дать остыть. Показать выделившиеся кристаллы селитры.

Фильтр с нерастворившимся осадком высушить, поместив на кусок жести, положенный на водяную баню (консервная банка и т. п.). Когда фильтр высохнет, поместить его в сухую воронку и приливать (лучше под тягой) понемногу 1—2 мл сернистого углерода (*carboneum sulfuratum*), собирая раствор в небольшую чашку или на крышку от тигля. Дать сероуглероду испариться (лучше под тягой или выставив за окно). Показать полученные кристаллы серы и оставшийся на фильтре уголь.

Можно вместо сероуглерода воспользоваться горячим толуолом. Остаток снимается с фильтра, нагревается в пробирке с прямой трубкой. В пробирку наливается 2—3 мл толуола. Горячий раствор фильтруется в сухую пробирку, при этом сера выделяется в виде кристаллов.

5. СМЕСЬ И ХИМИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ СЕРЫ И ЖЕЛЕЗА

○ 1. Приготовить 4 больших бокала или стакана, наполненные почти до краев водой. В каждый бокал поместить по стеклянной палочке или лучинке.

Затем приготовить в банках: серу в порошке (серный цвет, *sulfur sublimatum lotum*), серу в палочках (черенковая сера, *sulfur in bacillis*), порошковое железо¹ (*ferrum metallicum alcoholysatum*) и смесь серы и железа. Для приготовления смеси отвесить 4 части порошка серы, 7 частей порошка железа и тщательно смешать их пестиком в фарфоровой ступке. Можно сразу приготовить запас смеси для нескольких опытов (например, 40 г S и 70 г Fe).

Опыт. Показать серу и железо, насыпав на лист бумаги двумя кучками. Показать, что железный порошок тонет в воде, для чего бросить немного порошка в бокал с водой (роговая ложечка или деревянная лопаточка). Показать, что железо притягивается магнитом. Показать, что сера горит, для чего поместить немного серы

¹ Железные опилки для опыта мало пригодны.

на железную ложечку (для сжигания веществ в кислороде) или на кусок жести и нагревать в пламени горелки, пока сера не загорится. Чтобы пламя было виднее, лучше держать ложечку с горящей серой против черного фона.

Бросить в бокал с водой (можно в тот же, в который было брошено железо) немного порошковой серы. Взболтать стеклянной палочкой. Сера не тонет. Показать, что сера в куске тонет, для чего в тот же бокал бросить кусок серы (уд. в. серы около 2).

Объяснить, что порошок не тонет вследствие того, что сера плохо смачивается водой. Показать это на большом куске черенковой серы, обмакнув его в бокал с водой. Сера оказывается смоченной не по всей поверхности, а только местами. Это гораздо лучше заметно, если заранее приготовить палочку серы с гладкой поверхностью. Для этого расплавить серу в большой пробирке, в которой и дать ей остыть. Когда через несколько дней призматическая сера превратится в октаэдрическую, осторожно разбить пробирку. Получается палочка серы с гладкой, блестящей поверхностью. После опускания такой палочки в воду ясно видно, что вода пристаёт к ней только отдельными небольшими пятнами, большая же часть поверхности серы остается совершенно сухой. Воду лучше взять подкрашенную индиго и т. п.

Ясно, что пузырьки воздуха, прилипшие к большому куску серы, не могут поддержать этот кусок на поверхности воды, маленькие же крупинки серы с прилипшими к ним пузырьками воздуха в воде всплывают.

Можно показать, что не только сера, но и более тяжелое железо может плавать на воде, если оно не смачивается водой. Для этого тонкую иглу покрывают слоем жира (достаточно потереть ее о волосы) и затем осторожно кладут на поверхность воды, держа строго горизонтально. Игла плавает на воде. Еще эффектнее, если вместо иглы взять лезвие безопасной бритвы, оно всегда бывает покрыто слоем парафина и также плавает на воде.

Смешать в фарфоровой ступке произвольные количества серы и железа. Лучше взять побольше серы. Смешать нужно возможно лучше, чтобы смесь казалась вполне однородной.

Показать смесь, для чего насыпать ее кучкой между кучками серы и железа на тот же листок бумаги, на котором показывались последние. Бросить некоторое количество смеси в бокал с водой и разболтать палочкой. Часть порошка тонет, часть всплывает на поверхность. Всплывшая часть — более желтая и, следовательно, содержит больше серы, потонувшая — более темная, в ней больше железа. Следовательно, порошок не представляет однородного вещества.

То же самое можно показать еще при помощи магнита. Для этого прикоснуться к смеси магнитом и затем встряхивать магнит

над листом бумаги. Отпадающая часть более светлая, оставшаяся на магните — более темная.

Показать, что заранее приготовленная смесь так же может быть разделена, для чего бросить некоторое количество ее в бокал и взболтать палочкой.

Получить соединение серы с железом. Для этого насыпать смеси в обыкновенную пробирку приблизительно до половины пробирки. Пробирку со смесью укрепить в зажиме штатива или взять держалкой и, держа наклонно, сначала осторожно прогреть на горелке всю смесь, а затем — сильнее в одном месте, пока не начнется реакция, после чего прекратить нагревание и держать пробирку над фарфоровой ступкой, куском асбестового картона, жести и т. п. (пробирка часто лопається). По охлаждении (можно погрузить в чашку или стакан с водой) разбить пробирку пестиком, вынуть щипцами или пинцетом осколки стекла, часть полученного сернистого железа оставить, чтобы показать классу, остальное растереть в ступке (не слишком мелко). Полученный порошок бросить в бокал с водой. Порошок тонет весь (иногда всплывает тоненькая пленка смеси сернистого железа с избытком серы).

Немного полученного сернистого железа в небольшом бокале (чашке или пробирке) облить соляной кислотой (кислоту уд. в. 1, 12 разбавить пополам водой) и дать учащимся понюхать выделяющийся сероводород (опыт рассматривается как знакомство со свойством сернистого железа, без разбора проходящей реакции).

Проделать параллельно тот же опыт с первоначальной смесью серы и железа.

Пользоваться для этих опытов серной кислотой хуже. При действии ее на железо кислота отчасти восстанавливается водородом в момент выделения, и запах сероводорода наблюдается не только при действии на сернистое железо, но и на первоначальную смесь.

За недостатком пробирок можно произвести реакцию на листе жести, асбестовом картоне и т. п. За неимением порошка железа можно взять очень мелкие железные опилки, но с ними опыт идет хуже.

● 2. Для лабораторной работы достаточно одного стакана (чайного). Вместо ступки для растирания порошков можно воспользоваться четвертушками гладкой бумаги и растереть порошки пальцем. Вместо стеклянных палочек можно взять лучинки. Для реакции соединения можно воспользоваться пробиркой или же лоточком из жести. Пробирка имеет в методическом отношении то преимущество, что явление нельзя приписать горению серы и железа в воздухе, так как реакция начинается в нижней части пробирки, где нет достаточного количества воздуха. Но приходится считаться и с тем, что пробирка при опыте неминуемо гибнет. Для насыпания порошков нужны ложечки или деревянные лопаточки,

настроганные из лучинок. Лопаточки должны быть небольшие, чтобы не было соблазна взять побольше материалов и они зря не трагались.

Для отвешивания порошков нужны простейшие аптечные или даже более грубые весы и разновески. Для растирания полученного сернистого железа нужна хотя бы одна фарфоровая или железная ступка на класс, лучше несколько.

Опыт. Бросить в стакан с водой порошок железа — тонет; кусочек серы — тоже тонет (уд. в. около 2), порошок серы — плавают (объяснить учащимся почему). Порошков брать понемножку.

Взять немного железа на бумагу, прибавить немного серы, тщательно растереть пальцем. Заметить цвет полученного вещества. Прибавить еще серы, снова растереть. Наблюдать изменение цвета. Еще раз проделать то же. Выполоскать стакан, налить воды. Бросить часть порошка в воду и взболтать. Однороден ли порошок? Проверить результат при помощи магнита.

Отвесить 2 г серы и 3,5 г железа. Смешать. Убедиться в неоднородности смеси. Поместить большую часть смеси в пробирку или на лоточек из жести. Пробирку укрепить в зажиме штатива (лоточек со смесью поместить на кольцо штатива).

Немного прогреть сначала всю смесь, а затем сильнее с одного конца. Наблюдать, что происходит.

Когда смесь остынет, отделить часть полученной массы и истереть в порошок. Бросить в воду и сравнить результат с предыдущим опытом. В две пробирки налить понемногу разбавленной соляной кислоты (см. выше) и бросить понемногу полученного сернистого железа и первоначальной смеси. Сравнить запах выделяющихся газов.

Полученное сернистое железо полезно собрать в общую банку. Оно пригодится для опытов с сероводородом.

6. СОЕДИНЕНИЕ ЦИНКА И АЛЮМИНИЯ С СЕРОЙ

○ 1. Отвесить в отдельных стаканчиках или баночках 6 г цинка в порошке (*zincum metallicum pulvis*) и 3 г серного цвета (см. оп. 5).

Опыт. Смешать цинк и серу в фарфоровой ступке и насыпать смесь кучкой на кусок асбестового картона, жести, сковородку и т. п.

Нагреть смесь в одном месте при помощи длинной лучинки (не спичкой!). Происходит сильная вспышка. Опыт лучше производить под тягой.

Опыт с порошком алюминия и серой предельвается таким же образом. Берется 2,7 г алюминия и 4,8 г серы.

● 2. Для лабораторных опытов можно взять половинные количества веществ.

7. СОЕДИНЕНИЕ МЕДИ С СЕРОЙ

○ 1. В зажиме штатива укрепить в вертикальном положении широкую ($2\frac{1}{2}$ —3 см диаметром) пробирку, в которую положить несколько кусков черенковой серы (см. оп. 5).

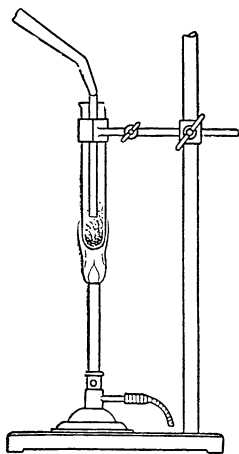


Рис. 492. Соединение меди с серой.

Под пробирку, на случай если она лопнет, поставить чашку, сковородку и т. п.

Опыт. Прогреть пробирку, сначала осторожно, на большой горелке (если есть только спиртовая лампочка, нужно взять пробирку поменьше) и затем продолжать нагревание, пока сера не закипит. Когда пробирка почти доверху наполнится парами серы, опустить в них при помощи щипцов тонкую ленту красной меди (*cuprum metallicum in laminiis*), обрезанную так, чтобы она могла свободно входить в пробирку (рис. 492), или пучок тонкой медной проволоки от электрического провода.

Медь загорается в парах серы без предварительного нагревания. Вынув ленту из пробирки, показать полученную сернистую медь (Cu_2S), поместив ее на блюде, в чашку и т. п.

Если сера в пробирке вспыхнет, закрыть пробирку крышкой от тигля, куском картона и т. п.

● 2. Для лабораторного опыта можно взять пробирку небольшого размера. Полоску меди можно бросить в пробирку.

8. СОЕДИНЕНИЕ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА С АММИАКОМ

○ 1. Приготовить два одинаковых средней величины цилиндра для собирания газов. Один из них наполнить газообразным хлористым водородом, другой — аммиаком (добывание их см. ниже). Если нет времени добывать газы обычным способом, можно приготовить смеси этих газов с воздухом, с которым опыт также удастся, хотя и хуже.

Для получения смесей воздух продувают через концентрированные растворы соляной кислоты (уд. в. 1, 19) и аммиака (*ammonium causticum solutum*, уд. в. 0,91) и полученными смесями наполняют цилиндры. Раствор для этого следует налить в промывную склянку Тищенко или другую (см. стр. 266). К склянке присоединить с одной стороны каучуковую грушу, с другой при помощи каучука — стеклянную трубку, по длине соответствующую взятому цилиндру. Поместив прибор под тягу, опустить стек-

лянную трубку в цилиндр и прогонять через склянку воздух. Когда можно будет думать, что цилиндр наполнился, вынуть трубку и быстро закрыть цилиндр притертой пластинкой, смазанной вазелиновой мазью (см. стр. 241).

При наполнении хлористым водородом держать цилиндр отверстием вверх, при наполнении аммиаком — отверстием книзу.

Для каждого раствора лучше взять отдельные промывные склянки и трубки.

Второй цилиндр лучше наполнять только тогда, когда вытяжной шкаф совершенно проветрится после первого наполнения. Промывалки во время продувания воздуха полезно поставить в теплую воду.

Наполненные цилиндры следует пометить (например, карандашом для писания по стеклу).

Опыт. Поставить цилиндр с аммиаком отверстием вниз (не отнимая пластинки) на закрытый цилиндр с хлористым водородом. Затем вынуть одновременно обе пластинки, закрывающие цилиндры, и плотно прижать один цилиндр к другому. Внутри цилиндров должен получиться обильный белый «дым» (нашатырь, рис. 493), который садится на стенки цилиндров в виде налета.

После урока, для того чтобы разъединить цилиндры, их нужно сдвинуть один с другого.

● 2. Для лабораторного опыта можно налить концентрированные растворы HCl и NH_3 в два тигелька. Если сблизить тигельки, образуется дым NH_4Cl . Можно сблизить смоченные растворами стеклянные палочки, лунки или кусочки бумаги.

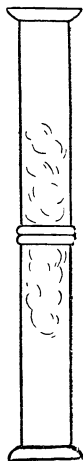


Рис. 493. Соединение хлористого водорода с аммиаком.

9. СОЕДИНЕНИЕ БРОМА С СУРЬМОЙ ИЛИ АЛЮМИНИЕМ

○ Прежде чем приступить к опыту, необходимо прочитать правила обращения с бромом (стр. 48).

Приготовить широкую пробирку (2—3 см диаметром) и укрепить ее в зажиме штатива вертикально. Под пробирку подставить чашку с водой или с песком на случай, если бы пробирка во время опыта лопнула.

Приготовить крупный порошок сурьмы (*antimonium regulicum*), которую можно истолочь в железной ступке, или нарезать несколько маленьких кусочков алюминия. От тонкой проволоки или пластинки (около 2 мм толщиной) отрезать кусочки длиной в 4—5 мм. Если проволока очень тонкая, взять кусочки длиннее и свернуть их в комочек или колечко диаметром в несколько миллиметров. Проволока должна быть предварительно хорошо вычищена.

Опыт. Поместить прибор в вытяжной шкаф. Налить в пробирку немного (слоем в 1—1½ см) брома (bromum). Бросать сурьму очень небольшими порциями при помощи железного совка или полоски жести (рис. 494).

Между сурьмой и бромом сейчас же происходит энергичная реакция с выделением тепла и света. Из отверстия пробирки вместе с парами брома выделяется белый дым бромистой сурьмы, которая отчасти оседает на стенках пробирки.

Если опыт производится с алюминием, то реакция начинается только через минуту или немного больше.

Раскаленный алюминий «бежит» по поверхности брома.

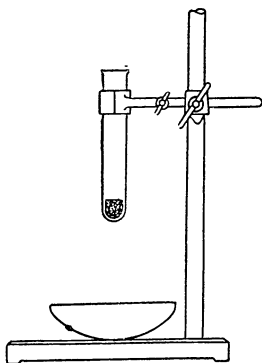


Рис. 494. Соединение брома с сурьмой.

Опыт можно производить только при хорошей тяге.

При отсутствии тяги опыт соединения алюминия с бромом можно произвести (Субботин) в большой пробирке, закрытой пробкой с газоотводной трубкой, присоединенной к трубке, выведенной за окно.

В пробирку наливается бром и бросается кусочек алюминия. Так как реакция начинается не сразу, то до начала реакции остается достаточно времени, чтобы успеть вставить пробку с газоотводной трубкой.

Под пробирку, как и в первом случае, необходимо подставить чашку с водой или песком.

Этот опыт можно еще провести так: в большую пробирку наливается 2—3 мл брома и туда бросается два кусочка металлического алюминия (пластинки или проволоки). Пробирка сразу же закрывается пробкой с хлоркальциевой трубкой, наполненной поглотителем. Поглотителем является активированный уголь, взятый из старого противогаза, или древесный уголь (лучше березовый), измельченный до зерен в 1—2 мм и отсеянный от пыли. Пробирка укрепляется в картонной крышке и вставляется в батарейный стакан, на дне которого находится песок. Как показали многократные испытания, даже при очень бурном протекании реакции в помещении совершенно не проникают пары брома (рис. 495).

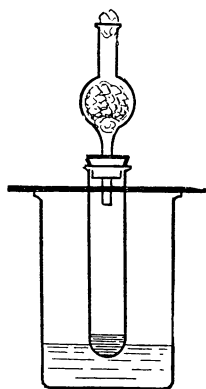


Рис. 495. Применение угольного поглотителя при демонстрации взаимодействия брома с алюминием.

10. РАЗЛОЖЕНИЕ УГЛЕМЕДНОЙ СОЛИ

1. Приготовить прибор, как на рисунке 496.

Большую пробирку *a* (например, 21×2 см) укрепить чуть-чуть наклонно — отверстие ниже дна¹ — в зажиме штатива так, чтобы был виден открытый конец пробирки, и заткнуть пробкой с изогнутой, как на рисунке 496, трубкой *b* (нижний конец загнут кверху).

Конец трубки погрузить в ванну или чашку с водой. Убедиться, что прибор «держит» (см. стр. 234). Приготовить три газовых цилиндра: два высотой в 20—25 см и еще один поменьше.

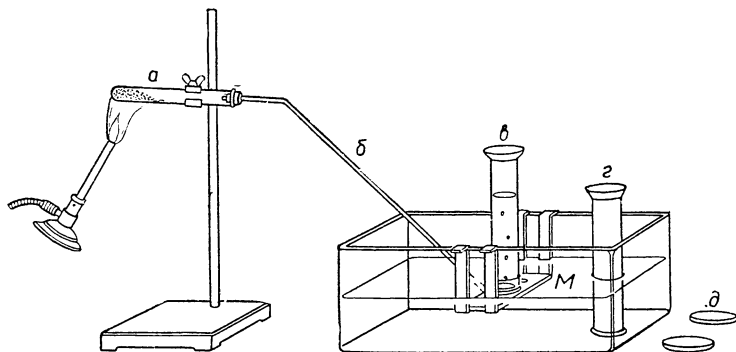


Рис. 496. Разложение углемедной соли (1).

Опыт. Взять в небольшую пробирку немного углемедной соли [основная соль: $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$, иначе $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, сиргим carbonicum] и нагреть на горелке. Показать, что соль чернеет, а на стенках пробирки оседает влага. Для того чтобы узнать, не выделяется ли при этом еще газ, приступить к разложению углемедной соли в приборе. Сначала насыпать в пробирку углемедной соли. Постучать по пробирке пальцем, чтобы над углемедной солью вдоль всей пробирки был проход для газа. Иначе углемедная соль будет съезжать по пробирке к пробке. Затем наполнить водой два цилиндра, опрокинуть их в пневматическую ванну (рис. 496, *b* и *z*) и начать нагревать углемедную соль, держа горелку в руке. Прогрев сначала всю пробирку, сосредоточить нагревание на части, находящейся ближе к пробке, а затем постепенно подвигать горелку к концу пробирки. Разложение идет легко. Особенно сильно нагревать не требуется. Когда можно думать, что весь воздух из прибора вытеснен (через 1—2 мин.), поставить цилиндр над отверстием газо-

¹ Наклон необходим для того, чтобы выделяющаяся при реакции $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ вода не стекала обратно на горячие стенки. Если дать пробирке слишком большой наклон, углемедная соль сползает к пробке.

отводной трубки (на мостик ванны) и собирать газ. Наполнив один цилиндр, вынуть его, закрыв стеклышком (d), и поставить следующий. Когда оба цилиндра наполнятся или когда вся углемедная соль почернеет, то, не прекращая нагревания, вынуть конец газотводной трубки из воды, подняв весь прибор за штатив и отставив от ванны. Иначе при охлаждении в пробирку натянется вода из ванны.

В пробирке около пробки собирается вода, выделяющаяся при разложении углемедной соли¹.

Полученный углекислый газ испытать, быстро опустив в него на ложечке или изогнутой проволочке огарок свечи или зажженную лучинку. Затем можно перелить газ в пустой меньший цилиндр и показать, что после этого огонь в нем тухнет, а в первом — горит. Переливать следует осторожно, приложив край одного цилиндра к другому и плавно наклоняя цилиндр с газом.

Присутствие углекислого газа можно, кроме того, доказать, прилив в цилиндр известковой воды (см. стр. 389). Взболтать, закрыв стеклом. Все это нужно делать довольно быстро, чтобы газ не успел выйти из цилиндра. После небольшого навыка опыт обыкновенно удается вполне. Второй наполненный газом цилиндр служит запасным.

Вместо широкой пробирки можно воспользоваться небольшой ретортой, а вместо пневматической ванны можно взять простоквашницу или кристаллизатор.

Если нет углемедной соли, ее можно приготовить. Для этого к находящемуся в фарфоровой чашке раствору медного купороса (*sulfurum sulfuricum*) прилить раствор соды (*sodium carbonicum*) и затем нагревать (не сильно) чашку до тех пор, пока не прекратится выделение углекислого газа. Осадок углемедной соли отфильтровать, промыть и высушить. Соли перед растворением лучше отвесить. На 250 г купороса 286 г кристаллической или 106 г безводной соды.

Вместо углемедной соли можно взять угленикелевую (*niccolum carbonicum*), с которой опыт удается столь же хорошо, как и с углемедной. Угленикелевая соль также основная ($2NiCO_3 \cdot 3NiO \cdot 5H_2O$) и дает при разложении воду.

2. Для лабораторного опыта нужен прибор, как на рисунке 498. Пробирка $12 \times 1,3$ см. Для собирания газа можно воспользоваться пол-литровой банкой.

Если опыт является первым случаем, когда учащиеся собирают газ над водой, то полезно дать ряд указаний: как собирать прибор, как убедиться, что прибор держит (см. стр. 234), как укреплять пробирку в зажиме штатива (см. стр. 176), как опускать в стакан

¹ Если не дать пробирке наклона, вода эта может стекать обратно, попасть на горячее место, и пробирка лопнет. Если дать пробирке слишком большой наклон, углемедная соль сползает к пробке.

пробирку для собирания газа, наполненную водой (см. стр. 275), как вынимать конец газоотводной трубки из воды после прекращения нагревания (см. стр. 177), как нагревать пробирку (сначала прогреть слегка всю пробирку по направлению от отверстия к донышку, а затем нагреть спокойно, не вода непрерывно горелкой, как часто склонны делать учащиеся).

Опыт. Нагреть немного углемедной соли в открытой пробирке, держа ее горизонтально. Соль чернеет, на холодных стенках оседают капельки воды. Получилось два новых вещества.

Для того чтобы убедиться, не выделяется ли при этом какой-либо газ, собрать прибор, как на рисунке 497, и испытать, держит ли он.

Насыпать в пробирку *a* (рис. 497) углемедной соли, сколько показано на рисунке. Вставить на место газоотводную трубку и

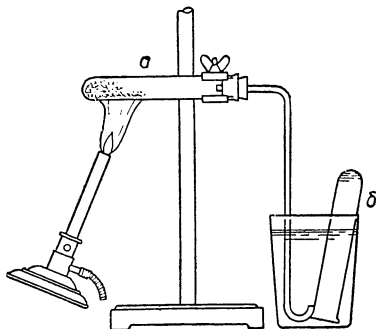


Рис. 497. Разложение углемедной соли (2).

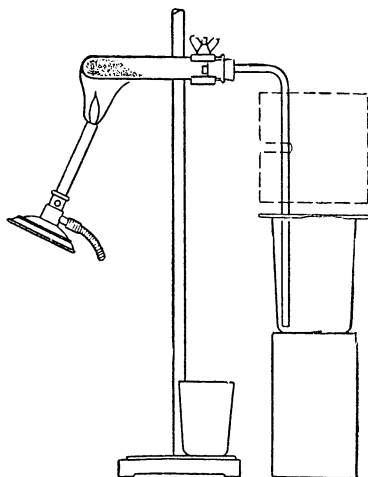


Рис. 498. Разложение углемедной соли (3).

укрепить пробирку на штативе за открытый конец у самой пробки (рис. 497) почти горизонтально (легкий наклон к отверстию пробирки, чтобы вода не могла стекать на горячие стенки пробирки).

Наполнить пробирку *b* (рис. 497) водой и поместить ее в стакан с водой.

Слегка прогреть левую (рис. 497) половину пробирки *a* (провести под нее 2—3 раза пламенем), начать нагревание углемедной соли с середины, а затем по мере почернения соли — все ближе к донышку пробирки.

Одновременно следить за выделением газа из трубки и, когда можно будет думать, что весь воздух вытеснен, надеть на конец газоотводной трубки пробирку *b*.

Когда пробирка наполнится газом, собрать еще две пробирки газа.

Кончая нагревание, вынуть конец газоотводной трубки из воды, подняв штатив с пробиркой, и отставить в сторону. Иначе при охлаждении пробирки в нее втянет воду, и пробирка полнет.

Испытать собранный газ горячей лучинкой и известковой водой.

● 3. Можно проделать опыт без собирания газа над водой. Для этого можно воспользоваться прибором, изображенным на рисунке 498. Углекислый газ собирается в чайном стакане. Для переливания углекислого газа служит маленький стаканчик. Подставка служит для того, чтобы удобнее было брать стакан с газом, не поднимая штатива. Можно обойтись и без подставки.

Опыт. Собрать прибор, как на рисунке 498, и испытать, держит ли он.

Всыпать в пробирку углемедной соли приблизительно около $\frac{1}{3}$ ее и закрыть пробирку пробкой с отводной трубкой.

Укрепить пробирку в зажиме штатива так, чтобы отверстие пробирки было чуть-чуть ниже ее доньшка (при реакции выделяется вода). Зажимать пробирку у пробки, а не за середину. Конец трубки опустить в стакан, поставленный на подставку (рис. 498).

Начать нагревание углемедной соли: держа горелку в руке, водить пламенем сначала вдоль всей пробирки, потом нагреть только там, где соль. Прогреть сначала ту часть соли, которая лежит ближе к пробке. Внимательно замечать все происходящие при этом изменения.

От времени до времени быстро погружать в стакан зажженную лучинку, не прекращая нагревания. Если лучинка при погружении до дна стакана потухнет, значит пошел углекислый газ. Покрывать стакан куском бумаги или картона, в котором с краю сделана выемка для трубки (рис. 498).

По временам немного сдвигать картон и пробовать горячей лучинкой, наполнился ли стакан углекислым газом. Картон не следует поднимать, чтобы не перемешивать с воздухом углекислого газа, находящегося в стакане.

Когда стакан наполнится углекислым газом, прекратить нагревание, вынуть подставку из-под стакана и осторожно перелить углекислый газ из стакана в стаканчик. Произвести после этого испытание горячей лучинкой как в стакане, так и в стаканчике. Прилить в стаканчик известковой воды. Закрыть ладонью и взболтать.

Обратить внимание на вещество, оставшееся в пробирке вместо углемедной соли, и на капли жидкости, собравшейся в пробирке у пробки. Написать словами уравнение реакции.

● 4. Если нет возможности дать учащимся вышеописанные приборчики, можно ограничиться следующей упрощенной постановкой опыта.

Опыт. Всыпать в пробирку углемедной соли, сколько показано на рисунке 499.

Держа пробирку в руке горизонтально, внести ее в пламя горелки и, прогрев осторожно конец пробирки, сосредоточить нагревание на углемедной соли ближе к отверстию пробирки.

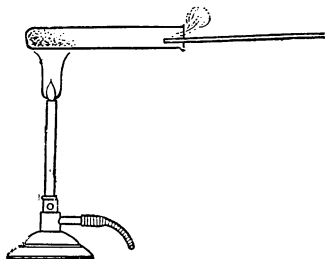


Рис. 499. Разложение углемедной соли (4).

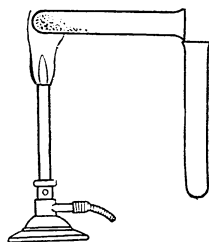


Рис. 500. Разложение углемедной соли. Собираение углекислого газа в пробирку.

Когда соль начнет чернеть, подвигать пламя все ближе и ближе к доньшку пробирки.

Когда около половины соли почернеет, внести в отверстие пробирки лучинку (рис. 499). Что замечается? (Пламя гаснет.)

Подставить под отверстие пробирки с углемедной солью пробирку с известковой водой и продолжать нагревание еще минуты две (рис. 500).

Прекратить нагревание. Пробирку с известковой водой закрыть пальцем и взболтать (известковая вода мутнеет от образующейся углекислотной соли — признак углекислого газа).

Обратить внимание на капли воды, осевшей на холодных стенках пробирки, в которой нагревалась углемедная соль.

Черный порошок в пробирке — окись меди.

11. РАЗЛОЖЕНИЕ ОКИСИ РТУТИ

○ 1. Для демонстрационного опыта нужна тугоплавкая пробирка изогнутая, как на рисунке 501. Общая длина пробирки около 17 см, диаметр 1½ см. За неимением пробирки можно воспользоваться небольшой тугоплавкой реторточкой, присоединив к ней приемник для ртути, как в приборе для сухой перегонки дерева, или, наконец, прямой тугоплавкой пробиркой, которую нужно будет укрепить горизонтально. В пробирку поместить немного (рис. 501) окиси ртути (*hydrargyrum oxudatum*), заткнуть пробкой с изогнутой, как на рисунке, трубкой (держит ли пробка?). Укрепить пробирку на штативе, как на рисунке. Конец трубки погрузить в ванну с водой.

Цилиндр для собирания газов взять небольшой (например, $15 \times 2\frac{1}{2}$ см). Приготовить стеклышко.

За неимением такого цилиндра взять пробирку.

Опыт. Наполнить цилиндр водой и, отставив его пока в сторону, начать нагревание окиси ртути. Начинать нагревание особенно осторожно (толстостенная пробирка!), а затем нагревать как можно сильнее, на сильной горелке, пока вся окись ртути не разложится (первоначально окись ртути чернеет). Спиртовая лампочка для опыта непригодна. Собирать газ и кончать нагревание с теми же предосторожностями, как в предыдущем опыте. Если препарат взят хороший, окись ртути должна разложиться почти без всякого остатка.

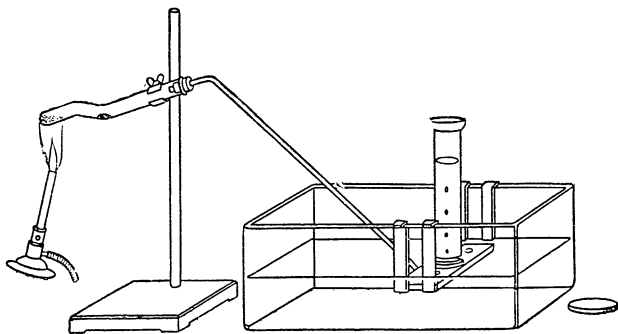


Рис. 501. Разложение окиси ртути (1).

Ртуть собирается в виде капель в изгибе пробирки. Если нижний конец пробирки слишком длинный, то большая часть ртути оседает до изгиба. Тогда нужно от времени до времени прогревать пробирку выше того места, где находится окись ртути, чтобы перегнать ртуть дальше. По окончании опыта, когда пробирка остынет, показать получившуюся ртуть классу. Слить ртуть в склянку для ртути.

Из горячей пробирки пробки не вынимать, чтобы не выпускать ядовитых паров ртути. Полученный кислород испытать тлеющей лучинкой, которая в кислороде ярко вспыхивает.

Не следует брать много окиси ртути, иначе придется слишком долго ожидать, пока реакция дойдет до конца.

На демонстрационный стол следует выставить препарат окиси ртути для демонстрации.

Окись ртути *ядовита*, и просыпанный на стол порошок следует тщательно подобрать.

За неимением изогнутой пробирки можно воспользоваться и обыкновенной, укрепив ее на штативе горизонтально.

● 2. Для лабораторного опыта при нагревании на газовой горелке нужна тонкая тугоплавкая пробирка с наружным диаметром около 7 мм и длиной около 15 см. Такие пробирки можно заказать

стеклодуву. Вместо пробки газоотводная трубка присоединяется к такой пробирке на каучуковой смычке (обрезок каучуковой трубки длиной около 3 см).

Опыт. Поместить в тонкую тугоплавкую пробирку (рис. 502) немного окиси ртути, не больше, чем показано на рисунке.

Окись ртути не следует трогать руками, так как это вещество ядовито.

Собрать прибор, как показано на рисунке, нагревать окись ртути сначала осторожно, потом как можно сильнее.

Выждав, пока из прибора будет вытеснен весь воздух (о том, сколько вышло воздуха, можно приблизительно судить по числу пузырьков), начать собирать газ, для чего над отверстием трубки поместить пробирку, наполненную водой.

Набрать еще две или три пробирки кислорода и продолжать нагревание, пока вся окись ртути не разложится. Что остается в пробирке?

Когда вся окись ртути разложится, вынуть подставку из-под стакана, не прекращая нагревания, и только после этого потушить горелку. Испытать полученный кислород.

Когда пробирка остынет, вытряхнуть из нее полученную ртуть в фарфоровую чашку или другой сосуд и слить в общую склянку. Ртуть и особенно ее пары ядовиты, поэтому не следует оставлять ртуть в открытом сосуде и нельзя допускать проливания капель ртути на стол или на пол.

● Если нагревание ведется на спирте, то для лабораторного опыта можно воспользоваться запаянной на одном конце трубочкой из обыкновенного, не тугоплавкого стекла. Трубочку нужно взять тонкую, с наружным диаметром 4—5 мм. Запаянному концу нет необходимости придавать закругленную форму.

Оттянув трубку, можно заплавить оттянутый кончик (рис. 503).

Трубка во время опыта иногда гнется и деформируется, но опыт все же доходит до конца. Нужно только держать трубку в самой жаркой части пламени, над внутренним конусом.

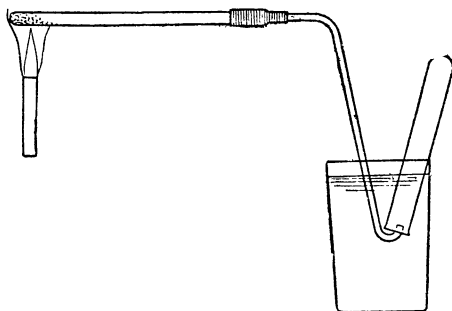


Рис. 502. Разложение окиси ртути (2).

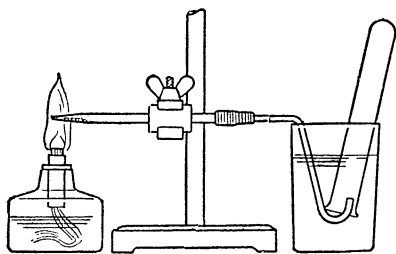


Рис. 503. Разложение окиси ртути (3).

В трубку всыпается окись ртути, сколько показано на рисунке, присоединяется на каучуке газоотводная трубка, и далее опыт проделывается, как указано выше (2).

12. РАЗЛОЖЕНИЕ ХЛОРНОЙ МЕДИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Для опыта можно воспользоваться одним из приборов для разложения воды, описанных ниже (стр. 512—521), взяв угольные электроды вместо металлических. Можно также катод взять платиновый, железный или алюминиевый, а анод — угольный. Платиновый анод не годится, так как хлор действует на платину. В качестве угольного электрода удобна угольная палочка от сухого элемента для карманного фонаря.

Раствор хлорной меди (*cuprum bichloratum*) берется 1 : 10.

Источником постоянного тока могут служить аккумуляторы, гальванические элементы и другие источники, как и при опытах разложения воды (стр. 510). Прибор наполняется раствором до урока.

Опыт. Включить ток и обратить внимание учащихся на выделение пузырьков газа от анода и на постепенное покраснение катода.

Хлор вначале собирается в трубке медленно, так как часть его растворяется в воде. Подержать сзади трубки с хлором кусочек бумаги, чтобы на белом фоне виден был цвет хлора. Рядом с трубкой прибора полезно поместить для сравнения пустую пробирку того же диаметра.

Если прибор — с подвешенными над электродами пробирками, то пробирку с хлором следует снять, чтобы учащиеся могли познаться с запахом хлора. Если прибор типа прибора Гофмана, то можно выпустить хлор через кран, прижав к последнему комок ваты, и дать его понюхать учащимся.

Для того чтобы показать осевшую на катоде медь, следует опорожнить прибор и промыть катод водой. Если катод вынимается (как у прибора на рис. 612), то его следует вынуть и передать учащимся.

При лабораторном опыте можно обойтись и без собирания хлора.

Учащиеся получают стаканчики с раствором хлорной меди и опускают в них укрепленные в куске картона электроды, соединенные с источником тока. Обращают внимание на выделение газа у анода. Через некоторое время, вынув электроды из раствора, учащиеся замечают осевшую на катоде медь, анод же заметно пахнет хлором.

II. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ВЕСА ВЕЩЕСТВ

1. ГОРЕНИЕ СВЕЧИ В КОЛБЕ ¹

○● **Опыт.** В колбу или склянку вместимостью в 1—2 л опустить на ложечке или проволоке огарок свечи (стеариновой или восковой, рис. 504). Обратить внимание на образование росы на

¹ Опыт находится в непосредственной связи со следующими двумя.

внутренней поверхности стенок колбы. Когда свеча потухнет, прилить в колбу немного известковой воды (см. стр. 389) и взболтать. Образование мути указывает на присутствие углекислого газа.

Если прилить известковой воды слишком мало, мути может не получиться, образуется растворимая в воде кислая соль.

Свечу следует держать в колбе так, чтобы пламя находилось приблизительно в середине колбы.

Для лабораторного опыта можно взять небольшую колбу или банку и свечу укрепить на проволоке.

2. ГОРЕНИЕ СВЕЧИ НА ВЕСАХ С ПОГЛОЩЕНИЕМ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

○ Приготовить проволочный треножник, как на рисунке 505. Его можно спаять (например, при помощи тиноля, см. стр. 391) из медной проволоки. К верхней части треножника нужно припаять или привязать кружок из металлической сетки. Размеры треножника должны быть таковы, чтобы он свободно помещался на чашке весов и чтобы на верхнюю его часть легко надевалось стекло для газовой горелки или так называемый *ламповый цилиндр* (см. стр. 439). Сетка треножника должна приходиться на $\frac{1}{3}$ высоты лампового цилиндра, считая снизу.

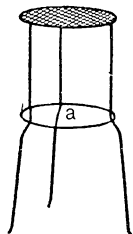


Рис. 505. Подставка для лампового стекла.

Для опыта можно воспользоваться или техническими весами, или даже менее чувствительными весами Беранже.

Опыт. Поместив на треножник ламповый цилиндр, насыпать в него слой (приблизительно на $\frac{1}{3}$ расстояния между сеткой и верхним краем цилиндра) негашеной извести (*calcaria caustica cruda* или *e magmore*) в кусках (1—2½ см в поперечнике), а затем — доверху едкого натра палочками (*natrium oxudatum hydricum in bacillis*) длиной в 2—3 см или крупными кусками. Треножник поставить на чашку весов, под цилиндр поместить огарок свечи, восковой или стеариновой, приклеенный к пробке (рис. 506), и т. п. Светильня свечи должна находиться внутри цилиндра, немного выше нижнего его края. Собранный прибор уравновесить и зажечь свечу. Через 3—5 мин., в зависимости от чувствительности весов, чашка, где горит свеча, заметно перетянет.

Известь и едкий натр должны быть в достаточно крупных кусках и должны лежать рыхло, чтобы был свободный ток воздуха. Можно взять и один едкий натр, но тогда он быстро насыщается водой, и образующийся раствор стекает и капает на свечу и на чашку весов.

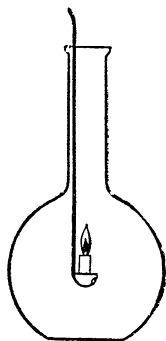


Рис. 504. Горение свечи в колбе.

Известь и едкий натр заготовить заранее (в нужном для одного опыта количестве) в банках с залитыми (см. стр. 235) или с притертыми (и смазанными вазелиновой мазью) пробками и насыпать перед самым опытом, чтобы они не натянули влаги и углекислого газа из воздуха. Едкий натр (брать не руками, а щипцами) наломать в ступке при помощи пестика (правила! стр. 48).

Банку, из которой взято нужное для измельчения количество едкого натра, не оставлять открытой и немедленно залить парафином.

По окончании опыта пересыпать вещества обратно в банки. Вещества могут служить еще раз.

Можно вместо этого опустить весь прибор в большой цилиндр или банку с притертой пробкой и хранить в таком виде до следующего раза (пробку смазать). Еще удобнее, если есть матовое стекло и притертый к нему стеклянный колпак.



Рис. 506. Горение свечи на весах с поглощением продуктов горения.

и удерживают цилиндр. Приблизительно $\frac{1}{3}$ цилиндра снизу должна остаться, как и в предыдущем случае, свободной, так как иначе в цилиндре может не установиться тяги, и продукты горения будут удаляться помимо цилиндра. Свечу можно укрепить на пробке, которую подвесить к крючкам, удерживающим цилиндр, а можно поместить и на чашку весов.

Можно проволоки, поддерживающие стекло, пустить по наружной его части, сетку же подвесить на особых проволоках. Вместо трех проволок для сетки можно взять четыре, вернее две, перекрещивающиеся посередине и загнутые наверху крючками, которыми они держатся за край стекла. Тогда сетку можно не припаявать, а положить на полученную крестовину. Вместо проволок удобно воспользоваться полосками меди или жести (рис. 508).

Подобный прибор без ножек удобно хранить в снаряженном виде, поместив его в большой цилиндр для анатомических препаратов с притертой пробкой (рис. 509).

Если опыт производится на технических весах, то цилиндр можно не ставить на треножник, а подвесить. Как тогда поместить внутри цилиндра сетку, понятно из рисунка 507. Три скрученные наверху вместе проволоки припаяны или привязаны к двум кольцам. На одно кольцо напаяна сетка. Нижние концы проволок загнуты крючками

За неимением цилиндрического лампового стекла можно взять стекло от керосиновой лампы, но оно должно быть большого диаметра. В узком стекле газы поднимаются слишком быстро и не успевают поглотиться.



Рис. 507. Подвес для лампового стекла (1).

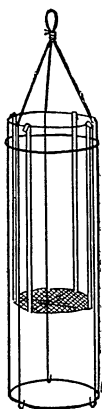


Рис. 508. Подвес для лампового стекла (2).

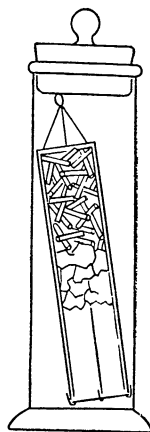


Рис. 509. Хранение снаряженного лампового стекла.

В крайнем случае можно заменить стекло жестяным цилиндром. Наконец, можно вместо цилиндра взять обрезанную склянку или банку. Ее удобно поместить на тагане (рис. 510).

Так как едкий натр притягивает влагу из воздуха и, таким образом, становится тяжелее, то при более или менее продолжительном стоянии прибора и без зажигания свечи чашка весов с цилиндром должна перетянуть. Ввиду этого для большей убедительности опыта иногда делают два одинаковых прибора, которые уравнивают один другим, устанавливая окончательно равновесие при помощи дроби и т. п. Очевидно, что этим исключается влияние влаги воздуха; но вряд ли для демонстрационного эксперимента нужно такое усложнение.

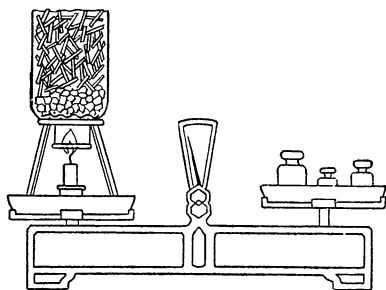


Рис. 510. Прибор с заменой лампового стекла обрезанной банкой.

3. ГОРЕНИЕ СВЕЧИ В КОЛБЕ С НАТРОННОЙ ИЗВЕЩЬЮ

○ Колбу или склянку на 2 л и больше заткнуть хорошо подогнанной (лучше всего каучуковой) пробкой, в которую вставлена ложечка с огарком свечи (рис. 511) и, кроме того, изогнутая стеклянная трубка *a* (диам. 5—6 мм). К ней на каучуке присоединена другая, также изогнутая трубка *b*. Длинное колено ее (60—70 см) опущено в стакан с подкрашенной, например раствором индиго (см. стр. 389), водой. На каучуке — зажим. На дно колбы насыпать натронной извести (*patrium oxydatum hydricum cum calce, Natronkalk*). Колбу укрепить на штативе. Испытать, держит ли прибор. При этом особенно важно, чтобы прибор хорошо держал.

Опыт. Свечу вместе с пробкой и трубками вынуть из колбы, зажечь и, опустив в колбу, снова плотно закрыть пробку (конец трубки погрузить в стакан с подкрашенной водой). Когда свеча погаснет, дать колбе остыть и открыть зажим.

Вода обыкновенно поднимается до самой колбы.

За неимением натронной извести можно взять мелко натолченный едкий натр. Если нет и едкого натра, можно воспользоваться известковым молоком (взболтанная в воде гашеная известь). После того как свеча погаснет, колбу нужно потрясти, чтобы взболтать известковое молоко. Опыт менее опрятен, но удастся очень хорошо, если, конечно, пробка хорошо держит.

4. ОКИСЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ НА ВОЗДУХЕ

○ 1. Опыт с железом и магнитом. Над чашкой технических весов подвесить подковообразный магнит (15—20 см длины). Для этого удобнее всего приспособить к дужке весов проволоочный крючок, чтобы магнит потом было легче снять. На чашку весов поместить кружок асбестового картона, жести, фарфоровую чашку, блюдо и т. п., чтобы чашка весов не попортилась раскаленной окисью железа, если она случайно упадет. К магниту поднести на бумажке железный порошок (*ferrum alcoholysatum*), который пристает к магниту в большем или меньшем количестве (рис. 512). Несколько раз дотрагиваться бумажкой с порошком до магнита, пока он не перестанет притягивать железо. Все уравновесить гириями или дробью.

Опыт. Свешивающуюся бахрому железа нагреть снизу в нескольких местах горелкой, пока железо не начнет тлеть. Тогда отнять горелку. Сначала благодаря току теплого воздуха чашка с магнитом как бы делается легче и поднимется, но вскоре она мало-помалу начинает перевешивать.

Когда окись железа вполне остынет, ее можно снять с магнита в чашку и показать классу.

Весы должны быть достаточно чувствительны, и магнит должен удерживать достаточное количество железа.

Железо поучительнее поднести к магниту на уроке, а не заранее, но тогда опыт отнимет немного больше времени. Железные опилки для этого опыта, как и для следующего, мало пригодны.

○ 2. Опыт с железом без магнита. За неимением магнита можно поместить железный порошок в железную чашку, коробку, согнутую из жести, фарфоровую чашку и т. п. В чашку поместить также кусок стеклянной палочки и все вместе уравновесить на весах. Сняв чашку с весов, нагревать ее на горелке, помешивая железо палочкой. Железо начинает тлеть. Показать это, наклонив чашку (щипцами). Когда тление прекратится, дать чашке остыть и снова поместить на весы. Чашка оказывается тяжелее.

Для того чтобы показать учащимся тлеющее железо, не наклоняя чашки, можно

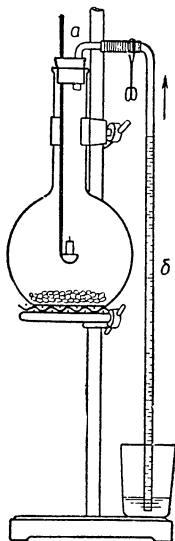


Рис. 511. Уменьшение объема воздуха при горении свечи.

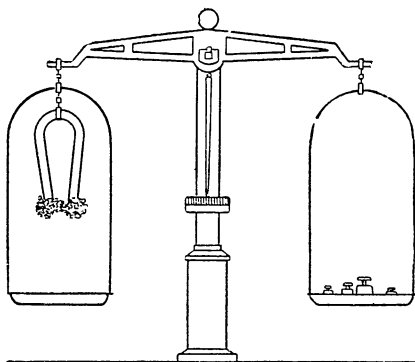


Рис. 512. Увеличение веса при горении железа.

воспользоваться зеркалом, держа его над чашкой под углом около 45° (рис. 513). Этим приемом можно пользоваться и при ряде других опытов.

● Для лабораторного опыта можно воспользоваться тиглем или небольшой железной или жестяной коробочкой, как на рисунке 513.

Насыпать в тигель немного порошка железа (меньше половины тигля) и взвесить тигель с железом на аптекарских весах.

Поместить тигель в треугольник, помещенный на кольце штатива или на тагане, и прокалывать минут десять.

Не вынимая тигля из треугольника, подождать, пока тигель вполне остынет и перестанет быть теплым на ощупь, и затем его взвесить.

Отчего произошло изменение в весе?

○ 3. Опыт с медью. Для того чтобы показать увеличение веса меди при прокаливании, вырезать из тонкого листа красной меди (*cuprum metall. in laminis*) четырехугольник и сделать из него коробочку. Для этого, загнув края четырехугольника со всех сторон под прямым углом, пригнуть образующиеся углы к полученным бокам коробочки. Бока коробочки должны быть не выше 1—2 см. Коробочка должна быть такой величины, чтобы свободно помещалась на чашке технических весов. Коробочку наполнить мелкими медными стружками (*cuprum metall. raspatum*) или, лучше, медью, полученной при восстановлении зерновой окиси меди.

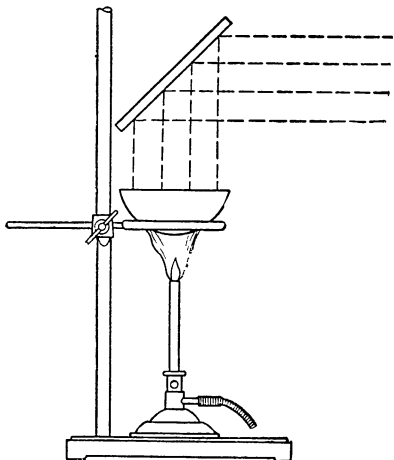


Рис. 513. Применение зеркала при демонстрационном опыте.

Уравновесить коробочку на весах можно до урока.

Опыт. Снять коробочку с весов, и держа щипцами, сильно прокалить на горелке, пока вся

медь не почернеет. Когда коробочка остынет, снова поместить ее на весы: она окажется тяжелее.

Для того чтобы коробочку было удобнее держать щипцами, можно, сделав в углах ее отверстия, продеть в них медные проволочки, которые над коробочкой связать вместе. Весы должны быть достаточно чувствительные.

За неимением листовой меди можно воспользоваться фарфоровой или железной чашкой (см. оп. 2).

Полученную окись меди сохранить для опытов восстановления.

● 4. Для лабораторного опыта с медью можно взять тигель или жестяную коробку, как в опыте 2.

○● 5. Опыты с цинком и со сплавом олова со свинцом. Аналогично описанным опытам можно проделать опыты с порошком цинка (*zincum metallicum pulvis*). Значительный привес получается при окислении в тигле сплава олова (*stannum metallicum*) со свинцом (*plumbum metallicum*) в таком отношении: 1 часть олова на 4 части свинца. Сплав заготавливается заранее в железной

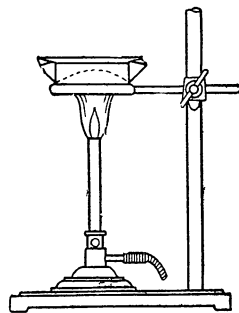


Рис. 514. Окисление металла при прокаливании.

чашке и для зернения выливается тонкой струей в ведро с холодной водой.

При продолжительном нагревании сплав этот окисляется нацело.

5. ОКИСЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ЗАКРЫТОМ СОСУДЕ СО ВЗВЕШИВАНИЕМ

○ 1. Опыты в реторте. Цель опытов — показать, что 1) при превращении металла в окалину расходуется воздух; 2) привес, получаемый при этом металлом (см. предыдущие опыты), берется из воздуха; 3) этот привес равен потере в весе воздуха¹.

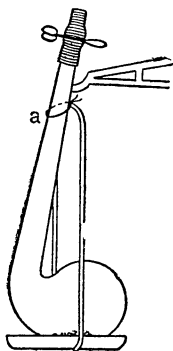


Рис. 515. Взвешивание железа в реторте.

Для опыта лучше всего воспользоваться железом в порошке, но можно взять цинк в порошке или восстановленную медь. Железо имеет то преимущество, что при описанных

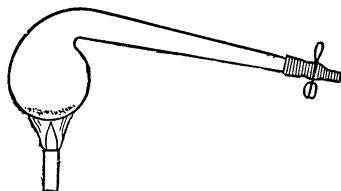


Рис. 516. Прокаливание железа в реторте.

ниже условиях загорается, что видно издали. Железные опилки для опыта не годятся.

При описании опыта мы будем иметь в виду железо. С другими металлами манипуляции будут те же.

Для опыта нужна реторта (на 400—500 мл). Реторта может быть и нетугоплавкая. В реторту поместить немного (пол-ложечки) порошка железа, на конец реторты надеть обрезок каучука длиной 12—15 см. Каучук на расстоянии 2—3 см от конца зажать винтовым или хорошим пружинным зажимом.

К горлу реторты каучук полезно привязать.

Реторту поместить на чашку технических весов, укрепив конец реторты на верху дужки весов при помощи проволочного крючка *а* (рис. 515). Крючок должен быть приспособлен таким образом, чтобы на уроке реторту легко можно было снять с весов и снова на них поместить. Уравновесить реторту при помощи разновесок, дроби и бисера или сухого песка.

Опыт. Убедиться, что реторта в полном равновесии, и обратить на это внимание учащихся. Возможно осторожно снять реторту,

¹ Опыты аналогичны опытам Ломоносова и Лавуазье.

стараясь не сдвинуть призмы весов. Вставить в открытый конец надетого на реторту каучука обрезок стеклянной трубки длиной в 10—15 см.

Опустить конец трубки в чашку с водой, подкрашенной индиго или другой краской, и открыть зажим, чтобы показать, что давление воздуха внутри реторты равно атмосферному. При поворачивании реторты делать это таким образом, чтобы железо не пересыпалось в шейку реторты.

Убедившись, что давление воздуха в реторте равно атмосферному, снова плотно закрыть зажим, вынуть стеклянную трубку из каучука и начать нагревание реторты (рис. 516). Нагревать нужно сначала очень осторожно, не спеша, над большим пламенем горелки. При нагревании реторту следует все время встряхивать, чтобы железный порошок постоянно находился в движении. Когда железо достаточно прогреется, в реторте обычно начинают вспыхивать искры горящего железа (для этого железа не должно быть слишком много).

Когда порошок железа почернеет, прекратить нагревание, укрепить реторту в зажиме штатива и дать ей остыть. Ни в каком случае, конечно, нельзя класть реторту на стол, а особенно на какой-нибудь металлический предмет, так как тогда реторта легко может лопнуть.

Если соблюдать все предосторожности при нагревании и при охлаждении реторты, то нет оснований ожидать, чтобы она лопнула, но на всякий случай полезно иметь запасную реторту с железом.

Когда реторта *вполне* остынет, снова поместить ее на весы. Весы, если только реторта была снята достаточно осторожно, оказываются в равновесии.

Сняв реторту с весов, снова присоединить к ней обрезок трубки и, погрузив его в чашку с подкрашенной водой, открыть зажим. Вода заполняет почти все горлышко реторты (рис. 517).

Для успеха опыта, конечно, необходимо, чтобы прибор хорошо «держал» (см. стр. 234).

Если нет достаточно хорошего каучука, то можно присоединить к реторте на каучуковой пробке стеклянную трубку, на которую и надеть более тонкий каучук; но широкий и достаточно длинный каучук имеет то преимущество, что он слегка раздувается во время опыта и вмещает часть расширившегося воздуха реторты.

За неимением реторты можно воспользоваться соответствующих размеров круглодонной колбой (плоскодонная не выдерживает давления).

К колбе подобрать каучуковую пробку, в пробку вставить изогнутую под прямым углом трубку и на конец трубки надеть кусок

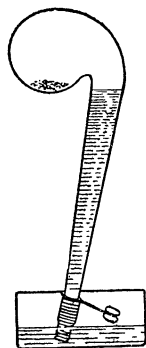


Рис. 517.
Уменьшение объема воздуха после прокаливания железа.

каучука с зажимом. В таком виде колба помещается на весы и с ней производится вышеописанный опыт.

Для того чтобы показать, что количество воздуха в колбе уменьшилось, к ней присоединить длинную изогнутую трубку, как на рисунке 511. Эту трубку погрузить в воду и открыть зажим.

● 2. Для лабораторного опыта можно воспользоваться пробиркой (лучше, конечно, взять небольшую реторту или круглодонную колбочку). К пробирке должна быть подобрана очень хорошая корковая или лучше каучуковая пробка. Если нет хороших пробок, можно, углубив пробку, залить ее парафином или воском.

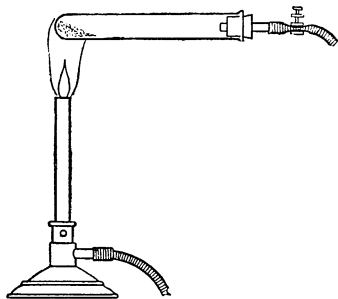


Рис. 518. Прокаливание металла в пробирке.

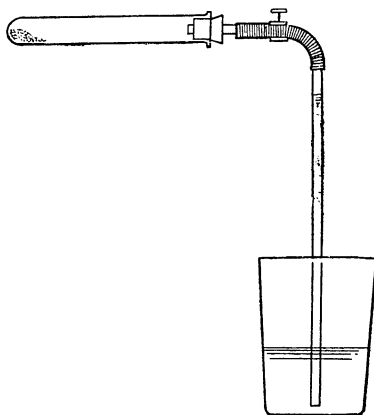


Рис. 519. Уменьшение объема воздуха после прокаливания металла.

Устройство всего прибора понятно из рисунков 518 и 519. Для лабораторного урока пробирки могут быть заготовлены уже с порошком железа (медью и другими металлами) и с залитыми пробками. На каучук надевается винтовой зажим, как на рисунках 518 и 519, или хороший пружинный зажим.

Опыт. Насыпать в пробирку (колбочку, реторту) немного порошка железа (или другого металла). Заткнуть пробкой с трубкой. Открыть зажим и испытать, держит ли прибор.

Закрывать зажим, отделить стеклянную трубку и уравновесить пробирку на весах (аптекарских).

Нагреть железо на горелке, все время встряхивая пробирку, пока железо не начнет давать искры или не почернеет.

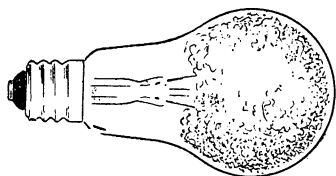
Дать пробирке вполне остыть. Поместить на весы. Изменился ли вес?

Присоединить стеклянную трубку, конец которой опустить в стакан с водой. Открыть зажим. Что наблюдается?

Какие выводы можно сделать из опыта?

Ясно, что при взвешивании на грубых весах нельзя было бы заметить небольшую разницу в весе пробирки до и после опыта, если бы такая разница и получилась в результате нагревания. Нельзя считать опыт доказывающим точное сохранение веса веществ при данной реакции. Но опыт заставляет учащихся проследить ход умозаключений Ломоносова и Лавуазье и потому полезен. Необходимо указать учащимся по окончании опыта, что и с более точными весами и при большем объеме сосудов получается тот же результат.

① 3. Для опыта можно воспользоваться применяемыми в фотографии лампами для моментальных снимков. Такие лампы продаются в фотографических магазинах и имеют вид обыкновенной электрической лампы, наполненной мятой



алюминиевой фольгой (рис. 520). Лампа содержит, кроме фольги, кислород и тонкую загорающуюся при включении тока проволоку. Лампа ввинчивается в осветительный патрон и при включении тока дает

Рис. 520. Лампа «вакублиц».

вспышку алюминия, сопровождающуюся ярким свечением.

Эта лампа («вакублиц») с успехом может быть применена для опыта для демонстрации закона сохранения веса веществ (Буткевич).

Опыт. Тарировать лампу на весах. Поднести к контактам лампы концы проводов от осветительной цепи. Происходит яркая вспышка, стенки лампы покрываются изнутри небольшим белым налетом окиси алюминия, весы же сохраняют равновесие.

Взрыва лампы не происходит, потому что продукт горения — твердое вещество и при сгорании происходит не увеличение, а уменьшение объема.

6. ОКИСЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В ЗАКРЫТОМ СОСУДЕ БЕЗ ВЗВЕШИВАНИЯ

○ Вместо опыта с ретортой (опыт 5, ○ 1, стр. 443) можно показать опыт, доказывающий только то, что при окислении железа расходуется воздух. Для опыта нужен колокол или большая (5—6 л) склянка с обрезанным дном и большая кристаллизационная чашка диаметром на 8—10 см больше, чем колокол, а глубиной равная приблизительно $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ высоты его. Вместо кристаллизационной чашки можно приготовить соответствующий сосуд, обрезав (см. стр. 192) склянку или банку подходящих размеров. Колокол не должен плотно стоять на дне чашки. Для этого к нижнему краю колокола можно приклеить менделеевской замазкой три кусочка пробки, можно надеть три проволочные дужки, вставленные в обрезки каучуковой трубки (рис. 521 и 522).

К горлу колокола подобрать каучуковую пробку (или очень хорошую и хорошо обжатую корковую) с отверстием, которое заткнуть хорошо оплавленным обрезком стеклянной палочки или запаянной трубочки *б* (рис. 521). Через отверстие продеть прочную, но тонкую нитку *а*, к которой привязан вдоль большой магнит. Если отверстие, через которое проходит нитка, плотно заткнуто стеклянной палочкой, нитка должна удерживать магнит на любой высоте. Укрепив горло колокола в зажиме штатива, спустить магнит на нитке вниз и, закрепив нитку в этом положении, поднести к магниту на бумажке железо в порошке (*ferrum alcoholisatum*). Когда магнит притянет столько железа, сколько может удержаться, поднять магнит почти до верха колокола и снова укрепить нитку в пробке стеклянной палочкой. Магнит должен находиться на таком расстоянии от верха колокола, чтобы не препятствовать открытию и отвести в сторону пробку, на которой он подвешен.

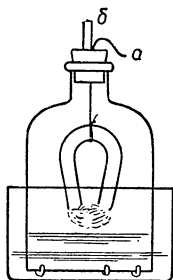


Рис. 521. Уменьшение объема воздуха при горении железа.

Укрепив магнит, поставить колокол в кристаллизационную чашку с водой, налитой до $\frac{1}{2}$ или до $\frac{2}{3}$. Приоткрыть пробку, чтобы уровень воды внутри колокола был на той же высоте, что и в чашке. Воду можно подкрасить индиго.

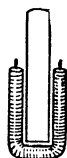


Рис. 522. Приспособление к колоколу.

Опыт. Вынуть и отвести в сторону пробку. Поднять колокол и зажечь железо на магните при помощи горячей длинной лучинки или свечи на проволоке, быстро вынув лучинку или свечку, опустить колокол в воду и плотно закрыть пробку. По мере того как железо будет тлеть, уровень воды в колоколе будет постепенно подниматься.

7. РАЗЛОЖЕНИЕ УГЛЕМЕДНОЙ СОЛИ СО ВЗВЕШИВАНИЕМ И ПОГЛОЩЕНИЕМ ПРОДУКТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ

1. Определение потери при прокаливании углемедной соли

(Опыт должен быть проделан в том случае, если предполагается поставить нижеследующий опыт.)

○ 1. Опыт в пробирке.

Опыт. Насыпав в пробирку средней величины на четверть углемедной соли (*сиргum carbonicum*), тарировать пробирку на технических весах. Прогреть пробирку на горелке, пока углемедная соль вся не разложится. Пробирку держать горизонтально. Когда пробирка остынет, поместить ее опять на весы и показать, что она уменьшилась в весе.

● 2. Опы т в тигле. Лабораторный опыт удобнее производить в тигле (на 10 мл) с определением процента потери.

Это вычисление не имеет непосредственного отношения к теме работ, но явится полезным упражнением в решении задачи на основании данных опыта. Кроме того, работа может потом послужить примером количественного анализа, и на нее можно сослаться при прохождении закона постоянства состава.

Опыт. Взвесить тигель. Всыпать в тигель до $\frac{1}{2}$ его высоты углемедной соли и снова взвесить (правила взвешивания см. стр. 294). Найти вес взятой соли.

Поместить тигель на треугольник, положенный на кольцо штатива, и, осторожно нагрев, подставить под него горелку. Прокаливать до тех пор, пока вся углемедная соль не почернеет.

Тигель должен находиться в самой жаркой части пламени (верхняя треть пламени); прокаливать около $\frac{1}{4}$ часа.

Дать тиглю остыть, не снимая его со штатива. Когда тигель уже не будет теплым на ощупь (ни в коем случае не раньше!), определить его вес ($= a$).

Еще раз прокалить тигель около 5 минут, дать остыть и снова определить вес ($= b$).

Если $b = a$, значит разложение дошло до конца.

Если $b > a$, значит при первом взвешивании были неверно записаны разновески; в таком случае надо работу начать снова, с самого начала.

Если $b < a$, значит в первый раз соль была недостаточно прокалена. Нужно ее снова прокалить и опять взвесить, и так поступать до получения постоянного веса.

Если прокаливание велось правильно, то постоянный вес обнаруживается уже после второго взвешивания, т. е. получается $b = a$.

Если разность между двумя взвешиваниями не превышает 0,02 г, то веса можно считать равными.

Записать вес углекислого газа и воды, выделившихся из углемедной соли при ее прокаливании.

Вычислить потерю в весе углемедной соли в процентах. Вычислять в десятичных дробях с точностью до 0,1.

2. Разложение углемедной соли с поглощением продуктов разложения

○ Приготовить пробирку (средней величины) с хорошо подогнанной пробкой, в которую вставить хлоркальциевую трубку (рис. 523), наполненную натронной известью (смесь едкого натра и извести — *patrium oxudatum hydricum cum calce*). Натронную известь взять мелкую, просеянную с зернами 2—3 мм в поперечнике. В трубку положить сначала небольшой комочек ваты, затем насыпать натронной извести почти доверху, прикрыть

опять ватой и вставить пробку с небольшим отверстием, заткнутым стеклянной палочкой или запаянной стеклянной трубкой.

Опыт. В пробирку насыпать немного углемедной соли, вставить пробку с хлоркальциевой трубкой и испытать, держит ли прибор. Поместить снаряженный прибор на весы и уравновесить разновесками (для демонстрационного опыта можно и дробью). Снять прибор

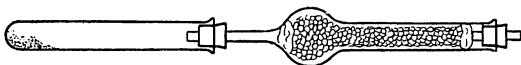


Рис. 523. Разложение углемедной соли с поглощением продуктов разложения (1).

с весов, вынуть стеклянную палочку и, держа почти горизонтально, осторожно нагреть соль. Нагревать следует не в пламени, а над пламенем, чтобы разложение шло не слишком быстро.

Когда вся соль почернеет, дать прибору вполне остыть и, вставив стеклянную палочку, снова поместить прибор на весы. Сохранилось ли равновесие?

Сделать вывод из опыта.

Если нагревать сразу слишком сильно, то прибор может оказаться легче, так как натронная известь не успевает поглотить быстро выделяющиеся газы.

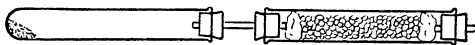


Рис. 524. Разложение углемедной соли с поглощением продуктов разложения (2).

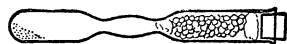


Рис. 525. Пробирка с перетяжками по Созонову и Верховскому.

За неимением хлоркальциевой трубки можно присоединить к пробирке прямую трубочку (например, обрезанную пробирку), заткнутую с обеих сторон пробками (рис. 524). Для лабораторного опыта удобны пробирки с двумя перетяжками (рис. 525).

В пробирку нужно сначала насыпать углемедную соль, вложить затем в первое сужение клочок ваты и заполнить остальную часть пробирки натронной известью. Во время опыта в расширении между двумя перетяжками скопится вода.

8. ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА ВОЗДУХА ПРИ РЖАВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗА

○ 1. Опыт с бутылкой. К бутылке или склянке на 1—2 л и больше подобрать хорошую пробку, в которую вставить изогнутую, как на рисунке 526 трубку. Из листа железа (нелуженого) нарезать полоски, которые входили бы в горлышко склянки. Полоски должны быть изогнуты, чтобы в бутылке они лежали не

плотным слоем. Железо следует протереть самой грубой наждачной бумагой, чтобы снять с него слой окислы. Нет необходимости отчищать до полного блеска; важно лишь, чтобы поверхность была достаточно исцарапана и не была жирная. За неимением наждачной бумаги можно поскрести поверхность железа ножом, напильником и т. п. Полоски поместить в бутылку до урока.

Опыт. Смочить помещенные в бутылку полоски железа водой, для чего налить в бутылку воды, встряхнуть и вылить всю воду. Плотно вставить пробку с трубкой. Укрепить бутылку на штативе и конец трубки погрузить в стакан с водой, подкрашенной индиго или чернилами (рис. 526).

Если железо хорошо отчищено, то иногда за час оно успевает несколько заржаветь, и вода в трубке поднимется на заметную высоту. На следующий день вода уже начинает втекать в бутылку.

Рис. 526. Уменьшение объема воздуха при ржавлении железа (1).



Для успеха опыта важно, чтобы пробка хорошо держала. Лучше всего, если есть каучуковая пробка. Если нет хорошей пробки, то следует взять короткую корковую пробку, которую, собрав прибор, углубить в горлышко бутылки и залить парафином, воском или мendeleevской замазкой. Горлышко бутылки, перед тем как вставлять пробку, следует тщательно вытереть, так как к сырому стеклу парафин и т. п. не пристает.

● 2. Опыт с пробирками. Для лабораторного опыта нужна железная (не стальная) проволока толщиной около 0,3 мм или тоньше. Проволока не должна быть жирная или покрытая окислом (черная). Лучше всего вычистить ее грубой наждачной бумагой или поскрести ножом.

Проволока нарезается кусками 30—40 см длиной.

Опыт. Кусок железной проволоки свернуть в неплотный комочек и зафиксировать палочкой в пробирку так, чтобы он в ней держался плотно, не вываливаясь. Вложенное в пробирку железо смочить водой (смоченное железо быстрее ржавеет).

Поместить пробирку отверстием книзу в стакан с водой.

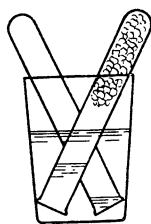


Рис. 527. Уменьшение объема воздуха при ржавлении железа (2).

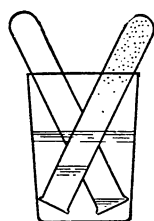


Рис. 528. Уменьшение объема воздуха при ржавлении железа (3).

Рядом с этой пробиркой поместить для сравнения другую такую же пробирку, но без железа (рис. 527).

Убедиться, что вода в обеих пробирках, если их опустить до дна, стоит примерно на одном уровне.

Оставить прибор до следующего урока. На уроке погрузить пробирки до дна и сравнить уровни, на какие вода поднимется в пробирках.

Результат сказывается гораздо быстрее (через час), если вместо проволоки взять железо в порошке. Пробирка смачивается внутри водой, которая затем выливается. В пробирку всыпается железный порошок. Порошок пристаёт к мокрым стенкам пробирки.

Пробирка помещается в стакан рядом с контрольной пробиркой, как сказано выше (рис. 528).

9. НЕИЗМЕННОСТЬ ВЕСА ПРИ СЖИГАНИИ ФОСФОРА В ЗАКРЫТОМ СОСУДЕ

Рекомендуемый в некоторых учебниках опыт сжигания в колбе белого фосфора, помещенного на дно колбы и воспламеняемого путем нагревания колбы извне, представляет опасность, так как колба легко может лопнуть и горящий фосфор вылиться на экспериментатора и причинить ожоги. Поэтому предлагается нижеследующее видоизменение этого опыта.

Фосфор берется не белый, а красный. Помещается не непосредственно в колбу, а на ложечку для сжигания веществ в кислороде.

Воспламенение производится посредством электрического тока. Для этого в подобранную к колбе пробку, кроме ложечки, вставляется кусок толстой проволоки (рис. 529) — вязальная спица, выпрямленная шпилька и т. д.

К находящемуся внутри колбы концу проволоки, немного не доходящему до ложечки, прикручивается кусочек очень тонкой проволоки (годится балалаечная струна, волосок от мягкого провода, ленточка золотого или серебряного «дождя» для елки и т. п.). Конец проволоочки опускается до дна ложечки, и сверху насыпается красный фосфор.

К концам ложечки и толстой проволоки присоединяется электрический провод с вилкой. Для воспламенения фосфора достаточно вставить вилку в штепсель. Тоненькая проволочка накаливается и сразу же перегорает (благодаря чему не перегорает предохранитель электрической сети), фосфор воспламеняется.

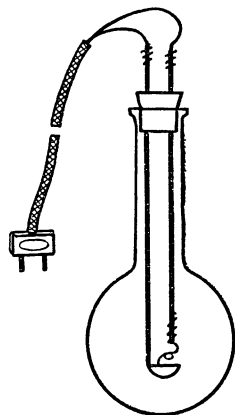


Рис. 529. Сохранение веса при горении фосфора.

Если же в помещении нет электрического освещения, то тоненькую проволочку можно достаточно накалить и посредством гальванических элементов (см. стр. 328). Можно, наконец, зажечь фосфор посредством электрических искр, присоединив к ложечке и толстой проволоке электрическую машину, лейденскую банку, небольшую румкорфову спираль или иной индуктор (см. стр. 332) и установив конец толстой проволоки на таком расстоянии от ложечки, чтобы между ними при включении индуктора (или иного прибора) проскакивали электрические искры.

Колба (на 500 мл) для опыта должна быть круглодонная, так как плоскодонная колба может не выдержать развивающегося в ней в первый момент горения фосфора давления.

Колба подвешивается к весам на проволочном крючке или на веревочке.

Колбу можно заменить подходящей склянкой.

Опыт. На ложечку приготовленного для опыта прибора (рис. 529) насыпать очень небольшое количество красного фосфора (на кончике ножа).

Вставить пробку в колбу и тарировать колбу на весах, стараясь не просыпать фосфор с ложечки.

Снять колбу с весов (осторожно, чтобы не сдвинуть призм весов). Укрепить колбу в зажиме на штативе. Присоединить провода от источника электрического тока к прибору. Включить ток. Как только фосфор загорится — выключить ток. Отделить провода от прибора.

Дать колбе остыть и снова поместить ее на весы. Обратит внимание учащихся на то, что вес прибора после сгорания фосфора сохранился прежним.

По окончании урока вынуть пробку из колбы и сжечь (лучше под тягой) остатки фосфора. Ложечку вымыть, высушить и прокалить в пламени горелки.

10. НЕИЗМЕННОСТЬ ВЕСА ПРИ РЕАКЦИИ МЕЖДУ ДВУМЯ ГАЗАМИ

Нижеописанные опыты представляют интерес, так как на первый взгляд при этих опытах вещество получается «из ничего».

Опыты могут быть проделаны в приборчике, изображенном на рисунке 530 (Буткевич). Приборчик состоит из цилиндра для собирания газов и пробирки. Пробирка должна быть таких размеров, чтобы объем ее (40—50 мл) и объем свободного пространства цилиндра, после того как в него вставлена пробирка, были примерно равны. Внутренний диаметр цилиндра, подходящего к имеющейся пробирке, можно рассчитать по формуле:

$$d = 2 \sqrt{\frac{r^2 (h - h_1)}{h_1 + h_2}}$$

где (см. рис. 530) d — диаметр цилиндра, r — радиус пробирки, h — высота пробирки до конца пробки, h_1 — расстояние от конца вставленной в цилиндр пробки до конца пробирки и h_2 — расстояние от конца пробирки до дна цилиндра. Пробирка должна быть плотно вставлена в пробку, плотно входящую в цилиндр (прибор должен хорошо «держаться»). Пробирка должна быть хорошо закрыта.

Цилиндр и пробирка наполняются реагирующими газами. В пробирку помещается кусок свинца (свинцовая пломба) или кусочек другого тяжелого металла, который должен при встряхивании разбить пробирку и таким образом привести газы в соприкосновение.

○ 1. До урока пробирка наполняется над водой ацетиленом, а цилиндр, по способу вытеснения воздуха, — хлором. Ацетилен не должен содержать примеси воздуха. Очищать и сушить газы нет надобности (Буткевич).

Опыт. Прибор тарировать на весах и затем встряхиванием разбить пробирку. Происходит вспышка с образованием большого количества копоти:



Как видно из уравнения, реакция идет без увеличения объема газа. Тепловой эффект ее невелик. Поэтому толстостенный цилиндр хорошо выдерживает давление взрыва и опыт не представляет опасности. Вес прибора остается, конечно, прежним.

○ 2. До урока цилиндр наполняется по методу вытеснения воздуха аммиаком, а пробирка — хлористым водородом.

Опыт. Прибор тарировать на весах. Встряхиванием разбить пробирку. В приборе появляется белое облако нашатыря. Вес остается прежний.

Учащимся при том и другом опыте разъясняется, что прибор был не пустым, а содержал газы, при реакции между которыми получились новые вещества — уголь и хлористый водород в первом случае и нашатырь во втором — и что вес вновь полученных веществ равен весу взятых. Разумеется, что вдаваться в подробности реакций не следует.

11. НЕИЗМЕННОСТЬ ВЕСА ПРИ ОБМЕННЫХ РЕАКЦИЯХ

○ ● Цель опыта — показать, что не только при реакциях окисления, но и при других реакциях вес веществ взятых равен весу веществ полученных. Два раствора, образующие при сливании

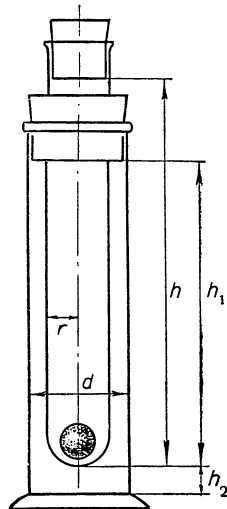


Рис. 530. Сохранение веса при реакции между двумя газами.

осадок или дающие изменение цвета, помещаются в стаканчики, которые уравниваются на весах (рис. 531).

После сливания растворов вес остается неизменным.

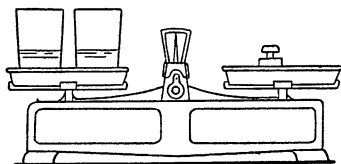


Рис. 531. Сохранение веса при реакции между растворами (1).

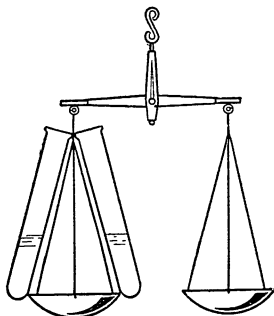
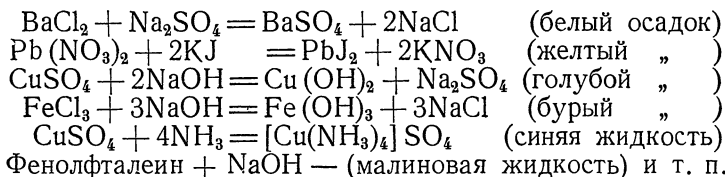


Рис. 532. Сохранение веса при реакции между растворами (2).

Растворы могут быть самые разнообразные, в зависимости от имеющихся реактивов. Например:



При лабораторном уроке следует различным звеньям учащихся дать различные пары растворов.

Если опыт производится на аптекарских весах, вместо стаканчиков можно взять две пробирки, связать их ниткой и повесить на крючок весов (рис. 532).

III. ВОДА. ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОЙ ВОДЫ И ЕЕ СВОЙСТВА

1. ФИЛЬТРОВАНИЕ И ПЕРЕГОНКА ВОДЫ

1. Фильтрование

○● В двух колбах или склянках приготовить «грязную воду», примешав к чистой воде какой-нибудь нерастворимый порошок, например: песок, мел, картофельная мука, тальк. Последний очень удобен тем, что хорошо удерживается фильтром. Приготовив «грязную воду», испытать, прозрачный ли получается фильтрат.

В одну из колб прибавить, кроме порошка, какой-нибудь окрашенной жидкости (раствора медного купороса, чернил и т. п.).

Приготовить две чистые колбы (склянки, стаканы) и в них вставить две воронки с фильтрами (лучше плоеными, см. стр. 356).

Опыт. Профильтровать ту и другую грязную воду. Муть удерживается фильтром, растворенное же вещество проходит сквозь фильтр.

2. Перегонка с либиховским холодильником

○● Собрать прибор, изображенный на рисунке 533 и состоящий из колбы *А* (на 300—500 мл) с грязной водой (природной или искусственно загрязненной), соединяющей трубки, вставленной в холодильник, холодильника *Б*, форштосса (аллонжа), и колбы-приемника *Д*. За неимением форштосса приемник можно надеть горлом непосредственно на конец холодильника и укрепить в наклонном положении.

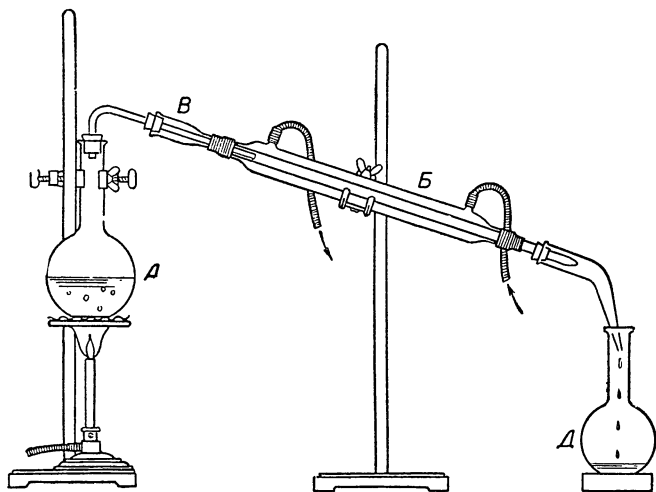


Рис. 533. Перегонка воды (1).

При налаживании прибора удобнее всего придерживаться такого порядка. Начать с подгонки нужных пробок. Затем, установив на штативах колбу и холодильник в таком относительном положении, как на рисунке, согнуть под соответствующим углом соединяющую трубку. Для этого лучше всего выгнуть сначала из проволоки шаблон. Нижний конец трубки должен лишь немного выставляться из пробки, конец же, входящий во внутреннюю трубку холодильника *В*, должен быть длинный и доходить до охлаждаемой части внутренней трубки (см. рис. 533). Вставить соединяющую трубку в пробку колбы и надеть на противоположный конец трубки

вторую пробку. Пробку продвинуть по трубке настолько, чтобы она была в таком положении, как на рисунке. Для того чтобы теперь соединить колбу с холодильником, надо ослабить винт лапки, держащей холодильник, и, подвинув сначала холодильник в лапке направо (см. рис. 533), надвинуть его затем на соединяющую трубку до пробки и снова закрепить винт лапки.

Можно и поступить и наоборот, т. е. укрепив соединительную трубку на холодильнике, надеть снизу на пробку колбу.

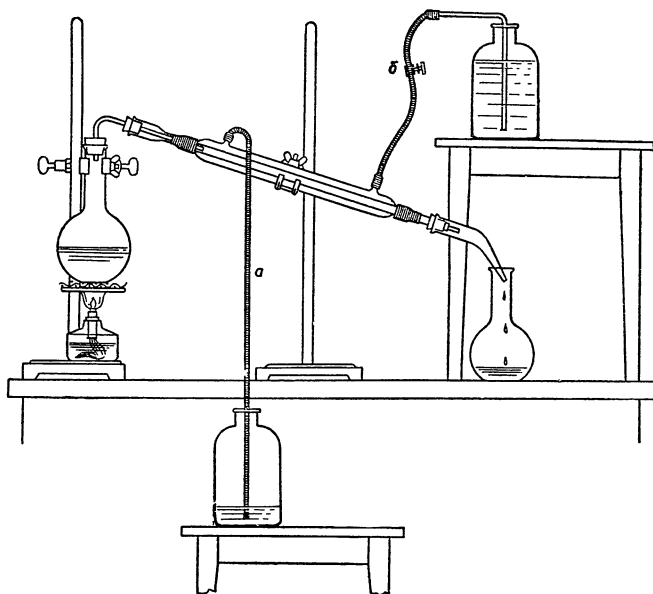


Рис. 534. Перегонка воды при отсутствии водопровода (2).

Установив прибор, соединить нижний каучук холодильника с водопроводным краном, а верхний опустить в раковину.

Каучуки холодильника, как приводящий и отводящий воду, так и соединяющие трубку холодильника с муфтой, лучше привязать.

Опыт. Объяснить устройство холодильника, для чего хорошо иметь второй разобранный холодильник, из которого легко можно было бы вынуть внутреннюю трубку. Пустить в холодильник воду (несильной струей) и зажечь под колбой горелку.

Приступить к опыту лучше, по возможности, в начале урока, чтобы набралось побольше дистиллированной воды.

По окончании перегонки показать учащимся полученную дистиллированную воду.

Давать учащимся пробовать на вкус дистиллированную воду не стоит. Пробовать воду из одного и того же стакана, как это

иногда делается, было бы негигиенично, отливать же каждому в отдельную посуду слишком долго и сложно.

За неимением водопровода перегонку с либиховским холодильником можно показать, пропуская в него воду из поставленной выше бутылки или ведра, как показано на рисунке 534. Холодильник здесь является частью сифона между верхней и нижней бутылками.

Для того же, чтобы пустить холодильник в действие, нужно высасывать воздух из трубки *a* до тех пор, пока вода не появится

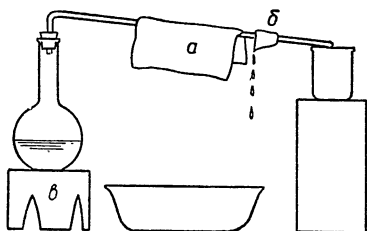


Рис. 535. Перегонка воды (3).

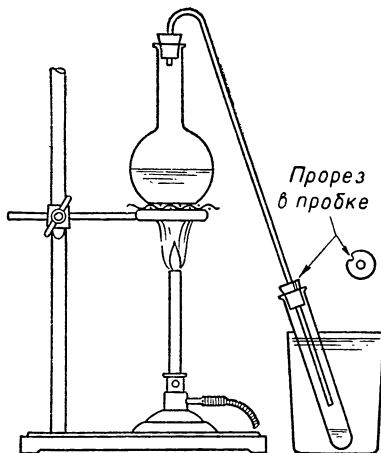


Рис. 536. Перегонка воды (4).

в холодильнике. Скорость поступления воды в холодильник регулируется посредством винтового зажима *б*.

○ ● Прибор с длинной трубкой. Еще проще перегонный аппарат, изображенный на рисунке 535. Здесь на трубку, по которой идут пары воды, повешена тряпка *a*, поливаемая холодной водой. Вода стекает в подставленный таз. Чтобы вода, поливаемая на тряпку, не стекала вниз по трубке, на последнюю надета пробка *б*, срезанная, как показано на рисунке. Нагревать колбу можно на жаровне *в*, как показано на рисунке 535, или на любом другом источнике тепла.

● Прибор со стаканом. Для получения очень небольшого количества дистиллированной воды на лабораторном уроке можно воспользоваться прибором, изображенным на рисунке 536.

К колбочке на 100 мл присоединяется изогнутая трубка. На трубку насаживается пробка с надетой на нее пробиркой, которая погружается в стакан с холодной водой.

Если пробирку не укрепить на пробке, а просто опустить в стакан (как часто изображают в книгах), то она будет всплывать и упираться дном в конец трубки. В пробке необходимо сделать сбоку

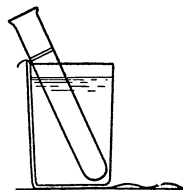


Рис. 537. Укрепление пробирки при помощи нитки с петлей.

прорез или отверстие для выхода воздуха и паров, так как иначе приборчик могло бы разорвать.

Чтобы пробирка не всплывала, можно также укрепить ее при помощи нитки с петлей, как показано на рисунке 537.

Для кипячения воды можно в крайнем случае воспользоваться и пробиркой, но из пробирки воду легко перебрасывает в приемник.

Если есть возможность, то к воде в стакане полезно прибавить снега или льда.

2. ЦВЕТ ВОДЫ

○ Голубой цвет воды можно демонстрировать следующим образом: дистиллированная вода наливается в возможно более высокий цилиндр для собирания газов (35—40 см и выше). На дно цилиндра кладется предварительно крышка от тигля с отбитой ручкой или кусок фарфоровой тарелки и т. п. Если смотреть сверху, то кажется, что фарфор имеет определенно голубоватый оттенок, особенно если рядом положить такой же кусок фарфора, на который смотреть не через слой воды.

Еще резче заметен голубой цвет воды, если рядом поставить такой же цилиндр с чистым бензином.

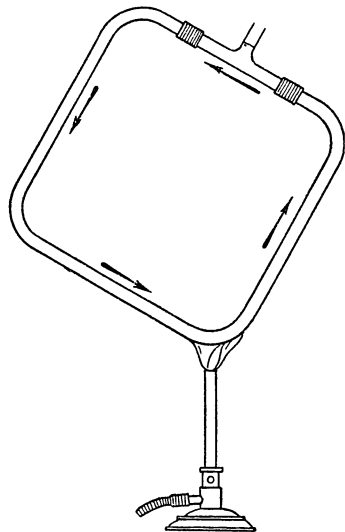


Рис. 538. Уменьшение плотности воды при нагревании.

3. МЕНЬШАЯ ПЛОТНОСТЬ ТЕПЛОЙ ВОДЫ ПО СРАВНЕНИЮ С ХОЛОДНОЙ

○ Стекланную трубку около 1 см диаметром изогнуть, как показано на рисунке 538, в виде квадрата, длина стороны которого около 25 см. Загнутые концы трубки соединить посредством коротких обрезков каучука с тройником (см. рис. 538) того же диаметра, что и трубка. Еще лучше весь прибор спаять из стекла. Наполнить прибор холодной, предварительно прокипяченной (чтобы при нагревании не выделялись пузырьки воздуха) водой и укрепить на штативе в положении, показанном на рисунке.

В отросток тройника прибора влить немного раствора какой-нибудь краски: флуоресцеина (*fluoresceinum*, растворяется в растворе едкого натра или едкого калия), индиго, чернил. Краска начнет распространяться в воде в обе стороны. Тогда начать нагревать один из углов прибора горелкой (см. рис. 538). Вода в нагреваемом колене делается легче и начнет подниматься, отчего во

Опыт. В отросток тройника прибора влить немного раствора какой-нибудь краски: флуоресцеина (*fluoresceinum*, растворяется в растворе едкого натра или едкого калия), индиго, чернил. Краска начнет распространяться в воде в обе стороны. Тогда начать нагревать один из углов прибора горелкой (см. рис. 538). Вода в нагреваемом колене делается легче и начнет подниматься, отчего во

всей трубке установится циркуляция воды в направлении, указанном на рисунке стрелками. Вся краска перейдет в противоположное колено и начнет опускаться вниз. Если вовремя перенести горелку и начать нагревать это колено, то можно перегнуть краску обратно в первое колено.

Прибор может служить моделью центрального водяного отопления.

4. МАЛАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ВОДЫ

● **Опыт.** Нагревать воду в пробирке, держа последнюю за нижний конец рукой, как показано на рисунке 539. Вода в верхней части пробирки нагревается до кипения, а в нижней остается холодной, так что пробирку можно держать в руке.

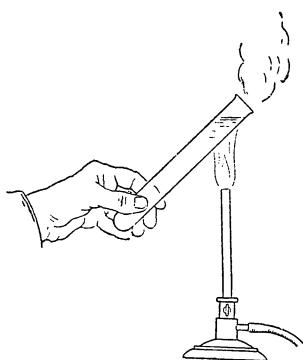


Рис. 539. Малая теплопроводность воды.

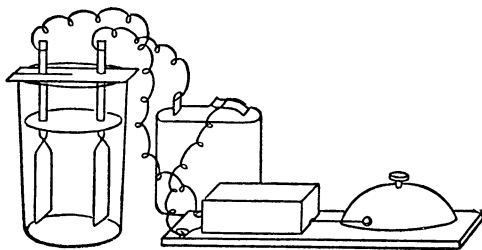


Рис. 540. Чистая вода не проводит электрического тока.

5. ОЧИЩЕННАЯ ВОДА ПРАКТИЧЕСКИ НЕ ПРОВОДИТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

○ Приготовить два электрода, вырезанные из железа, жести, меди в виде лопаточек. Один из электродов укрепить в дощечке неподвижно, а другой вставить в прорез, сделанный в дощечке пилой, повернув «ручку» лопаточки на 90° . Этот электрод можно передвигать вдоль пропила, сближая, таким образом, электроды или удаляя их один от другого (рис. 540). Дощечка кладется на край стакана. В качестве источника электрического тока можно воспользоваться осветительной цепью, аккумулятором, звонковыми элементами или сухими элементами для карманного фонаря (как на рис. 540); в качестве указателя тока — электрическим звонком (рис. 540) или лампочкой накаливания (если напряжение в цепи достаточно велико). Если имеется гальванометр или подобный прибор, то можно, конечно, воспользоваться и им.

До урока следует установить электроды на таком расстоянии, чтобы после приливания к воде в стакане не очень большого количества раствора соды (*sodium carbonicum*) звонок звонил (лампочка

загоралась и т. д.), а в чистой воде прохождение тока не обнаруживалось.

Вместо того чтобы делать переставные электроды, можно установить примерно нужное расстояние, держа электроды в руке, а затем укрепить их в большой пробке и т. п.

Если берется ток от осветительной цепи, то электроды могут иметь и небольшую поверхность; можно воспользоваться двумя проволоками. После испытания прибора электроды и стакан хорошо выполоскать чистой водой и высушить.

Опыт. Налить в стакан дистиллированной воды и погрузить в нее электроды. Приливать в стакан раствор соды и взбалтывать палочкой, пока не зазвонит звонок или не обнаружится электрический ток иным способом.

Опыт этот, конечно, неточный и грубый. Следует указать учащимся, что и с самыми точными приборами можно обнаружить лишь ничтожную электропроводность чистой воды.

6. КИПЕНИЕ ВОДЫ ПОД УМЕНЬШЕННЫМ ДАВЛЕНИЕМ

○ Для опыта нужен небольшой разрежающий насос. Вполне пригоден насос, изображенный на рисунке 475. Соединить насос толстостенной каучуковой трубкой с круглодонной колбой на 500 мл (рис. 142, Г), в которую налита до половины вода. Пробка, затыкающая колбу, должна хорошо держать. Лучше, если пробка каучуковая.

Опыт. Вынуть из колбы пробку и нагреть воду в колбе почти до кипения. Отставить горелку, плотно вставить пробку и выкачивать насосом воздух. Вода начинает кипеть. Дать воде еще немного охладиться и сильнее выкачать воздух.

Вместо того чтобы пользоваться круглодонной колбой (плоскодонная не годится, так как хуже выдерживает давление и может лопнуть), можно нагревать воду сначала в другом каком-либо сосуде, затем горячую, но не кипящую, воду вылить в обыкновенную толстостенную склянку, к которой и присоединить насос.

При продолжительном выкачивании воздуха, насыщенного водяными парами, насос может портиться. Масло, которым смазывается насос, эмульсируется, и насос начинает плохо действовать. Поэтому, показывая описанный опыт, лучше не присоединять насос непосредственно к сосуду с водой, а вставлять между насосом и сосудом колонку, хлоркальциевую или обыкновенную трубку, в которую поместить до половины гигроскопическую вату, а затем хлористый кальций.

За неимением насоса можно воспользоваться трубкой с поршнем, описанной ниже при опытах с растворимостью газов под давлением. Достаточное разрежение должно быть достигнуто однократным выдвиганием поршня. Поэтому для опыта следует взять неболь-

шую колбочку и наполнить ее водой почти доверху. Вода в колбочке нагревается до кипения. После этого горелка оставляется и, как только кипение прекратится, в горло колбы вставляется пробка с трубочкой, к которой на коротком каучуке присоединена трубка с выдвинутым до конца поршнем. Поршень быстро выдвигается, и вода закипает.

Обычно показываемый опыт с обливанием водой колбы, закупоренной после того, как кипячением из нее удален весь воздух, имеет недостаток с методической точки зрения (см. стр. 32).

7. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ВОДЫ ПРИ ЗАМЕРЗАНИИ

● **Опыт со склянкой.** Для лабораторного урока, а также и для демонстрации можно пользоваться обыкновенной небольшой (на 50—60 мм) склянкой. Наполнив склянку холодной водой, ее следует хорошо закупорить очень плотно входящей пробкой. Пробку необходимо туго привязать или лучше укрепить при помощи проволоки и гвоздя, как показано на рисунке 265. Надежнее всего лопаются склянки плоские или четырехгранные.

Опыт. Приготовить охлаждающую смесь, хорошо смешав деревянной лопаткой приблизительно один объем соли с двумя объемами снега или толченого льда. Если смесь получится сухая, облить ее небольшим количеством воды. Наполнить склянку до краев охлажденной до 0° водой (еще выгоднее, если вода имеет температуру наибольшей плотности, т. е. 4°C). Плотно завинтить пробку и поместить бомбу в чашку с охлаждающей смесью. Склянка должна быть вся закрыта смесью.

Закрыв чашку полотенцем или деревянной крышкой, отставить ее куда-нибудь в сторону.

Склянку разрывает обыкновенно через 10—20 мин., причем бывает слышен сухой, негромкий удар.

Обмыв водой осколки с оставшимся в них льдом, показать их учащимся.

8. ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПЛАВЛЕНИЯ ЛЬДА

○ Из цельного, прозрачного куска льда выпилить пилой с крупными, сильно разведенными зубьями параллелепипед приблизительно около 25 см длиной и около 10—15 см шириной и толщиной.

Опыт. Параллелепипед поместить на кольцо штатива, обернутое жгутом из бумаги (рис. 541), или на края двух табуретов и т. п. Через параллелепипед перекинуть петлю из тонкой проволоки

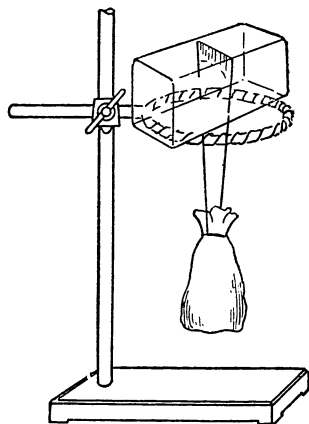


Рис. 541. Плавление льда под давлением.

(латунной или железной, толщиной не более $\frac{1}{2}$ мм). К проволоке подвесить груз в 6—8 кг или даже более, смотря по прочности проволоки. Для этого всего удобнее воспользоваться мешком с дробью, которая, падая, производит меньше шума.

Когда груз упадет, перерезанной проволокой кусок льда оказывается снова сросшимся. Снять лед с подставки и разбить молотком. В большинстве случаев кусок разбивается не по тому направлению, как его перерезала проволока.

Опыт нужно поставить, по возможности, в начале урока или даже до урока, так как он может продолжаться 30—45 мин. и более.

Параллелепипед можно приготовить и при помощи топора или большого ножа, но это менее удобно.

Штатив со льдом полезно поставить в жестяной ящик, на поднос и т. п., чтобы образующаяся при таянии льда вода не растекалась по столу.

9. ГИГРОСКОПИЧЕСКАЯ ВОДА

● **Опыт.** Поместить в сухую пробирку немного песка, который обычно считается сухим, и слегка нагреть нижнюю часть пробирки, держа ее в руке наклонно.

Обратить внимание на капельки воды, оседающие на холодных стенках пробирки.

Повторить то же самое с поваренной солью.

Кусочки бумаги, древесные опилки, вату, муку также нагреть в сухой пробирке. Нагревание этих веществ надо вести крайне осторожно и недолго, чтобы они не чернели.

В чем разница полученных результатов по сравнению с результатами опыта разложения углемедной соли? Можно ли назвать воду, получающуюся при разложении углемедной соли, гигроскопической? (Нельзя, так как эта вода не содержится в соли, а образуется при ее разложении.)

IV. КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ВОДЫ. ВОДОРОД

1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С КАЛЬЦИЕМ

Иногда кальций поступает в продажу в виде стружек. Удобнее мелкие стружки. Кроме них, для ознакомления с свойствами этого любопытного металла желательно иметь его в виде сплошного куска — небольшой болванки — диаметром 3—4 см и весом около 100 г.

Кальций по твердости не уступает меди и довольно трудно подвергается обработке. Его не только нельзя резать ножом, как натрий или калий, но даже зубило берет его с трудом. Чтобы отре-

зять от куска кальция небольшую пластинку, приходится прибегать к помощи рычажных ножниц, которыми режут толстые железные листы. Можно распиливать кальций обыкновенной пилой для металлов или острым напильником. В настоящее время кальций обыкновенно фасуется в банки 1—2 л объемом в виде цилиндрических кусков под слоем керосина. Эти куски можно зажать в патрон токарного станка и, подставив противень, нарезать стружку резцом, обтачивая цилиндр.

Хранить стружки кальция следует в банке с хорошо залитой парафином корковой пробкой или с хорошо притертой и смазанной стеклянной пробкой, но даже и в таком случае кальций постепенно окисляется, и после нескольких лет хранения стружки кальция уже негодны для опытов.

Перед самым уроком имеющийся кусок кальция следует с одной стороны вычистить напильником, чтобы обнажить металлическую поверхность и опустить под керосин или бензин, в соответствующий сосуд.

1. Демонстрационный опыт. Показать кусок кальция, обратить внимание учащихся, что это твердый металл, звонкий при ударе и не особенно легко обрабатываемый напильником и что блестящая поверхность металла быстро тускнеет, особенно если на нее подышать.

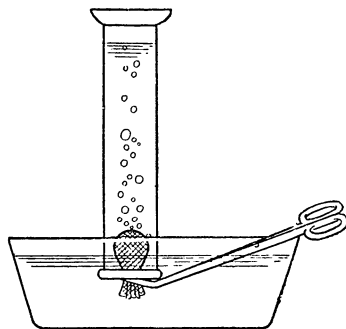
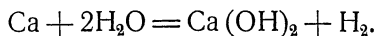


Рис. 542. Взаимодействие воды с кальцием (1).

Затем в большую ванну (чашку, таз и т. п.) с водой опрокинуть большой (до 500 мл) цилиндр для собирания газов. Ложечку кальциевых стружек (1½—2 г) завернуть в кусок кисеи или металлической сетки. Полученный мешочек с кальцием взять щипцами, как показано на рисунке 542, и погрузить в воду. Как только из кисеи выйдут первые несколько пузырьков газа (смешанного с воздухом), сейчас же подвести мешочек под цилиндр, держа цилиндр в руке.

Реакция в первый момент идет медленно, но вскоре делается весьма бурной, и через несколько секунд цилиндр наполняется водородом. Несмотря на бурность реакции, опыт вполне безопасен—никакого взрыва не происходит. Вода мутнеет от образующегося гидрата окиси кальция:



Оставив мешочек с кальцием в воде, произвести испытание водорода зажженной свечой, лучинкой, спиртовкой. Водород горит почти бесцветным пламенем, как водород, полученный при взаимодействии воды с железом (см. ниже).

Своеобразный запах водорода, получаемого таким способом, зависит от посторонних примесей, содержащихся в кальции.

В ванне получается раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$, часть которого, не растворившаяся в воде, делает воду мутной.

Можно часть раствора отфильтровать через небольшую воронку в бокал или стакан и показать, что при пропускании через раствор тока углекислого газа получается осадок. Для этого нет необходимости получать углекислый газ, можно просто продувать в раствор через стеклянную трубочку выдыхаемый воздух.

Часть раствора можно отлить в другой бокал и прилить лакмуса, чтобы показать, что раствор получается синий и имеет щелочную реакцию.

Если желательно более подробно остановиться на том факте, что при опыте получается гидрат окиси кальция, можно показать это более ясно: взять в бокал или стакан побольше кальциевых стружек и облить их небольшим количеством воды. В бокале образуется густая масса, содержащая гидрат окиси кальция.

Кроме того, этот опыт показывает, что при реакции выделяется большое количество тепла. Реакция идет очень бурно, и избыток воды закипает.

Если пользуются стружками кальция, то банку следует после этого сейчас же плотно закрыть. Если банка с притертой пробкой, то следует брать кальций как можно осторожнее, чтобы не насыпать кусочков кальция на смазанный шлиф. Если пробка корковая, то сейчас же после опыта ее следует залить парафином.

Ванну, в которой производится опыт, не следует наполнять водой доверху. Нужно оставить достаточно места для воды, которая будет вытеснена водородом из цилиндра.

Следует сделать несколько предварительных опытов, чтобы определить, сколько нужно кальция для наполнения данного цилиндра. Лучше брать некоторый избыток кальция.

2. Л а б о р а т о р н ы й о п ы т

Для лабораторного опыта вместо цилиндра можно воспользоваться пробиркой. Материю для кальция нарезать кусочками 4×4 см.

Опыт. Приготовить стакан с водой и с опущенной в него наполненной водой пробиркой. Завернуть в кусочек кисеи очень небольшое количество стружек кальция, чтобы получился мешочек, как на рисунке 543.

Мешочек с кальцием взять щипцами (рис. 542) или пальцами, но так, чтобы пальцы не касались самого кальция (иначе благодаря выделяющейся при реакции теплоте будет горячо держать). Погрузить кальций в воду, подвести под пробирку и держать (не прижимая плотно к пробирке), пока она не наполнится газом.

Оставить мешочек с кальцием в стакане, закрыть отверстие пробирки под водой пальцем и вынуть ее из воды.

Испытать полученный водород: держа пробирку вверх дном, отнять палец и сейчас же внести в пробирку горящую лучинку. Что наблюдается?

Часть мутной жидкости, оставшейся в стакане, профильтровать в стаканчик.

Взять чистую стеклянную трубку 15—20 см длиной и вдвухать через нее в профильтрованную жидкость выдыхаемый воздух, пока жидкость не замутится. Объяснить, что вода мутится потому, что представляет собой раствор, содержащий гидрат окиси кальция. Он получился при реакции кальция с водой. Взятый для опыта кальций вошел в состав образовавшегося вещества. Помутнение при вдыхании воздуха происходит вследствие того, что получающийся углекислый кальций нерастворим в воде.

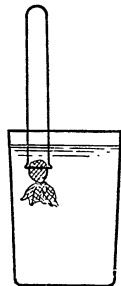


Рис. 543. Взаимодействие воды с кальцием (2).

2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С НАТРИЕМ

○ Опыт взаимодействия натрия (*natrium metallicum*) с водой необходимо производить весьма осторожно, так как реакция идет очень энергично и при несоблюдении необходимых предосторожностей нередко кончается сильным *взрывом*. Для опыта следует брать *небольшие* кусочки натрия, никак не больше горошины. Кроме того, с куска натрия необходимо тщательно срезать ножом сероватобелую корку, которой натрий покрывается при хранении. Почему при опытах с натрием, покрытым коркой, происходит взрыв, — в точности неизвестно.

Хранится натрий обыкновенно в керосине или в каком-нибудь минеральном масле. Наиболее подходящим является парафиновое масло (*paraffinum liquidum medicinale*).

Если натрий предполагается поместить в керосин, то необходимо предварительно испытать, не содержит ли керосин воды. Бывали случаи, что при опускании натрия во влажный керосин началась энергичная реакция. Испытать керосин и высушить, если он окажется влажным, можно при помощи обезвоженного медного купороса (см. ниже), который от воды синееет.

Банка с натрием должна быть хорошо закупорена пробкой, лучше притертой. В банке с притертой и хорошо смазанной (см. стр. 240) пробкой можно хранить натрий и в сухом виде, т. е. не в масле.

Для опыта следует приготовить изображенную на рисунке 544 сетчатую ложечку для погружения натрия в воду. Сначала нужно выгнуть кольцо (диаметром около 2 см) и ручку из толстой медной проволоки. Затем из отоженной, т. е. нагретой в пламени горелки,

и остуженной медной сетки (с просветами в $\frac{1}{2}$ —1 мм) следует сделать колпачок. Для этого вырезанный из сетки кружок натягивают на конец ручки напильника и т. п., пока сетка не примет нужной формы. Полученный колпачок вставляется в приготовленное проволоочное кольцо, и края сетки либо загибаются, либо припаиваются (удобнее всего тинолем, см. стр. 382) к кольцу.

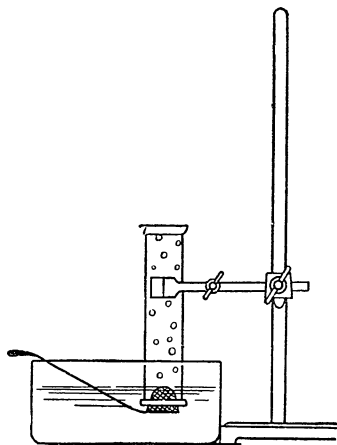


Рис. 544. Взаимодействие воды с натрием (1).

В качестве ванны для опытов с натрием лучше пользоваться круглым стеклянным сосудом, как кристаллизатор, простоквашница, батарейный стакан и т. п., а не четырехугольной пневматической ванны. В четырехугольном сосуде плавающий по поверхности воды натрий легче пристает к стенке, вследствие чего происходит сильное местное разогревание и вспышка. Такое прилипание натрия к стеклу нередко происходит и в круглом сосуде, но этого легко избежать, если перед опытом тщательно вымыть внутренние стенки сосуда раствором соды или раствором едкого натра.

Тогда стенки будут хорошо смачиваться водой, и поверхность ее в сосуде будет иметь слегка приподнятые края (рис. 545). Натрий, опущенный на воду, будет все время двигаться по ее поверхности, не приближаясь к стенке. Кусочек натрия не должен быть слишком велик.

Перед опытом в кристаллизатор или другой сосуд с водой опрокинуть небольшой (20—25 см высотой) цилиндр для собирания газов, который лучше всего укрепить в зажиме штатива, как показано на рисунке. Цилиндр следует установить на такой высоте, чтобы под него свободно можно было подвести ложечку из сетки.

Кроме того, следует приготовить второй небольшой кристаллизатор (12—15 см диаметром), банку или чашку с водой для предварительного опыта с натрием.

Опыт. Тщательно вытереть фильтровальной бумагой кусок натрия, поместить его на лист фильтровальной бумаги и, придерживая пинцетом или щипцами, разрезать ножом. Показать учащимся металлическую поверхность, которая сейчас же тускнеет. Отрезать несколько кусочков с горошину величиной. Первый кусочек при помощи пинцета осторожно «положить» на поверхности воды (не бросать!) в сосуд, предназначенный для предварительного опыта,

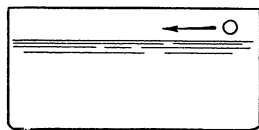


Рис. 545. Взаимодействие воды с натрием (2).

и обратить внимание учащихся на все явления, сопровождающие реакцию. Под конец, когда натрия станет совсем мало, он обыкновенно все-таки прилипает к стенке сосуда и дает легкую вспышку даже и в том случае, если стекло хорошо смачивается водой.

После этого опыта опустить кусочек натрия в сосуд, где приготовлен цилиндр, сейчас же накрыть натрий ложечкой из сетки и погрузить под воду. После того как несколько пузырьков водорода выйдут наружу, подвести ложечку под цилиндр, в который и начинает собираться водород. То же самое проделать со вторым, третьим кусочком натрия и т. д., пока цилиндр не наполнится водородом.

Если, погружая кусочек натрия, каждый раз не выпускать первых пузырьков газа мимо цилиндра, то водород может получиться нечистый, с примесью воздуха, так как сетка всегда увлекает в воду несколько пузырьков воздуха.

При действии на воду погруженного в нее при помощи сеточки натрия всегда происходит более или менее сильное «урчание» выделяющегося газа, что опасности не представляет.

Полученный водород можно испытать при помощи зажженной свечи, как было указано в предыдущих опытах (см. стр. 463). Водород, полученный действием натрия на воду, горит слегка желтоватым пламенем.

Опуская натрий в воду, легко замочить конец пинцета или щипцов. Поэтому необходимо иметь поблизости полотенце, чтобы вытирать пинцет или щипцы, прежде чем брать следующий кусочек. Не нужно нарезать слишком много кусочков натрия, так как за время опыта они успевают сильно окислиться и притянуть много влаги. Такой натрий не следует употреблять в дело.

Натрий лучше не брать руками; если же случится это сделать, то следует предварительно смочить пальцы керосином и по окончании опыта тщательно вымыть руки.

Часть натрия, прикрытого сеткой и подведенного под цилиндр, нередко выскользывает из-под сетки и попадает в цилиндр. В таком случае нужно следить, чтобы натрий не прилип к стенке цилиндра. Во избежание этого цилиндр нужно покачивать и встряхивать, пока весь натрий не израсходуется.

За неимением сетчатой ложечки можно завертывать натрий в сухую сетку, кисею и т. п. (но не в бумагу) или вводить прямо в цилиндр. Для введения натрия в цилиндр кусочек натрия (опять не

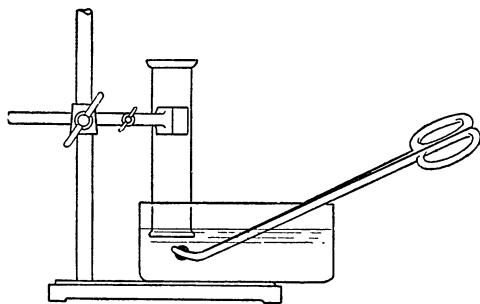


Рис. 546. Взаимодействие воды с натрием (3).

больше горошины) плотно сжимается щипцами и затем быстро проводится прямо под цилиндр (рис. 546). Если натрий прилипнет к стенке цилиндра, его можно смыть обратно на поверхность воды покачиванием цилиндра.

По окончании урока все оставшиеся кусочки натрия следует тщательно собрать в особую банку с керосином или парафиновым маслом (для остатков натрия). Из этих остатков впоследствии, когда их наберется побольше, можно получить шарики натрия, расплавив его нагреванием под слоем парафинового масла или керосина.

3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С КАЛИЕМ

○ Хранение калия (*kalium metallicum*) и обращение с ним такое же, как и с натрием (см. стр. 465).

При действии калия на воду реакция идет еще энергичнее, чем при действии натрия. Выделяющийся водород сейчас же загорается и горит фиолетовым пламенем. Ограничиваются только демонстрацией этого явления. Собирать водород ввиду опасности взрыва нельзя.

Сосуд, как и при опытах с натрием, предпочтительно брать цилиндрический (12—15 см диаметром), причем внутренние стенки также следует тщательно вымыть, чтобы они смачивались водой. Удобнее всего батарейный стакан.

Опыт. Разрезать (нож, фильтровальная бумага, пинцет) кусок калия и показать металлическую синеватую поверхность его. Отрезать

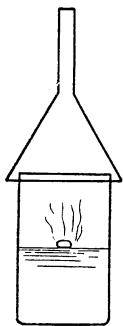


Рис. 547. Взаимодействие воды с калием.

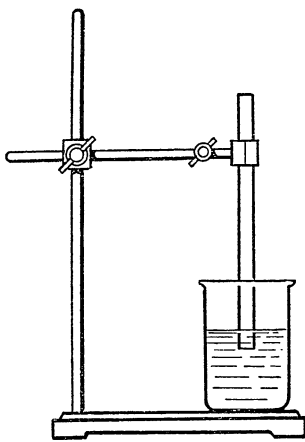


Рис. 548. Опыт с калием в трубке, опущенной в воду.

кусочек калия с горошину величиной и осторожно опустить в сосуд на поверхность воды. Сейчас же появляется фиолетовое пламя, и калий бежит по поверхности воды, пока весь не исчезнет. Под конец всегда происходит более или менее сильный взрыв. Поэтому, опустив калий на воду, следует сейчас же прикрывать стакан куском стекла или большой воронкой (рис. 547).

Для большей ясности, с целью показать, что при взаимодействии калия с водой горит главным образом водород, а не калий, можно предложить следующий опыт. В стакан или кристаллизатор с водой,

поставленный на доску штатива, опускают стеклянную трубку или пробирку без дна. Укрепляют ее в зажиме штатива. Кусочек калия опускают в трубку. При соприкосновении калия с водой происходит реакция и вследствие быстрого вытеснения воздуха из трубки водород не успевает сгорать. Его поджигают у отверстия трубки (пробирки). Подобный опыт можно проделать и с натрием (рис. 548).

4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С МАГНИЕМ

Взаимодействие воды с магнием можно показать, опустив в пары кипящей воды горящий магний. Магний продолжает гореть в парах воды. Выделяющийся водород может быть обнаружен, если опыт производить в приборе, изображенном на рисунке 549.

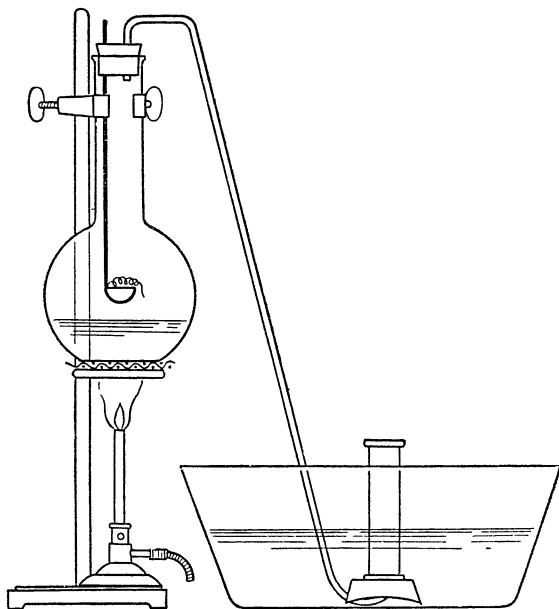


Рис. 549. Взаимодействие паров воды с магнием.

В колбу на 500 мл вставлена пробка с железной ложечкой и газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки погружен в ванну с водой.

Колбу укрепляют на штативе и воду нагревают до урока.

Опыт. Нагреть воду в колбе до сильного кипения. Поместить на ложечку скрученную рыхлым комком ленту магния (*magnesium metallicum*) длиной около 50 см. Конец ленты должен свешиваться с ложечки. Зажечь конец ленты, быстро опустить ложечку в колбу

с сильно кипящей водой (держать пробку полотенцем, чтобы не обжечь парами руку) и вставить пробку. Магний продолжает гореть в парах воды.

Над концом газоотводной трубки поместить небольшой цилиндр или пробирку.

Когда магний догорит, продолжать некоторое время кипячение воды, чтобы вытеснить из колбы водород в цилиндр. Испытать водород.

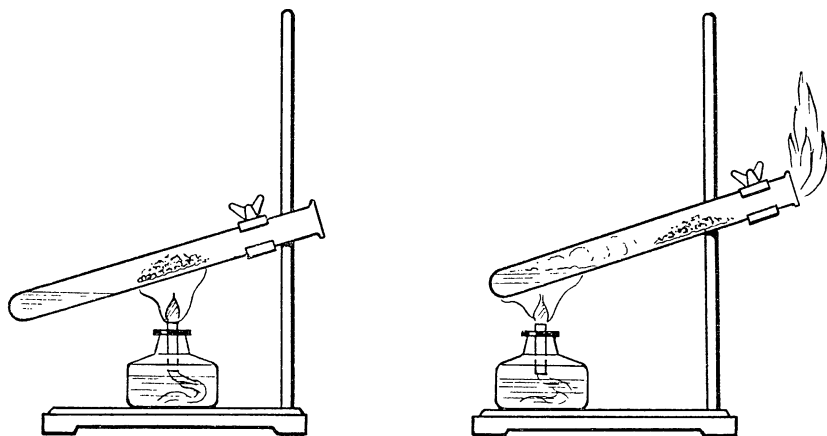


Рис. 550. Разложение воды магнием.

В ванне должна быть налита холодная вода, и ванна должна быть достаточных размеров, чтобы вода не слишком нагрелась конденсирующимися парами, выходящими из колбы.

Опыт можно произвести и в открытой пробирке. Наливают в пробирку воду на $\frac{1}{4}$ (при помощи воронки с длинной трубкой, чтобы не замочить стенок пробирки). Укрепляют пробирку в зажиме штатива наклонно, чтобы насыпаемый в верхнюю $\frac{1}{3}$ пробирки порошкообразный магний не падал на дно. Сначала слегка нагревают воду, а затем накаливают то место пробирки, куда был насыпан магний. Как только магний раскалится, переносят спиртовку к той части пробирки, где была налита вода. При этом порошок магния раскалится и из отверстия пробирки вырывается пламя горящего водорода (рис. 550).

5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С ЖЕЛЕЗОМ И ДРУГИМИ МЕТАЛЛАМИ

1. Опыт со стеклянной трубкой. Приготовить прибор, изображенный на рисунке 551, состоящий из колбы на 100—250 мл (лучше короткогорлой), соединенной с ней тугоплавкой трубкой *a*, длиной 15—20 см и диаметром около $1\frac{1}{2}$ см, и газоотвод-

ной трубки б, погруженной в ванну с водой. Для опыта нужны две горелки и цилиндр для собирания газов высотой до 25—30 см.

В колбу налита вода, в трубку а помещено порошок железной стружки (ferrum metallicum alcoholysatum). Железо помещается нетолстым слоем, уже после того как трубка установлена на место. Для этого следует перегнуть вдоль полоску плотной бумаги, которая должна быть немного длиннее трубки а, насыпать на нее железо и, внося

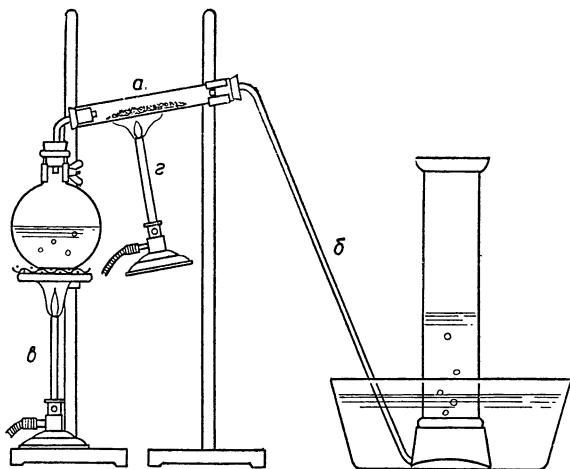


Рис. 551. Взаимодействие паров воды с железом (1).

его в трубку, повернуть бумагу, чтобы железо высыпалось. Таким образом оно ложится равномерным слоем по всей длине трубки. Прежде чем насыпать железо, следует, конечно, испытать, держит ли прибор.

Опыт. Наполнить цилиндр для собирания газов водой. Зажечь обе горелки, и горелку в, которая предназначена для нагревания воды, отставить пока в сторону. Держа горелку г в руке, прогреть сначала возможно осторожнее всю трубку, а затем начать нагревать середину трубки сильнее. Одновременно подставить горелку в под колбочку. К тому времени, когда вода закипит, железо должно быть нагрето почти докрасна. Как только вода закипит, из трубки сейчас же начнется энергичное выделение газа.

Когда можно будет думать, что весь воздух из прибора вытеснен, поставить цилиндр над отверстием газоотводной трубки. Довольно быстро набирается полный цилиндр водорода.

Когда цилиндр наполнится, прекратить нагревание трубки, а затем колбы и сейчас же либо поднять прибор за штатив, чтобы вынуть конец трубки б из ванны, либо открыть верхнюю пробку с трубкой б. Иначе в прибор втянет из ванны холодную воду.

Вынуть цилиндр из ванны и, не переворачивая, сейчас же у самой ванны внести в него зажженную длинную восковую свечу или короткую свечу, прикрепленную к проволоке или палочке (рис. 552). Водород при этом вспыхивает, а свеча внутри цилиндра, конечно, потухает. Обратит на это внимание учащиеся и не слишком быстрым движением вынуть свечу из цилиндра. Свеча при этом обыкновенно снова зажигается пламенем водорода, которое само по себе издали может быть плохо видно, но таким образом обнаруживается. Затем можно снова внести свечу в цилиндр. Она снова потухает,

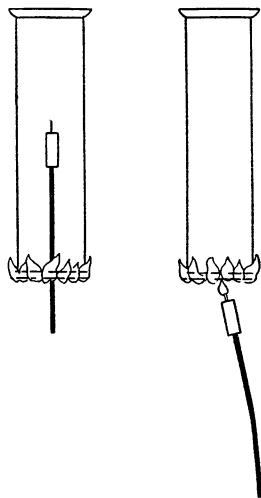
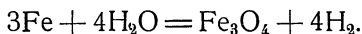


Рис. 552. Обнаружение водорода.

а при вынимании из цилиндра снова загорается. Нужно только не слишком долго оставлять свечу внутри цилиндра. Пока от светильни еще выделяется дымок, она очень легко загорается. Это можно повторить несколько раз, пока весь водород не сгорит.

Обратить внимание учащихся на то, что железо почернело. Оно превратилось в магнитную окись железа:



Вместо колбочки можно воспользоваться ретортой.

Для нагревания трубки требуется сильная горелка. Спиртовая лампочка для опыта не пригодна.

2. Демонстрационный опыт с железной трубкой. Вместо стеклянной трубки для опыта очень хорошо воспользоваться железной трубкой диаметром 1—1,5 см и длиной 30—40 см.

Железная трубка удобна тем, что опыт с ней удастся наверняка и не может быть опасности, что трубка лопнет. Кроме того, Лавуазье в своем историческом опыте пользовался именно железной трубкой. Чтобы приблизить постановку опыта к опыту Лавуазье, хорошо и нагревание вести на жаровне (рис. 553). Это является особенно полезным, если железная трубка толстостенная (водопроводная), которую на горелке трудно хорошо прогреть. Удобнее трубки тонкостенные (например, велосипедные). Край трубки полезно выгладить изнутри полукруглым напильником, чтобы пробки хорошо входили. Трубка должна быть достаточно длинной, чтобы пробки не горели. Нагревать нужно на сильной горелке, как и в предыдущем опыте. Тогда разложение будет идти очень легко и быстро (о жаровне см. стр. 163).

Для воды лучше взять реторту, как у Лавуазье, но можно, конечно, воспользоваться и колбой. Трубке нет надобности давать

наклон, как в предыдущем опыте. Она может лежать горизонтально. Общее расположение прибора ясно из рисунка 553. Если вместо железной трубки взять медную, то можно показать опыты с цинком и магнием, насыпав их в трубку в виде порошков или стружек.

Опыт. Раскалить трубку на жаровне докрасна и начать пропускать пары воды. Когда можно будет думать, что весь воздух вытеснен — начать собирать газ в большой цилиндр. Испытать газ, как описано выше.

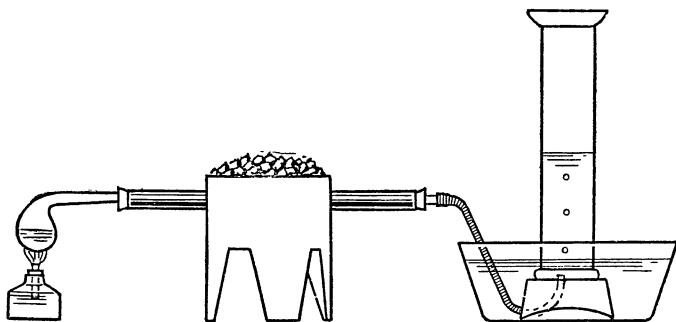


Рис. 553. Взаимодействие паров воды с железом (2).

● 3. Опыт с пробиркой. Для лабораторного опыта можно воспользоваться тугоплавкой пробиркой. Нагревать следует на сильной горелке. Устройство прибора понятно из рисунка 554.

Опыт. Собрать прибор, как на рисунке 554. В пробирку, держа ее вертикально, налить через длинную воронку (или воронку, к которой на каучуке присоединена трубочка) немного воды (не больше, чем показано на рисунке). Вынуть воронку осторожно, чтобы не замочить стенки пробирки.

Установить пробирку на штативе в положении, как на рисунке 554.

На согнутую вдоль полоску бумаги насыпать порошка железа, ввести полоску в пробирку, повернуть так, чтобы железо легло на стенку пробирки, как на рисунке 554, и вынуть бумажку.

Вставить газоотводную трубку и погрузить конец ее в стакан, в который налить на $\frac{3}{4}$ воды. Приготовить пробирку для собирания газа.

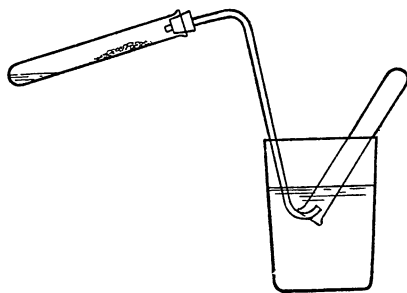


Рис. 554. Взаимодействие паров воды с железом (3).

Держа горелку в руке, прогреть осторожно верхнюю часть пробирки, где железо, и затем сильно нагревать железо, пока оно не начнет краснеть. После этого, продолжая накалывать железо, отводить время от времени пламя горелки на одну секунду вниз, чтобы вода начала испаряться.

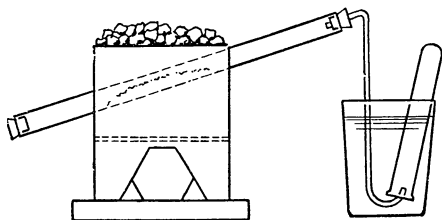


Рис. 555. Взаимодействие паров воды с железом (4).

При этом следить за выделением газа из газоотводной трубки.

Когда выделение газа из газоотводной трубки усилится и можно будет думать, что весь воздух из прибора вытеснен, начать собирать газ, прекращая нагревания.

Наполнив пробирку газом, прекратить нагревание, сейчас же вынуть трубку и отставить стакан, чтобы воду не втянуло в горячий прибор. Держа пробирку вниз отверстием, испытать газ горячей лучинкой.

● 4. Лабораторный опыт с железной трубкой. Вместо тугоплавкой пробирки и для лабораторного опыта можно воспользоваться железной трубкой, но, вместо того чтобы запаивать трубку на конце, ее можно закрыть пробкой, как на рисунках 555 и 556.

На рисунке 555 показан опыт с жаровней. Вместо жаровни можно воспользоваться сильной горелкой или припусом. На рисунке 556 показано нагревание на газе. Спиртовкой можно воспользоваться только в том случае, если трубка не толсто-стенная и вместо порошка железа в нее насыпан порошок магния, цинка или алюминия.

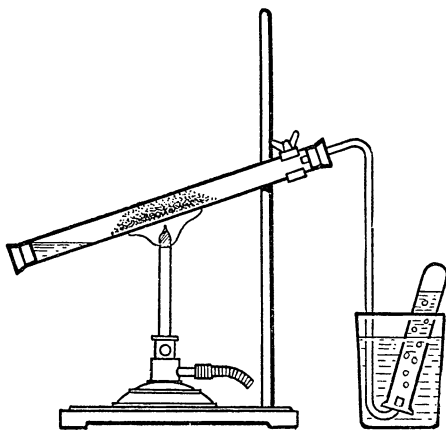


Рис. 556. Взаимодействие паров воды с железом (5).

Опыт. В трубку налить немного (2—3 мл) воды. Укрепить трубку наклонно, как на рисунке 555 или 556. Ввести в трубку порошок железа (магния, цинка, алюминия). Это можно сделать при помощи сложенной вдоль длинной бумажной полоски или при помощи плоской лучинки, как показано на рисунках 557 и 558. Бумажная полоска или лучинка внутри трубки поворачивается, чтобы порошок

металла остался в середине трубки. На лучинке лучше заранее сделать метку, показывающую, на какую глубину нужно вводить лучинку в трубку, чтобы металл поместился в середине трубки.

Вставить газоотводную трубку и начать нагревание. Воду особо нагревать не нужно. К тому времени, когда порошок прогреется достаточно, вода начнет кипеть благодаря теплопроводности железа.

Газ собирается в две-три пробирки. С собранным газом проделываются соответствующие опыты.

По окончании нагревания необходимо конец газоотводной трубки вынуть из воды, чтобы в прибор не втянуло воду.

Чтобы видеть изменения, происшедшие с порошком металла, следует прибор разобрать, вынуть обе пробки и вытряхнуть или вытолкнуть из трубки при помощи лучинки порошок образовавшегося окисла металла.

Для внеклассной работы можно рекомендовать следующую лабораторную работу.

● 5. Опыты с медной трубкой. Если вместо железной трубки взять медную, то можно придать работе исследовательский характер. Учащиеся последовательно проделывают опыты с различными металлами — железом, цинком, магнием, включая и не разлагающие воду, как медь (можно взять в виде медных стружек или сетки). Учащиеся сами составляют список металлов, разлагающих воду.

Трубку следует взять подлиннее — около 30 см, диаметром около 1 см. При более короткой трубке концы ее благодаря хорошей теплопроводности меди слишком сильно нагреваются и может гореть пробка.

После того как опыт с одним из металлов проделан, обе пробки вынимаются, трубка промывается и прочищается щеткой или лучинкой. Затем вставляется пробка в нижний конец трубки, наливается вода (2—3 мл) и вносится на длинной плоской лучинке другой металл. На конец вставляется пробка с газоотводной трубкой, и середина трубки нагревается при помощи горелки или спиртовки. Выделяющийся газ собирается в пробирку.



Рис. 557. Лучинка для внесения порошка металла в трубку.

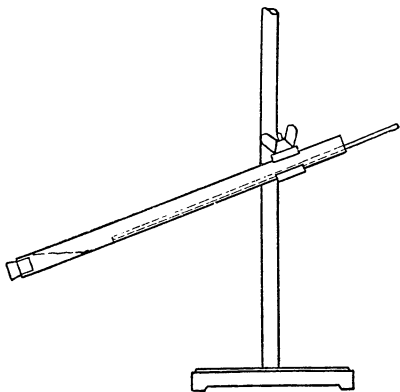


Рис. 558. Внесение порошка металла в трубку.

6. ВЫТЕСНЕНИЕ ВОДОРОДА ИЗ КИСЛОТ МЕТАЛЛАМИ

1. Приготовить растворы кислот: *серной, соляной и уксусной* (acidum aceticum 30%) или *метафосфорной* (acidum phosphoricum-aciale). Последняя в качестве слабой кислоты имеет методическое преимущество перед уксусной; при изображении состава полученной при реакции соли условной формулой (если это предполагается делать) последняя не осложняется тем, что часть водорода не заменяется металлом.

Для того чтобы можно было сравнивать кислоты по *силе*, следует взять их растворы одинаковых концентраций, лучше всего — трехнормальные. Для приготовления вышеуказанных растворов надо взять: 83 мл серной кислоты, уд. в. 1,84; 247 мл соляной кислоты, уд. в. 1,19; 600 мл 30-процентной уксусной кислоты и 240 г метафосфорной кислоты, растворить в небольшом количестве воды и разбавить каждый раствор в мерной колбе или мензурке до объема 1 л. Для опытов можно взять следующие металлы: *цинк, железо и магний*.

Цинк гранулированный (zincum metallicum granulatum) или в виде нарезанных из листового цинка кусочков. Можно воспользоваться и цинком в палочках (in bacillis), которые можно разломать на кусочки при помощи плоскогубцев, но ни в том, ни в другом случае не следует брать цинк самый чистый (purissimum), с которым реакция идет очень медленно. Не следует брать и очень загрязненный, — он часто содержит много мышьяка и сурьмы (см. ниже). Если цинк слишком чистый и реакция с серной кислотой идет очень медленно, то к кислоте следует прибавить немного раствора *медного купороса* (surgum sulfuricum). Выделяющаяся на поверхности цинка медь образует с цинком гальваническую пару, благодаря чему реакция значительно ускоряется.

Железо берется в виде мелких гвоздей, опилок, стружек и т. п. Стружки и опилки не должны быть масляные. Нужно во всяком случае убедиться, что кислоты на них действуют достаточно энергично.

Магний — в виде настриженных кусочков ленты или проволоки (magnesium metallicum in laminis или in filis, filiforme). Можно воспользоваться и порошковатым магнием (pulvis, pulveratum). Кроме того, полезно показать, что на медь взятые кислоты совсем не действуют. *Медь*, конечно, не должна быть окисленная. Можно взять, если есть, свежие, блестящие стружки (surgum metallicum gaspatum) или, лучше, хорошо вычищенную медную пластинку.

Металлы разложить в 12 бокалов или стаканов, по три образца каждого металла. Если посуды мало, можно ограничиться и меньшим числом, споласкивая по мере надобности бокалы, уже бывшие в употреблении.

Опыт. Показать, что при взаимодействии каждой из кислот с цинком, железом и магнием происходит выделение пузырьков

газа. Наиболее слабо реагирует уксусная кислота, которая только с энергичным магнием дает сильное вскипание. С сильными кислотами магний реагирует очень бурно. Медь же во всех трех кислотах нисколько не изменяется.

Для того чтобы показать, что при реакциях образуются соли, когда реакция серной кислоты с цинком или магнием почти закончится (при избытке металла), отфильтровать (маленькая вороночка, фильтр) или слить несколько капель раствора на часовое стеклышко или на кусок плоского стекла (с краю) и осторожно, держа высоко над пламенем (рис. 559), выпаривать до тех пор, пока не начнется выделение твердого вещества.

Бокалы с полученными растворами солей оставить на несколько дней, чтобы показать выделившиеся кристаллы.

Кислоты, цинк и другие металлы нередко содержат примеси мышьяка и сурьмы, и к выделяющемуся водороду примешиваются ядовитые мышьяковистый и сурьмянистый водород. Хотя их обычно бывает и немного, *не следует наклоняться над сосудами и сильно вдыхать выделяющийся газ.*

Образование солей с одновременным выделением водорода можно наглядно показать на примере взаимодействия натрия с концентрированной (37%-й) соляной кислотой (Д. М. Кирюшкин). В пробирку с соляной кислотой (примерно $\frac{2}{3}$ объема) вносят маленький кусочек металлического натрия. Реакция протекает вполне спокойно. На дне пробирки оседают кристаллы малорастворимой в соляной кислоте поваренной соли. Выделяющийся водород можно поджечь у отверстия пробирки.

● 2. Для лабораторных опытов вместо бокалов и стаканов можно воспользоваться пробирками, беря очень небольшие количества металлов и кислот.

Число металлов и кислот можно по желанию увеличить, взяв Al, Pb, Sn и другие имеющиеся металлы. С Al реакция хорошо идет при нагревании, с Pb — не идет.

Не позабыть предупредить учащихся, чтобы они не нюхали выделяющийся водород (см. выше).

Опыт. Поместить в пробирки понемногу различных металлов и прилить к ним до четверти пробирки разбавленной (см. выше) серной кислоты. Наблюдать выделение газа; заметить, с какими металлами реакция идет более энергично и с какими менее энергично, с какими совсем не идет.

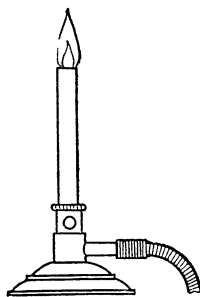


Рис. 559. Выпаривание раствора на стекле.

То же самое проделать с теми же металлами и с соляной и уксусной или фосфорной кислотами.

Если мало пробирок, вымывать их после испытания, но одну или две пробирки, например те, в которых реагировали цинк и магний с серной кислотой, оставить, чтобы реакция дошла до конца, т. е. пока пузырьки газа не перестанут выделяться.

Отфильтровать (фильтр, воронка) 1—2 капли полученного раствора на кусочек стекла (удобен размер 2×8 см) и осторожно выпарить, держа высоко над пламенем горелки.

За неимением стекла для выпаривания солей можно воспользоваться полосками жести.

7. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА

Для получения водорода обыкновенно употребляют так называемый *зерненный цинк* (*zincum metallicum granulatum*), но можно воспользоваться любым имеющимся цинком, если он не *purissimum* (см. предыдущий опыт). Однако следует избегать и слишком загрязненного цинка, который иногда содержит такое количество мышьяка и сурьмы, что пламя водорода получается беловатого цвета от примешанных к нему AsH_3 и SbH_3 . *Такой цинк употреблять не следует, так как оба эти газа крайне ядовиты*, и при опытах с загрязненным водородом можно серьезно отравиться.

Вообще никогда не следует нюхать и вдыхать в значительных количествах водород, получаемый действием серной кислоты на цинк, так как цинк редко совсем не содержит мышьяка, а кроме того, мышьяк является обычной примесью и серной кислоты. Поэтому серную кислоту лучше брать для опытов самую чистую (*purissimum*).

Если нет достаточно чистого цинка, то следует очищать получаемый водород, пропуская его через промывную склянку с раствором марганцовокалиевой соли (*kalium hypermanganicum*), к которому прибавлен раствор едкой щелочи. Щелочной раствор марганцовокалиевой соли окисляет мышьяковистый водород.

Серная кислота берется разбавленная 1 : 5. К ней следует прибавить немного медного купороса, как указано выше (см. предыдущий опыт, стр. 476).

Если нет серной кислоты, а есть соляная, то можно воспользоваться и соляной. Наиболее подходящее разбавление: концентрированную кислоту, уд. в. 1,19, разбавить равным объемом воды, но можно взять и более разбавленную кислоту.

За неимением цинка можно взять железо в виде опилок, стружек (опилки и стружки, взятые из мастерских, обыкновенно бывают жирные от смазочного масла, и их полезно промыть эфиром), мелких гвоздей, нарезанного листового железа и т. п. Вследствие нечистоты железа водород получается с заметным запахом.

Опыты с водородом могут представлять большую опасность при неосторожном с ним обращении и совершенно безопасны при указанных ниже мерах предосторожности. Необходимо обязательно испытывать чистоту водорода при каждом его зажигании, никогда не полагаясь на «уверенность», что водород чистый (правила см. на стр. 51).

1. Демонстрационный опыт. Получение водорода обыкновенно показывается сначала в одном из простейших приборов с воронкой (рис. 560). Для дальнейших опытов потребуется более или менее значительное количество водорода, и потому следует снарядить, кроме того, еще один из автоматических приборов Киппа (рис. 300), С-К-Девиля (рис. 293) или другой подобный прибор (см. рис. 306).

Опыт. Объяснить учащимся устройство прибора с воронкой. Особенно подчеркнуть, что конец трубки воронки опускается с таким расчетом, что наливаемый раствор кислоты будет выше отверстия трубки воронки. Иначе, после наливания первых порций раствора, последующие его порции будут выбрасываться из воронки током газа. Погрузить газоотводную трубку в пневматическую ванну и прилить в воронку некоторое количество серной кислоты. Как только начнется выделение газа, начать *испытывать, чистый ли идет водород*. Для этого в ванну опрокинуть наполненную водой пробирку и собрать в нее газ; закрыть отверстие пробирки пальцем под водой, вынуть из ванны и, поднеся к пламени горелки, отнять палец. Сначала, пока идет воздух с малым содержанием водорода, никаких явлений при этом не наблюдается. Затем начинаются *резкие взрывы со свистом* (после того как примесь водорода превысит 10%)¹. С каждым новым испытанием взрывы сначала делаются резче, а затем слабее, и, наконец, когда пойдет чистый водород, он загорается с легким звуком «пп-а!» Для того чтобы учащиеся могли хорошо проследить весь ряд явлений, следует взять прибор побольше, чтобы в нем было достаточно воздуха, и не наливать сразу очень много кислоты.

В дальнейшем нет необходимости производить испытание сразу же, как только начинает выделяться газ. Испытание обыкновенно

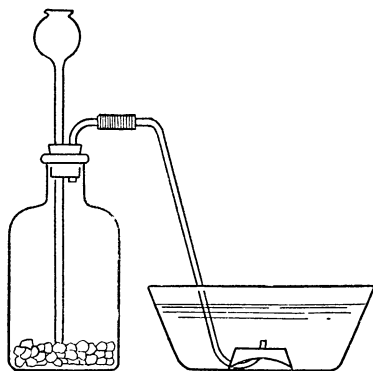


Рис. 560. Прибор для получения водорода (1).

¹ Как указывает автор в другой книге (см. В. Н. Верховский и др., «Методика преподавания химии в средней школе», 1936 г., стр. 104), смесь не взрывает, если водорода меньше 6% или больше 67%.

производят через некоторое время, когда можно думать, что весь воздух уже вытеснен. Кроме того, нет необходимости собирать газ над водой в пневматической ванне. Достаточно подержать некоторое время опрокинутую пробирку надетой на газоотводную трубку прибора (см. рис. 561), затем снять с трубки, не переворачивая, закрыть отверстие пробирки пальцем, поднести ее все в том же положении к поставленной на значительном расстоянии (30—50 см) горелке или лампочке и, отняв палец, внести отверстие пробирки в пламя (см. рис. 562).

Убедившись, что весь воздух вытеснен, собрать выделяющийся водород в помещенный на пневматическую ванну цилиндр средней

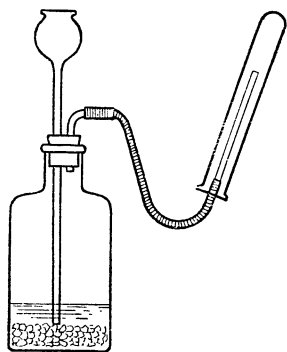


Рис. 561. Собира-
ние
водорода для
испытания.

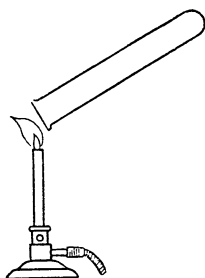


Рис. 562. Испы-
тание чистоты
водорода.

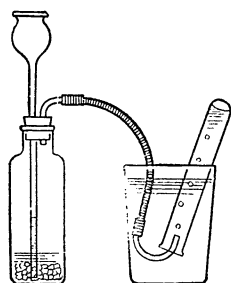


Рис. 563. Прибор для
получения водорода (2).

величины. Внести в цилиндр с водородом горящую свечу, как в предыдущих опытах (стр. 472). Показать, что при зажимании газоотводной трубки кислота в приборе поднимается вверх по воронке. Объяснить, исходя из этого, устройство и действие имеющегося автоматического прибора, где верхний сосуд представляет как бы увеличенную воронку предыдущего прибора, способную вместить в себя всю кислоту, влитую в прибор, вследствие чего реакция может быть прекращена при зажимании резиновой трубки.

Если имеются два прибора Киппа, то рядом со снаряженным прибором полезно выставить и пустой, который можно разобрать и по которому легко объяснить устройство прибора, обыкновенно представляющегося учащимся на первый взгляд весьма сложным. Можно воспользоваться разбитым прибором Киппа, который следует склеить клеем и сохранить для такой демонстрации.

2. Л а б о р а т о р н ы й о п ы т. Для устройства прибора с воронкой при постановке лабораторных опытов лучше всего воспользоваться небольшими банками. Подобные банки должны иметь небольшой объем и широкое горло, чтобы в пробку вставить воронку

и газоотводную трубку (рис. 563). В крайнем случае можно взять скляночку на 100 мл без воронки (рис. 564) или даже пробирку (рис. 565). Трубочку можно взять и прямую, слегка оттянутую на конце (рис. 564), но лучше изогнуть ее, как на рисунке 565, для того чтобы брызги кислоты, получающиеся при энергичной реакции, не вылетали из реакционного сосуда.

Кислота в такой приборчик наливается сразу в достаточном количестве (но не больше $\frac{1}{3}$ объема сосуда), чтобы не приходилось добавлять. Если же это потребуется, то *не следует забывать опять испытать чистоту выделяющегося водорода*.

Опыт. Собрать прибор, как на рисунке 563, и испытать, держит ли он.

Поместить в прибор несколько кусочков цинка и прилить серной кислоты 1 : 5 (т. е. раствор одного объема кислоты в пяти объемах воды).

Через некоторое время после начала реакции испытать, весь ли воздух вытеснен из прибора. Для этого на отводную трубку надеть перевернутую пробирку. Минуты через две, не переворачивая пробирки, закрыть отверстие ее пальцем, поднести к пламени горелки, поставленной подальше от прибора, и, отняв палец, попробовать зажечь водород. Если идет чистый водород, он загорается с легким звуком: «пп-а!», и можно заметить бегающее по пробирке голубоватое пламя. Иначе слышен небольшой взрыв со свистом. Пробу надо повторять до тех пор, пока не пойдет водород без примеси воздуха.

Наполнив две пробирки газом, одну держать отверстием книзу, а другую — вверх. Через некоторое время испытать в них водород. Какая разница? Почему?

Зажечь выделяющийся водород у отверстия трубки (см. правила! стр. 51). Наблюдать пламя. Иногда оно едва заметно. В таком случае его легко обнаружить, внося в него лучинку или полоску бумаги.

Держать над пламенем перевернутый сухой стакан. Что наблюдается? Почему?

Обратить внимание учащихся на образование воды на стенках стакана.

Если не проделывался опыт 1, то дать реакции дойти до конца и проделать с раствором опыт, указанный на странице 477.

При дальнейших опытах наполнение сосудов водородом можно производить не в пневматической ванне, а вытеснением воздуха, т. е. держа сосуд дном вверх, ввести почти до дна его газоотводную трубку, по которой идет сильная струя газа, и впускать газ, пока

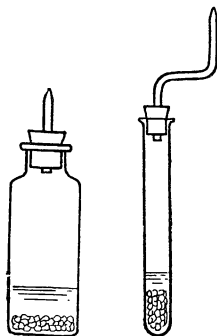


Рис. 564.
Прибор
для полу-
чения во-
дорода
(3).

Рис. 565.
Прибор
для полу-
чения во-
дорода
(4).

не будет уверенности, что сосуд наполнился водородом и весь воздух вытеснен.

Для лабораторных работ могут применяться и автоматические приборы, как прибор из банки и оттянутой пробирки, изображенный на рисунке 287. При открывании зажима на каучуковой трубке кислота входит в отверстие внизу пробирки, и начинается реакция

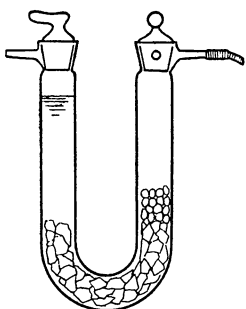


Рис. 566. Прибор для получения водорода (5).

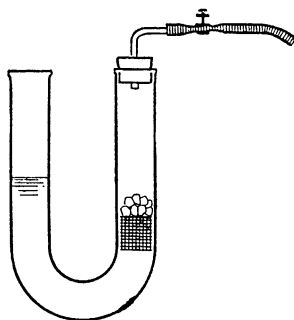


Рис. 567. Прибор для получения водорода (6).

между кислотой и помещенным в пробирку цинком. При закрывании зажима кислота вытесняется из пробирки и реакция прекращается (подробнее об устройстве прибора см. на стр. 255).

На рисунке 566 изображен приборчик, применяемый при микрохимическом анализе. Он состоит из U-образной трубки с притертыми пробками-кранами. Низ трубки заполнен битым стеклом. В одно из колен помещены кусочки цинка. В приборчик налита кислота. Когда правый кран закрыт (левый всегда открыт), как на рисунке, то кислота вытесняется в левое колено трубки, и реакция между цинком и кислотой прекращается.

Открывая кран больше или меньше, можно регулировать выход водорода из прибора.

Взамен трубки с притертыми пробками можно взять обычную U-образную трубку.

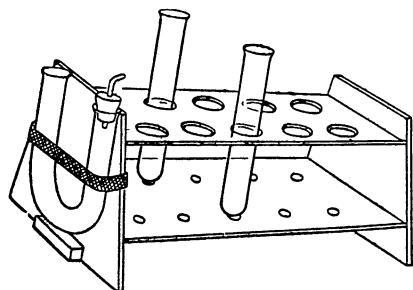


Рис. 568. Укрепление прибора для получения водорода на стойке для пробирок.

Вместо битого стекла можно вставить в U-образную трубку, свернутую в спираль медную сетку, как на рисунке 567 (Кульман).

Приборчик можно укреплять в зажиме штатива. Можно также устроить приспособление у стойки для пробирок из прибитой к стойке планки и тесемки, как показано на рисунке 568. Стойка выдается

учащимся с приборчиком и с двумя пробирками: одна — с цинком, другая — с кислотой.

В качестве автоматического прибора можно использовать склянку Тищенко, как показано на рисунке 569 (Кульман). Кусочки цинка должны быть достаточно мелки, чтобы они проходили в узкое горлышко склянки.

Для наливания кислоты склянка наклоняется почти горизонтально, и кислота наливается через воронку с узко оттянутым и изогнутым концом, который входил бы в боковой отросток склянки (рис. 570). Зажим *б* (рис. 569) при этом должен быть закрыт.

Можно также сначала налить в склянку через горлышко кислоту, затем присоединить к отростку *а* склянки (рис. 569) каучук, через который потом высасывать воздух, пока кислота не перейдет в левую

половину склянки, после чего зажать каучук (пальцами или зажимом), всыпать

через горлышко цинк, вставить в склянку пробку и снять каучук с отростка *а*.

Склянку Тищенко следует выбрать с возможно малым отверстием в перегородке. Если подходящей склянки нет, можно заткнуть отверстие «колбаской» из медной сетки или куском стеклнной ваты.

Большое преимущество прибора из склянки Тищенко — его устойчивость и простота обращения с ним при работе.

8. ЛЕГКОСТЬ ВОДОРОДА

1. Опыт с открытым цилиндром

Опыт. Наполнить водородом из какого-либо большого автоматического прибора (см. выше) два больших цилиндра для собирания газов (25—30 см высотой).

Наполнив первый цилиндр, закрыть его стеклышком и поставить отверстием книзу на край стола. Наполнив другой цилиндр, укрепить его также отверстием книзу на некоторой высоте от стола, а первый цилиндр поставить рядом отверстиемверху и снять

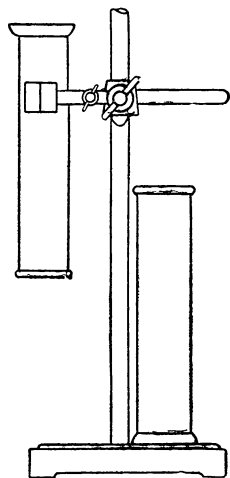


Рис. 571. Цилиндры с водородом.

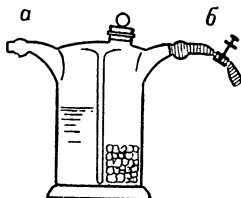


Рис. 569. Склянка Тищенко как прибор для получения водорода.

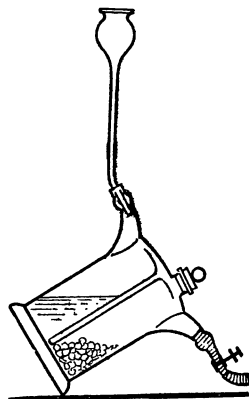


Рис. 570. Вливание кислоты в прибор для получения водорода.

стеклышко (рис. 571). Через некоторое время, которое зависит от размеров цилиндров и должно быть установлено предварительными опытами, испытать содержащиеся в них газы при помощи зажженной свечи. В цилиндре, который был укреплен отверстием книзу, часть водорода сохраняется, и газ загорается с небольшим взрывом (не представляющим опасности) от примешавшегося к нему воздуха. В цилиндре же, стоявшем отверстием кверху, вспышки не происходит и свеча продолжает гореть.

Для лабораторного опыта можно взять небольшие цилиндры или пробирки, как указано в опыте 2. Пробирки не должны быть очень узки.

2. Перепускание водорода из одного цилиндра в другой

Опыт. Наполнить большой цилиндр водородом (без пневматической ванны стр. 481). Держа его вертикально книзу отверстием, приблизить к нему второй, малый цилиндр так, чтобы он нижним своим рантом касался цилиндра с водородом (рис. 572). Постепенно наклонять последний цилиндр, пока он не примет почти вертикального положения.

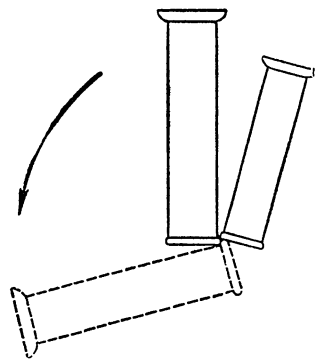


Рис. 572. Перепускание водорода из цилиндра в цилиндр.

С какой скоростью нужно наклонять цилиндр для того, чтобы большая часть водорода перешла во второй цилиндр, — следует установить предварительными опытами.

Поднести малый цилиндр к горелке. Водород в нем вспыхивает с более или менее сильным взрывом. В большом цилиндре при таком же испытании водорода не оказывается.

Цилиндры для этого опыта следует взять пошире.

За неимением цилиндров можно взять две пробирки (пошире), поставить одна на другую и, повернув так, чтобы пробирка с водородом оказалась внизу, подержать некоторое время (сколько — зависит от диаметра пробирок).

3. Опыт с весами

○ Колбу на 1—2 л, заткнутую пробкой, уравновесить на весах.

Опыт. Наполнить приготовленную колбу водородом, перевернув ее вверх дном и введя газоотводную трубку аппарата для получения водорода почти до дна колбы. Когда можно будет думать, что колба наполнена, заткнуть ее, не переворачивая, пробкой и снова поме-

стить на весы. Чашка с разновесками перетягивает. Открыть пробку, положить на чашку весов и оставить колбу на весах. По мере удаления водорода чашка с колбой будет постепенно опускаться, и, наконец, весы возвратятся к положению равновесия.

Если желательно, чтобы весы пришли в полное равновесие, водород следует брать высушенный пропусканием через серную кислоту. Чтобы водород выходил не слишком медленно, горло колбы должно быть достаточно широко.

4. Наполнение водородом мыльных пузырей

○ ● Для приготовления мыльного раствора можно воспользоваться обыкновенным, легко дающим пену туалетным мылом, которое следует настрогать ножом на тонкие стружки и затем растворить в мягкой (лучше в дистиллированной) воде при обыкновенной температуре в таком количестве, чтобы раствор при вдувании в него ртом воздуха через стеклянную трубочку давал хорошие пузыри. Вместо того чтобы строгать мыло, можно тереть куском мыла о дно ступки с небольшим количеством воды. Очень быстро можно приготовить хороший раствор мыла, воспользовавшись мыльным порошком для бритья. Можно приготовить особый раствор по следующему рецепту: в склянку с 400 мл дистиллированной воды поместить 10 г олеиново-натриевой соли (*patrium oleinicum*) и, закрыв пробкой, оставить растворяться при обыкновенной температуре. После растворения прибавить 100 мл чистого глицерина и, хорошо переболтав, оставить в темноте на несколько дней. Когда раствор вполне отстоится, прозрачную жидкость слить (лучше при помощи сифона) в чистую склянку и, прибавив каплю крепкого раствора аммиака, плотно закупорить.

Полученный раствор дает всегда хорошие результаты и, кроме того, сохраняется годами, если только его держать хорошо закупоренным и в темноте. Взятый для опыта раствор не следует потом сливать обратно в склянку с чистым раствором.

В качестве трубки для пускания пузырей всего удобнее воспользоваться небольшим аллонжем (рис. 573).

Между аллонжем и прибором для получения водорода следует вставить хлоркальциевую трубку, наполненную (не очень туго) гигроскопической ватой. Это необходимо для удержания мельчайших капелек кислоты, увлекаемых обыкновенно газом. Кислота разрушает мыло, и раствор его быстро теряет способность давать эластичные пленки.

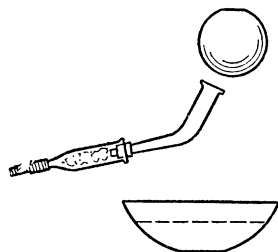


Рис. 573. Приспособление для пускания мыльных пузырей, наполненных водородом.

Вместо хлоркальциевой трубки можно взять и обыкновенную широкую трубку, оттянутую с одного конца (см. рис. 573) или заткнутую пробкой со вставленной более тонкой трубочкой (рис. 574). Можно также просто вложить комок ваты в самый аллонж.

Вместо аллонжа можно взять кусок широкой трубки с оплавленными краями и оттянутым концом или обрезанную пробирку,

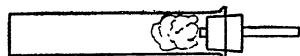


Рис. 574. Трубка для наполнения мыльных пузырей.

к которой присоединить на пробке более тонкую трубочку. Внутри трубки вложить комок ваты. В крайнем случае можно получать пузыри и прямо на конце каучуковой трубки (рис. 575), внутрь которой вложен комочек ваты.

Каучук, соединяющий осушающий прибор с аллонжем, должен быть достаточно длинный (35—40 см).

Если для опыта пользуются обыкновенным мылом, то полезно в отверстие аллонжа вставить кружок из мыла, чтобы выдуваемый пузырь соприкасался не со стеклом, а с мылом. Для этого из куска мыла следует вырезать пластинку толщиной около $\frac{1}{2}$ см и затем, положив ее на стол, прижать к ней широкий конец аллонжа, чтобы он врезался в мыло. В оставшемся внутри аллонжа кружке следует сделать небольшое отверстие.

Опыт. Пустить не сильный ток газа и затем, зажав каучук пальцами, опустить конец аллонжа в блюдечко или чашку с мыльным раствором. Если поднять аллонж, в отверстии его должна остаться мыльная пленка. Держа конец аллонжа несколько наклонно, пустить ток газа и урегулировать его затем крапом или зажимом на каучуке прибора (рис. 575, а и б). Когда пузырь достигнет диаметра 4—5 см, то его следует стряхнуть с аллонжа довольно резким боковым движением по касательной к пузырю, и он быстро поднимется до потолка. Очень больших пузырей, такого размера, как можно надуть воздухом, водородом надуть обыкновенно не удается.

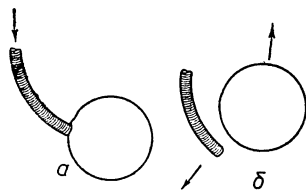


Рис. 575. Мыльные пузыри, наполненные водородом.

Иногда в стенке мыльного пузыря образуется капля жидкости. Тогда, поворачивая трубку, следует добиться, чтобы эта капля «сползла» к отверстию газоотводной трубки.

Опыт требует навыка и тогда удается каждый раз наверняка. Практикуемое иногда поджигание поднимающихся пузырей горячей лучинкой или свечкой развлекает учащихся, но с методической точки зрения — вредно. Цель опыта — показать легкость водорода и иллюстрировать возможность применения его в воздухоплавании; поджигание же пузырей только отвлекает учащихся от основной цели наблюдения.

5. Наполнение водородом коллодионного шара

Коллодионный шар легко приготовить следующим образом. В большую круглодонную колбу на 1—3 л следует налить немного продажного 4-процентного или лучше 6-процентного раствора коллодиума (collodium). Поворачивая колбу, следует смочить коллодиумом всю ее внутреннюю поверхность и затем, повернув колбу горлом вниз, поместить ее таким образом в кольцо штатива над какой-нибудь чашкой или стаканом, куда бы мог стекать избыток коллодиума (рис. 576). Коллодиум, представляющий раствор нитроклетчатки в смеси спирта с эфиром, *очень огнеопасен*. Поэтому *все манипуляции с ним следует производить далеко от огня*.

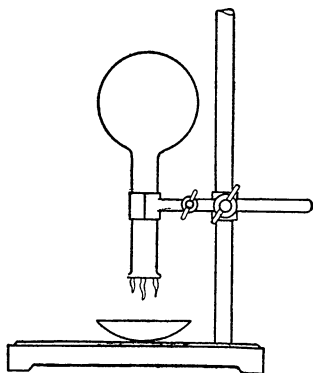


Рис. 576. Приготовление шара из коллодиума (1).

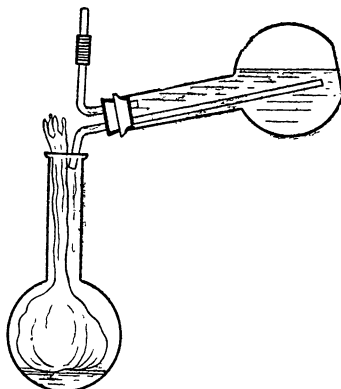


Рис. 577. Приготовление шара из коллодиума (2).

Колбу оставляют в перевернутом виде на несколько часов или до следующего утра. У горла колбы нарастают сосульки нитроклетчатки (рис. 576).

Для того чтобы вынуть шар из колбы, следует сначала отделить плотно приставшую пленку коллодиума от края горлышка колбы, а затем вливать между стенками полученного шара и стеклом воду. Вливать следует осторожно, лучше из промывалки (рис. 577), стараясь, чтобы вода никоим образом не попала внутрь шара. Колбу следует наполнить водой почти до краев. Коллодионный шар при этом собирается в комок, который легко вынуть из колбы. Вынув шар, его слегка обсушивают фильтровальной бумагой, раздувают ртом, перевязывают на самом конце ниткой и дают ему совершенно высохнуть. Для этого лучше всего подвесить его к чему-нибудь на нитке, которой он перевязан. Когда шар просохнет, конец, перетянутый ниткой, можно обрезать ножницами, оставив все-таки возможно

длинное горлышко. Затем шар сплющивают, чтобы удалить из него весь воздух, и шар готов для наполнения.

Опыт. Вложить в отверстие сплющенного шара трубку от аппарата для получения водорода и, прижав к трубке горлышко шара пальцами, пустить сильный ток водорода. Когда шар вполне надуеться, его можно пустить лететь, ничем не завязывая горлышка, которое всегда будет направлено книзу и из которого водород выходит очень медленно. Шар поднимается до потолка, а через четверть часа или больше, когда почти весь водород продиффундирует наружу, шар плавно опускается вниз. Шар можно снова сплющить, завернуть в бумагу или положить в конверт и хранить до следующего раза.

Коллодионный шар не эластичен, и его нельзя раздувать больше того размера, который он имеет.

Если коллодиум слишком жидок и шар выходит слишком тонкий, то коллодиум, прежде чем наливать в колбу, следует немного сгустить: налить в чашку и оставить на некоторое время под тягой.

Наливать коллодиум в колбу следует осторожно, не взбалтывая его, чтобы не образовалось пузырей.

Опыт с наполнением водородом коллодионного шара, если есть возможность его приготовить, следует предпочесть опыту наполнения мыльных пузырей, так как первый опыт лучше иллюстрирует применение водорода в воздухоплавании.

9. ПЛАМЯ ВОДОРОДА

○ ● Для опыта нужен хорошо действующий свежеснаряженный водородный прибор. Если цинк очень загрязненный (стр. 478), к прибору присоединить промывную склянку (см. стр. 266) с раствором марганцовокалиевой соли (*kalium hypermanganicum purum crystallisatum*) 1 : 10, подкисленным серной кислотой, промывную склянку с раствором едкого натра (*natrium oxydatum hydricum in bacillis*) 1 : 5 и, наконец, промывную склянку с концентрированной серной кислотой (уд. в. 1,84).

Впрочем, в большинстве случаев обычный гранулированный цинк дает достаточно чистый водород, и можно обойтись и без его очистки.

Водородный прибор или последнюю промывную склянку соединить каучуком с трубкой, у отверстия которой будет гореть водород. Для опыта нужна металлическая трубка, так как стеклянная придает пламени желтую окраску. Можно воспользоваться любой металлической трубкой или простейшей медной паяльной трубкой; наконечник ее лучше снять, чтобы пламя получилось больших размеров.

Зажигать выходящий из трубки водород можно *только после испытания*. Для этого нужно пустить из прибора довольно сильный

ток водорода. Через некоторое время *испытать*, чистый ли идет водород: собрать водород в надетую на конец трубки небольшую пробирку и затем поднести ее отверстие к огню (см. рис. 562).

Испытание сделать необходимо, так как *если поджечь водород, смешанный с воздухом, может произойти опасный взрыв*, которым промывная склянка и водородный прибор будут разбиты вдребезги и окружающие могут быть серьезно ранены.

Во избежание несчастных случаев рекомендуется соблюдать нижеследующее правило зажигания водорода, выходящего из трубки прибора.

Никогда не зажигать водород пламенем спички, лучинки или горелки, а поступать следующим образом.

Испытать водород на чистоту при помощи пробирки.

Когда водород в пробирке загорится спокойно, поднести отверстие пробирки с горящим водородом к газотводной трубке прибора и, таким образом, зажечь выходящий из трубки водород.

Ясно, что такой способ зажигания водорода совершенно гарантирует от преждевременного зажигания, представляющего большую опасность. Действительно, если из трубки выходит невзрывчатая смесь, содержащая очень мало водорода, она в пробирке не загорится. Если смесь в пробирке взрывается, то в ней не будет пламени, и только при чистом водороде внутри пробирки появляется пламя, которым и можно зажечь выходящий из трубки водород.

Опыт. Пустить из прибора ток водорода и, когда можно считать, что весь воздух вытеснен, *испытать водород на чистоту* и зажечь водород (правило!).

Пламя водорода должно быть, по возможности, большое и почти бесцветное. Внести в пламя свернутую спиралью тонкую (около 0,2 мм) платиновую проволочку, впаянную концом в стеклянную трубочку (см. рис. 578). Платина нагревается до белого каления и ярко светит. Пламени водорода при этом совершенно не видно.

За неимением платиновой проволочки можно воспользоваться железной, которая при опыте будет накаливаться, плавиться и сторать.

Для того чтобы показать, что водород имеет определенную температуру воспламенения, загасить пламя водорода, пережав каучук пальцами, нагреть в пламени поставленной поблизости горелки конец тонкой железной проволоки, спицы и т. п. и, поднеся к отверстию трубки, пустить газ. Воспламенение водорода происходит только тогда, когда проволока накалена до красного каления (600°).

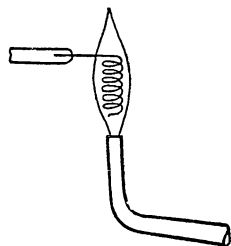


Рис. 578. Нагревание платиновой спирали в пламени водорода.

Если каучуковая трубка соединяет прибор для получения водорода с промывной склянкой новая, то в ней может находиться тальк, которым посыпаются каучуковые трубки при изготовлении.

В таком случае каучук нужно предварительно хорошо промыть водой и высушить. Это полезно делать и со старым каучуком. Если водород очищается, то пузырьки газа должны проходить через промывные склянки довольно быстро, и в склянках не должно быть налито слишком много жидкостей — иначе пламя будет мигать.

За неимением паяльной или иной металлической трубки можно свернуть трубку из полоски жести или меди и надеть ее на конец стеклянной трубки (рис. 579).

В крайнем случае можно, конечно, поджечь водород и у оттянутого конца стеклянной трубки, но пламя получается бесцветное только в первый момент, а затем окрашивается парами натрия в желтый цвет. Дольше не замечается окраски, если взять тугоплавкое стекло.

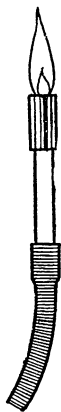


Рис. 579.
Насадка для пламени водорода.

10. ПЛАМЯ ВОДОРОДА В КИСЛОРОДЕ И ПЛАМЯ КИСЛОРОДА В ВОДОРОДЕ

Цель нижеследующих двух опытов — показать, что явление пламени наблюдается в месте соприкосновения двух газов, вступающих между собой в реакцию.

○ 1. При этом опыте нет необходимости в том, чтобы пламя было бесцветное. Поэтому всего проще зажечь водород у конца стеклянной трубки. Для этого изогнуть стеклянную трубку, как на рисунке 580, оттянув предварительно кончик. Стенки кончика должны быть довольно толстые (см. стр. 205), иначе они будут плавиться, но не слишком толстые, так как в этом случае они будут легче трескаться. Еще лучше изогнуть, как на рисунке 580, тонкую медную трубку.

Опыт. Наполнить цилиндр для собирания газов в 25—30 см высотой кислородом из газометра или из реторты для получения кислорода (см. ниже). Наполнять можно в пневматической ванне, но если учащиеся уже знакомы со свойствами кислорода, то проще вытеснением воздуха (см. ниже). Закрыв отверстие цилиндра стеклом, поставить цилиндр на стол. Затем пропустить через вышеуказанную изогнутую трубочку быстрый ток водорода из водородного прибора и, *убедившись, что из отверстия выходит чистый водород, зажечь его* (правила!) Урегулировать пламя краном или зажимом, снять с цилиндра стекло и опустить в цилиндр трубочку с горящим водородом.

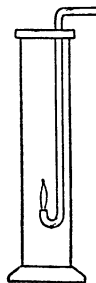


Рис. 580.
Пламя водорода в кислороде (1).

Каучук, соединяющий изогнутую трубочку с водородным прибором, должен быть достаточно длинный, чтобы трубку легко можно было поднять и опустить в цилиндр.

Если водород в цилиндре почему-нибудь погаснет (случайно пережмется каучук и т. п.), то опыт *нельзя возобновлять*, не наполнив цилиндр снова кислородом, *иначе может произойти взрыв*.

Оттянутый кончик трубки должен быть правильно загнут вверх, иначе пламя будет направлено вбок, и цилиндр может лопнуть. Сушить и очищать водород нет надобности.

● 2. При лабораторном опыте можно нагреть в пробирке немного вещества для получения кислорода (см. ниже) и в ту же пробирку опустить трубку, у конца которой зажжен водород. Трубка может быть оттянута и изогнута, как на рисунке, но может быть и прямая [пламя будет направлено книзу (рис. 581)].

○ 3. Приготовить трубку длиной 20—25 см, со слегка оттянутым кончиком, соединить ее с газометром с кислородом (получение кислорода см. ниже) и укрепить в зажиме штатива оттянутым концом кверху (рис. 582).

Опыт. Наполнить цилиндр, как в предыдущем опыте, водородом посредством вытеснения воздуха (см. выше). Когда будет полная уверенность, что весь воздух из цилиндра вытеснен, закрыть снизу цилиндр притертым стеклом (картоном и т. п.) и, не поворачивая цилиндра, поставить его этим стеклом на край стола или какой-нибудь подставки.

Пустить через трубку слабый ток кислорода, такой, чтобы его едва было заметно, если отверстие трубки приблизить к щеке или губам.

Установив ток кислорода, взять в руки цилиндр и, держа его отверстием книзу, сдвинуть стекло и зажечь водород пламенем горелки. Не переворачивая цилиндра, немедленно же надеть его на трубочку, из которой выходит кислород (см. рис. 582).

У кончика трубки внутри цилиндра появится пламя — пламя кислорода в атмосфере водорода. Стенки цилиндра покрываются росой. Ток кислорода не должен быть слишком сильным.

Если пламя у конца трубочки почему-нибудь погаснет, опыт, как и в предыдущем случае, нужно прекратить.

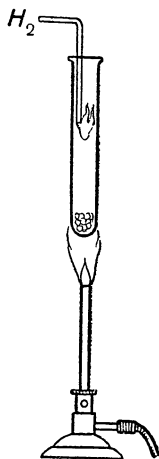


Рис. 581. Пламя водорода в кислороде (2).

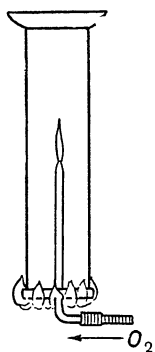


Рис. 582. Пламя кислорода в водороде (1).

Вместо цилиндра для опыта удобно воспользоваться колоколом или обрезанной бутылкой, в которую можно непрерывно впускать ток водорода (рис. 583).

За неимением газометра можно соединить трубку, подающую кислород, непосредственно с небольшим прибором для получения кислорода, регулируя ток кислорода нагреванием.

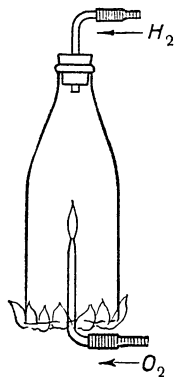


Рис. 583. Пламя кислорода в водороде (2).

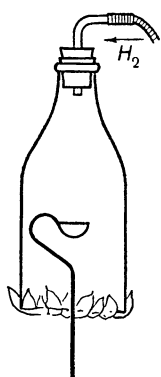


Рис. 584. Пламя кислорода в водороде (3).

○ 4. Показать горение кислорода в водороде можно также на следующем простом опыте.

Берут склянку без дна (рис. 583), в горло которой вставляют пробку с газоотводной трубкой. Через последнюю склянку при помощи каучуковой трубки соединяется с прибором для получения водорода или с газометром, наполненным водородом. Проволоку ложечки для сжигания веществ в кислороде изгибают так, как показано на рисунке 584.

Опыт. Склянку укрепляют в вертикальном положении, горлом вверх, и пускают ток водорода. В ложечку помещают смесь бертолетовой соли с двуокисью марганца и нагревают ее в пламени спиртовки.

Как только начнет выделяться кислород, поджигают водород у нижнего отверстия склянки и вносят в нее ложечку. Кислород, выделяющийся из бертолетовой соли, загорается и продолжает гореть слабым пламенем. Стенки склянки покрываются росой.

11. ОБРАЗОВАНИЕ ВОДЫ ПРИ ГОРЕНИИ ВОДОРОДА В ВОЗДУХЕ

○ ● 1. Опыт со стаканом или колоколом

Опыт. Пламя водорода (см. опыт на стр. 481; правила! стр. 488) ввести в холодный толстостенный стакан (рис. 585). На внутренней поверхности стакана появляется роса, которая исчезает, когда стакан прогреется.

Если стакан достаточно велик, роса может образовать капельки. Вместо стакана можно взять большой колокол, который укрепить в штативе наклонно. Тогда несколько капель воды могут стечь в подставленный стаканчик.

Для того чтобы образование воды при подобном опыте было хорошо видно издали, рекомендуется посыпать внутренние стенки

колокола едва заметным количеством какой-нибудь мелко истертой краски, например метиленовой синей, сафранина и т. п. Образующиеся капельки воды окрасятся в яркий цвет и будут хорошо заметны.

○● 2. Опы т с утюгом. Укрепить на штативе в положении, как на рисунке 586, холодный утюг. Под острым концом утюга поставить маленький бокал, рюмку или стаканчик.

Опыт. Держа в руке трубку, у конца которой горит водород, водить пламенем по нижней поверхности утюга. На утюге сейчас же образуется роса, которая собирается в капельки, а последние капают в подставленный стаканчик. Пока утюг прогреется, в стаканчике соберется заметное количество воды (не пробовать на вкус; см. стр. 478).

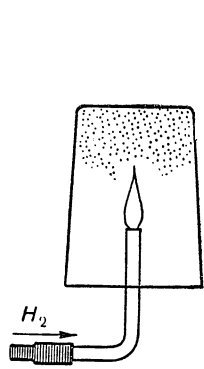


Рис. 585. Образование воды при горении водорода (1).

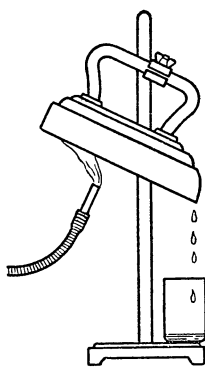


Рис. 586. Образование воды при горении водорода (2).

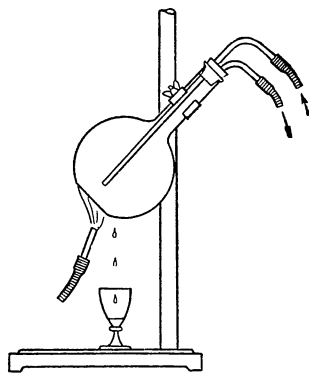


Рис. 587. Образование воды при горении водорода (3).

Нижняя поверхность утюга должна быть хорошо вычищена мелкой наждачной бумагой и протерта слегка масляной и затем чистой тряпкой — иначе утюг ржавеет и вода получается мутная.

○ 3. Опы т с колбой. Для получения произвольно большого количества воды можно устроить аппарат, изображенный на рисунке 587 и состоящий из колбы на 1—1½ л, заткнутой пробкой, в которую вставлены две трубки: одна — доходящая до дна (эта трубка соединяется с водопроводом, и через нее впускается в колбу ток холодной воды); другая, — не доходящая до дна, служит для оттока воды из колбы. Колба укрепляется на штативе немного наклонно, и под ней ставится маленький бокал (рис. 587), рюмка или стаканчик.

Опыт. Пустить в колбу ток воды. Зажечь пламя водорода (правила! стр. 488) и затем укрепить приводящую водород трубку под колбой, как показано на рисунке. Образующаяся вода оседает на

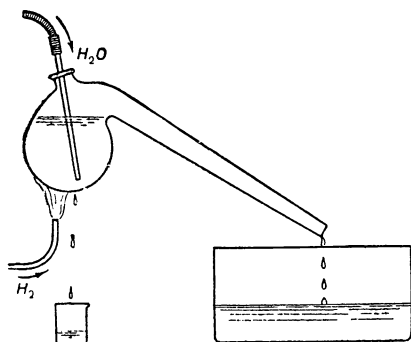


Рис. 588. Образование воды при горении водорода (4).

лось не очень узкое. Можно воспользоваться и стеклянной трубкой.

Вместо колбы можно взять реторту (рис. 588), жестянку для масла, керосина и т. п. Преимущество жестянки в том, что она не может лопнуть.

12. ВЗРЫВ СМЕСИ ВОДОРОДА С ВОЗДУХОМ

1. Взрыв в жестянке

Для опыта можно воспользоваться жестянкой из-под консервов, из-под какао и т. п. В дне жестянки прокалывается шилом или задним концом напильника небольшое отверстие¹.

Опыт. Поставить жестянку на столе кверху. Трубку от водородного прибора ввести в жестянку, приподняв один край ее, как показано на рисунке 589, и пустить сильный ток водорода. Отверстие в жестянке прикрыть бумажкой, смоченной водой, или заостренной спичкой. Когда можно будет думать, что жестянка наполнилась водородом, вынуть каучук, подводящий водород, и к отверстию стоящей на столе жестянки поднести зажженную длинную лучинку (не спичку!). У отверстия получается небольшое

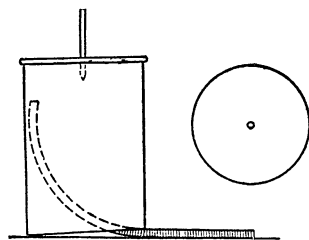


Рис. 589. Взрыв смеси водорода с воздухом в жестянке.

¹ Для успеха опыта отверстие в жестянке должно быть около 1 мм в диаметре. Если отверстие слишком велико, водород выходит слишком быстро и внутри жестянки не успевает хорошо смешаться с воздухом. Взрыв получается слабый. Если отверстие слишком мало, опыт затягивается, и взрыва иногда совсем не происходит, видимо, вследствие охлаждения пламени стенками жестянки (см. Берховский В. Н. и др., Методика химии, 1936, стр. 105).

пламя водорода, сначала спокойное. Пламя часто бывает почти невидимое. По мере того как через щель между краем жестянки и столом в жестянку набирается воздух, пламя начинает гудеть и петь, сначала как комар, затем все сильнее и сильнее, и, наконец, когда к водороду примешается достаточное количество воздуха, происходит очень громкий взрыв, причем жестянка летит к потолку. Если она стояла на столе прямо, без наклона, то обыкновенно она падает на то же самое место. Между банкой и столом должна, конечно, оставаться щель для входа воздуха.

Опыт вполне безопасен.

2. Взрыв в трубке с шариком

(П. В. Верещагин)

Трубка с шариком (так называемая хлоркальциевая трубка), употребляемая в химических лабораториях для наполнения хлористым кальцием или газопоглощающими твердыми веществами, может служить прибором для опытов с гремучей смесью.

Для этой цели вводят в трубку с шариком газоотводную трубку прибора примерно до нижнего края шарика и пускают ток водорода (см. рис. 590, а), затем надевают на тонкую часть трубки пробирку. После этого снимают пробирку с трубки с шариком (рис. 590, б) и, не переворачивая первой, подносят отверстие пробирки к пламени горелки. Пламенем загоревшегося водорода поджигают струю водорода, выходящую из отверстия трубки с шариком; водород загорается. Тогда медленно снимают трубку с шариком с газоотводной трубкой. Водород постепенно сгорает, а его место занимает воздух, входящий снизу в трубку с шариком. Образуется

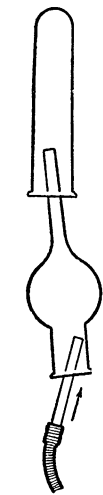


Рис. 590, а.



Рис. 590, б.

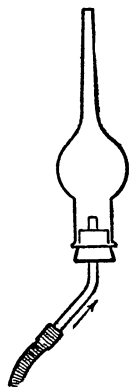


Рис. 590, в.

гремучая смесь. Когда эта смесь будет обогащена воздухом до требуемой пропорции, происходит маленький взрыв, по звуку напоминающий выстрел из игрушечного пистолета. Если струя водорода несильная, то газоотводная трубка соединяется с хлоркальциевой при помощи пробки (см. рис. 590, в). Если в тонкую часть трубки поместить кусочек медной сетки, то взрыва не происходит. В этом приборчике можно показать и управление явлением в процессе опыта,

Так, если вышеуказанным образом зажечь водород у отверстия трубки с шариком и переместить отверстие газоотводной трубки вниз, то, немного отведя ее, можно добиться того, что скорость вхождения воздуха будет больше скорости вхождения водорода. Тогда можно услышать высокий звук «химической гармонии» (так называли это явление алхимики), понижающийся по мере приближения состава смеси к взрывчатой гремучей смеси. Если при этом глубже и своевременно ввести газоотводную трубку в трубку с шариком, то звук снова повышается или вовсе прекращается — водород продолжает спокойно гореть. Но если держать газоотводную трубку так, чтобы гремучая смесь образовалась, но не отводить ее отверстие далеко от нижнего отверстия трубки с шариком, то взрыв происходит, а у отверстия газоотводной трубки зажигается водород.

3. Взрыв в колоколе

Приготовить небольшой колокол (например, 26×13 см) с горлом. Можно воспользоваться обрезанной склянкой. В горло колокола вставить пробку со стеклянной трубочкой (н. д. 5—6 мм), 7—8 см длиной (см. рис. 591).

Опыт. Укрепить колокол на штативе, как показано на рисунке. Соединить каучуком верхнюю трубочку колокола с водородным прибором, пропустить в колокол быструю струю водорода (сушить и очищать не требуется).

Когда весь воздух вытеснен водородом, снять каучук с трубочки колокола и зажечь выходящий (вследствие легкости) из трубочки водород. Первое время водород будет гореть спокойным пламенем (см. рис. 591), но по мере примешивания к водороду воздуха, входящего снизу в колокол, пламя начнет мигать, проскочит по трубке вниз, и образовавшаяся в колоколе смесь водорода с воздухом взорвется.

Если колокол не тонкостенный и не поставлен на стол, а укреплен на штативе, то опыт безопасен, но все-таки, производя его с данным колоколом в первый раз, лучше отойти подальше.

Более громкий взрыв и более наглядная картина взрыва получается, если низ колокола заклеить тонкой писчей бумагой, сделав в центре отверстие диаметром около 0,5 см при помощи карандаша

и т. п. Бумага при взрыве разрывается в клочки. Такой опыт можно ставить только с достаточно толстостенным колоколом, например из бутылки из-под шампанского и т. п.

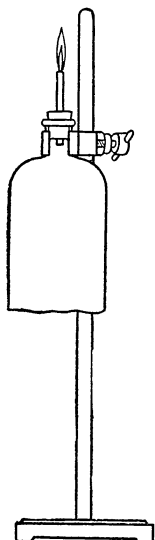


Рис. 591. Взрыв смеси водорода с воздухом в колоколе.

4. Взрыв в батарейном стакане

○ Вместо колокола (опыт 3) можно воспользоваться батарейным стаканом.

К толстостенному батарейному стакану (см. стр. 167) 14—16 см высотой приклеить сбоку синдетиконом или менделеевской замазкой две пробки (см. рис. 591, а), в которых сделаны напильником соответствующие углубления для стакана и для трубки *аб* (н. д. 8—9 мм), выгнутой, как на рисунке. Колено *б* трубки должно приходиться в середине стакана и немного не доходить до дна его. Длинное

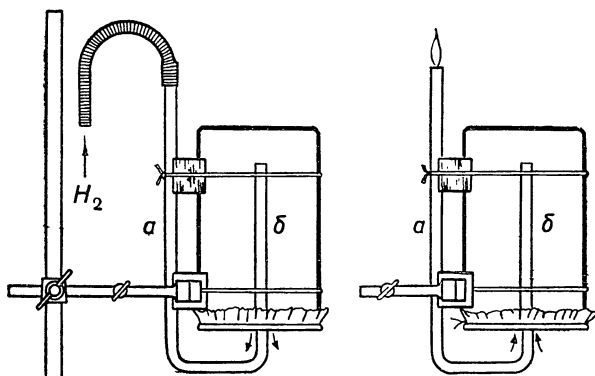


Рис. 591, а. Взрыв смеси водорода с воздухом в батарейном стакане.

колени *a* должно быть на 7—8 см выше дна стакана. Обвязать отверстие стакана кружком обыкновенной писчей бумаги, как обвязывают банки с вареньем. Можно приклеить бумагу к краю стакана.

Сделав в бумаге отверстие, вставить в него трубку *аб* и привязать ее к стакану бечевками или проволоками, как показано на рисунке. Укрепить стакан в зажиме штатива за одну из пробок в положении, как на рисунке.

Опыт. Соединить колени *a* с водородным аппаратом и пропускать сильный ток водорода. Когда можно будет думать, что весь воздух вытеснен из прибора (через щели между трубкой и бумагой), отнять каучук от колена *a* и зажечь водород, который будет выходить из стакана по трубке *аб*, как бы по «обратному» сифону.

Через несколько времени, как и в предыдущем опыте, произойдет взрыв. Бумага прорывается и иногда загорается.

Стакан должен быть достаточно толстостенный. Показывать опыт можно, конечно, только после предварительного испытания.

5. Взрыв в колбе

○ Опыт имеет цель предостеречь учащихся от неосторожного обращения с водородом. В маленькую (150—200 мл) колбочку, удобнее коническую, поместить несколько кусочков цинка и облить его небольшим количеством воды. Колбочку закрыть пробкой с двумя отверстиями, в одно из которых вставить маленькую, сделанную из пробирки, вороночку (рис. 592), в другое — изогнутую под прямым углом стеклянную трубочку.

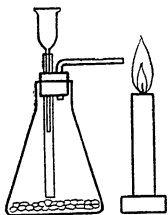


Рис. 592. Взрыв смеси водорода с воздухом в колбе.

Прикрепить к пробке, крышке от тигля и т. п. свечу такой высоты, чтобы пламя приходилось как раз против вставленной в пробку колбы трубочки. Колбочка и свеча должны свободно помещаться в большой толстостенный батарейный стакан или банку. Чтобы колбочка и свеча правильнее стояли, на дно банки можно насыпать слой песка.

Опыт. Поместить колбочку с цинком в банку и поставить против отверстия трубочки зажженную свечку. Прилить в воронку кислоты и сейчас же прикрыть банку сверху куском металлической сетки или решетом.

Через несколько времени, когда из колбочки начнет выходить смесь водорода с воздухом, произойдет взрыв, которым или выбросит из колбы пробку, или даже разорвет самую колбу. Так как желательнее именно последнее, то следует взять колбу возможно более тонкостенную.

6. Взрыв в двугорлой склянке

(П. В. Верещагин)

Опыт со взрывом в двугорлой склянке может показать несколько сторон явления.

1. Звуковой эффект.
2. Механическое действие взрыва.
3. Распространение взрывной волны и др.

Прибор (рис. 593) состоит из двугорлой склянки, в одно горло которой вставляется пробка с пропущенной в нее длинной стеклянной трубкой (44 см дл.). В другое горло склянки вставляется пробка, с пропущенной через нее «газоприводной» трубкой, соединяющейся каучуковой трубкой с прибором для получения водорода, которым склянка наполняется в начале опыта. К этой основной части прибора для выполнения всех возможных опытов необходимо иметь следующие дополнительные части: стеклянный «шомпол» — палочку для прочищения длинной трубки прибора, кусочек медной сетки и парашютик. Последний делают из картонного кружка (диам. 5—6 см). В центре его укрепляются (по обе стороны кружка)

обрезки пробки, скрепленные гвоздиком с обрезанным концом (рис. 594, а и 594, б). Пробка парашютика, которую вставляют в горло склянки, должна быть в $1\frac{1}{2}$ раза меньше его по диаметру. Склянку лучше брать объемом 200—300 мл, так как от объема склянки зависит длительность опыта.

Опыт. Прибор (рис. 595) при помощи каучука соединяют с аппаратом Киппа. Через несколько секунд надевают пробирку на конец длинной трубки прибора. Затем снимают пробирку и поджигают собравшийся в нее водород пламенем спиртовки.

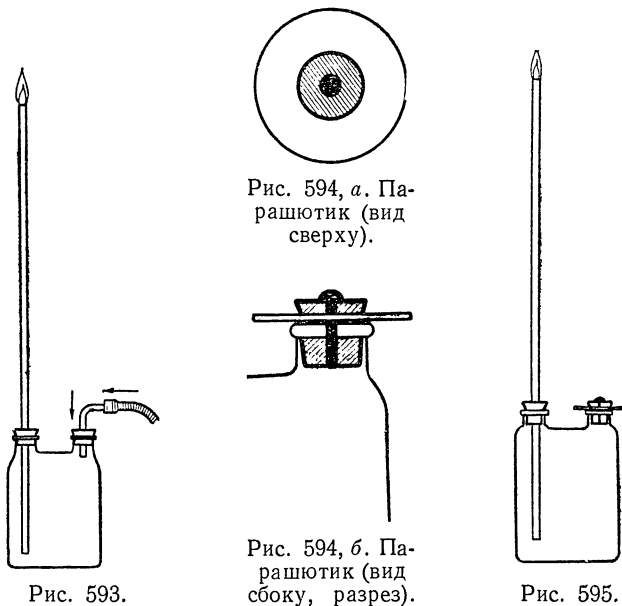


Рис. 594, а. Парашютик (вид сверху).

Рис. 594, б. Парашютик (вид сбоку, разрез).

Рис. 593.

Рис. 595.

Поднося неперевернутую пробирку с горящим водородом к прибору, поджигают газовую струю у отверстия длинной трубки (это может быть не сразу, так как сначала идет воздух, а затем гремучая смесь, поэтому испытание струи водорода подобным образом приходится производить два-три раза). Когда водород будет подожжен, вынимают пробку с газоотводной трубкой из отверстия прибора и постепенно образующаяся гремучая смесь в конце концов взрывается. Тогда повторяют опыт, но, вынув пробку с газоотводной трубкой, быстро закрывают открытое отверстие парашютиком. При взрыве парашютик высоко взлетает вверх. В длинной трубке, если в комнате темно, видно как «бежит огонь», а при взрыве вся банка наполняется пламенем.

Если в длинную трубку вставить медную сетку и снова проделать опыт, то взрыва не происходит вследствие поглощения тепла мед-

ной сеткой. Опыт вполне безопасен, если склянка цела. Из предосторожности ее можно поставить в широкий батарейный стакан. Некоторые экспериментаторы из предосторожности «обшивают» склянку даже медной сеткой.

13. ВЗРЫВ ГРЕМУЧЕГО ГАЗА

1. В з р ы в в п р о б и р к е

○ ● Измерить вместимость небольшой ($15 \times 1,5$ см) толстостенной пробирки (можно взять тугоплавкую) при помощи мензурки. Затем налить в пробирку треть входящего в нее количества воды и отметить уровень при помощи наклеенной бумажной полоски. Прибавить еще одну треть и снова наклеить бумажную полоску. Полоски эти потом следует покрыть лаком (см. стр. 364). Можно нанести деления масляной или эмалевой краской.

Опыт. Наполнить пробирку водой, закрыть пальцем и опрокинуть в ванну с водой. Впустить в пробирку до одной трети кислорода из газометра или непосредственно из пробирки со смесью бертолетовой соли с двуокисью марганца (см. ниже). При этом, прежде чем подводить газоотводную трубку под пробирку, следует выпустить некоторое количество кислорода, чтобы вытеснить из трубки воздух. Затем с такой же предосторожностью дополнить пробирку водородом из водородного аппарата.

Заткнув пробирку под водой пальцем, вынуть ее из ванны и затем, отняв палец и держа пробирку вверх дном, поднести ее отверстие к пламени горелки. Происходит не очень громкий взрыв.

С толстостенной пробиркой опыт совершенно безопасен, но, для того чтобы внушить учащимся необходимость быть особенно осторожным при экспериментировании с водородом, лучше завернуть пробирку в полотенце.

Можно воспользоваться и тонкостенной пробиркой, которая обыкновенно тоже выдерживает взрыв, но в данном случае обернуть ее полотенцем необходимо.

С такой же предосторожностью можно произвести опыт и в небольшом цилиндре (15 см высотой или менее) для собирания газов. Отверстие цилиндра не следует направлять в сторону учащихся, так как от сильного взрыва страдает слух.

Для того чтобы можно было точнее отмерить газы, газоотводные трубочки надо взять тонкие или оттянутые на концах.

Взрыв гремучего газа в пробирке можно вызвать также при помощи *каталитического действия* губчатой пластины (platinum spongiosum). Для этого можно воспользоваться платинированным асбестом (см. ниже). Небольшой комочек платинированного асбеста

можно внести в пробирку при помощи пинцета. Взрыв происходит не моментально, а через несколько секунд. Асбест перед уроком необходимо прокалить в пламени горелки.

Пробирку можно наполнять гремучим газом из описанного ниже прибора.

2. В з р ы в в м ы л ь н ы х п у з ы р ь я х

○ Для опыта удобнее всего воспользоваться прибором Верховского, изображенным на рисунках 596 и 597. За неимением его взять небольшую (примерно на 200—300 мл) аптечную длинную склянку (так называемая рецептурная круглая склянка или склянка для касторового масла) и обрезать у нее дно (см. стр. 192).

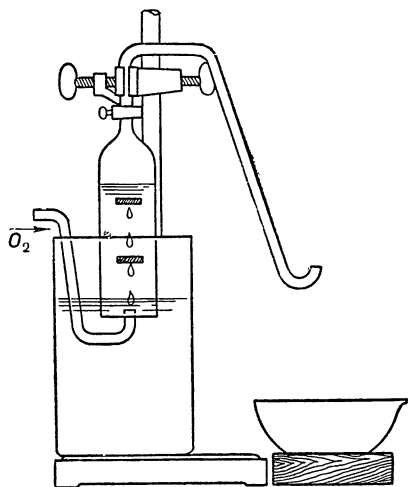


Рис. 596. Прибор для гремучего газа, по Верховскому.

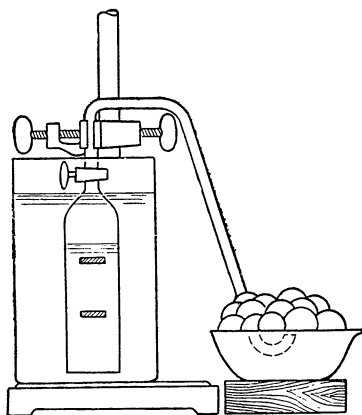


Рис. 597. Наполнение мыльных пузырей гремучим газом.

Закрыв горлышко полученного колокола пробкой, измерить его вместимость, разделить ее на три части, как в предыдущем опыте, и приклеить бумажные полоски, которые покрыть лаком или нанести деления краской.

В хорошо подходящую к колоколу пробку (лучше каучуковую) вставить изогнутую, как на рисунке 598, трубку *аб* с каучуковой перемычкой, зажатой винтовым зажимом (со стеклянным краном, в крайнем случае с пружинным зажимом). Конец трубки *б*, который на рисунке показан погруженным в ступку, может быть прямой. Трубку *б* лучше сделать из толстостенной капиллярной трубки,

но можно обойтись и обыкновенной тоненькой трубочкой диаметром 3—4 мм. Если тонкой трубки нет, можно взять более толстую, которую оттянуть на конце.

Опыт. Погрузить прибор в большую банку или батарейный стакан, почти доверху наполненный водой. Кран прибора должен быть открыт, чтобы весь колокол до самого крана мог наполниться водой. Закрыть кран и поднять прибор настолько, чтобы немного

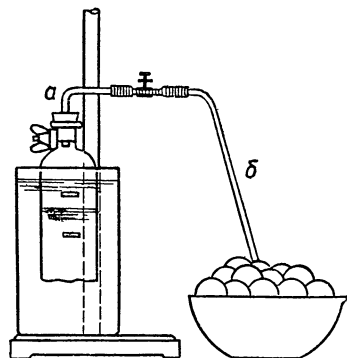


Рис. 598. Простейший прибор для гремучего газа.

менее одной трети его было под водой, и укрепить в зажиме штатива. Подвести под колокол конец изогнутой соответствующим образом стеклянной трубочки (рис. 596), соединенной с газометром, в котором приготовлен кислород (или с прибором для получения кислорода, см. ниже). Наполнить колокол до черты. Под конец можно поднять или опустить колокол, чтобы вода внутри и снаружи стояла на одном уровне. Затем таким же образом остальные две трети сосуда дополнить водородом. Под конец трубки прибора поставить фарфоровую, а если есть, то чу-

гунную ступку или железную чашку с раствором мыла.

Погрузить колокол в банку с водой, как на рисунках 597 и 598, и укрепить в зажиме штатива. Осторожно открыть зажим и пустить ток гремучего газа в раствор мыла. На поверхности раствора образуются мыльные пузыри. Когда поверхность раствора покроется пузырями (достаточно 10—15 пузырей), закрыть кран и отставить ступку на противоположный конец стола.

Поднести к пузырям зажженный конец длинной лучинки (рис. 599). *Раздается оглушительный взрыв.* При этом опыте звук получается значительно более резкий, чем при взрыве в пробирке, так как газ находится в «оболочке», которая при взрыве разрывается. Для того чтобы не было неприятного чувства в ушах, перед взрывом следует открыть рот, как это делают артиллеристы перед выстрелом. Рекомендовать сделать то же и учащимся.

Обращение с полученным в приборе гремучим газом требует *возможно большей осторожности*, так как если поднести пламя к газоотводной трубке прибора или если поджечь газ, находящийся в пузырях, не отставив ступки в сторону, то может произойти *весьма*

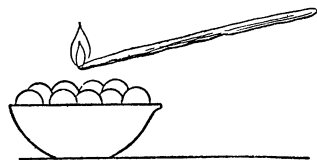


Рис. 599. Поджигание мыльных пузырей с гремучим газом.

опасный взрыв и осколками прибора может *серьезно ранить* окружающих.

Поэтому *сейчас же по окончании опыта следует выпустить из прибора оставшийся в нем газ*. Для этого проще всего вынуть колокол из воды и перевернуть его.

Вместо описанного прибора или обрезанной склянки в качестве колокола можно воспользоваться длинной капельной воронкой, делительной воронкой или широкой трубкой, закрытой с одного конца пробкой.

14. ВЗРЫВ ГРЕМУЧЕГО ГАЗА, ПОЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИЗОМ

Прибор для электролитического получения гремучего газа изображен на рисунке 600. В банке с раствором электролита опущены никелевые или железные электроды. Они состоят из пластинок, приклепанных к толстой проволоке. Концы проволоки пропущены в пробку, через которую также проходит и газоотводная трубка прибора. В качестве электролита берется едкий натр, из которого готовится 10 — 15-процентный раствор с прибавкой спирта (см. стр. 512).

Объем прибора 100—150 мл.

Электроды для уменьшения сопротивления следует расположить поближе один к другому, но в то же время таким образом, чтобы между ними *ни в каком случае не могло произойти непосредственного соприкосновения*. Вследствие соприкосновения между ними может образоваться искра, и произойдет *опасный взрыв*. Очевидно, что проволоки электродов должны быть достаточно толстые, чтобы они не могли накалиться током, что также *вызвало бы взрыв*.

Опыт. Соединить тот или другой прибор с источником электрического тока и сначала выпускать газы некоторое время на воздух, а затем подставить под конец трубки ступку с мыльной водой, как описано было выше (см. стр. 501). Собрав некоторое количество гремучего газа, *отставить ступку в сторону* и произвести при помощи зажженной лучинки взрыв содержащегося в мыльных пузырях гремучего газа.

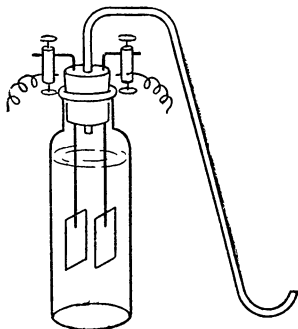


Рис. 600. Прибор для получения гремучего газа электролизом.

15. ПЛАМЯ ГРЕМУЧЕГО ГАЗА

○ 1. **Опыты с горелкой Даниеля.** Для горения гремучего газа применяется горелка (кран) Даниеля, которая представляет две латунные трубки, вставленные одна в другую

(рис. 601). По наружной трубке через боковую трубку пускается водород, по внутренней — кислород.

Иногда горелка Даниеля снабжается еще колпачком, как на рисунке 602. *Эти горелки представляют большую опасность*, и пользоваться ими в школе *не следует*. Здесь газы смешиваются внутри горелки под колпачком и из отверстия колпачка выходит гремучая смесь. Отверстие колпачка делается очень узкое в расчете на то, что скорость движения газа в отверстии очень велика и горение не должно распространяться внутрь колпачка.

Такая горелка может работать лишь при условии, если давления кислорода в газометре и водорода в водородном приборе *одинаковы*. При некотором неравенстве в давлениях водорода и кислорода возможен такой случай: газ, находящийся под бóльшим давлением,

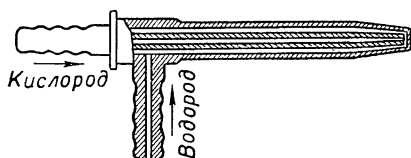


Рис. 601. Горелка Даниеля без колпачка (безопасная).

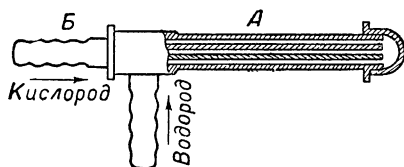


Рис. 602. Горелка Даниеля с колпачком (опасная).

благодаря сопротивлению в узком отверстии колпачка, не успевает из него выходить и частью направляется в сторону наименьшего сопротивления — в газометр или прибор с газом, находящимся под меньшим давлением. Если затем начать регулировать выход газов, из горелки пойдет смесь и произойдет страшный взрыв.

Об опасности горелки с колпачком особенно важно упомянуть ввиду того, что в справочниках лабораторного оборудования изображена именно эта опасная горелка, и, следовательно, она может попасть в школы.

За неимением горелки, изображенной на рисунке 601, с горелки с колпачком можно снять последний при помощи плоскогубцев. Он обычно держится только трением. Пламя этой горелки без колпачка получается менее сильное, но все желательные опыты можно показать, хотя и с несколько меньшим эффектом.

Горелка без колпачка (рис. 601) *совершенно безопасна* и никаких особых предосторожностей не требует. Кислород можно впускать в нее из любого газометра и водород — из любого аппарата. Желательно, чтобы струя водорода была достаточно сильная.

Горелку следует укрепить в зажиме штатива наклонно, приблизительно под углом около 20° к доске стола. Под горелкой поставить железную чашку с водой или тарелку с песком. Боковую трубку горелки соединить с сильным водородным прибором (лучше всего Сен-Клер-Девилья), прямую трубку — с газометром с кислородом.

Сушить водород нет надобности, но, чтобы в горелку не попадали брызги кислоты, можно пропускать водород через трубочку с ватой. Вата должна лежать очень рыхло.

Опыт. Пустить в горелку *сильный* ток водорода и, *испытав, весь ли воздух вытеснен*, зажечь водород (правила! стр. 481) у отверстия горелки. После этого, осторожно открывая кран газометра, пустить в горелку сначала слабый, а затем постепенно более сильный ток кислорода. Должно получиться длинное, острое, спокойное пламя. Если пламя сильно шумит, нужно урегулировать ток газов.

Внести в пламя кусок медной проволоки, медь будет плавиться и капать в подставленную чашку с водой. Точно так же будет плавиться и собираться в каплю платиновая проволочка (небольшой кусочек, вплавленный концом в стеклянную трубочку). Железная проволока (нетолстая), внесенная в пламя, будет плавиться и гореть, разбрасывая вокруг искры. Капли железа будут также падать в чашку. Стальная проволока (спица, перо, пилка для лобзика) дает больше искр. Искры не опасны и, даже попадая на руку, не производят заметных ожогов. Можно, кроме того, показать прожигание отверстия в железной пластинке из нетолстого железа. Можно даже пластинку разрезать пламенем (иллюстрация применения на практике резки железа). Если есть кварцевая трубка, то можно показать размягчение кварца¹. Наконец, ввести в пламя при помощи щипцов острие отточенного в виде конуса кусочка негашеной извести или мела. Известь ослепительно ярко светится (друммондов свет). Кусочек должен быть 3—4 см длиной и готовится при помощи ножа и напильника. Чем тоньше кончик, тем лучше.

Если кусок извести достаточно велик (4 см или более длиной), то благодаря очень малой теплопроводности извести его можно держать прямо в руке.

Известь лучше взять чистую (calcaria caustica e marmore). Мел—природный. Классный мел не всегда для этого пригоден, так как часто представляет собой не мел (углекислый кальций), а смесь из магнезии и других веществ.

За неимением горелки Даниеля можно воспользоваться обыкновенной паяльной горелкой (см. стр. 158) или одним из самодельных приспособлений, ее заменяющих (см. стр. 156), вплоть до стеклянного тройника со вставленной в него оттянутой стеклянной трубкой.

○ 2. Опыты с паяльной трубкой. Можно произвести вышеописанные опыты без всякой горелки, а вдывая в пламя водорода кислород при помощи паяльной трубки (рис. 603). Нужно только, чтобы струя кислорода была достаточно сильная.

¹ Температуры плавления: Cu 1087°, Fe 1510°, Pt 1775°, SiO₂ 1780°.

Для этого можно воспользоваться газометром. Сосуд с водой можно поставить на полку или на шкаф. Пламя водорода должно быть большое, 5—6 см высотой. Диаметр трубки 6—7 мм.

Вместо паяльной трубки можно воспользоваться стеклянной, оттянутой на конце в толстостенный капилляр, диаметром около 1 мм. Трубки укрепляются в пробках, как на рисунке 604. Трубка *a*

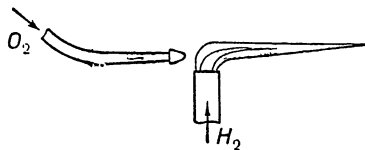


Рис. 603. Вдувание кислорода в пламя водорода при помощи паяльной трубки.

сначала устанавливается так, чтобы конец ее не касался пламени водорода, зажженного у трубки *b*. Затем, пустив ток кислорода, вдвигают трубку *a* в пробку настолько, чтобы оттянутый конец находился почти в пламени. Получается острое пламя, с которым

можно проделать опыты плавки и резки металлов и накаливания извести. Под трубкой *b* ставится чашка с песком.

Прежде чем прекращать вдувание кислорода, *следует выдвинуть конец трубки a* из пламени.

За неимением подходящего прибора для получения водорода можно показать повышение температуры пламени спиртовой лампы при вдувании в пламя кислорода из газометра (Субботин).

В таком пламени (рис. 605) можно плавить железную проволоку или гвоздь, проплавливая отверстия и резать жечь от кон-

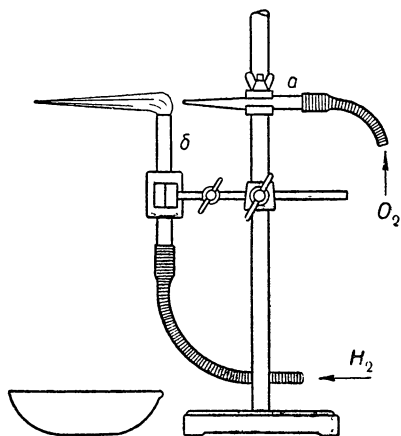


Рис. 604. Вдувание кислорода в пламя водорода при помощи стеклянной трубки.

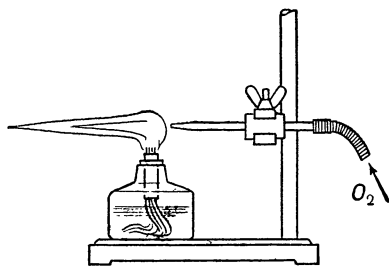


Рис. 605. Вдувание кислорода в пламя спиртовки.

сервной банки, получать друммондов свет, вводя в пламя тонко отточенный конец палочки мела или извести.

Стеклянная трубка, через которую вдувается в пламя кислород, не должна быть слишком тонко оттянута, кончик должен быть

обрезан так, чтобы он имел диаметр около 1,5 мм. Вносить в пламя нагреваемые предметы приходится близко к фитилю. Поэтому следует предохранить резервуар лампочки кружком асбестового картона или обыкновенного картона, прикрытого кружком жести.

Кончая вдувание кислорода, не следует забывать сейчас же отодвигать лампочку, чтобы не заплывился кончик трубки.

3. Опыты в стакане. Некоторые из опытов с пламенем водорода, горящего в кислороде, можно показать следующим упрощенным образом. В большой батарейный стакан (рис. 606) или в банку на 3—4 л опускается отводная трубка от реторты на 500 мл

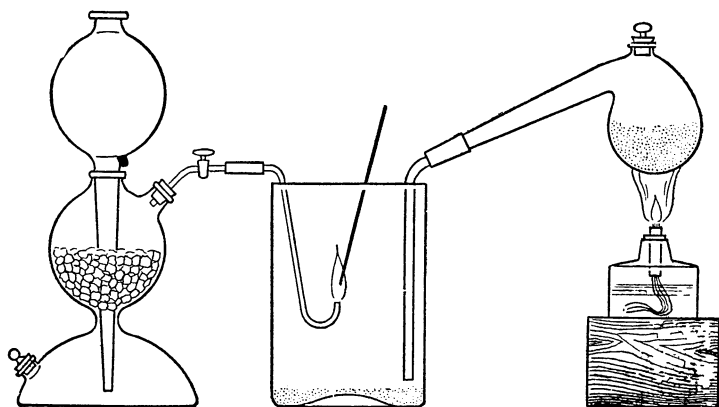


Рис. 606. Пламя водорода в кислороде.

или колбы с веществом, служащим для получения кислорода, и в стакан направляется непрерывный и сильный ток кислорода.

Струя водорода из аппарата Киппа или другого автоматически действующего прибора (см. стр. 254) зажигается, и отводная трубка, изогнутая, как на рисунке, опускается в банку с кислородом.

В пламени можно сжечь железную проволоку (балалаечная струна), сплавить конец нетолстой медной проволоки и тоненькой платиновой проволоки.

В стакан должен быть насыпан слой песка, как на рисунке 606.

Опыт. Собрать прибор, как на рисунке 606. Испытать чистоту водорода. Прогреть осторожно реторту лучше всего пламенем спиртовки (можно слегка коптящим пламенем газовой горелки) и поставить пламя под реторту так, чтобы шло быстрое выделение кислорода.

Зажечь водород (правила! стр. 481) и урегулировать пламя так, чтобы оно было в высоту 4—5 см.

Опустить трубку, у конца которой горит водород, в стакан так, чтобы пламя было в середине стакана, и сейчас же внести в пламя

сначала медную проволоку, затем, если есть, платиновую и, наконец, тонкую железную, которая горит, разбрасывая снопы искр. Кислород должен все время выделяться очень сильно.

16. ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕДИ ИЗ ОКСИ

Наиболее простая установка опыта изображена на рисунке 607, она предназначена для лабораторного опыта. Но если вести получение водорода в большом приборе, а для окиси меди взять большую пробирку, то подобную установку можно использовать и для демонстрации.

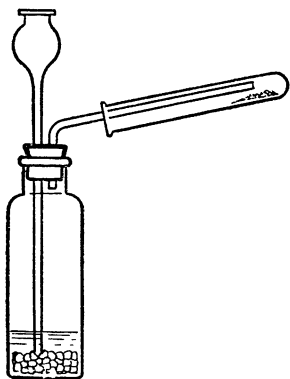


Рис. 607. Восстановление окиси меди водородом в пробирке.

Надевать осторожно, чтобы окись меди не съехала вниз.

Нагревать то место пробирки, где находится окись меди (не прогревать всей пробирки). Что делается с окисью меди? Что замечается на холодных стенках пробирки? Почему? Дать остыть пробирке, не прекращая тока водорода. Высыпать и рассмотреть полученное вещество.

Лабораторный опыт проводят следующим образом.

Пробирка (обыкновенная) с окисью меди надевается на наклонную газоотводную трубку прибора для получения водорода. Наклон должен быть таков, чтобы окись меди не съезжала вниз по пробирке. Для нагревания годится спиртовая лампочка.

Опыт. Налить в прибор кислоты. Испытать, чистый ли водород (см. стр. 489).

Когда пойдет чистый водород, насыпать в пробирку очень немного зерновой окиси меди и надеть пробирку на конец газоотводной трубки, как показано на рисунке.

17. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАКЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИ МЕДИ ВОДОРОДОМ

Синтез воды по Дюма (качественный опыт).

Для опыта следует приготовить или заказать тугоплавкую трубку А, оттянутую и изогнутую, как на рисунке 608. Длина трубки 17—18 см, наружный диаметр — около 1,5—2 см, наружный диаметр оттянутого кончика 0,3—0,4 см. Такую трубку может приготовить любой стеклодув.

В изогнутый конец трубки вложить клочок асбестовой или стеклянной ваты и насыпать *зернистой окиси меди* (сиргит оксида-

tum filiforme). Затем вложить еще клочок асбестовой или стеклянной ваты и заткнуть трубку хорошей пробкой со вставленной стеклянной трубкой 4—5 см длиной. Между пробкой и ватой в трубке должно остаться свободное пространство около 3 см, чтобы пробка не горела при нагревании трубки. Трубку укрепить в зажиме штатива слегка наклонно, как на рисунке, и вставленную в пробку трубочку соединить с *водородным прибором* (Киппа или Сен-Клер-Девилья).

При качественном опыте нет необходимости очищать водород. Поэтому достаточно поставить только одну склянку Тищенко или

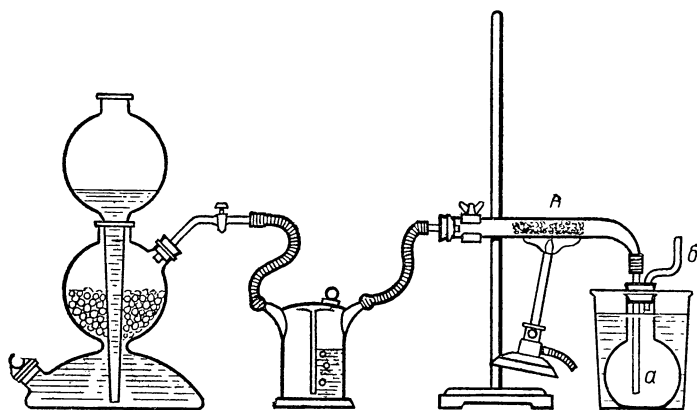


Рис. 608. Восстановление окиси меди водородом с собиранием воды.

какую-либо другую *промывную склянку* (см. стр. 266) с концентрированной серной кислотой, уд. в 1,84, чтобы следить за током газа и осушать его.

Для собирания образующейся воды присоединить к изогнутому концу трубки с окисью меди маленькую (на 50—60 мл) колбочку или пробирку, баночку и т. п. с двумя вставленными в пробку трубочками. Одна из них *a* (рис. 608), опущенная почти до дна колбы, соединяется с трубкой для восстановления, другая, изогнутая *б* служит для отвода избытка водорода. Колбочка ставится в стакан с водой и присоединяется на каучуке к трубке для восстановления. Соединяемые трубки должны упираться друг в друга, чтобы колбочка не всплывала.

Собрав прибор, *испытать*, держит ли он.

Опыт. Собрать прибор и пустить через него быстрый ток водорода. Через некоторое время *испытать*, вытеснен ли весь воздух. Когда проба покажет, что весь воздух вытеснен — зажечь водород (*правила!* стр. 489). Немного ослабить ток водорода, который все-таки может быть довольно быстрым, и начать нагревать (осторожно,

трубка толстостенная!) окись меди с того конца, который ближе к водородному прибору. От времени до времени следует прогревать и остальную часть трубки, чтобы в ней не скоплялась вода. Горелка должна быть хорошая. Спиртовая лампочка для опыта мало пригодна. Если у горелки есть насадка для плоского пламени, то ее следует надеть, чтобы прогреть трубку на большем пространстве. Тогда восстановление пойдет скорее. Наблюдать, что происходит с пламенем водорода.

Когда большая часть или вся окись меди восстановится, прекратить нагревание и, ослабив ток водорода, но не прекращая его, оставить медь остывать. Когда трубка остынет настолько, что ее можно будет взять в руки, прекратить ток водорода, разобрать прибор, вынуть пинцетом вату и высыпать восстановленную медь в чашку или на блюдечко. Показать учащимся восстановленную медь и полученную воду. Восстановленная медь может быть затем окислена в струе кислорода (см. ниже) и опять служить для того же опыта.

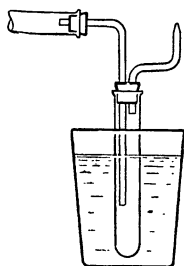


Рис. 609. Пробирка, заменяющая колбу в приборе, изображенном на рисунке 608.

Можно, наконец, (см. стр. 164).

За неимением трубки с оттянутым концом можно воспользоваться шариковой или прямой тугоплавкой трубкой (см. рис. 609). В крайнем случае можно взять и легкоплавкую трубку, но тогда придется при нагревании следить, чтобы она не размягчилась и не раздулась. воспользоваться железной трубкой и жаровней

Полезно иметь вторую запасную снаряженную трубку с окисью меди, на случай, если первая лопнет. Эта запасная трубка может служить для демонстрации окиси меди до опыта.

18. РАЗЛОЖЕНИЕ ВОДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Для разложения воды, вернее растворов электролитов, электрическим током можно пользоваться различными источниками электрической энергии: аккумуляторами, элементами Гренэ, Бунзена, Лекланше, батарейками для карманного фонаря и др. (см. стр. 328), током от динамо-машины и т. д.

Нужное напряжение зависит от сопротивления прибора. Разложение должно идти, по возможности, быстро, чтобы не менее

как в 10—15 мин. накапливалось достаточное для испытания количество газов. Напряжение от элементов или аккумуляторов вполне достаточно в 10—12 в (8 элементов Гренэ, 5 аккумуляторов).

Если имеется ток сравнительно большого напряжения (больше 15 в), то необходим реостат. Если имеется постоянный ток от осветительной цепи, то весьма удобно воспользоваться так называемым *ламповым реостатом* (стр. 327).

Можно воспользоваться и *переменным током*, если в цепь вставить выпрямитель (стр. 315—325) и ламповый реостат (см. стр. 327).

Число ламп в реостате следует подобрать на опыте, чтобы разложение шло достаточно быстро и в то же время прибор для разложения воды очень не нагревался. Кроме того, разложение не должно идти слишком бурно, так как при этом газы могут перемешиваться между собой.

Для простейших приборов с пробирками (см. ниже) при напряжении в цепи в 110—120 в обычно достаточно одной лампы на 150 вт.

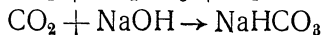
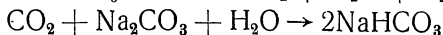
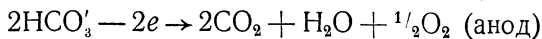
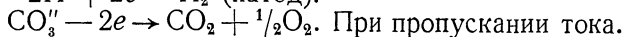
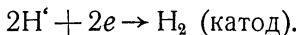
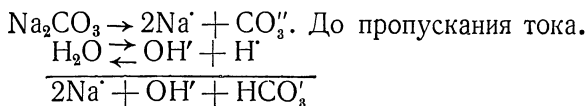
Соединяя приборы проводами, следует *как можно аккуратнее зачистить все места соединения и концы проводов наждачной бумагой, ножом* и т. п. Это особенно важно, если напряжение невелико. Аккумуляторы и элементы соединяются последовательно, т. е. положительный полюс одного элемента с отрицательным другого.

Для разложения воды электрическим током существует несколько различных приборов.

Наиболее удобны приборы с платиновыми электродами, в которых можно пользоваться в качестве электролита раствором серной кислоты (на 10 объемов воды 1 объем кислоты, уд. в. 1,84) или 10-процентным раствором сернонатриевой соли (*sodium sulfuricum*).

За неимением таких приборов приходится пользоваться приборами с никелевыми, железными (железо или жечь) или медными электродами. Никелевые электроды имеют то преимущество, что они при хранении не ржавеют, как железные, и не зеленеют, как медные. Для этих приборов в качестве электролита берется или раствор едкой щелочи (10—15%), или насыщенный раствор угленатриевой соли (*sodium carbonicum*). Угленатриевая соль должна быть средняя (нормальная сода), а не кислая (не двууглекислая сода).

При электролизе соды происходят реакции:



Раствор для опыта должен быть свежий, не бывший в употреблении. При электролизе на аноде образуется углекислый газ, который, реагируя с Na_2CO_3 , переводит ее в кислую соль. При электролизе же NaHCO_3 , если ее в растворе накопилось много, на аноде наряду с кислородом будет выделяться углекислый газ.

Сода удобнее, чем едкая щелочь: она не так сильно действует на кожу рук. Но у раствора большее сопротивление и в больших приборах, как прибор Гофмана (см. ниже), при достаточно быстро идущем электролизе, раствор сильно нагревается, что влечет большую ошибку в определении объема. Поэтому раствор соды следует применять лишь для упрощенных приборов, описанных ниже. Вместо соды можно взять известковую воду, но с нею вследствие малой концентрации опыт требует большего напряжения или больше времени.

Щелочные электролиты представляют то неудобство, что при выделении газов получается пена, и для измерения объема газов приходится выжидать, пока она осядет.

Однако пены можно избежать. Для этого следует прибавлять к раствору едкого натра винный спирт — на 80 мл раствора 20 мл 95-процентного спирта.

Приборы типа прибора Гофмана

○ 1. Прибор Гофмана с платиновыми электродами является наиболее удобным прибором для лекционных опытов, но он дорог. Кроме того, для младших классов школы он несколько сложен.

На рисунке 610 изображен классический прибор Гофмана с впаянными электродами и с крапом для сливания кислоты.

Прибор через воронку *Г* наполняется раствором серной кислоты или сернонатриевой соли (см. выше). Для того чтобы наполнились градуированные трубки *А* и *Б*, следует открыть верхние краны *а* и *б*. Когда жидкость поднимется почти доверху, следует прикрыть краны и под конец выпускать воздух как можно осторожнее, стараясь, чтобы жидкость дошла только до крана и не попала в трубку выше крана. Если бы это случилось, то кислоту следует выбрать из трубки при помощи скрученного кусочка фильтровальной бумаги. Если в трубочках останется жидкость, то она может помешать при испытании газов по окончании опыта.

Когда обе боковые трубки наполнятся и верхние краны будут закрыты, то следует отлить из средней трубки через нижний кран избыток жидкости. Иначе, когда начнут выделяться газы, вытесняемая ими вода может не поместиться в расширении средней трубки.

Все краны прибора должны быть смазаны.

Прибор Гофмана устроен таким образом, что в нем можно точно измерять объемы собранных газов, приводя давление газов к атмосферному. Для этого жидкость из прибора отливается через ниж-

ний кран до тех пор, пока она не станет в средней трубке на том же уровне, что и в боковой.

Растворимость водорода и кислорода в воде различна. Поэтому, если желательно показать, что отношение объемов кислорода и водорода совершенно точно равно 1 : 2, то перед уроком следует некоторое время пропускать через прибор ток при открытых верхних кранах (для этого уровень жидкости в средней трубке должен быть, конечно, не выше кранов), чтобы жидкость в каждой трубке насытилась соответствующим газом.

Но при обычном демонстрационном опыте особой надобности в этом нет, так как разница в объемах едва заметна.

Опыт. Соединить прибор с источником электрического тока.

Когда уровень воды в трубке, где собирается водород, будет близок к электроду (или раньше, если разложение идет очень медленно), прервать ток. Измерить объемы газов.

Для того чтобы после измерения объемов газов испытать их, следует сначала долить в среднюю трубку воды, а затем уже осторожно выпускать газы, приоткрыв сначала один кран, а потом другой. К отверстию трубки, где собрался водород, поднести зажженную лучинку, и водород загорается. Кислород же испытывается тлеющей лучинкой.

Для испытания кислорода полезно на конец соответствующей измерительной трубки прибора насадить на пробке кусок широкой трубки или обрезок пробирки, как показано на рисунке 611. Открыв кран, в насаженную широкую трубку опускают тлеющую лучинку; без этого приспособления опыт нередко не удастся, если лучинка не приходится точно на пути выходящей из крана струи кислорода.

Для того чтобы наверняка показать пламя выходящего из второй трубки водорода, важно, чтобы из трубки выше крана была до урока полностью удалена жидкость, как было указано раньше. Кроме того, нужно очень медленно открывать кран.

По окончании урока вылить из прибора весь раствор кислоты и промыть прибор чистой водой. Если оставить прибор с кислотой, она может сочиться через кран и испортить полку шкафа.

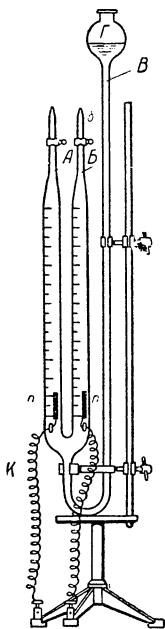


Рис. 610. Прибор Гофмана.

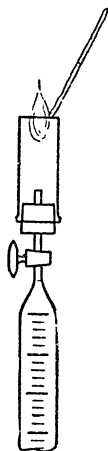


Рис. 611. Насадка к прибору Гофмана.

○ 2. Недостатками описанного выше прибора Гофмана является его сложность, дороговизна, ломкость, трудность починки, частые поломки впаивных в стекло концов проволоки, большое сопротивление и необходимость пользоваться сильными источниками тока, так как иначе опыт длится слишком долго.

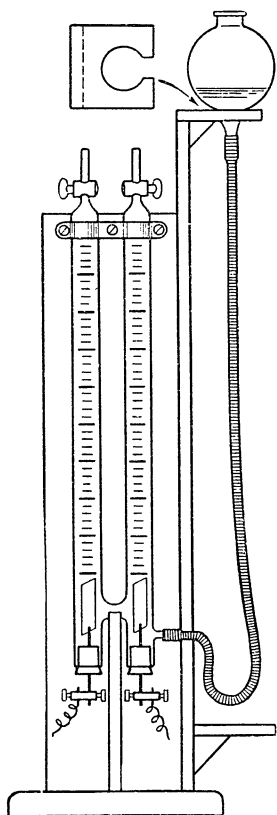


Рис. 612. Видоизменение прибора Гофмана.

На рисунке 612 изображен более удобный для школ видоизмененный прибор Гофмана, который можно монтировать на деревянной подставке. Здесь электроды вставляются на каучуковых пробках и, следовательно, могут быть легко заменены в случае поломки. Электроды могут быть и платиновые, и из других металлов, угольные, графитовые. Вместо средней, легко ломающейся стеклянной трубки с грушей имеется каучуковая трубка, присоединяемая к боковому отростку одной из измерительных трубок, а не к средней перемычке. Это позволяет сильно сблизить измерительные трубки и таким образом уменьшить сопротивление прибора. Кроме того, упрощается и удешевляется стеклодувная работа.

Опуская или поднимая грушу, можно опорожнять или наполнять измерительные трубки электролитом. При измерении объемов груша опускается так, чтобы уровень жидкости в трубке и груше был на одной высоте. Во время электролиза груша помещается внизу. В остальном работа с этим прибором идет так же, как указано выше.

Особенно удобен этот прибор для работы без платиновых электродов, с раствором щелочи в качестве электролита. Нужно только хорошо смазывать краны вазелином и тщательно промывать их, как и весь прибор, водой по окончании опыта, никоим образом не оставляя щелочь в приборе надолго, так как при этом щелочь легко может разъесть краны, и они перестанут поворачиваться (см. стр. 171). Стеклянную грушу удобно заменить небольшой склянкой с тубулусом у дна (Субботин). Склянку при опоражнивании аппарата и во время работы его можно ставить на стол, а при наполнении — на верхнюю полочку (рис. 613) или, если прибор монтирован на штативе, то на кольцо штатива, на которое кладется кусок картона или дощечка.

Следует отметить, что стеклянной грушей или тубулатной склянкой и каучуком можно воспользоваться для исправления аппарата Гофмана в случае нередкой поломки средней трубки аппарата.

○ 3. На рисунке 614 показано, как можно составить прибор, подобный прибору Гофмана, из трех тройников, двух бюреток,

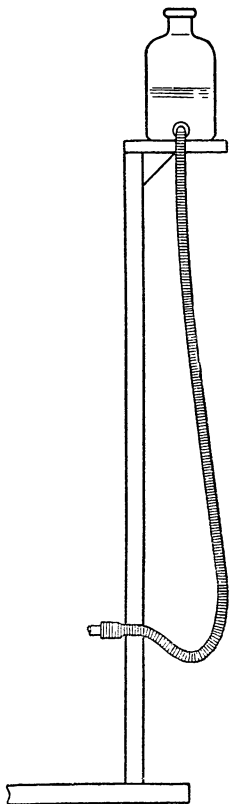


Рис. 613. Замена в приборе, изображенном на рисунке 612, стеклянной груши тубулатной склянкой.

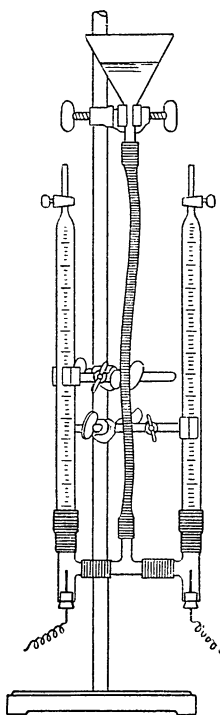


Рис. 614. Самодельный прибор Гофмана для электролиза воды.

воронки и каучуковых трубок (Гостев). Бюретки лучше всего взять Верховского (см. стр. 306). Обыкновенные бюретки придется градуировать, начиная от крана. Деления можно нанести грубые — масляной краской или лаком с суриком. Тройники лучше взять из более широкой трубки, чем обычные тройники. Электроды в виде расплюснутых на конце проволочек вставляются на каучуковых пробочках. Можно взять пробочки, получающиеся

при сверлении пробок пробочным сверлом. Если проволоочки платиновые — можно пользоваться серной кислотой. Если платиновых проволоочек нет, можно взять никелевые или железные и пользоваться в качестве электролита едкой щелочью или средней угленатриевой солью (стр. 512). Обращение с прибором то же, что и с описанным выше.

Бюретки можно заменить обыкновенными трубками, оттянутыми на концах. На концы надеваются обрезки каучуковой трубки, в которые вставляются оттянутые стеклянные наконечники. Каучуки снабжаются зажимами. На трубки наносятся деления.

Более простые приборы
для демонстрационных
опытов

*Прибор с воронкой для порошков или
обрезанной банкой.*

Прибор, изображенный на рисунке 615, очень легко приготовить в лаборатории. В качестве сосуда служит или обрезанная банка (склянка), или воронка для насыпания порошков.

В хорошо подогнанную к горлу сосуда пробку (лучше каучуковую) вставить два электрода: никелевые или железные. Их приготавливают одинаковым образом.

Для приготовления электродов нужны две пластинки приблизительно 2×1 см и толщиной около 0,05 мм. К пластинкам прикреплены проволоочки длиной соответствующие размерам сосуда и толщиной около 0,5 мм. Для того чтобы прикрепить проволоочки к пластинкам, концы проволоочек сначала слегка расплющивают осторожными ударами молотка на наковальне (утюге).

Затем при помощи заднего конца напильника, который оттачивается в виде плоского острия соответствующей ширины, в пластинках делают продолговатые отверстия, через которые туго входили бы расплющенные концы проволоочек. Вставив проволочку в отверстие, конец ее загибают и прижимают к пластинке осторожными ударами молотка.

Для того чтобы вставить проволоочки в пробку, в пробке сначала прокалывают отверстие при помощи острого шила или заднего конца тонкого круглого напильника. Отверстие не должно быть сквозное. После того как отверстие сделано, проволочку захватывают при помощи плоскогубцев так, чтобы выставлялся конец

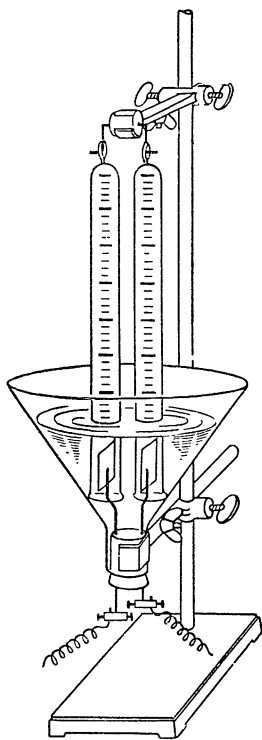


Рис. 615. Прибор для электролиза воды с подвешенными трубками.

в 1—2 мм. Проволочку, конец которой лучше предварительно заострить напильником, вдавливают в пробку, затем отставляют плоскогубцы от пробки на 1—2 мм и снова вдавливают проволоку в пробку и т. д., пока проволока не пройдет пробку насквозь. Если расстояние между плоскогубцами и пробкой брать больше, то проволока легко сгибается и перестает входить в пробку. Описанным же приемом можно вставить в пробку даже тонкую проволоку.

Если горлышко сосуда слишком узкое, проволоки можно не вставлять в пробку, а только прижать их пробкой к стенкам горлышка.

Если электроды не платиновые, а никелевые, железные или жестяные, то их также можно приклепать к проволокам, но проще вырезать их в виде лопаточек и вставить в сделанные в пробке боковые прорезы, как показано на рисунке 617. Если пробка каучуковая или хорошая корковая и туго вставлена в горлышко воронки или банки, то она не пропускает электролит.

Плохую корковую пробку следует залить изнутри менделеевской замазкой, парафином или воском.

Расплавлять и выравнивать слой замазки или парафина в приборе удобно при помощи маленького пламени светильного газа или водорода (из прибора Киппа), горящего у конца оттянутой стеклянной трубки (рис. 618). Этим же способом можно оплачивать парафин вокруг электродов в том случае, если он во время работы прибора расплавится от нагревания слишком сильным током.



Рис. 616. Прокальвание отверстия в платиновом электроде.

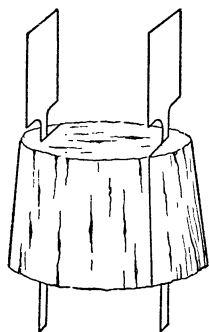


Рис. 617. Укрепление железных электродов в пробке.

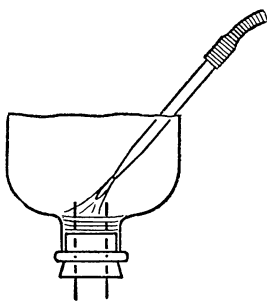


Рис. 618. Сплавление парафина пламенем водорода.

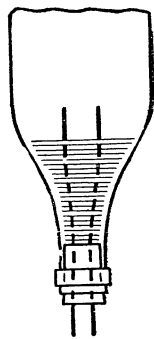


Рис. 619. Слой парафина в приборе из обрезанной бутылки.

Если за неимением подходящих склянок приходится пользоваться обрезанными бутылками, то парафином приходится заполнять все горлышко бутылки (рис. 619). Прибор устанавливается

в зажиме или на кольцо штатива. Можно сделать для него деревянную подставку.

Над электродами помещаются две запаянные на одном конце трубки или пробирки, наполненные электролитом. Их тоже можно укрепить в зажимах штатива, но, чтобы зажимы не мешали видеть трубки, к ним лучше припаять стеклянные петельки, за которые подвесить трубки на двух проволочных крючках. Крючки загибаются на концах проволоки, вставленной в пробку.

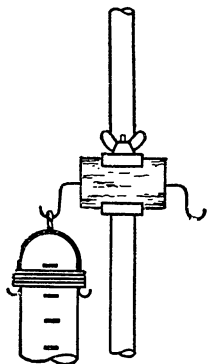


Рис. 620. Подвес для трубки прибора, изображенного на рисунке 619.

Пробка укрепляется в зажиме штатива (рис. 620). Вместо стеклянных петелек можно прикрепить к трубкам петельки из проволоки или из полосок жести при помощи резиновых колец, надетых на конец трубки (рис. 620). Кольца отрезаются от каучуковой трубки.



Рис. 621. Пробка, укрепленная на проволоке.

На пробирках следует нанести эмалевой краской или при помощи наклеенных бумажных полосок более или менее грубые деления (рис. 620). Бумажные полоски следует покрыть лаком (см. стр. 364). Можно наклеить бумажки расплавленным воском. Вместо пробирок лучше воспользоваться бюретками Верховского, имеющими деления от крана (см. стр. 306, рис. 382).

Измерение объемов газов в этом приборе, конечно, не вполне точное, так как уровни жидкости в трубках и сосуде нельзя установить на одной высоте, но поправка на высоту уровня жидкости настолько мала, что ею можно пренебречь¹.

Для того чтобы при погружении в сосуд наполненных раствором электролита трубок не смачивать им руки, можно укрепить на изогнутой толстой проволоке каучуковую пробку (рис. 621), ко-

¹ Величину, на которую изменился бы объем газа, если бы его привести к атмосферному давлению, можно рассчитать таким образом. Пусть, например, собранный в пробирку газ имеет объем 10 мл, причем уровень воды в пробирке на 10 см выше, чем в сосуде. Следовательно, газ находится под давлением меньше атмосферного. Допустим, что атмосферное давление в данный момент равняется точно одной атмосфере, т. е. 760 мм ртутного столба. Это равняется 9000 см водяного столба. Наш же газ находится под давлением $9000 - 10 = 8990$ см. Его объем при атмосферном давлении должен быть во столько раз меньше, во сколько раз атмосферное давление больше давления, под которым находится газ, т. е. в $9000 : 8990 = 1,0011$ раза.

Деля 10 на 1,0011, получаем с точностью до второго десятичного знака 9,99, т. е. разница всего в 0,01 мл.

Принимая во внимание, что у нас при опыте имеется не вода, а раствор кислоты, мы получим разницу больше, но все же не больше 0,015 мл, т. е. значительно меньше, чем в пределах точности опыта, даже и более точно поставленного, чем наш.

торой и закрывать при погружении отверстие трубки. Впрочем, если руки сейчас же смывать водой, то непродолжительное соприкосновение с раствором указанной концентрации не представляет никакой опасности.

Концы проводов присоединяются к источнику электрического тока при помощи клемм. Вместо этого можно поместить под прибором кусок дерева с просверленными в нем двумя углублениями. В эти углубления наливается немного ртути (рис. 625), в которую опускаются концы электродов. В эти же углубления вставляются и концы проводов от источника электрического тока.

Сосуд наполняется электролитом. Расстояние между электродами, а следовательно, и между трубками, не должно быть очень велико, так как чем больше это расстояние, тем больше и сопротивление прибора.

Если есть в распоряжении сильный источник электрического тока, то можно не делать пластинчатых электродов, а ограничиться только проволочками, причем сопротивление прибора, конечно, сильно возрастает.

Большое сопротивление прибора с проволоками можно использовать в том случае, если не имеется реостата. Если работать с переменным током от осветительной цепи и простейшим алюминиевым выпрямителем (см. стр. 317—320), то при расстоянии между проводочными электродами в 4—5 см и напряжении в цепи в 110—120 в можно включать прибор без реостата (Субботин).

Прибор выставляется на демонстрационный стол в собранном виде, наполненный раствором электролита.

Опыт. Объяснив устройство прибора, включить ток. После того как трубка над катодом наполнится водородом больше чем на $\frac{2}{3}$ и уровень жидкости будет совпадать с одним из делений, выключить ток. Уровень жидкости над анодом должен установиться также против одного из делений, причем объем, занятый кислородом, оказывается вдвое меньше, чем занятый водородом.

Газы называют лишь после того, как они будут испытаны. Для испытания трубку с водородом заткнуть под слоем жидкости пробкой или большим пальцем, перевернуть и к открытой трубке, отняв палец, поднести горящую лучинку — газ вспыхивает, и пламя бежит по трубке — признак водорода. Во вторую трубку вносится тлеющая лучина. Она вспыхивает — признак кислорода.

○● Прибор с чашкой или стаканом

За неимением воронки для порошков или обрезанной банки опыт можно поставить, воспользовавшись в качестве сосуда стеклянной чашкой, кристаллизатором, как показано на рисунке 622, или даже чайным стаканом.

Провода, погруженные в электролит, должны быть изолированы или парафинированной изоляцией, как звонковые провода, или

каучуковой, как обычные провода для осветительной сети, и только на концах зачищены и соединены с пластинками-электродами (при достаточно сильном источнике тока можно обойтись и без пластинок).

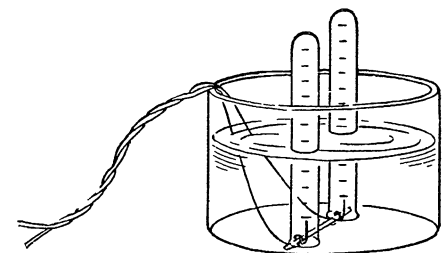


Рис. 622. Простейший прибор для электролиза воды.

Для того чтобы зачищенные концы проводов, или электроды, держались на дне чаши правильно и не могли дать короткого замыкания, их следует обвить вокруг стеклянной палочки или трубочки, как показано на рисунке 622.

Опыт с описанным прибором проделывается так же, как указано выше.

На рисунке 623 изображен прибор, у которого электроды вставлены на пробках в две трубки сверху (Вайнштейн). Электроды могут быть из железной проволоки или графита от обыкновенных «черных» карандашей, которые раскалываются вдоль. В первом случае в качестве электролита берется щелочь или сода (стр. 512), во втором — может быть взята серная кислота или сернонатриевая соль (стр. 511).

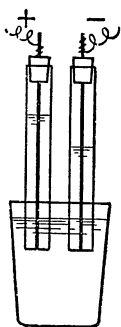


Рис. 623. Прибор для электролиза воды, по Вайнштейну.

Прибор для лабораторных опытов

● 1. Для лабораторных опытов устраивается, как описано выше, прибор с воронкой для порошков или обрезанной склянкой. Электроды делаются из жести в виде лопаточек (см. рис. 617). В качестве электролита берется сода (стр. 512).

Для измерения объемов газов берутся обыкновенные пробирки без делений и не укрепляются в зажимах штатива и не подвешиваются, а просто надеваются на электроды (рис. 624). Пробирки могут быть неодинакового размера. Для того чтобы отметить количества собранных газов, на пробирки надеваются отрезанные от каучуковой трубки колечки.

Щелочной раствор, как уже сказано, имеет то неудобство, что жидкость при электролизе сильно пенится. Поэтому, прежде чем измерять объемы газов, нужно выждать, пока осядет пена. Можно прибавлять к раствору спирт (стр. 512). Прибор

выдается на каждое звено и помещается на кольцо штатива (рис. 624).

Присоединение прибора к источнику электрического тока—элементам, аккумуляторам, батарейкам для карманного фонаря (достаточно двух батареек), к городскому току с выпрямителем и реостатом и т. д. — производится или обычным способом при помощи клемм, или, за неимением последних, а также для ускорения работы, при помощи ртутного контакта.

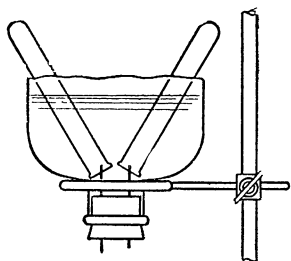


Рис. 624. Прибор для электролиза воды из обрезанной банки.

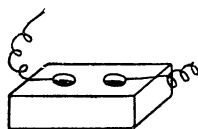


Рис. 625. Ртутный контакт к прибору для электролиза воды.

В зависимости от числа имеющихся источников электрического тока на общем столе устанавливается одна или несколько дощечек, в которых просверлено два углубления, соответствующие расположению нижних концов электродов-лопаточек. В углубления нали-

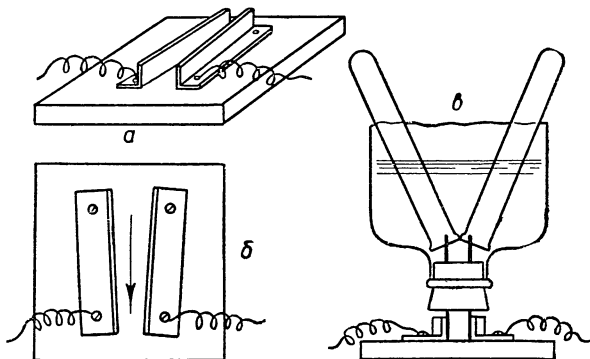


Рис. 626. Приспособление для включения в цепь приборов для электролиза воды.

вается немного ртути, в которую погружены концы проводов от источника энергии. Учащиеся по очереди подходят к дощечкам со своими приборами, которые и ставят на дощечку так, чтобы концы электродов-лопаточек погрузились в ртуть. Когда наберется достаточное количество газов, учащиеся возвращаются вместе с приборами на свои места. По окончании работы ртуть сливается через

воронку в склянку и может затем служить для других опытов. Разливать ртуть категорически воспрещается!

За неимением ртути это приспособление можно заменить следующим. К дощечке прибиваются две изогнутые под прямым углом жестяные пластинки длиной 8—10 см (рис. 626, а). Расстояние между вертикальными частями пластинок берется в соответствии с расстоянием между электродами ученических приборов. Так как эти расстояния могут несколько различаться между собой, то пластинки прибиваются не параллельно, а под небольшим углом друг к другу (рис. 626, б). Пластинки соединяются с источником тока. Прибор ставится на пластинки так, чтобы концы электродов оказались между пластинками (рис. 626, в). Затем прибор передвигается по направлению стрелки (рис. 626, б), пока электроды не будут плотно зажаты между пластинками.

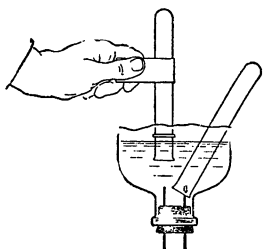


Рис. 627. Держание пробирки бумажкой.

Если концы электродов и пластинки хорошо зачищены, то получается хороший контакт и приспособление действует без отказа. Если имеется достаточно сильный источник тока, ряд таких приспособлений может быть устроен на одной доске и соединен параллельно.

Опыт. Установить прибор на кольцо штатива. Влить в прибор раствор соды.

Наполнить раствором соды две пробирки и, заткнув пальцем, опустить в сосуд и надеть на электроды. Вымыть руки.

Соединить прибор с источником электрического тока (как показано выше).

Когда наберется немного более половины пробирки газа, которого получается больше, прекратить ток.

Когда пена осядет, отметить количество собравшихся газов при помощи надетых на пробирки резиновых колечек. Пробирки при этом держать не руками, чтобы газы не расширились от тепла руки, а при помощи держалки или свернутой в несколько слоев бумажки (рис. 627).

Вынуть из раствора одну из пробирок, закрыв ее под раствором пальцем, перевернуть и, отняв палец, сейчас же внести в пробирку зажженную лучинку.

Таким же образом испытать газ во второй пробирке. Сейчас же вымыть руки, смоченные раствором соды.

Налить в каждую пробирку воды до метки, перелить воду в мензурку (желательна небольшая мензурка) и записать объем.

В каких отношениях находятся объемы газов, полученных при разложении воды электрическим током?

2. Удобный прибор для лабораторной работы предложен Рейнбольдом. Электролиз можно производить в U-образной трубке с

раствором едкого натра, в который опущены никелевые или железные электроды. U-образная трубка помещается в стакан, в который может быть налита холодная вода для охлаждения электролита.

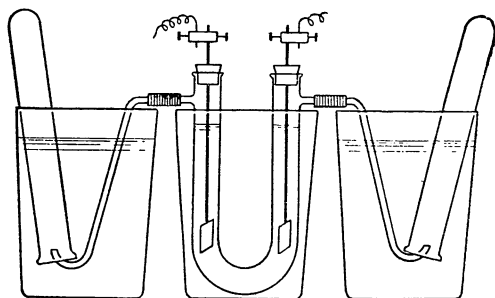


Рис. 628. Прибор для электролиза воды, по Рейнбольдту.

Через две отводные трубки, погруженные в стаканы с водой, выделяются газы, которые могут быть собраны в пробирки, наполненные водой.

Опыт. Собрать прибор, как на рисунке 628. Испытать, держит ли он. В U-образную трубку налить 10—15-процентный раствор едкого натра, сколько показано на рисунке. Вставить пробки с электродами. Наполнить левый и правый стаканы водой и опрокинуть в них пробирки, наполненные водой. Пробирки поместить сначала не над отверстиями газоотводных трубок.

Присоединить прибор к источнику тока и включить ток. Наблюдать выделение газов из отверстий газоотводных трубок.

Выждав минут пять, пока воздух будет вытеснен из прибора выделяющимися газами, поместить обе пробирки одновременно над отверстиями газоотводных трубок.

После того как одна из пробирок почти наполнится газом, прекратить ток и сравнить количество газов в пробирках.

Если пробирки не вполне одинакового размера, отметить уровень жидкости в пробирках резиновыми колечками.

Заткнув одну из пробирок под водой большим пальцем, вынуть ее из воды, перевернуть и, отняв палец, сейчас же внести в пробирку горящую лучинку. Повторите то же со второй пробиркой.



Рис. 629. Прибор для демонстрации уменьшения объема воды при электролизе.

Налить в пробирку воды до метки и перелить воду в небольшую мензурку. Как относятся между собой объемы собранных газов?

Прибор для доказательства того, что при разложении растворов электролитов электрическим током расходуется вода.

При всех вышеописанных опытах мы видим образование водорода и кислорода, но не можем заметить того, что вода при опыте расходуется. Между тем учащиеся обычно ждут этого, и при демонстрации опыта с прибором Гофмана нередко приходится объяснять, что уровень воды в измерительных трубках опускается не потому, что заметно уменьшается количество воды, а потому, что раствор вытесняется газами в пустую трубку.

Если имеется достаточно сильный источник тока, то уменьшение объема раствора можно показать при помощи приборчика, изображенного на рисунке 629. Между двумя отрезками широкой трубки диаметром 1,5—2 см впаивается кусочек трубки с внутренним диаметром 1—1,5 мм. На этой трубке делается метка, как показано на рисунке. В один конец широкой трубки вставляется каучуковая пробка с двумя электродами.

В трубку наливается 15-процентный раствор едкого натра (лучше с прибавкой спирта (стр. 512)). Для того чтобы раствор перешел в нижнюю часть прибора, через узкую трубку вводят тонко оттянутый капилляр, через который отсасывается воздух. При помощи этого же капилляра отсасывается избыток жидкости, пока ее уровень не установится против метки.

Опыт. Включить ток от двух аккумуляторов или другого соответствующего источника тока на 1—2 часа. Выключив ток, дать осевшим в верхней трубке брызгам раствора стечь вниз. Одновременно охлаждается раствор, который немного нагревается. Уровень жидкости значительно понижается (частично вследствие испарения жидкости).

Через некоторое время после включения тока в воздухе чувствуется запах озона, который всегда бывает примешан к кислороду, получающемуся при электролизе воды.

Количество гремучего газа, выделяющегося из прибора, не настолько значительно, чтобы он, распространяясь в комнате, мог представить какую-нибудь опасность.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К I ТОМУ

А

Авдюнин 8
Агрегатные состояния 409
Агаханянц-Жегалова 19
Азотная кислота 359
— действие на металлы 419
Аккумуляторы 308, 315, 436, 459
— зарядка 310, 314
— обращение 309 и след., 314
— свинцовые 309
— щелочные 308, 313
Активированный уголь 45
Аллонж 375, 455, 485
Алмаз 380
Алунд 195
Алюминиевый выпрямитель 315 и след.
— изготовление и правила обращения 321
Алюминий
— взаимодействие с кислотами 477
— соединение с бромом 427
— — с серой 425
Амальгмирование электродов 330
Амилены 141
Аммиак
— концентрация раствора 359
— соединение с хлористым водородом 426
Аммиачный раствор окиси серебра 55
Амперметр 320, 325, 328
Ангидрид хромовый для элементов 329
Анилин 179
Аппарат Киппа 261, 509
— перегонный 348-352
— Сен-Клер-Девилья 257, 504, 509
Ареометр 307, 359
— Бомэ, пересчет градусов 360
Арретир весов 289
— зажима 371, 372
Асбест 47, 56
— платинированный 500
Асбестированные сетки 47, 174, 382
Асбестовая вата 268

Аспиратор 272, 358
Асфальтовый лак 340, 384
Афанасьев 19, 349
Ацетилен 463
Ацетон 141

Б

Багал 14, 29
Бак водопроводный 77 и след.
Баллон резиновый 129, 379
Баллоны с газом 162
Баллоны стальные для газов 55, 285
— — правила обращения 286
Банки 170
— материальные 170, 172
— разные 381
— реактивные 170
Баня водяная 422
— масляная 55
Бартеля лампа 6, 52, 128, 135, 144
Батареи электрические 330
Батарейки карманные 331
Бездымный порох 10
Белый фосфор, правила обращения 49, 368
— — хранение 49, 362
Бензин 52, 134, 384
— правила обращения 135
Бензол 52, 141, 241
Бензойная кислота 411
Берлинская лазурь 420
Бертолетова соль 54, 492, 500, 507, 508
Бланки для этикеток 364
Блоки для штор 70
Блюдца чайные 73
Бокалы 169
Бомэ ареометр 307
— градусы 369
— пересчет 360
Бочонок для фильтрования воды 347
Бром, правила обращения 49
— соединение с алюминием 427
— — с сурьмой 427
— хранение 362
Бруски алундовые 195

- Бруски карборундовые 195
 — наждачные 195
 — точильные 378
 Бумага карборундовая 196
 — лакмусная 383, 387
 — наждачная 383
 — фильтровальная 33, 354
 — черная 383
 Бумазея 383
 Бунзена колба 226
 — клапан 134
 Бутан сжиженный 162
 Бутлеров 9
 Бутылки молочные 171
 Бутылок резание 192—194
 Бутыл для регулирования дутья 133
 Бюретка 305
 — Верховского 306, 515
 — использование при электролизе 515
 — оборудование 306
- В**
- Вазелиновая мазь 170, 241, 267, 383
 Ванштейн 8
 «Вакублиц» (фотолампа) 446
 Вакуум 55
 Вакуумэксикатор 55
 Ванна пневматическая 273
 Вата асбестовая 268
 — стеклянная 268, 383
 — гигроскопическая 383, 485
 Ввод в помещение чистого воздуха 115
 Ведение лабораторного хозяйства 386
 Вентиль редукционный 287
 Вентиляторы 112 и след.
 Вентиляция 59
 Верещагин 8, 495, 498
 Весы 289—294
 — аналитические 300
 — Беранже 291, 352, 437
 — ручные 291 и след.
 — самодельные 293 и след.
 — технические 289 и след.
 — химико-технические 289
 Вещества и реактивы 346, 369
 Взвешивание 294—303
 — правила 301
 — точное 298
 Взрыв смеси водорода с воздухом 496—500
 — — — с кислородом 500—503
 — гремучего газа 500—503
 — — — в пробирке 500
 — — — в мыльных пузырях 501
 Взрывчатая смесь 135, 146
- Вода 346—352, 454—462
 — взаимодействие с железом 470
 — — с калием 468
 — — с кальцием 462
 — — с магнием 469
 — — с натрием 465
 — гигроскопическая 462
 — дистиллированная 312, 346, 352, 456
 — жесткая 346
 — качественный состав 463 и след.
 — кипение под уменьшенным давлением 32, 450
 — образование при горении водорода 492
 — отстаивание 349
 — очистка 347 и след.
 — пары и туман 409
 — перегонка 455
 — — упрощенная 457
 — питьевая 346
 — плотность 458
 — разложение током 510
 — синтез по Дюма 508
 — теплопроводность 459
 — увеличение объема при замерзании 461
 Вода, уменьшение объема при электролизе 523
 — фильтрование 454
 — цвет 458
 — электропроводность 459
 Водогрейный аппарат 79
 — — правила пользования 81
 Водород взрыв с воздухом в банке 494
 — — — в двугорлой склянке 498
 — — — в колбе 498
 — — — в колоколе 496
 — — — в стакане 497
 — — — в шариковой трубке 495
 — восстановление окиси меди 508
 — вытеснение из кислот металлами 476
 — испытание и поджигание (правила) 51, 463, 479, 489
 — легкость 489
 — мыльняковистый 476
 — наполнение мыльных пузырей 485
 — — коллоидного шара 488
 — очистка 478
 — переливание 484
 — пламя 448
 — получение при взаимодействии воды с металлами 463, 465, 470
 — правила обращения 51, 463, 479, 489

Водород ядовитость примесей 477
 Воздух, изменение объема при окислении металлов 444, 449
 Воздушный газ 143
 Вольтметр 309, 320, 328
 Воронки 173, 248
 — Бюхнера 357
 — для растворения 354
 — жестяные 353
 — капельные 251, 277
 — предохранительные 250, 271
 Воск 235
 Восстановление меди из окиси 508
 Выдувание воронки 211
 — шарика 210
 Выпрямители тока 315—326, 511
 — алюминиевый 315—322
 — газотронный 324
 — купроксный 322
 — селеновый 323
 Высокое напряжение 47
 Вытяжные каналы 64, 104, 108, 113
 — шкафы 13, 25, 63, 67, 95—120
 — — принцип расчета 12, 101—107
 — — устройство 116 и след.

Г

Газ для нагревания 78 и след., 122
 Газовая кухня 157
 — печь 139
 Газовая проводка 84 и след.
 — станция 162
 Газовые аппараты 143
 Газометр 277, 500
 — для хлора 282
 — правила наполнения 279
 — упрощенный 280, 283
 Газотронный выпрямитель 324
 Газы, приборы для очистки и сушения 265 и след.
 — — для получения 245 и след.
 — — автоматические 254 и след.
 — — Киппа 221
 — — простейшие 245, 253
 — — с воронками 248—252
 — — Сен-Клер-Девиля 257, 504, 509
 — — для собирания и хранения 273—284
 — растворимость под давлением 460
 — реакции между ними 453
 — сгущенные и сжиженные 285—289
 — собирание и хранение 273, 327
 — сушение и очистка 265 и след.
 Гальванические элементы 436
 Гальванометр 459

Гвозди 335
 Гидрат окиси кальция 463
 — — алюминия 348
 Гидролиз солей 10
 Глицерин 244
 Гольдфарб 15, 16, 26
 Горелка 6, 34
 — ацетиленовая 371
 — Бунзена 106, 154, 156
 — Верховского 156, 203
 — газовая 6, 52
 — Даниеля 371, 504
 — керосиновая Тэмпа 153
 — паяльная 158, 202
 — самодельная 158
 — спиртовая 123, 125, 203
 — Теклу 137, 155
 — «чижик» 140
 Горение свечи в колбе 436, 460
 — — на весах 437
 Горшечников 8
 Горючие вещества (правила работы) 51—54, 368
 Горячкин 321
 Гофмана прибор 338, 512
 — — упрощенный 514, 515
 Градуирование мензурки 304
 Градусы Бомэ (пересчет на плотность) 359
 Графин 335
 Гремучий газ 500, 503, 524
 Григорьев 11
 Груша резиновая 273

Д

Даниеля горелка 32, 371, 504
 Двери в химических помещениях 74
 Духромовоаммониевая соль 418
 Декстрин 383
 Демонстрационный стол 33
 Демонстрационные опыты 6, 36
 Деполяризатор 331
 Дерево для поделок 384
 Держалки для пробирок 379, 380
 Дефлектор 107 и след.
 Диалектическая логика 20
 Дисперсные системы 21
 Дистиллированная вода 312, 346, 352, 456
 Догматическое преподавание 20
 Доска классная 92
 Дрекселя склянка 266
 Дрель 378
 Дробь свинцовая 382
 — фарфоровая 384
 Друммондов свет 505

Дубов 377
 Дубынин 8
 Дужки для вынимания пробок 236
 Дэви лампа 371
 Дюма, синтез воды 184

Е

Едкие вещества 48
 Едкий барит 362
 Едкий натр 362, 437, 440
 Едкое кали 362
 «Естествознание в школе» 18

Ж

Жаровня 163
 Жегалова-Агаханянц 19
 Железо 441
 — взаимодействие с водой 470
 — — с кислотами 476
 — изменения при нагревании 414, 416, 417
 — использование для получения водорода 478
 — окисление 443, 446
 — окись 440, 412
 — соединение с серой 422
 — хлорное 348, 365
 Железная трубка для разложения воды 473
 Железные опилки 441
 Железный порошок 440, 443,
 — — прокаливание в реторте 443
 — — в пробирке 455
 Железный купорос 348
 Железо-никелевые аккумуляторы 308, 313
 Жесть 440
 Жженая магнезия 417
 Жидкая углекислота 289
 Жидкость паяльная 392

З

Зависимость свойств веществ от температуры 413
 Зажигание водорода (правила) 51, 463, 479, 489
 Зажимы 223, 254, 371
 — Верховского 424, 373
 Закон сохранения веса 21, 436 и след.
 Заливка пробок 235, 362
 Замазка менделеевская 235
 — — приготовление 390
 Запайвание трубок 207 и след.
 Запирание столов 90 и след.

Зарядка аккумуляторов 310, 314
 Затемнение 69 и след.
 Звенья, организация их 44
 Звонок электрический 459
 Зеркало, применение для проектирования опытов 441 и след.
 Зерненный цинк, использование для получения водорода 476
 — — приготовление 390
 Зола оловянная 419

И

Иголки 384
 — для ламп Бартеля 141, 145
 — примусные 148
 Известковая вода 389, 433
 Известковое молоко 440
 Известь натронная 270, 440
 — негашеная 437
 Изменение объема воздуха при ржавлении железа 449
 — цвета веществ от температуры 413 и след.
 Измельчение веществ 353
 Измерительные приборы 303, 381
 Изоляционная лента 222
 Индиго 389, 458
 Индуктор 47, 332 и след.
 — правила обращения 334
 — устройство 332
 Индуктор мощный 335
 — — схема включений 336
 Инк 68, 363, 384
 Инструктирование учащихся 39 и след.
 Йод 410
 — возгонка 410
 — испарение 410
 — раствор в спирте 384, 410
 Йодистый азот 418
 Испарение твердых веществ 410
 — льда 410
 Испытание водорода на чистоту 51, 285, 463, 479, 489, 509
 — прибора, держит ли он 233, 271, 440, 509
 Источники тока 307—314

К

Кабинет школьный 7
 Кадмий сернистый 414
 Калий, взаимодействие с водой 468
 — двуххромовокислый 329
 — железистосинеродистый 420
 — йодистый 414

- Калий марганцовокислый 478
 — переработка остатков 368
 — правила обращения 54 и след.
 — собирание остатков 368
 — хранение 362, 468
 Кальций 462
 — взаимодействие с водой 463 и след.
 Кальций, гидрат окиси 463
 — приготовление стружки, хранение 463, 464
 — хлористый 270
 Камфора, раствор в скипидаре для обработки стекла 195
 Каналы вытяжные 64
 Канифоль 393
 Капельная воронка 251, 277
 Капилляры стеклянные 175, 209
 Карандаш для стекла 33, 38, 362, 380
 Карборунд 195
 Картон 383
 — асбестовый 440
 Карбюратор 142
 Карбюрирование воздуха 132
 Каталитическое действие платины 500
 Катушка Румкорфа (индуктор) 47, 332—335
 Каучук 216
 Каучуковые пробки 39, 235, 238, 242, 245
 — — подгонка 245
 — — привязывание 239, 366
 — — размеры 243
 — — сверление 244
 — — хранение 243, 245
 Каучуковые трубки 39, 216
 — — надевание на стеклянную трубку 220
 — — обращение 219
 — — размеры 218
 — — снятие со стеклянных трубок 396
 — — соединение разных диаметров 221
 — — сорта 217
 — — укрепление на стеклянной трубке 221
 — — хранение 219
 Квасцы 348
 Керосин 144
 Керосинка кухонная 151
 Кинофильмы учебные 14
 Кипение воды под уменьшенным давлением 32, 450
 Киппа прибор 261, 509
 Кипячение жидкостей 175, 409
 Кирюшкин 282
 Кислород, вдувание в пламя водорода 506
 — взрыв гремучего газа 500, 503
 — испытание 513
 — пламя в водороде 409
 — получение 492, 500, 507, 508
 Кислота азотная 359
 — бензойная 411, 419
 — метафосфорная 476, 478
 — серная 311, 328, 336, 359, 476
 — соляная 359, 476, 478
 — уксусная 476, 478
 Кислоты, концентрация продажных растворов 359
 — правила обращения 49
 — приготовление растворов 352 и след., 359
 Кисточки разные 380
 Клапаны резиновые и другие 133, 134, 150
 Класс-аудитория 58, 66
 — — лаборатория 58, 59
 Классная доска 92 и след.
 Клей 340, 383
 — для этикеток 364
 Клеммы 375
 Клещи 377
 Ключ для ниппеля примуса 148
 Коагуляция 348
 Коварская 29
 Коковин 4, 7, 14
 Колбы 167, 174
 — Бунзена 167, 174
 — Вюрца 168
 — замена пробиркой 510
 — конические 168
 — круглодонные 167, 444
 — мерные 305
 — с тубулусом 168
 Коллоидный шар 487
 Коллодиум 239, 364, 487
 Коллоидные растворы 21
 Колокол стеклянный 377, 446
 Колонка для сушения газов 268
 Кольца к штативам 341
 — для штор 71
 Колпачки для спиртовых ламп 124
 Комплексные соли 420
 Коновалов 9
 Конструктивно-исследовательский прием 28
 Контакты ртутные 519, 521
 Концентрация растворов 352
 — — продажных кислот и аммиака 359
 Копоть 127
 Коржев, справочник по химии 352

Корковые пробки 224—233
 — — аптечные 224
 — — «бархатные» 224
 — — вставление в отверстие 228
 — — — трубок 232
 — — обжимание 225 и след.
 — — обрезание 227
 — — опиливание 227
 — — прожигание отверстий 232
 — — размеры 225
 — — сверление 228 и след.
 Коробочка для спиртовки 132
 Короткое замыкание 309
 Кран Даниеля 29, 371, 504
 — конусный 288
 Краны водопроводные 76, 78
 — газовые 78 и след.
 — стеклянные 376
 Краска теплочувствительная 414
 «Краткий курс химии» 14
 Крахмал 421
 Кристаллизаторы 169, 273
 Кристаллы солей 477
 Критическая температура 285
 Кровь 421
 Кронштейн для весов 293
 Круги наждачные, карборундовые и
 другие 196
 Кружка фарфоровая 306
 Крупская 20
 Кульман 256
 Купроксный выпрямитель 322

Л

Лаборатория 58, 66
 Лабораторное хозяйство 369—408
 Лабораторные опыты 6
 Лак для штативов 340, 384
 — для этикеток 364, 384, 515
 Лакмус 387
 — очистка 388
 Лакмусная бумага 383, 387
 Ламбрекен 72
 Лампа Бартеля 6, 52, 128, 135, 144
 — Дэви 371
 — керосиновая 151
 — паяльная 129, 139
 — спиртовая 6, 52, 122
 — фотографическая «вакублиц» 446
 — «чижик» 140
 Ламповый реостат 310, 326, 511
 — цилиндр 437
 Латунь 382
 Лебедев 19
 Лед 461
 — плавление под давлением 461

Лейденская банка 337
 Лента изоляционная 222, 384
 Лигроин 52
 Линин 14
 Линолеум 69
 Ловягин 14
 Ложки алюминиевые 334
 — деревянные 381
 — железные 374
 — роговые 379
 Ложечки для сжигания 373, 451
 Лучинки 384
 Ляпис 47, 395

М

Магнит 371, 440, 447
 Магнезия жженая 417
 Магний, взаимодействие с водой 469
 — — с кислотами 476
 — горение 417
 Мазь от ожогов 385
 — вазелиновая 170, 241, 267, 383
 Малые количества реактивов 26
 Манометр 288
 Марганец, двуокись 507
 Марганцовокислый калий, использо-
 вание для очистки водорода 478
 Марля 353, 358, 383
 Материалы и приборы (список) 397—
 408
 Матовая полоска на стекле 38
 Мебель 81 и след.
 Медицинские средства 47, 56, 367,
 384
 Медь листовая 382
 — металлическая 442
 — окисление 417, 442
 — соединение с серой 426
 — хлорная 436
 — — электролиз раствора 436
 Меди окись 433
 — — восстановление водородом 508
 — — зеренная 442
 Медный купорос 421
 — — использование при получении
 водорода 476
 Мел 384
 Менделеев 9, 10, 17
 Менделеевская замазка 235, 236, 340,
 — 383
 — — приготовление 390
 Мензурка 303, 352
 — самодельная 304
 Мениски 304, 307
 Меншуткин 9
 Меры предосторожности 34, 44—57,
 366, 367

Металлы 382
 «Методика преподавания химии» 16
 Мех для надувания 133
 — — кузнечный 160
 — — ножной 143, 159
 Миткевич 318
 Муфельная печь для отжигания стекла 199
 Модели-схемы заводов 14
 Мойка для посуды 68, 75
 Молоко 421
 Мостики для пневматической ванны 273 и след.
 Мыло 244
 — приготовление раствора 485
 Мыльные пузыри 486, 501
 Мытье посуды 177 и след.
 Мышьяковистый водород 477

Н

Наборы стеклянных трубок стандартные 376
 Нагар 146, 150
 Наглядные пособия 385
 Нагревание (правила) 42, 47, 56, 123 и след.
 — на бензине 134 и след.
 — на газе 154 и след.
 — на керосине 144 и след.
 — на спирте 123 и след.
 — при растворении 353
 — тонкостенной посуды 47, 174
 Нагревательные приборы 51
 — — электрические 164
 Надписи на посуде 365
 Наждак 197, 383
 Напильники 184 и след., 370
 — самодельные 232
 Насадки к кранам 76
 — для пламени 157
 — к прибору Гофмана 513
 Насос велосипедный 133
 — водяной 77, 143, 160
 — разрезающий 358, 375, 460
 Насыпание веществ 353
 Натр едкий 437
 Натрий 465 и след.
 — взаимодействие с водой 465 и след.
 — — с соляной кислотой 477
 — двуххромовокислый 329
 — правила обращения 54, 465
 — хранение 362, 465
 Натронная известь 270, 440, 448
 «На химических заводах» 14
 Нашатырь 392
 Негашеная известь 437

Неизменность веса при обменных реакциях 453
 — — при прокаливании металлов 443
 — — при сжигании фосфора 451
 Нейтрализующие растворы 47
 Неодородная смесь 421
 Никотин 8
 Никонов 11
 Ниппель 145, 148, 156
 Нитроклетчатка 239
 Ножи лабораторные 370
 Ножницы 370

О

Обменные реакции 453
 Оборудование помещений 58 и след.
 Обработка стекла на паяльной горелке 202 и след.
 Образование кристаллов 410
 — «облаков» 410
 — осадков 420
 — снега 411
 Обращение с аккумуляторами 309—315
 — с баллонами со сгущенными газами 55, 286
 — с весами 301, 302
 — с газометрами 277—280
 — с горючими газами 51, 284
 — с индуктором 333
 — с каучуковыми пробками 244
 — — трубками 219
 Обращение с кислотами 48
 — со стеклом 55
 — с реактивами 361
 — с фосфором 49
 — с химической посудой 55, 286
 Обрезание бутылок 192
 Обугливание сахара 417
 Объяснение опыта при демонстрации 35
 Огнеопасность бензина 135
 Огнеопасные вещества 51—52
 Огнетушитель 385
 Одеядло для тушения пожара 385
 Ожигание газа 412
 Ожоги, помощь при них 56
 Озон 337
 Озонатор 338
 — Верховского 12
 Окисление металлов 440 и след.
 Окислители 54
 Окись меди 433
 — — восстановление водородом 508
 — — ртути 433
 — — разложение 433

- Оксись ртути ядовитость 434
 — серебра (аммиачный раствор) 55
 Окна 69
 — затемнение 69 и след.
 Окраска столов 82
 Олово, взаимодействие с кислотами 477
 — изменения при нагревании 415
 — сгорание 417
 — сплав со свинцом 442
 Опасные вещества 47, 48
 — опыты 34, 41
 Оплавление стекла 195 и след.
 Опилки 196
 Опилки 384
 — железные 441
 Опыты без тяги 120 и след.
 Организация звеньев для работы 44
 — лабораторных занятий 37
 Орловская 19
 Освещение вытяжного шкафа 64
 — демонстрационного стола 64
 — класса 64, 81
 Остатки реактивов 369
 — солей серебра, ртути, йода 369
 Открывание ящиков 396
 Отмывание пятен и грязи 385
 Отпускание стекла 199
 Отравления (помощь) 56
 Оттягивание трубок 205
 Охладительная смесь 461
 Очистка проводов 332, 511
 — стеклянных трубок 181
 Очки предохранительные 46
- П**
- Палочки стеклянные 184, 190
 — — для фильтрования 357
 Пар, отличие от тумана 409
 Парафин 235, 383
 — для этикеток 365
 — заливка пробок 235
 Парафинирование пробок 288 и след.
 Парафиновое масло 383
 Парменов 16, 338
 Пары видимые и невидимые 409
 — бензойной кислоты 411
 — брома 409
 — йода 410
 Паяльник 392
 Паяльный стол 64, 67, 78
 Паяльная лампа 137, 139, 142, 203
 — трубка 129 и след., 370
 Паяние 391
 — алюминия 393
 Пемза 268, 384
 Первая помощь 56, 367
 «Первые работы по химии» 11, 24
 Перегонка воды 455
 — — упрощенная 457
 Перегонный аппарат 348—352
 Перельман 352
 Переработка остатков 369
 Периодический закон 19
 Перчатки резиновые 48
 Печи электрические 165
 Печь для сжигания азота 338
 Печь 178, 385
 Пинцет 370
 Пипетки 305
 Пирометр 137
 Плавиновая кислота 303
 Пламя водорода 488
 — — в кислороде 490
 — гремучего газа 503
 — кислорода в водороде 490
 Пластинки к цилиндрам 276
 Платина 489, 516
 — губчатая 500
 Платинированный асбест 500
 Плитки электрические 165
 Пневматическая ванна 273
 Поваренная соль 461
 Поглотители 45, 47, 48, 121 и след.
 Поддонники фарфоровые 173
 Подносы для реактивов и приборов 37—38, 381
 Подставки для колб 175
 — для пробирок 345
 Пол в помещениях 69
 Полки для реактивов 59
 Помещения 58 и след.
 Порох черный 422
 Посуда стеклянная 165 и след.
 — — правила обращения 174 и след.
 — фарфоровая 173
 Правила взвешивания 294—303
 — нагревания 174—177, 198
 — обращения с аккумуляторами 309—315
 — — со спиртовой лампой 126
 — — с реактивами 361
 — — со стеклом 55
 — — с химической посудой 174
 — пользования газовой горелкой 157
 — по технике безопасности 44—57
 — предосторожности при работе со сжатыми газами 286
 — — при наливании реактивов 365, 368
 — — при работе с простейшими приборами 248

- Правила обращения при разбавлении
 серной кислоты 49
 — — при нюхании веществ 45, 368
 — — при работе с аммиачным рас-
 твором окиси серебра 55
 — — — при работе с бромом 49
 — — — с вакуумом 55
 — — — с горючими газами 51, 284
 — — — — жидкостями 52
 — — — с источниками тока 47
 — — — с калием и натрием 54
 — — — с нагревательными при-
 борами 51
 — — — со ртутью 50, 75, 435
 — — — со стеклом 55
 — — — с фосфором 49
 — — — с ядовитыми и едкими ве-
 ществами 48
 Предохранительная сетка 51, 499,
 500
 Предохранительное стекло 54, 378
 Предохранительные очки 46, 48, 54
 Препаровочная 58, 66 и след.
 Прерыватель индуктора 333
 — — электролитический 336
 — — правила включения 337
 Прибор Гофмана 338, 512
 — — упрощенный 514
 Приборы для получения водорода
 480—482
 — — газов 245
 Приборы для получения газов 245
 — — — автоматические 254 и след.
 — — — Киппа 261, 509
 — — — простейшие 245
 — — — с воронками 248, 252
 — — — Сен-Клер-Девилья 257, 504,
 509
 Приборы для собирания и хранения
 газов 273
 — для сушения и очистки газов 265
 и след.
 — для разложения воды током 511
 — — — упрощенные 516 и след.
 Приборы и материалы (список) 397—
 408
 Приборы электронизмерительные 327
 Привязывание пробок 239, 366
 Приготовление растворов 352—361
 — — кислот и аммиака 359
 — — разбавлением 360
 Принцип движущего противоречия
 20 и след.
 — историзма 20 и след.
 — многостороннего изучения 20
 — развития понятий 20 и след.
 Приобретение реактивов 352
 Припаивание 212
 Припой 382, 391, 394
 Приспособление для подачи воздуха
 163
 Притирание стекла 197, 198
 Проба газа на чистоту 285
 Пробка для зажимов 340
 Пробирки 166
 — с перетяжками 270, 449
 — тугоплавкие 433
 Пробки 224 и след.
 — для аккумуляторов 314
 — каучуковые 242 и след., 362
 — — подгонка 245
 — — сверление 244
 — корковые 224 и след.
 — — заливка 235
 — — подгонка 226
 — — сверление 228
 — — размеры 225
 Пробки стеклянные 240
 — — открывание 241
 — — притертые 240, 362
 — — притирание 197
 Пробкомьялка 225 и след., 378
 Провода электрические 382
 Проекционный аппарат 65, 81
 Прожигание отверстий 232
 Промывалки 47, 256, 266, 375
 Проскок пламени 155
 Простейшие приборы 13, 245
 Простоквашница 169, 273
 Противогаз 48
 Противопожарные средства 48, 52,
 53, 368, 385
 Противоядия 47, 56, 367
 Протирание трубок 181
 Пылесос 153
 Пускатель реверсивный 72
 Пятна, смывание 365

Р

- Работа со стеклом 182 и след.
 Рабочая тетрадь по химии 27
 Разбавление серной кислоты 49
 — растворов 359
 Разваривание пробок 226, 240
 Развертки для стекла 207
 Разложение двуххромовоаммониевой
 соли 418
 — йодистого азота 418
 — окиси ртути 433
 — углемедной соли 429
 Размешивание 175
 Разновесы 295, 352
 — точные 295

- Разновесы самодельные 295
 Разрезание трубок и банок 184—194
 Разрядники индуктора 334
 Раковины водопроводные 60 и след., 74, 75
 Растеклование 183
 Растворение 353 и след.
 Растворимость газов 460
 Растворы, выпаривание на стекле 477, 478
 — концентрация 352
 — приготовление 352
 — разбавление 359
 Расширение трубки 206
 Реактивы 6, 346
 — обращение 361
 — приобретение 352
 — хранение 361 и след.
 Реакция между газами 452
 Реверсивный пускатель 72
 Редукционный аппарат 162
 — вентиль 287
 Резка стекла 55
 — трубок 184
 — бутылок 194
 — — углем Берцелиуса 192
 Рейнбольдт 244, 522
 Рейтер 294, 300
 Реостат 311, 326 и след., 334, 337
 — ламповый 310, 326, 511
 — со скользящим контактом 327
 — рычажный 327
 — электролитический 327
 Реторты 169, 433
 Рецепты разные 387 и след.
 Розетки для нагревания 151
 Ртуты окись 433
 Ртуть, правила работы 50, 75
 — устройство ртутных контактов 519
 — ядовитость 435
 Ртутно-йодо-серебряная соль (тепло-чувствительная краска) 414
- С**
- Сахар 421
 — обугливание 417
 Сверла пробочные 228, 516
 — — самодельные 231
 — — сверление пробок 228
 — — точка 231
 Свечи 384, 436
 — горение в колбе 437, 440
 — — на весах 437
 Свинец 275, 477
 Свинцовые аккумуляторы 308 и след.
 Сгибание стеклянных трубок 199 и след.
 Сгибание стеклянных трубок большого диаметра 202
 Сгущенные газы 285 и след.
 Селеновый выпрямитель 323
 Сен-Клер-Девилья прибор 257, 282
 Сера 179, 421
 — отмывание от посуды 179
 — соединение с железом 422
 — — с цинком и алюминием 425
 — — с медью 426
 Серебра окись (аммиачный раствор) 55
 Серная кислота 311, 328, 336
 — — для получения водорода 478
 — — разбавление 49, 361
 Сернистое железо 424
 Сернистый кадмий 414
 Серноалюминиевая соль 348
 Сернонатриевая соль 512
 Сероуглерод 52, 242, 251, 363
 Сетка асбестированная 47, 174, 382
 — медная 51, 500
 — металлическая 124 и след., 256, 382, 437
 — предохранительная 51, 142, 378
 Сидорова штатив для весов 293
 — паяльная трубка 131
 Симоны прерыватель 336
 Синтез воды по Дюма 508
 — окислов азота 338
 Сито 270, 274
 Сифонные трубки для упрощенных газометров 282, 283
 Сифоны для раковин 75
 Скалдин 8
 Скипидар 195
 Склянки 170
 — аптечные 171 и след.
 — Вульфа 171, 253, 266
 — для воды с сифоном 375
 — матерьяльные 170
 — промывные Дрекслея 266
 — — Тищенко 256, 266, 509
 Склянки промывные Тищенко, использование для получения водорода 483
 — реактивные 170
 — с тубулусом 171, 257, 376
 — Тищенко для сухих веществ 269
 Сквородки чугунные 375
 Слоссон 14
 Смазывание пробок 241
 — кранов 376
 — трущихся поверхностей 396
 Смеси веществ 421
 Смесь серы с железом 422
 Смешивание веществ (правила) 49
 Смирнов 7

- Смит 19
Смиттен 28
Сморгонский 15, 16, 26
Снятие этикеток 396
Собирание газов над водой 275
— — вытеснением воздуха 284
Совок роговой 353, 379
Соединение брома с алюминием 427
— — с железом 424
— — с медью 426
— — с цинком 426
Соединение химическое, отличие от смеси 424
Соединение хлористого водорода с аммиаком 426
Соединение стеклянных трубок каучуком 221
«Созидающая химия» 14
Созонов 11, 12, 23, 24
Соли комплексные 420
Соль поваренная 461
— серноалюминиевая 348
— сернонатриевая 512
Солей образование 420
Соляная кислота 359, 478
— — взаимодействие с натрием 477
— — — с сернистым железом 424
— — использование для получения водорода 478
Софит 81
Сохранение веса закон 436 и след.
Спаивание трубок 212 и след.
Спирт 123 и след., 384, 410
— применение при электролизе 512, 520, 524
Спиртовая лампа 123
— — правила обращения 126
Список материалов и приборов 397—408
Сплав олова со свинцом 442
Способы нагревания 123 и след.
Справочники 352
Спринцовка 133
Стабильный учебник 16
Ставни затемнения 73
Стаканы 166
— батарейные 167, 284
— предохранительные 378
— толстостенные 166
— чайные 167
Стандартных трубок набор 376
Станок для каучуковой груши 132
Станция газовая 162
Стекла для выпаривания 377
— часовые 169
Стекла нагревание (приемы и правила) 198 и след.
Стекло матовое 438
— — правила обращения 55 и след.
— — предохранительное 54, 372
— — притирка 197
— — тугоплавкое 184
Стеклодувные работы 56, 151, 202—216
Стеклопосуда 165 и след.
Стеклопалочки 182
— пластинки к склянкам и цилиндрам 197, 276
— — с вырезом для трубок 197
— — пробки 240 и след.
— — трубки 39, 182
— — барометрические 182
— — запаянные 55
— — капиллярные 182
— — манометрические 182
Стеклопалочки 182
— — термометрические 182
— — толстостенные 182
— — тонкостенные 182
— — тугоплавкие с оттянутым концом 376, 509
— — U-образные 255, 267
— — хлоркальциевые 269, 448, 485
— — — замена их 486
— — шариковые 376
Стеклопалочек запайка 207
— — оплавление 195
— — оттягивание 205
— — очистка 181
— — припайка друг к другу 212
— — разламывание 188
— — размеры 183
— — разрезание 185
— — сгибание 199
— — стандартный набор 376
— — хранение 182
Стойки для трубок 94
— для пробирок 344
Стойки-подставки 344
Стол демонстрационный 33, 60 и след., 84—87
— для приборов 63, 67
— паяльный 64, 67, 78
— преподавателя 58, 67
Столбы для учащихся 60 и след., 88 и след.
— лабораторные 88—90
— обыкновенные 91
— окраска 82 и след.
Сточные трубы 76 и след.
Строение пламени 126
Стулья 63, 91
Стулки фарфоровые 173, 270
— чугунные 374

Субботин 7
 Сургуч 238, 340
 Сурик 515
 Сурьма, соединение с бромом 427
 Сурьмянистый водород 477
 Сулова 7
 Суспензии 20
 Сушение газов 265
 Сушка посуды 180 и след.
 Схема включений индуктора 336

Т

Таблицы, размещение и хранение их
 65 и след.
 Таганы 341, 343, 439, 441
 Тальк 454
 Температура пламени 137 и след.,
 157
 — — водорода 489
 — — гремучего газа 505
 Тенишевское училище 11
 Термодиффузия 99
 Термометры 307
 Терновский 29
 Техника безопасности 44—57, 367,
 369
 «Техника постановки химических
 опытов» 25
 Тигли глиняные 173
 — графитовые 379
 — железные 374
 — кварцевые 383
 — фарфоровые 173, 441, 448
 Тиноль 382
 Тищенко 9
 — склянки промывные 256, 266,
 509
 — — для сухих веществ 269
 — — использование для получения
 водорода 483
 Тока источники 307 и след.
 Точилки для сверл 230
 Трансформаторы 47
 Треножник проволочный 437
 Треугольник фарфоровый 378
 Тройники стеклянные 377
 — — изготовление 214
 — — использование в приборе для
 электролиза 515
 Трубка паяльная 129, 370, 382,
 503
 — предохранительная с сеткой 51
 Трубки каучуковые 39, 216 и след.
 — — испытание 220
 — — надевание на стекло 224
 — — обращение с ними 219

Трубки каучуковые привязывание
 221
 — — размеры и сорта 218
 — — хранение 219
 Трубки кварцевые 383
 — медные 475
 — железные 472—476
 Трубки стеклянные 39, 182 и след.
 См. стеклянные трубки
 Трубы водопроводные 74
 — газовые 78
 — сточные 76 и след.
 Туман, отличие от пара 409
 Тушь для этикеток 363
 Тяга 95—122. Как без нее обойтись
 120
 — с вентилятором 112
 — с дефлектором 107
 — с камином 109
 — с круглой печью 110

У

Углекислота жидкая 289
 — твердая 412
 Углекислый газ 443, 464
 Угледная соль 430
 — — разложение 429 и след.
 — — со взвешиванием 447
 Угленатриевая соль (сода) 430
 Угленикелевая соль 430
 Угли Берцелиуса для резки стекла
 191 и след.
 — — — приготовление 193
 — для дуговой лампы 384
 — для паяльной трубки 384
 — рисовальные 384
 Удельный вес, определение ареомет-
 ром 307, 359
 — — определение без ареометра 360
 — — продажных кислот 359
 — — пересчет градусов Бомэ 360
 — — растворов аммиака 359
 — — серной кислоты для аккумуля-
 торов 312
 Уменьшение объема воздуха при го-
 рении свечи 440
 — — — при ржавлении железа 450
 Умформер 308
 Уничтожение остатков реактивов
 368, 369
 Упрощение приборов 7
 Усиление пламени спиртовки 129
 Утечка газа 41
 Учебные filmy 14
 «Учебник химии» 12
 Утюг 378, 433

Ф

- Фаворский 9
 Фарфоровая посуда 36, 173
 Фарфоровые блюда 173
 — воронки 357
 — ложки 379
 — поддонники 173
 — ступки 173
 — тигли 173
 — треугольники 378
 — чашки 173
 Фен 180
 Фенолфталеин 420, 454
 Фильмы учебные 14
 Фильтр бумажный 354
 — пленый 335 и след.
 — песочный 347
 Фильтрование воды 347, 454
 — растворов 354
 — при разрежении 357 и след.
 — через асбест 354
 — через матерку 359
 — через стеклянную вату 359
 — через целлюлозу 358
 Фитили для спиртовых ламп 124 и след., 384
 Флуоресцеин 438
 Фольга оловянная 416, 419
 Формовка электродов 320
 Форштосс 455
 Фосфор, правила обращения 37, 49, 368
 Фосфор, сжигание в закрытом сосуде 451
 — хранение 37, 49, 362
 Фотографическая бумага 419
 Фуксин 395

Х

- Химический кабинет 7, 58, 60, 62
 «Химическая лаборатория трудовой школы» 13
 Химическая посуда 165
 — — мытье 177
 — — обращение 174
 — — стеклянная 165
 — — фарфоровая 173
 «Химическая хрестоматия» 14, 29
 Хлор 436
 Хлористый водород, соединение с аммиаком 426
 — кальций 270
 Хлоркальциевые трубки 269, 448, 485
 — — замена их 486
 Хлорное железо 348, 365
 Хозяйство лабораторное 369 и след.

- Холодильник Либиха 375, 455 и след.
 Хранение брома 362
 — реактивов 352, 361 и след., 366
 — трубок 184
 — фосфора 49, 362
 Хромовая смесь 178, 329
 Хромовокислый калий 329
 — натрий 329
 Хромовый ангидрид 329

Ц

- Центральное отопление, модель 459
 Церезин 241
 Цилиндры стеклянные для соби-
 рания газов 275
 — — измерительные 303 и след.
 — — — изготовленные 305
 — — — ламповые 437
 — из сетки для спиртовых ламп 125
 Цинк 329
 — амальгамирование 330
 — взаимодействие с водой 473
 — — с кислотами 476
 — гранулированный 476
 — зерненный 476
 — — использование для получения
 водорода 476
 — — приготовление 390
 — изменения при нагревании 415
 — порошок 473
 — соединение с серой 425
 Цинка гибкость 415
 — хрупкость 415
 Цинковые электроды для элементов
 329, 330, 331

Ч

- Чайные блюда 173
 Часовые стекла 169
 Чашки железные 374
 — кристаллизационные 446
 — свинцовые 375
 — фарфоровые 173, 358, 442
 «Чижик» лампа 140 и след.
 Чистка напильников 395
 — ржавых предметов 394
 — стеклянных трубок 181

Ш

- Шаблоны для сгибания трубок 201
 Шамотовые раковины 74
 Шар коллоидный 487
 Шарика выдувание 210
 Шатунова 7

Шкафы вытяжные 95
 — для коллекций 92
 — для приборов и реактивов 91 и след
 — для таблиц 65
 Школьный кабинет 7
 — класс-лаборатория 58 и след.
 Шлифование стекла 198
 Штатив Верховского 12, 342
 Штативы 339
 — деревянные 340
 — для бюреток 306, 342
 — для весов 292
 — для воронок 342
 — для паяльной трубки 131
 Штемпель для этикеток 364
 Шторы для затемнения 69 и след.

Щ

Щавелевая кислота 395
 Щелочь 242, 353
 — фильтрование растворов 359
 Щелочи измельчение 48
 — нейтрализация 357
 — разбивание кусков 48
 — хранение 362
 Щетки для посуды 177 и след., 379
 — стальные 374
 Щипцы тигельные 370

Э

Эвдиометр ртутный 337
 — Верховского 337
 Экран для опытов 34
 — для проектирования 63, 65, 94
 Эксикатор вакуумный 55
 — без экрана 377
 Электрические провода 382
 Электрический звонок 459
 — паяльник 392
 Электрическая машина 337
 Электрическое зажигание 452
 Электрической энергии источника 307
 Электродвижущая сила 309, 329

Электроды свинцовые 336
 — графитовые 520
 — железные 511, 516, 517, 520
 — медные 511
 — никелевые 511, 516, 517
 — платиновые 511
 — свинцовые 336
 — угольные 436
 — цинковые 329, 330, 331
 Электроизмерительные приборы 327
 Электролиз воды 510, 511 и след.
 — — лабораторные опыты 520 и след.
 — хлорной меди 436
 Электролизер 338
 Электролит аккумуляторный 308, 311, 313
 — содовый 511, 512
 — щелочной 511, 512
 Электронагревательные приборы 164
 Электрооборудование 85 и след.
 Электрофор 337
 «Элементарный курс химии» 12
 Элемент Бунзена 167, 330
 — Гренэ 308, 328 и след., 511
 — Даниеля 332
 — Мейдингера 332
 — Поггендорфа 330
 Элементы гальванические 436, 328
 — сухие 167, 459
 Эмульсии 20
 Этажерка для посуды 179
 Этикетки 6, 362 и след.
 — сбережение 365
 Эфир, правила обращения 52

Я

Ягодовский 11
 Ядовитые вещества 46, 48 и след., 67, 434 и след.
 Ядовитые газы 45, 48
 Ящик для битого стекла 202
 Ящик за окном для летучих веществ 68
 — с песком 52
 Ящики с приборами и реактивами, открывание их 396

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к шестому изданию	3
Предисловие к четвертому изданию	5
В. Н. Верховский. Краткая биография	9
Методические взгляды В. Н. Верховского и их современное значение . .	18
Введение	31
Правила по технике безопасности при химических работах	44

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

I. Помещения для преподавания химии и их оборудование

1. Помещения	58
2. Общее оборудование и отделка помещений	68
3. Вода, газ, освещение	74
4. Мебель и прочая обстановка	81

II. Вытяжные шкафы и вентиляция химической лаборатории

1. Что такое хорошая тяга	95
2. Устройство тяги, основанной на подогревании воздуха	101
3. Тяга, основанная на действии вентиляторов	112
4. Ввод в помещение чистого воздуха	115
5. Устройство вытяжного шкафа	116
6. Как обойтись без вытяжного шкафа.	120

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

I. Различные способы нагревания, применяемые для химических опытов

1. Нагревание на спирте	123
2. Нагревание на бензине	134
3. Нагревание на керосине	144
4. Нагревание на газе	154
5. Баллоны с газом	162
6. Другие способы нагревания	163

II. Химическая посуда

1. Стеклянная посуда	165
2. Фарфоровая и глиняная посуда	173
3. Обращение с химической посудой	174
4. Мытье посуды и приборов	177

III. Стеклянные трубки, палочки и работа со стеклом

1. Приобретение и хранение стеклянных трубок	182
2. Разрезание стеклянных трубок, склянок и банок	184
3. Выравнивание и оплавление острых краев стекла. Притирание стекла	195
4. Приемы нагревания и охлаждения стекла	198
5. Сгибание стеклянных трубок	199
6. Обработка стекла на паяльной горелке	202
7. Оттягивание конца трубки	205
8. Расширение конца трубки	206
9. Запаивание конца трубки	207
10. Выдувание шарика	210
11. Припаивание одной трубки к другой	212

IV. Каучуковые трубки

1. Сорта и размеры трубок	216
2. Обращение с каучуковыми трубками	219

V. Пробки

1. Корковые пробки	224
2. Стеклянные пробки	240
3. Каучуковые пробки	242

VI. Приборы для получения, сушения и очистки газов

1. Простейшие приборы	245
2. Приборы с воронками	248
3. Приборы, в которых твердое вещество погружается в жидкость	253
4. Автоматические приборы	254
5. Приборы для сушения и очистки газов	265
6. Испытание собранного прибора для опытов с газами	271

VII. Приборы для собирания и хранения газов

1. Собиранне и хранение газа над водой	273
2. Газометры	277
3. Собиранне газов вытеснением воздуха	284
4. Обращение с горючими газами	284
5. Стальные баллоны для сгущенных газов и обращение с ними	285

VIII. Весы и измерительные приборы

1. Весы	289
2. Взвешивание	294
3. Другие измерительные приборы	303

IX. Источники электрической энергии и приборы для опытов, требующих электрической энергии

1. Аккумуляторы	308
2. Выпрямители переменного тока	315
а) алюминиевый выпрямитель	—
б) другие выпрямители (купроксный, селеновый, газотронный)	322
3. Гальванические элементы	328
4. Приборы для опытов, требующих электрической энергии	332

X. Штативы, таганы, подставки

1. Штативы	339
2. Таганы	343
3. Стойки и подставки	—

XI. Вещества и реактивы

1. Вода	346
2. Приобретение химических материалов	352
3. Приготовление растворов	—
4. Хранение веществ и реактивов и обращение с ними.	361

XII. Лабораторное хозяйство

1. Содержание главы	369
2. Различные приборы, инструменты и лабораторные принадлежности	370
3. Различные материалы, которые нужно иметь в запасе	381
4. Ведение лабораторного хозяйства.	386
5. Разные рецепты и советы	387
6. Список материалов, посуды и приборов	397

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

Описание опытов

I. Первые понятия

1. Агрегатные состояния	409
2. Зависимость свойств веществ от температуры	413
3. Примеры химических превращений	416
4. Неоднородная смесь	421
5. Смесь и химическое соединение серы и железа	422
6. Соединение цинка и алюминия с серой	425

7. Соединение меди с серой	426
8. Соединение хлористого водорода с аммиаком	—
9. Соединение брома с сурьмой или алюминием	427
10. Разложение углемедной соли	429
11. Разложение окиси ртути	433
12. Разложение хлорной меди электрическим током	436

II. Закон сохранения веса веществ

1. Горение свечи в колбе	436
2. Горение свечи на весах с поглощением продуктов горения	437
3. Горение свечи в колбе с натронной известью	440
4. Окисление металлов на воздухе	—
5. Окисление металлов в закрытом сосуде со взвешиванием	443
6. Окисление железа в закрытом сосуде без взвешивания	446
7. Разложение углемедной соли со взвешиванием и поглощением про- дуктов разложения	447
8. Изменение объема воздуха при ржавлении железа	449
9. Неизменность веса при сжигании фосфора в закрытом сосуде	451
10. Неизменность веса при реакции между двумя газами	452
11. Неизменность веса при обменных реакциях	453

III. Вода. Получение чистой воды и ее свойства

1. Фильтрация и перегонка воды	454
2. Цвет воды	458
3. Меньшая плотность теплой воды по сравнению с холодной	—
4. Малая теплопроводность воды	459
5. Очищенная вода практически не проводит электрического тока	—
6. Кипение воды под уменьшенным давлением	460
7. Увеличение объема воды при замерзании	461
8. Влияние давления на температуру плавления льда	—
9. Гигроскопическая вода	462

IV. Качественный состав воды. Водород

1. Взаимодействие воды с кальцием	462
2. Взаимодействие воды с натрием	465
3. Взаимодействие воды с калием	468
4. Взаимодействие воды с магнием	469
5. Взаимодействие воды с железом и другими металлами	470
6. Вытеснение водорода из кислот металлами	476
7. Получение водорода	478
8. Легкость водорода	483
9. Пламя водорода	488
10. Пламя водорода в кислороде и пламя кислорода в водороде	490

11. Образование воды при горении водорода в воздухе	492
12. Взрыв смеси водорода с воздухом	494
13. Взрыв гремучего газа	500
14. Взрыв гремучего газа, полученного электролизом	503
15. Пламя гремучего газа	—
16. Восстановление меди из окиси	508
17. Использование реакции восстановления меди водородом,	—
18. Разложение воды электрическим током	510

Вадим Никандрович Верховский

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛЕ

Редактор *Н. А. Коробцова*

Переплёт художника *Б. Н. Гулентога*

Художественный редактор *П. В. Любарский*

Технический редактор *Г. Л. Татура*

Корректор *Т. М. Графовская*

Сдано в набор 20/VIII 1958 г. Подписано к печати 1/XII 1958 г. 60 × 92¹/₁₆. Печ. л. 34

Уч.-изд. л. 34,81. Тираж 18 000 экз. А-010533, Заказ № 144

Цена без переплёта 9 руб. 40 коп. Переплет 1 р. 50 к.

Учпедгиз, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Ленинградский Совет народного хозяйства. Управление полиграфической промышленности.
Типография № 1 «Печатный Двор» имени А. М. Горького. Ленинград, Гатчинская, 26.

