



Техника химического эксперимента



**Техника
химического
эксперимента**

Том I

**В.И.Верховский
А.Д.Смирнов**

**В.Н.Верховский
А.Д.Смирнов**



**Техника
химического
эксперимента**

Пособие для учителей

Том I

*Издание 7-е;
переработанное*

- Верховский В. Н. и Смирнов А. Д.
В 36 Техника химического эксперимента. Пособие для
учителей. Т. I. Изд. 7-е, перераб. М., «Просвещение»,
1973

368 с. с ил. (Метод. б-ка школы).

Первая часть предлагаемого пособия содержит описание оборудования кабинета химии в средней школе и приемы работы в нем.

Во второй части описывается техника и методика химического эксперимента по изучению первоначальных химических понятий. Эксперимент описан в нескольких вариантах, что позволяет выбрать опыты, соответствующие оснащению кабинета химии школы

Со времени последнего (посмертного) издания (1959—1960 гг.) пособия В. Н. Верховского «Техника и методика химического эксперимента в школе» прошло более 12 лет, однако это пособие не утратило своего значения и до сих пор пользуется заслуженным признанием учителей, хотя и стало уже библиографической редкостью.

Новое существенно переработанное издание книги для школьной методической библиотеки предпринято с целью оказать учителям химии помощь в дальнейшем повышении познавательного значения химического эксперимента в постановке демонстрационных опытов, организации практических занятий, в использовании эксперимента во внеклассной работе и на факультативных курсах.

Естественно, что весьма богатый материал по оборудованию химических кабинетов, содержанию эксперимента и методике его использования, накопленный советской школой, должен был войти в новое издание пособия. Однако при этом было необходимо сохранить все ценное из экспериментального методического наследства В. Н. Верховского, которому по праву принадлежит заслуга основателя методики обучения химии в советской средней школе.

Принятая в свое время автором структура пособия в основном сохранена, но, как показал опыт предыдущих изданий, оказалось целесообразным изменить последовательность расположения отдельных глав для большего соответствия с действующими в настоящее время школьными программами и учебниками, объединить некоторые разделы, а из первого тома перенести во второй почти весь материал систематического курса химии. Это позволило достигнуть большей компактности пособия, избежать имевшихся ранее повторений, сделать первый и второй тома более однородными по содержанию. Из пособия исключены или заменены новыми все устаревшие понятия, описания оборудования, приборов, ряд опытов, не находящихся в настоящее время использования в средней школе.

Оставленный в пособии материал (описание оборудования, приборов, опытов и пр.) изложен в существенно переработанном виде. В соответствующих разделах помещены также не опубликованные ранее описания оборудования и опытов, разработанных и про-

веренных на кафедре методики преподавания химии педагогического института имени А. И. Герцена и в методических лабораториях других пединститутов.

В написании отдельных глав приняли активное участие сотрудники кафедры методики химии Ленинградского пединститута имени А. И. Герцена доцент В. П. Гаркунов (глава «Нагревательные приборы»), кандидат педагогических наук И. Л. Дрижун (глава «Химические реактивы»).

С соответствующим отбором в тематические разделы пособия включены опыты, опубликованные в журнале «Химия в школе» и некоторых других пособиях за последние годы.

Содержание изложенного в пособии экспериментального материала значительно превышает объем учебного эксперимента, предусмотренного школьной программой по разделу неорганической химии. Это дает возможность учителю широко использовать многочисленные варианты и новые опыты во всех видах учебной работы. Весьма существенно доработана редакционная сторона перенесенных из предыдущих изданий разделов книги.

ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ

В принятой в настоящее время системе методов обучения важное место принадлежит практическим методам, среди которых в обучении химии наибольшее значение имеет учебный химический эксперимент. Важнейшая особенность его как средства познания состоит в том, что в процессе наблюдения и при самостоятельном выполнении опытов учащиеся не только общаются с конкретными объектами химической науки, но могут видеть и осуществлять процессы качественного изменения веществ.

Через наблюдение и опыт учащиеся познают многообразную природу веществ, накапливают факты для сравнений, обобщений, выводов. Выступая, с одной стороны, как метод познания явлений, эксперимент в то же время служит неопровержимым доказательством объективности научных знаний о природе, свидетельством доступности мира познанию человека, основанием возможности целенаправленного преобразования природы.

Ученик, производящий опыт и наблюдающий химические превращения в различных условиях, которые он может в доступных для него возможностях изменять, убеждается, что сложными химическими процессами можно управлять, осуществлять их целенаправленно, что в этих явлениях нет ничего загадочного и таинственного: они подчиняются естественным законам, познание которых обеспечивает возможность широкого использования химических превращений в практической деятельности людей.

Эксперимент — важнейший путь осуществления связи теории с практикой при обучении химии, путь превращения знаний в убеждения. Правильно поставленный эксперимент и четкие выводы из него — важное средство формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся в процессе усвоения основ химической науки. Кроме того, химический эксперимент играет основную роль в успешном решении учебно-воспитательных задач при обучении химии в следующих направлениях:

- 1) как первоначальный источник познания явлений;
- 2) как необходимое, а очень часто единственное, средство доказательства правильности или ошибочности сделанного предположе-

ния, гипотезы, вывода, а также подтверждения (иллюстрации) бесспорных положений, сообщаемых учителем или почерпнутых учащимися из учебника;

3) как единственное средство для формирования и совершенствования практических навыков в обращении с оборудованием, веществами, в получении и распознавании веществ;

4) как важное средство для развития, совершенствования и закрепления теоретических знаний;

5) как метод (способ) проверки знаний и умений учащихся;

6) как средство формирования интереса учащихся к изучению химии, развития у них наблюдательности, пытливости, инициативы, стремления к самостоятельному поиску и совершенствованию знаний и применению их в практике.

Все это позволяет считать эксперимент основным методом обучения химии. К сожалению, до сих пор далеко не все учителя правильно понимают и используют эти стороны химического эксперимента в их многообразном направлении. Роль эксперимента нередко сводится только к иллюстрации словесно изложенного материала. Между тем в решении задач проблемного обучения эксперимент выступает как исходный момент в познании и как важнейший путь для обоснования и проверки гипотез и предположений. Поэтому в системе практических методов обучения химии наибольшее значение имеет учебный эксперимент. Он является своеобразным использованием в обучении экспериментального метода, широко применяемого в науке для раскрытия закономерных связей и отношений веществ, для изучения сущности химических процессов и условий их протекания. В этом плане эксперимент является одновременно и способом добывания знаний, и видом практики, подтверждающей их истинность. В методике этот вид эксперимента нередко называют учебным исследовательским экспериментом. Своеобразие его состоит в том, что учащиеся всегда получают от учителя посильную познавательную задачу, которая решается с помощью опыта. Прежде чем привести учащихся к понятию о реакции разложения, учитель ставит перед ними вопрос, что произойдет, если нагреть основной карбонат меди (зеленый порошок малахита). В данном масштабе это проблемный вопрос, связанный с развитием известных уже учащимся некоторых сведений об условиях, необходимых для начала и протекания химических реакций. Ответить на поставленный вопрос можно только с помощью опыта. Не имея необходимых навыков, учащиеся не могут еще решить конструктивную сторону задачи, поэтому учитель заранее подготавливает оборудование, опыт, предлагает учащимся рассмотреть устройство прибора по рисунку в учебнике, выполняет опыт (или руководит его выполнением на рабочих местах), разъясняя необходимые приемы. Учащиеся отмечают происходящие в процессе реакции изменения веществ, фиксируют результаты опыта и с помощью наводящих вопросов учителя объясняют явление на основе атомно-молекулярного учения (при соответствующих работах

в старших классах — на основе электронной теории). Подобным же образом может быть решена задача: могут ли образоваться новые вещества при нагревании порошка оксида ртути. Так формируется первоначальное понятие о реакции разложения.

Используя знания о реакции разложения, учитель ставит на следующем уроке новую задачу: опыты показали, что из одного вещества можно получить два и более новых веществ. Но если бы в природе происходили только реакции разложения, то все сложные вещества распались бы. Значит, кроме разложения, могут протекать и другие реакции. Можно ли, например, взяв два вещества, получить одно новое вещество? Эта задача опять решается опытным путем (опыт соединения серы с железом и др.). Чем чаще учитель будет пользоваться таким приемом, тем более активно будут подходить учащиеся к решению поставленной задачи. Ведь и к изучению свойств незнакомого газа — водорода — можно подойти через решение простой экспериментальной задачи: на столы учащихся ставят пробирки с разбавленной соляной кислотой и кусочками цинка. Учитель предлагает опустить кусочки цинка в кислоту и наблюдать, что будет происходить, а потом поднести к отверстию пробирки сначала тлеющую лучинку (не вспыхивает, значит, выделяющийся газ не кислород), потом горящую (не гаснет, значит, это не оксид углерода CO_2 — углекислый газ, но происходит вспышка самого газа, значит, это новый, пока еще не известный нам газ). Учитель сообщает, что этот газ называется водородом, изучению которого и будут посвящены последующие уроки.

Так же можно подойти к изучению химических свойств солей, кислот, оснований, электрохимического ряда напряжений металлов и других вопросов школьного курса.

Учащимся известно, что едкий натр расплывается на воздухе, хорошо растворяется в воде, водный раствор его окрашивает фенолфталеин в малиновый цвет. Так же или иначе будет вести себя едкое кали? Опыт дает положительный ответ на этот вопрос (конечно, с обязательным сообщением и о соответствующем различии в свойствах). Такие же или иные свойства будет проявлять гидроксид кальция? Опыт показывает, что растворимость этого вещества меньше, водный раствор его окрашивает фенолфталеин, но не разрушает ткани. Гидроксид меди не растворяется в воде, не окрашивает фенолфталеин, но при взаимодействии с кислотами образует соли, так же как гидроксид натрия и гидроксид калия. Так опытным путем устанавливают сходство и различие между основаниями.

Во многих случаях учащиеся могут заранее высказать предположение, что должно получиться в результате опыта, пойдет ли и как именно может протекать (или не может протекать) та или иная реакция. Тогда эксперимент будет выступать как способ доказательства или проверки. В простейших случаях учащиеся, зная еще из курса природоведения о свойстве кислорода поддерживать горение (хотя бы на примере вспыхивания тлеющей лучинки), могут «предсказать», что вещества в чистом кислороде должны сго-

рать энергичнее, чем в воздухе. В другом случае, когда учащиеся наблюдают энергичное выделение кислорода при прибавлении оксида марганца (IV) к расплавленной бертолетовой соли, они могут предположить, что кислород выделяется из оксида марганца MnO_2 , однако опыт показывает, что при нагревании черного порошка этого вещества в пламени спиртовой лампочки кислород не выделяется (вопрос о возможности получения кислорода при более сильном нагревании оксида марганца MnO_2 на этой ступени обучения, естественно, не ставится), значит, предположение было неверным.

Более сложной формой учебного исследовательского эксперимента является эксперимент, который разрабатывают сами учащиеся. Эта форма доступна преимущественно в старших классах. Учитель сообщает вначале цель предстоящей работы (установить, какие вещества могут образоваться в результате взаимодействия, как собрать и распознать газообразные или жидкие продукты реакции, как выделить нужный продукт из смеси и т. п.), затем предлагает продумать, как поставить соответствующий эксперимент (в каком виде взять исходные вещества, в каком приборе произвести опыт, в какой последовательности его выполнить). Еще более сложной формой учебного исследовательского эксперимента является эксперимент, связанный с предварительной разработкой гипотезы, например о возможности получения того или иного вещества определенным способом, о наличии взаимосвязей между теми или иными веществами, о свойствах органических веществ, содержащих в молекуле несколько разных функциональных групп, о закономерном изменении свойств элементов (взятых в виде простых или сложных веществ) в периодах или группах периодической системы Д. И. Менделеева и т. д. Поставив цель предстоящей работы, учитель предлагает высказать соответствующие предположения о возможности и путях решения проблемы, дать необходимое теоретическое обоснование, составить уравнения реакций, указать возможные условия для их осуществления, определить конструкцию приборов, провести эксперимент по намеченному плану, сделать выводы.

Основные формы учебного исследовательского эксперимента обычно осуществляются в виде экспериментальных задач различной степени сложности в соответствии с уровнем подготовки учащихся.

Важную познавательную роль играет эксперимент в установлении состава веществ и в выводе химических формул на основании данных количественного анализа. Здесь эксперимент служит необходимым доказательством того, что химические формулы нельзя сочинять произвольно, что их выводят из опытных данных. Это не исключает возможности вывода формул на основе уже известных сведений о валентности элементов в соединениях или на основании аналогий. Зная состав и свойства карбоната кальция, учащиеся должны уметь написать формулу карбоната бария и «предсказать» некоторые свойства, даже если они никогда не виде-

ли этого вещества. В других случаях, установив некоторые свойства веществ опытным путем, не всегда можно объяснить их. Учащимся VII—VIII классов следует показать, что при взаимодействии азотной кислоты с металлами не происходит выделения водорода. Это придется запомнить пока как факт, так как обоснованного объяснения на данном этапе обучения дать нельзя. На разных этапах обучения учащимся придется запоминать значительное количество таких опытных фактов без ответа на вопрос, почему это так, а не иначе. Значение опыта здесь весьма велико, так как простое словесное утверждение, преподносимое часто в виде «исключений» из общего правила, обычно в памяти учащихся надолго не остается.

Следует иметь в виду, что при выполнении и наблюдении опытов учащиеся нередко приходят к неверным заключениям, воспринимая преимущественно внешнюю сторону явления. Так, видя, что при взаимодействии цинка с раствором кислоты пузырьки газа отрываються от поверхности металла, учащиеся делают ложный вывод, что водород якобы выделяется из цинка. Наблюдая возникновение или изменение окраски при приливании индикаторов к растворам щелочей и кислот, учащиеся заключают, что «щелочь» (или соответственно кислота) окрасилась в тот или иной цвет. Фиксируя в памяти факт нагревания смеси серы с железом, необходимого для начала реакции, учащиеся приходят к ошибочному выводу, что сера и железо соединяются друг с другом при нагревании, относят эту реакцию к эндотермическим по аналогии с разложением карбоната меди. Видя горение фосфора в кислороде, учащиеся обычно относят образующийся при этом оксид фосфора P_2O_5 к газообразным веществам. В более сложных случаях, когда протекание основного процесса осложнено различными внешними явлениями, учащиеся могут не увидеть в опыте главного, так как их внимание отвлечено. Например, при собирании над водой кислорода, получаемого при разложении перманганата калия, струей газа увлекаются мелкие пылинки твердой соли, которые, растворяясь в воде, окрашивают ее. Внимание учащихся привлекает не столько вытеснение воды газом из приемника, сколько то, что «вода окрасилась в красный цвет». Иногда летящие пылинки соли заметно окрашивают собранный в банку вытеснением воздуха кислород, и учащиеся приходят к выводу, что кислород — «газ фиолетового цвета».

Для предупреждения таких случаев или устранения возникшего ошибочного вывода очень важны направляющие указания учителя и приводимые в инструкциях к опытам вопросы, привлекающие внимание учащихся к тому, что они должны видеть и наблюдать. Например, пояснения (цинк — простое вещество, он не может содержать водород), вопросы (к простым или сложным веществам относится цинк; надо ли продолжать нагревание смеси серы с железом после того, как между ними началась реакция), показ в компактном виде того или иного продукта реакции (оксида фосфора P_2O_5 , магнитного оксида железа Fe_3O_4 и др.). Все это обычно

предотвращает неверные заключения. Иногда необходимо поставить и дополнительный опыт, например к разбавленному водному фенолетовому раствору лакмоида прилить несколько капель раствора кислоты или щелочи, чтобы показать, что окраску меняет не щелочь или кислота, а именно индикатор. На этот же факт следует обратить внимание при изучении реакции нейтрализации. Весьма полезно использовать также индикаторные бумажки (в том числе и фенолфталеиновую), которые изменяют цвет, не окрашивая всего раствора. Учет этих кажущихся на первый взгляд незначительными деталей в очень большой степени повышает доказательность опытов и вытекающих из них выводов.

Иллюстративный эксперимент, служащий обычно подтверждением уже изученного фактического материала, считается в методике обучения наиболее отдаленной от научного эксперимента формой ознакомления учащихся с сущностью химических реакций, условиями и закономерностями их протекания. Однако в учебном процессе он по праву занимает дидактически обоснованное место и входит в общую систему сочетания слова и наглядности в обучении. На многих этапах учебного процесса возможно даже преимущественное использование отдельных опытов с иллюстративной целью. При изучении свойств водорода, когда учащиеся убедились, что это газ горючий, учитель заранее сообщает, что смесь водорода с воздухом может при поджигании дать сильный взрыв и затем подтвердить это соответствующим опытом. Во всех отношениях это будет более дидактически оправдано, чем опытный ответ на поставленный вопрос (что произойдет, если поджечь смесь водорода с воздухом), когда неожиданный взрыв пугает или, во всяком случае, излишне перевозбуждает учащихся. Навряд ли целесообразно ставить исследовательский эксперимент при изучении получения хлора в лаборатории, правильнее будет рассмотреть предварительно теоретическую основу процесса, объяснить возможную для осуществления реакцию на основе знаний об окислительно-восстановительных взаимодействиях, дать характеристику исходных веществ, показать конструкцию прибора и только после этого осуществить опыт. На любой ступени обучения нужно находить правильное соотношение в использовании той и другой формы эксперимента для наиболее рационального решения поставленных учебно-воспитательных задач.

В настоящее время следует считать установившимися четыре вида химического учебного эксперимента в средней школе, каждый из которых имеет самостоятельное дидактическое значение: 1) демонстрационные опыты; 2) лабораторные опыты; 3) практические занятия; 4) тематические практикумы (в том числе факультативные, например, по аналитической химии и др.). По методике постановки и значению в процессе обучения следует выделить также эксперимент на внеклассных занятиях и некоторые виды домашних экспериментальных работ и наблюдений. Любой из видов химического эксперимента, взятый в отрыве от других, не может обеспечить решение учебно-

воспитательных задач, поставленных перед курсом химии средней школы. Только при сочетании всех видов эксперимента со словесным изложением и широким использованием разнообразных средств наглядности может быть достигнуто прочное, осознанное усвоение основ химических знаний.

Во всех видах эксперимента следует различать две важнейшие стороны, взаимно связанные друг с другом: технику постановки опытов и методику их использования. Степень сложности того и другого может быть весьма различной. Простой по технике выполнения опыт часто бывает трудным по доступности объяснения сущности изучаемого вопроса. Опыт, показывающий особенности взаимодействия азотной кислоты с металлами, по выполнению прост (в цилиндр наливают 2—3 мл концентрированной кислоты и бросают два-три кусочка цинка), но на первом этапе обучения химии обязать учащихся сущность взаимодействия не представляется возможным, и они должны удовлетвориться только констатацией факта отсутствия выделения водорода при реакции. Опыт синтеза воды в эвдиометре, наоборот, труден в техническом отношении, методическая же его сторона и выводы вполне доступны для учащихся VII классов. То же следует сказать о сжигании водорода в кислороде и о некоторых других опытах, требующих сравнительно сложного оформления, но легко воспринимаемых учащимися. Чаще всего учитель встречается с трудностями обоюдного характера, преодоление которых в равной степени зависит от его методической подготовки и технического мастерства, а нередко также от степени оснащенности кабинета.

Демонстрационные опыты — необходимый вид химического эксперимента прежде всего в следующих случаях:

1) когда учащиеся, особенно на первых этапах обучения, не владеют в достаточной мере техникой выполнения опытов, а потому не в состоянии выполнять их самостоятельно. При изучении реакции разложения рекомендуется поставить опыт разложения воды электрическим током. Ученик VII класса не может сделать эту работу самостоятельно даже при тщательном инструктаже, так как он не умеет обращаться с выпрямителем и не знает его назначения, не умеет собирать и испытывать газы. Инструктаж по этим вопросам отвлечет учеников от основной цели опыта, поэтому он может быть поставлен только демонстрационно. То же следует сказать о синтезе воды в эвдиометре, опытах с озонированным кислородом и др.;

2) когда техническое оснащение опыта сложно для учащихся и нет соответствующего оборудования в достаточном количестве. Так, сборание кислорода в газометр, получение водорода в аппарате Киппа проводят, как правило, демонстрационно, и только с течением времени учащиеся получают некоторые навыки обращения с этими приборами. Демонстрационно проводят опыты, требующие больших объемов газов или жидкостей: определение количества растворенного в воде воздуха, образование фонтана в колбе при растворении аммиака или хлороводорода в воде и пр. Иногда

учитель вынужден проводить даже доступные для учащихся опыты демонстрационно по причине отсутствия в достаточном количестве необходимых реактивов;

3) когда отдельные лабораторные опыты заменяются демонстрационными с целью экономии времени. Учащиеся расходуют на выполнение опыта почти в три раза больше времени, чем тратит на демонстрацию его учитель. Однако, учитывая огромное познавательное значение лабораторных опытов, не следует пользоваться демонстрацией как преимущественным, а тем более единственным видом учебного химического эксперимента;

4) когда по условиям техники безопасности учащимся нельзя давать для работы некоторые вещества. На первых этапах обучения к таким опытам следует отнести диффузию паров брома в водороде и в воздухе, растворимость эфира в воде с последующим поджиганием его паров, разложение оксида ртути, восстановление оксида меди (II) оксидом углерода (II), приливание подогретой воды в серную кислоту (при изучении правил разбавления) и др.;

5) когда по внешнему эффекту и убедительности демонстрация превосходит опыт, выполняемый учениками. От демонстраций не следует отказываться и в тех случаях, если учащиеся могут аналогичные по содержанию опыты выполнить сами. Сжигание стальной проволоки или сжигание фосфора в большой банке с кислородом, конечно, значительно эффектнее, чем такой же опыт на столе ученика в маленькой баночке. Взрыв смеси водорода с кислородом в бутылке убедительнее, чем взрыв в пробирке. Количественный опыт, доказывающий сохранение массы при химических реакциях (сливание растворов, сжигание фосфора в колбе со взвешиванием), поставленный на больших демонстрационных весах, выглядит внушительнее, чем выполненный учениками опыт нагревания железных опилок в закрытой пробирке со взвешиванием на аптекарских весах. Однако все это не означает замены лабораторных опытов демонстрациями.

Важнейшее требование к любому виду эксперимента — тщательная его подготовка и предварительная проверка. Каждый опыт, который учитель предполагает показать классу или дать для выполнения учащимся, каким бы простым и легким он ни казался, должен быть продлан заранее. Самый опытный экспериментатор, производя опыт, ранее мало ему известный, может упустить какую-нибудь незначительную на первый взгляд деталь, от которой на самом деле зависит успех опыта. Как бы ни были детальны указания, предвидеть все подробности невозможно, а неудавшийся опыт нередко губит все методические планы преподавателя. Опыт должен получиться обязательно. Особенно важно тщательно проверить опыт, когда необходимо внести какое-либо изменение, упрощение или усовершенствование. Представим себе, что с целью демонстрации свойств солей азотной кислоты учитель взял для приготовления черного пороха натриевую селитру вместо калийной и оставил приготовленную смесь в плохо закрытой банке. Нитрат натрия — вещество ги-

гроскопичное: порошок отсыреет и при демонстрации не загорится. В другом случае, желая показать, что фторид серебра в противоположность хлориду серебра и бромиду серебра растворим в воде, учитель за неимением фторида аммония приливает к раствору нитрата серебра раствор фторида калия (нередко загрязненный избытком щелочи) и неожиданно получает в пробирке интенсивный коричневый осадок. Учитель не учел, что фторид калия в водных растворах сильно гидролизован. Такие растворы имеют резко щелочную реакцию, а при взаимодействии щелочи с нитратом серебра из водного раствора выпадает нерастворимый оксид серебра. «Неожиданный» результат опыта в таком случае невозможно даже объяснить учащимся.

Опыты, предлагаемые различными руководствами, также требуют тщательной предварительной проверки. В некоторых пособиях, к сожалению, описываются совсем не проверенные, придуманные опыты, которые не только не удаются, но могут даже представлять значительную опасность.

Осваивая какой-либо новый, не известный ранее опыт, следует выполнять его сначала в возможно малом масштабе, с небольшими количествами исходных веществ и только после того, как опыт хорошо изучен во всех деталях, его можно поставить на уроке или дать для выполнения учащимся.

Подготавливая и проверяя опыт, преподаватель должен быть знаком со всеми деталями прибора, с которыми опыт производится. Он должен ясно понимать назначение каждой части прибора, чтобы при необходимости объяснить это учащимся. Такого тщательного изучения требует, например, выпускаемый сейчас Главучтехпромом набор для опытов с электрическим током (автор И. А. Черняк). Наладив и испытав прибор, его следует оставить в том же виде до демонстрации 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 демонстрационный стол или на столы учащихся, чтобы перед уроком проверить, все ли заготовлено. Для этой цели следует завести специальную тетрадь, в которую заносят список оборудования, зарисовывают схемы установок. В этой тетради лучше писать только на одной стороне листа, оставляя другую для заметок, записи усовершенствований, методических замечаний и пр. Некоторые предметы должны всегда находиться под рукой для каждого урока, а именно: спички, горелка, вода в графине или в промывалке, штатив с пробирками, фильтровальная бумага, полотенце. Все это выставляют независимо от того, какие опыты будут проведены на уроке. Кроме того, в ящиках и шкафиках преподавательского стола всегда должны быть запасные горелки (лампы), несколько коробок спичек, фильтровальная бумага, белый и черный картон для фона, щипцы для тиглей, нож, скальпель, ножницы, напильники, пробочные сверла, шпатели и ложечки для реактивов, лучинки, стеклянные палочки, стеклянные трубки разной длины, пробки, набор

согнутых стеклянных трубок (стр. 131), капельные пипетки, каучуковые трубки, универсальные приборы для получения газов, вата, запас классного мела.

Следует помнить, что плохо подготовленная, небрежная и примитивная демонстрация опытов настолько резко снижает интерес учащихся, что они к лабораторным опытам и практическим занятиям начинают относиться несерьезно, а в конечном счете это приводит к снижению интереса к предмету в целом.

Отвлечение внимания учащихся, а нередко и нарушения дисциплины на уроке вызывают даже такие упущения или недосмотры, когда уже при демонстрации опыта вдруг оказывается, что прибор «не держит», отчего газ в приемник не поступает, когда при необходимости прилить раствор или достать кусочек твердой щелочи из банки учитель не может открыть ее, так как пробку или навинтованную крышку «заело» (иногда безнадежно), когда конец резиновой трубки оказывается лопнувшим и т. д.

В определении требований к демонстрационному эксперименту, кроме его тщательной подготовки, на первом плане должна быть наглядность и убедительность опытов. Это в первую очередь обеспечивается проведением демонстраций на специально оборудованном демонстрационном столе (рис. 1, см. также стр. 45). При расстановке приборов на демонстрационном столе и на столах учащихся следует удалять с них все лишнее, не относящееся к данным опытам и отвлекающее внимание учащихся. Удобно рядом с демонстрационным столом иметь небольшой боковой стол, как показано

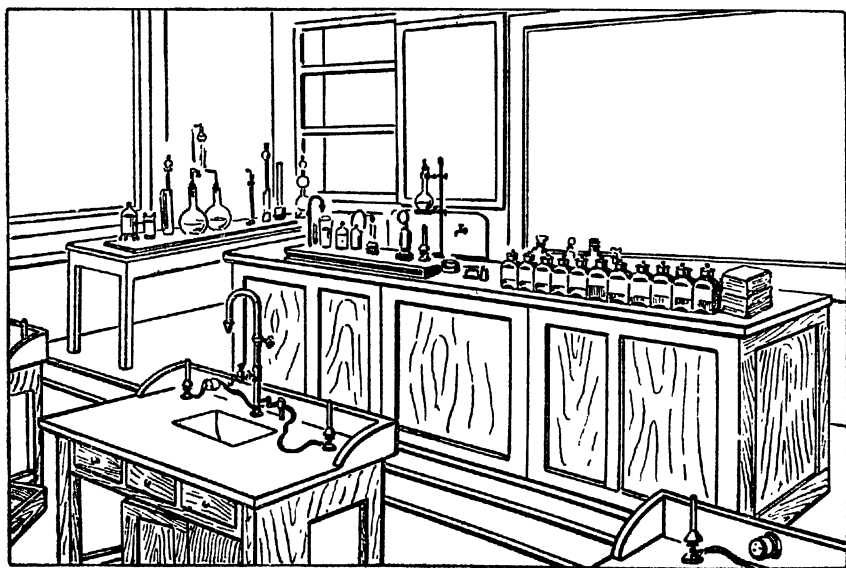


Рис. 1. Демонстрационный стол с выставленными приборами.

на рисунке 1. На нем можно поставить запасные приборы и все нужное для опытов, лучше всего группами, ставя вместе все, что требуется для данного опыта. Иногда на посуде полезно делать надписи карандашом для стекла, чтобы во время урока не перепутать, для какой цели приготовлена колба, стакан и др. Можно вставлять в отверстия пробирок, колб бумажки с соответствующими надписями. Все приборы следует размещать на столе так, чтобы ни один из них во время демонстрации не загораживался другими приборами. Все, что делает учитель, должно быть видно всем учащимся, поэтому приборы, посуду нужно брать достаточных размеров, а исходные материалы и реактивы — в достаточных количествах. Крайне невыгодное впечатление производят такие демонстрации, когда учитель показывает изменение окраски индикаторов, образование или растворение осадков и т. д. в обычных пробирках, на значительном расстоянии от учащихся, не используя при этом ни соответствующего фона, ни освещения, а для «убедительности» поднимает пробирку выше собственной головы и на словах старается внушить учащимся, что образовавшийся осадок или окраска «все же видны»...

Подобные опыты следует показывать в химических стаканчиках, колбах, помещенных на соответствующем фоне (черный или белый экран, рис. 2). Лучше взять более разбавленные растворы, но объемы жидкостей со взвешенными осадками или объемы окрашенных растворов должны быть хорошо видны всему классу. Весьма полезно в необходимых случаях использовать различные способы подсветки: освещение снизу через матовое стекло (рис. 3), боковое освещение лампой с колпаком (рис. 4) или освещение сзади (обязательно через матовое стекло или кальку, чтобы свет не попадал непосредственно в глаза учащимся). Во многих случаях полезно пользоваться специальным подъемным столиком с регулятором высоты (рис. 5). Иногда допустима демонстрация некоторых опытов в обычных пробирках (особенно, если такая пробирка является частью более сложного прибора, как на рис. 4), однако по возможности следует использовать демонстрационные пробирки большего размера (стр. 115). На середине стола лучше всего оставлять свободное место, куда по мере надобности переставлять демонстрируемые приборы. Штативы, на которых закрепляют приборы, должны быть обращены стержнем к преподавателю, а

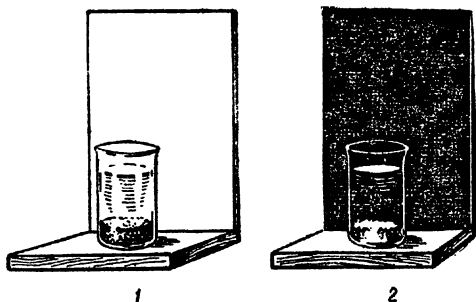


Рис. 2. Демонстрация образования осадка и окрашенной жидкости:

- 1 — на белом фоне (цветная жидкость или осадок);
2 — на черном фоне (белый осадок или помутнение).

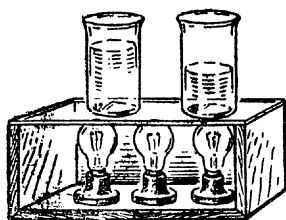


Рис. 3. Ящик с матовым стеклом для освещения снизу (передняя стенка снята).

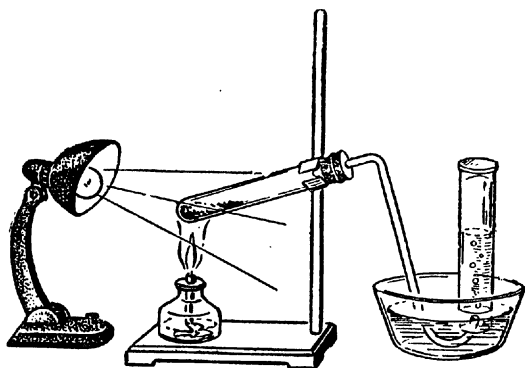


Рис. 4. Освещение прибора сбоку лампой с рефлектором.

лицевой стороной (в отдельных случаях—боковой стороной, как на рис. 4) к учащимся, весы устанавливают всегда лицевой стороной (стрелкой) к классу, газометры, аппараты Киппа — боковой стороной (рис. 6).

Видоизменяя какой-либо опыт или разрабатывая новый, необходимо иметь в виду простоту и доступность для наблюдения каждого школьного опыта. Вспомогательные приборы не следует выставлять на первый план. Так, при демонстрации разложения воды электрическим током выпрямитель помещают на заднем плане (см. т. II), при демонстрации опытов с озонированным кислородом на первом плане располагают озонатор, а индуктор с источником питания помещают позади его, не допуская проскакивания между разрядниками искр, чтобы не отвлекать внимания учеников

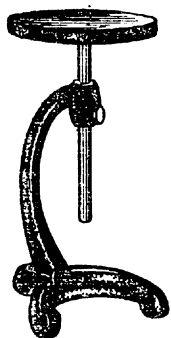


Рис. 5. Подъемный столик.

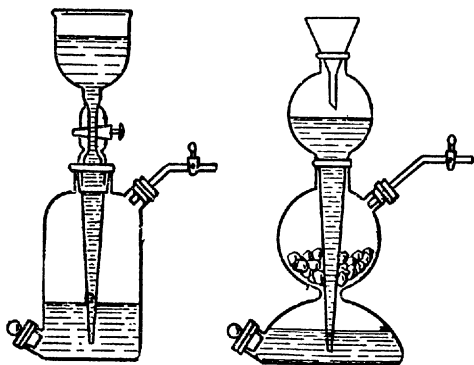


Рис. 6. Расположение газометра и аппарата Киппа на демонстрационном столе.

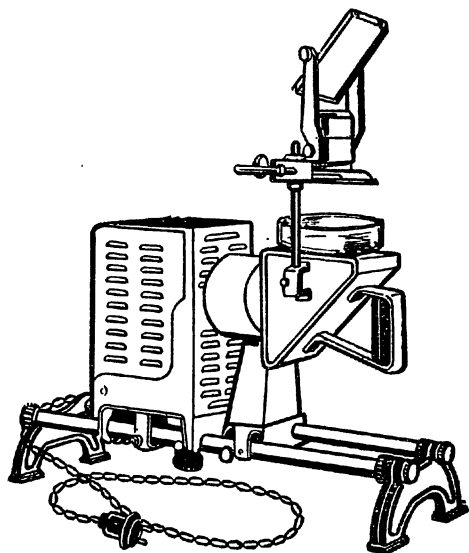


Рис. 7. Приспособление к проекционному фонарю для проектирования опытов в горизонтально поставленной чашке.

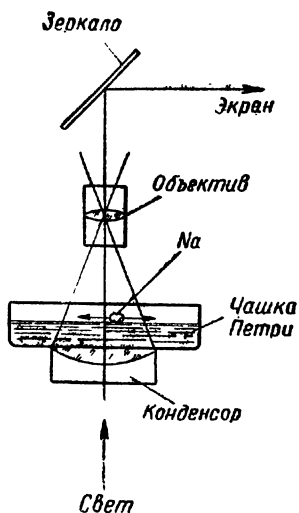


Рис. 8. Проектирование опыта на экран (схема).

(см. т. II). С этой же целью не следует во время демонстрации опыта (равно как и при выполнении опытов учащимися) вносить какие-либо дополнительные изменения. Так, не проверив заранее, насколько интенсивно протекает реакция между серной кислотой и только что полученным цинком, учитель на уроке обнаруживает, что водород выделяется крайне медленно (одной из причин может быть, например, высокая чистота металлического цинка, см. т. II), и приливает в аппарат (или предлагает учащимся прилить в пробирки) раствор медного купороса. Скорость реакции возрастает, но учащимся на этой ступени примененное усовершенствование абсолютно непонятно, и даже соответствующее объяснение (добавка катализатора и т. п.) не достигает цели.

Стремление к упрощению опыта не должно, однако, становиться своеобразной самоцелью. В свое время подобные упрощения разрабатывались в методике постановки опытов с минимальными количествами реактивов. Не отрицая возможности использования таких опытов на практических занятиях, следует иметь в виду, что излишнее упрощенчество (замена обычных пробирок запаянными с одного конца стеклянными трубочками, получение нерастворимых осадков при сливании на кусочках стекла капель исходных растворов и т. п.) отнюдь не способствует их убедительности. Для демонстрационных опытов это вообще неприменимо. Существенное исключение представляет возможность проектирования таких опытов на экран в увеличенном масштабе. С помощью специальной присадки

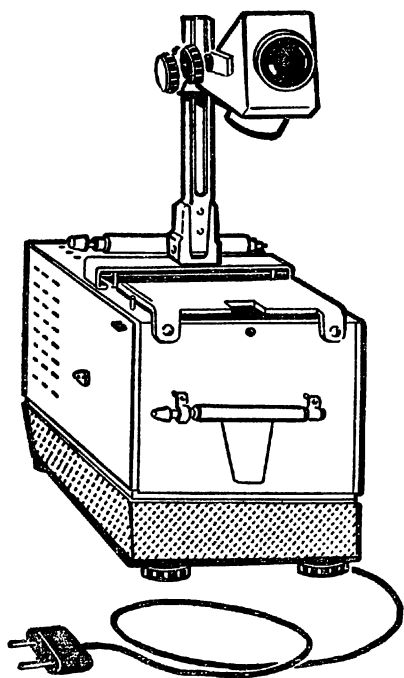


Рис. 9. Кодоскоп.

к проекционному фонарю (рис. 7 и 8) можно показать на экране в плоских кюветах или чашках Петри (стр. 119) растворение веществ, образование кристаллов из растворов, даже взаимодействие металлического натрия с водой и другие опыты. Еще удобнее для этих целей воспользоваться новым прибором — кодоскопом, выпускаемым Главучтехпромом. Кодоскоп позволяет показывать перечисленные опыты, рисунки на прозрачной пленке, записи и т. д. при дневном свете. Инструкция к использованию и правила обращения прилагаются к каждому прибору (рис. 9).

Наблюдая показываемый учителем опыт, учащиеся не только разбираются в сущности явления, но получают также представление о конструкции прибора, взаимном расположении его частей и их назначении (колба, капельная воронка, про-

мывная склянка, осушительная склянка, поглотительная трубка и пр.). Если прибор более или менее сложен, следует рассмотреть с учащимися его устройство, причем даже сравнительно простой прибор надо нарисовать схематически на доске. Затем учащиеся должны ознакомиться с исходными веществами, если последние им неизвестны.

В некоторых случаях необходимо предварительно разобрать ход опыта, произвести «мысленный эксперимент».

Действия учителя вызывают стремление учащихся к подражанию и воспроизведению наблюдаемых приемов, поэтому при демонстрации (или перед демонстрацией) опыта полезно напомнить учащимся некоторые из них: как нагревают пробирку (колбу) с жидкостью и с твердым веществом (стр. 125), как закрепляют пробирку в штативе, почему вверх (или вниз) направлен конец газоотводной трубки, почему вверх или вниз отверстием расположен цилиндр (пробирка) для собирания газа и т. п.

Демонстрируя опыт, не следует делать этого молча. На учащихся это обычно производит расхолаживающее впечатление. Все свои действия учитель должен объяснить («Помещаю в колбу медные стружки, вставляю пробку с капельной воронкой, наливаю разбавленную азотную кислоту через воронку в колбу. Пока вы ничего

не видите. Но вот колба начинает наполняться бурым газом...» и т. д.).

При демонстрации некоторых более или менее трудных, иногда не удающихся опытов можно предупредить учащихся, что по таким-то причинам опыт может не получиться. Тогда в случае удачи и преподаватель, и учащиеся получают известное удовлетворение, а к возможной неудаче учащиеся будут подготовлены. Указав причину неудачи, опыт следует повторить тут же или на следующем уроке, тщательно проверив его еще раз.

Демонстрационный опыт, как правило, не должен быть продолжительным. Исключение составляют некоторые опыты, требующие длительного прокаливании или остывания продуктов, а также опыты, рассчитанные на длительное наблюдение (например, опыты по диффузии растворенных веществ, рост кристаллов и т. п., стр. 317). При вынужденном перерыве в демонстрации опыта на уроке учитель может перейти к объяснению очередного материала, а затем вернуться к продолжению опыта. Некоторые преподаватели затрачивают много труда, чтобы обставить демонстрируемые опыты как можно более эффектно, стремясь внешнюю сторону опыта сделать самоцелью, однако на первом месте должна быть всегда его познавательная цель. Насмотревшись, особенно на первых уроках, необычных явлений со взрывами, вспышками, с возникающей яркой окраской новых веществ, пережив своеобразный «час химических чудес», учащиеся на последующих уроках нередко испытывают сильное разочарование при изучении подчас не очень легкого материала о свойствах веществ, при наблюдении других опытов, не имеющих такого эффекта. Учителю надо убедить учащихся в том, что и эффектные и все прочие опыты являются средством познания веществ, а не фокусами для развлечений. Некоторым исключением могут быть занимательные опыты, предназначенные для кружковых занятий, химических вечеров и т. д., но и там не следует забывать химическую основу явлений и их познавательное значение.

Если демонстрируемое явление или используемые для опыта вещества могут представлять какую-либо опасность (взрыв смесей водорода с воздухом или кислородом, взаимодействие металлического натрия с концентрированной серной кислотой, разложение иодида азота, приготовление и взрыв смеси красного фосфора с бертолетовой солью и т. п.), должно быть заранее предусмотрено все, что предотвращает какую бы то ни было вероятность несчастного случая (стр. 163). Даже зная, что из аппарата Киппа выходит чистый водород (только что на предыдущем уроке было произведено испытание), необходимо перед опытом испытать его вторично (стр. 281). Опустив кусочек натрия в воду и зная, что при данной его величине опыт не представляет опасности, учитель все же должен отойти от сосуда и указать на эту меру предосторожности. Следует иметь в виду, что все такие действия не только оберегают учащихся и учителя, но приучают учеников серьезно относиться к любому химическому явлению, предупреждают их от нарушения

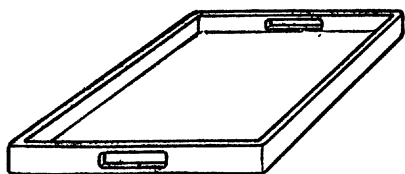


Рис. 10. Поднос для реактивов и посуды.

правил при выполнении лабораторных опытов, воспитывают ответственность и осторожность в обращении с веществами.

Лабораторные опыты учащихся как самостоятельный вид учебного химического эксперимента имеют весьма важное значение в обучении химии. Самые яркие демонстрации не

заменяют в познавательном отношении опытов, выполняемых учениками, хотя они более просты по оформлению и меньше рассчитаны на воздействие своим внешним эффектом. Иногда высказывается мнение, что после эффектных демонстрационных опытов воспроизведение их учащимися якобы теряет смысл. Это глубоко ошибочная точка зрения. Меньший по масштабу эффект опыта компенсируется тем, что ученик выполняет его сам, развивает и совершенствует практические навыки, получает для себя убедительный результат. Если при изучении данного раздела программы предусматриваются демонстрационные и лабораторные опыты, то сначала нужно провести демонстрации, так как при наблюдении их учащиеся ориентируются в необходимых операциях для самостоятельной работы. По отдельным разделам можно даже снять наиболее простые демонстрации. Простые по технике выполнения опыты (взаимодействие нерастворимых оснований с кислотами, реакции обмена между солями в водных растворах, изменение окраски индикаторов и другие пробирочные опыты) учащиеся легко выполняют без предварительных демонстраций.

Обычно учащиеся при выполнении лабораторных опытов работают по двое, и, за отдельными исключениями, все опыты выполняются в классе фронтально. Все необходимое для опытов выставляют на столы учащихся до урока. Для переноски приборов и материалов удобно пользоваться деревянными или пластмассовыми подносами (рис. 10), комплект которых по числу рабочих мест обычно хранят на специальной этажерке в лаборантской комнате. Примерные размеры подноса 30×20 см. Несложные приборы выставляют на рабочие места в собранном виде. Многие реактивы и материалы можно выдавать в уже отмеренных количествах в пробирках. На пробирках следует делать надписи (названия или химические формулы веществ) карандашом для стекла. Полезно на пробирках, предназначенных для лабораторных опытов, делать наждачной бумагой матовые полоски, на которых удобно писать обычным карандашом. Надпись стирается потом резинкой. Менее удобно наклеивать на пробирки бумажные этикетки или вкладывать в отверстия бумажки с названиями веществ. При дисциплинированном классе достаточно на пробирках или даже на верхней дощечке штатива у отверстий для пробирок написать номера, а на классной доске под соответствующими номерами дать названия веществ.

Лабораторные опыты выполняются в процессе урока по заданию учителя с использованием описания опытов и экспериментальных заданий в учебнике, устных объяснений или письменных инструкций. Во всех случаях учащимся должна быть ясна цель опыта. Ее обычно формулирует учитель в виде задачи, задания, проблемы или отдельного вопроса. Так, например, учитель предлагает ученикам произвести опыт нагревания зеленого порошка карбоната меди. Например: установите, получают ли какие-либо новые вещества и какие именно, если нагревать зеленый порошок карбоната меди. По указаниям, данным в учебнике (или в инструкции), выполните опыт и ответьте на поставленные вопросы. Зарисуйте прибор.

Основной карбонат меди показывают учащимся до опыта, сообщают, что он встречается в природе в виде минерала малахита. Прочитав указания к опыту, рассмотрев по рисунку или выставленный на общем столе прибор, учащиеся собирают прибор и выполняют опыт. Результаты опыта обсуждаются с указанием условий, при которых происходят химические изменения вещества. В процессе беседы учитель ставит классу вопросы:

1. Какие изменения взятого вещества произошли при нагревании?
2. По каким признакам можно судить, что в пробирке протекала химическая реакция?
3. Какие условия необходимо было создать для протекания этой реакции?
4. В какой части прибора, кроме пробирки, вы еще заметили признаки химической реакции? Какой именно признак вы наблюдали?
5. Почему помутнела известковая вода в баночке (пробирке)? Какой газ выходит из пробирки по газоотводной трубке?
6. Что вы заметили на стенках пробирки? Выньте из пробирки пробку вместе с газоотводной трубкой, осторожно погрейте пробирку в местах, где скопились капельки жидкости (дополнительный опыт для доказательства образования воды при реакции). Что вы замечаете у отверстия пробирки? Чувствуется ли какой-нибудь запах? Какое это вещество?
7. Какое вещество осталось в пробирке? Каков его внешний вид? Не встречали ли вы такого вещества в предыдущих опытах? Вспомните прокаливание медной пластинки на воздухе. Какое вещество на ней образовалось? Как мы его назвали?
8. Содержались ли вода, оксид меди CuO и оксид углерода CO_2 во взятом зеленом порошке? Что же произошло при нагревании карбоната меди?

После этого следует запись схемы реакции. С такой степенью подробности следует проводить лабораторные опыты на первых ступенях обучения. Чем старше возраст учащихся, тем меньше придется прибегать к инструктированию по отдельным этапам опыта. Однако выводы из опытов в любом случае должны быть известны учащимся всего класса.

В зависимости от методической задачи можно по-разному построить инструктирование перед выполнением опытов:

1. Учитель может дать указание, как проводить данный опыт, не говоря, с какой целью он ставится, и потом задать вопросы, на которые учащиеся должны ответить по окончании опыта. Например, предлагается нагреть до кипения воду в колбочке, закрытой пробкой, в которую вставлена оттянутая на конце трубочка (стр. 299), и наблюдать, что выходит из конца трубочки. На вопрос учителя, что они видят, учащиеся обычно отвечают — пар. После такого 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 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, чтобы ознакомиться со способом ее получения и свойствами. Производя опыт, учащиеся обнаруживают, что азотная кислота получается желтого цвета (примесь оксидов азота), что она разрушает пробку (если опыт производится в пробирке) и перегоняется при сравнительно высокой температуре. Эти свойства азотной кислоты являются выводом из опыта, и потому о них не следует сообщать заранее.

3. В некоторых случаях учитель должен не только рассказать, с какой целью продельвается опыт, указать на технику работы, но и остановиться заранее на ожидаемых результатах, так как без знания этих результатов учащемуся не будет ясна полностью постановка опыта. Так, например, при получении аммиака учащийся должен заранее написать уравнение реакции, для того чтобы обоснованно взять требуемые количества нашатыря и извести, чтобы правильно укрепить пробирку в штативе несколько наклонно, отверстием вниз, так как иначе вода будет стекать на горячие стенки пробирки и она треснет. Учащиеся должны знать, что аммиак легче воздуха, поэтому его собирают в перевернутую пробирку, что аммиак растворяется в воде, потому должна быть подготовлена чашка с водой, что раствор аммиака в воде, в противоположность раствору хлороводорода, легче воды и быстро насыщает верхний слой, вот почему пробирку для лучшего поглощения аммиака водой необходимо слегка покачивать (см. т. II).

В таком случае единственными самостоятельными выводами учащихся будут: аммиак очень хорошо растворим в воде, и его раствор имеет щелочную реакцию на лакмус.

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

4. Нередко учитель ставит перед учащимися вопросы, на которые они должны ответить на основании выполненных опытов. В этих случаях уже намечаются элементы исследования. Например, растворяя вещества, учащиеся сами приходят к выводам, что есть вещества хорошо растворимые, малорастворимые и нерастворимые, что растворимость одних веществ сильно меняется с температурой, других — мало. 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 или малорастворимо. Однако выводы из опытов в любом случае должны стать достоянием всего класса.

К лабораторным наблюдениям учащихся следует отнести изучение некоторых свойств веществ, выдаваемых на столы в виде раздаточного материала, коллекций и т. п. Эти наблюдения также определяются предварительным заданием. Учащиеся должны знать, что от них требуется, например запомнить (а может быть, кратко описать) внешний вид, записать название, формулу вещества, произвести простейшие испытания (водой, магнитом, каплей разбавленной кислоты и т. п.), вспомнить применение вещества и т. д.

Практические занятия учащихся предусмотрены программой средней школы как обязательный вид учебного эксперимента, при котором учащиеся выполняют самостоятельно химические опыты в течение 1—2 уроков после изучения темы или раздела программы. Целью практических занятий является привитие, совершенствование и закрепление, а также проверка навыков в химическом эксперименте и в обращении с веществами. В процессе практических занятий учащиеся приобретают новые и применяют известные им ранее знания для решения практических задач по получению и распознаванию веществ, разделению смесей, установлению условий протекания реакций и др.

При планировании практических занятий учитель должен иметь в виду перечень предусмотренных программой экспериментальных навыков и заранее определить, какие новые знания получают учащиеся, какие практические навыки отработают и совершенствуют на данном занятии. Успешное проведение практического занятия может быть обеспечено только в том случае, если учащиеся к нему подготовлены и имеют все необходимое для работы. Как правило, опыты на практических занятиях выполняет каждый учащийся индивидуально по разработанным инструкциям. По мере овладения навыками степень самостоятельности в выполнении работ все более

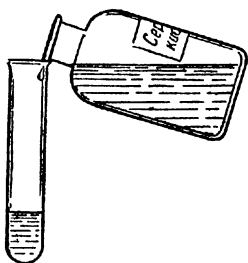


Рис. 11. Снятие капли жидкости с горлышка склянки.

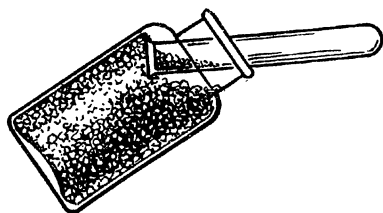


Рис. 12. Взятие пробиркой твердого вещества из банки.

возрастает. Пробирочные опыты учащиеся делают уже без помощи учителя, однако учитель тщательно следит за совершенствованием практических навыков и устраняет недостатки устным замечанием, показом, а иногда и обсуждением ошибок всем классом. Наиболее часто учащиеся допускают следующие ошибки при использовании практических навыков: неправильно закрепляют пробирки в штативе, особенно недопустимо это при нагревании (стр. 126), применяют неверные приемы нагревания (не используют горячую часть пламени, касаются фитилем лампочки нагреваемого предмета, нагревают стеклянный сосуд без предварительного обогрева, нагревают верхний слой жидкости в пробирке, оставляют газоотводную трубку в жидкости по окончании нагревания), используют для реакции прибор с плохо держащей пробкой, не могут собрать и испытать газ (придают неправильное, обычно наклонное положение пробирке для собирания газа вытеснением воздуха, вводят газоотводную трубку не до дна, а только в отверстие пробирки или цилиндра, слишком быстро снимают пробирку с газоотводной трубки, испытывают наполняемость банки или пробирки не у отверстия, а вносят горящую или тлеющую лучинку внутрь до середины и даже до дна сосуда, придают неправильное положение пробирке при поджигании в ней водорода пламенем спиртовой лампочки), не умеют или забывают снять каплю с края горлышка бутылочки после наливания из нее жидкости (рис. 11), оставляют открытыми склянки и банки с растворами и сухими реактивами, не умеют взять сухой пробиркой твердое вещество из банки (учащиеся обычно пытаются насыпать порошок из банки в пробирку, рис. 12), не могут правильно вставить пробку в отверстие пробирки или колбы и надеть резиновую трубку на конец стеклянной, не моют посуду после опытов.

Естественно, что учитель сам не должен допускать неправильных приемов. Стадии формирования навыков состоят прежде всего из правильного показа, затем подражания учителю, устранения недостатков, упражнения, закрепления правильного навыка. Основой успешного проведения практических занятий является предварительная подготовка к ним. Учащиеся получают задание к предстоящему занятию за несколько дней, они должны прочитать опи-

сания предстоящих работ по учебнику или инструкциям, обдумать цель предстоящей работы, выполнить предусмотренные упражнения (написать уравнения реакций, решить задачи и пр.), в необходимых случаях сделать рисунок прибора, приготовить для заполнения схемы отчета, внести в нее предварительные записи. Схема отчета не обуславливается какой-либо строгой формой, она может быть разной в зависимости от ступени обучения, от содержания выполняемых работ и т. п. Ниже приводится примерная схема (начало) для учащихся VII класса по теме «Свойства водорода».

Что нужно сделать	Наблюдения	Объяснения наблюдений, выводы, уравнения реакций
1. Собрать прибор для получения водорода, испытать его и укрепить в штативе	При погружении конца газоотводной трубки в воду и согревании пробирки рукой начали пробуживать пузырьки воздуха	Пробка не пропускает газ — прибор «держит»
2. Положить в пробирку 10 зернышек цинка и налить соляной кислоты до $\frac{1}{3}$ объема пробирки. Закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой	Сразу же началась энергичная реакция, жидкость как бы закипела	При реакции соляной кислоты с цинком выделяется водород, в растворе образуется хлорид цинка
3. Собрать водород в пробирку и испытать его чистоту	При поднесении пробирки, наполненной газом, к пламени слышен резкий свистящий звук. При повторном испытании происходит спокойная вспышка с хлопком	Сначала из прибора выходила смесь водорода с воздухом. Затем весь воздух вытеснился водородом: испытание показало, что в пробирке собрался чистый водород

Отчет должен быть иллюстрирован зарисовками прибора и отдельных стадий опытов. На составление отчета обычно требуется много времени, и учителя часто переносят оформление выполненных опытов на домашнюю работу учащихся. В некоторых случаях достаточно только графического оформления отчета в виде рисунков и уравнений реакций. В любом случае к характеру и качеству зарисовок необходимо предъявить определенные требования (правильность изображения и взаимного расположения частей приборов, соотношения их размеров). Не следует разрешать ученикам копировать рисунки приборов из книг. Педагогическая ценность таких работ ничтожна. Учащемуся нужно предлагать рисовать то, что он видит, те приборы, с которыми он работает. При всех зарисовках предпочтение нужно отдавать простой схеме без специальной отделки и растушевки рисунков. Обычно даже нет необходимости в перспективных зарисовках приборов, тем более недопустимы смешанные изображения, нередко ведущие к искажениям. На рисун-

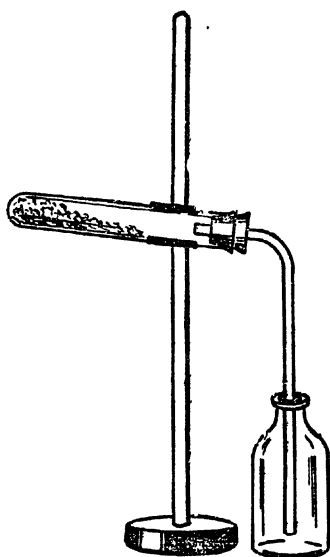


Рис. 13. Неправильная зарисовка прибора для получения оксида углерода (IV).

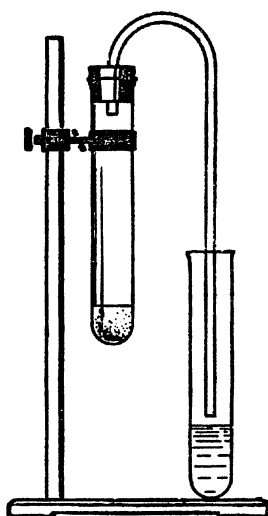


Рис. 14. Смешение двух способов изображения в одном рисунке.

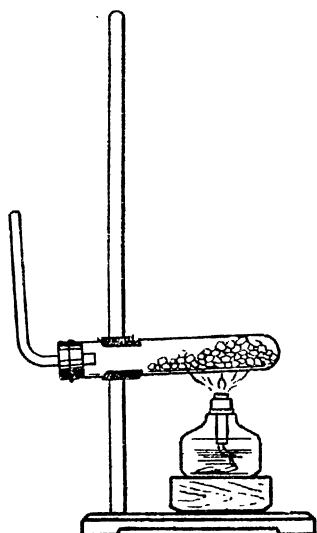


Рис. 15. Неправильная зарисовка опыта получения аммиака.

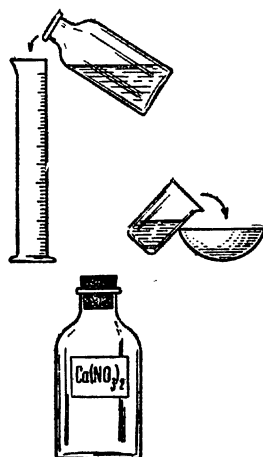


Рис. 16. Разнотипное изображение лабораторной посуды.

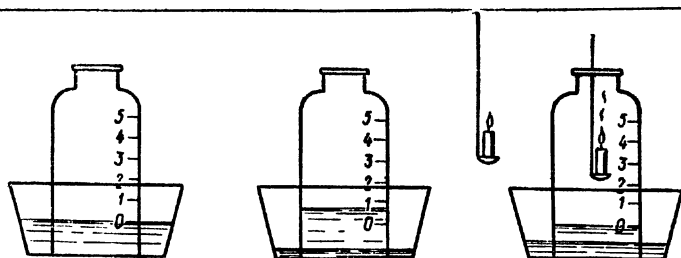


Рис. 17. Зарисовка нескольких стадий опыта.

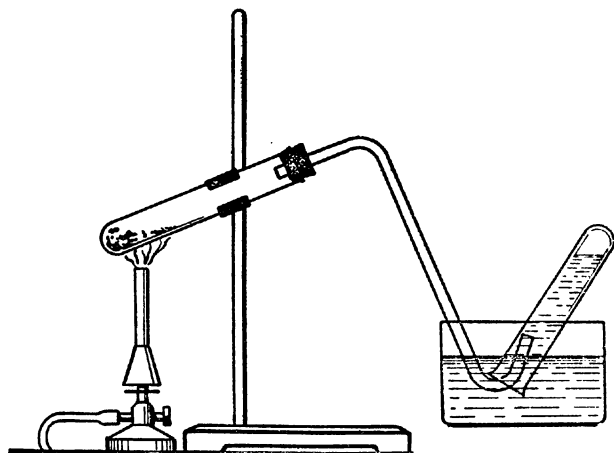


Рис. 18. Зарисовка в разрезе.

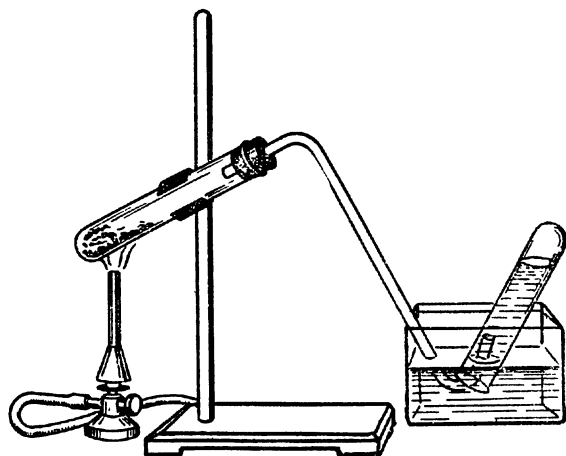


Рис. 19. Зарисовка опыта в перспективе.

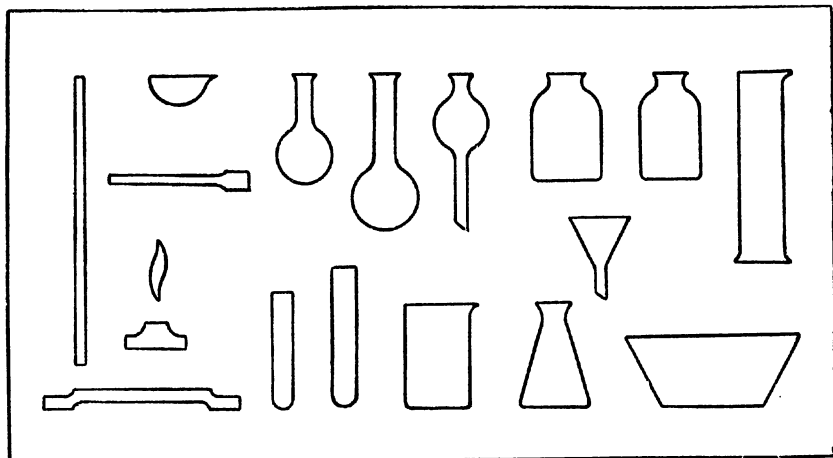


Рис. 20. Шаблон для зарисовки приборов.

ке 13 пробирка изображена в плоскости, а штатив и банка, в которую собирают оксид углерода CO_2 , — в перспективе. На рисунке 14 одна пробирка дана в разрезе, другая в перспективе. Аналогичные ошибки на рисунках 15 и 16. А на рисунке 17— неверная по содержанию зарисовка опыта по стадиям. На рисунке 18 показано правильное изображение в разрезе, а на рисунке 19— в перспективе. Видно, что изображение в перспективе значительно сложнее и выполнение его более трудоемко. Выразительность же его не настолько выигрышна, чтобы оправдать затрату времени.

В последнее время для зарисовок приборов используют шаблоны из пластмассы. Один из таких шаблонов, предложенный Ф. Д. Смирновым, показан на рисунке 20. Шаблон ускоряет работу по зарисовке, однако это не исключает рисунков «от руки».

Остановимся в заключение на вопросе об использовании лабораторных остатков и веществ, полученных при выполнении опытов. Нередко можно наблюдать, что различные вещества, полученные учащимися, тут же выбрасывают, приготовленные ими растворы тут же выливают. Кроме явно нерациональной траты веществ, это оказывает отрицательное влияние на учеников, которые видят, что выполненная ими работа была, кроме ее роли как упражнения, бесполезна. Не составит большого труда выставить во время лабораторных опытов и практических занятий несколько баночек с этикетками, в которые учащиеся по окончании работы сольют вместе с жидкостями полученные ими осадки нерастворимых оснований, солей и пр. Не так сложно будет отфильтровать и промыть нерастворимые осадки гидроксидов и солей. Переработка лабораторных остатков может быть благодарной экспериментальной темой на кружковых внеклассных занятиях. Раствор сульфата цинка из аппарата Киппа или других приборов может быть использован как

для выделения кристаллов, так и для переработки на любую соль цинка или оксид цинка. Из раствора хлорида кальция, который представляет собой отход реакции получения оксида углерода CO_2 , можно получить водный или безводный хлорид кальция. Остатки веществ после разложения перманганата калия при получении кислорода можно использовать в качестве окислителя при получении хлора (см. т. II) и т. д. Практическое осуществление этих возможностей имеет огромное воспитательное значение. Учащиеся убеждаются в том, что в химии нет отходов, побочные продукты одной реакции могут быть исходными для получения других веществ. Это поможет понять им один из научных промышленных принципов — комбинирование производств.

Широкое полноценное использование химического эксперимента в обучении химии нередко ограничивается условиями, связанными главным образом с оборудованием химического кабинета и его обеспечением необходимыми реактивами. Однако какие-либо ограничения в использовании учебного химического эксперимента во всех его видах не должны быть обусловлены плохой подготовкой учителя. Инициативный, непрерывно совершенствующий свое экспериментальное мастерство учитель химии может не только обеспечить высокое качество эксперимента, но в состоянии творчески решать многие технические и методические вопросы, усиливая его познавательное значение. В помощь учителю-экспериментатору и предназначено данное пособие.

Первая часть

ХИМИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ И ЕГО ОБОРУДОВАНИЕ

Глава I.

ПОМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

1. Расположение и планировка помещений

Советский методист Л. А. Дубынин дал школьному кабинету химии следующее определение: «Школьным химическим кабинетом мы будем называть специально сооруженные или приспособленные помещения, оборудованные (в соответствии с целями, содержанием и задачами обучения химии) специальной мебелью, химической посудой, реактивами, приборами, вспомогательными материалами и приспособлениями, рационально размещенными, приведенными в состояние готовности систематического планомерного применения на уроках и внеклассных занятиях по химии»¹. В советской средней школе накоплен богатый опыт по устройству и оборудованию химических кабинетов, но так как единых типовых проектов пока еще нет, то при выборе помещений и их оборудования следует иметь в виду требования, которые предъявляются к кабинету химии в соответствии с особенностями учебного предмета.

Наиболее распространенным в массовой школе является химический кабинет из двух (реже из трех) комнат: класса-лаборатории, где проводят теоретические и экспериментальные занятия, и лаборантской (препаровочной), где готовят опыты для демонстраций и практических занятий, а также хранят реактивы и оборудование. Лаборантская комната должна быть смежной с классом-лабораторией, иметь два входа (из класса и из коридора) и в оптимальном варианте располагаться за стеной позади демонстрационного стола.

По объему помещения химического кабинета должны превышать кубатуру, являющуюся по гигиеническим требованиям нормальной для обычных классных помещений. Помимо необходимости достаточного места для специального оборудования, следует учитывать возможность загрязнения воздуха продуктами горения и газами, выделяющимися при химических опытах. Выбор этажа для химического кабинета зависит от разных условий. В некоторых случаях предпочтение отдается нижним этажам, так как проще подводить

¹ Л. А. Д у б ы н и н. Химический кабинет средней школы. М., Изд-во АПН РСФСР, 1962, стр. 5.

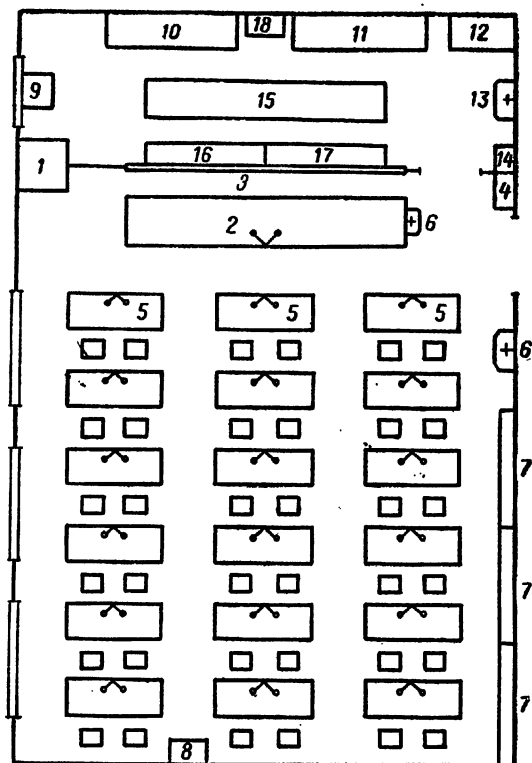


Рис. 21. План химического кабинета и лаборантской.

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.

воду и газ. Однако существенное преимущество имеют и верхние этажи, где легче устроить вытяжную вентиляцию и существенно снизить возможность распространения следов газообразных продуктов реакций, испарений, запахов в соседние помещения.

На рисунке 21 изображен общий план химического кабинета и лаборантской с указанием размещения оборудования (полная характеристика мебели дана ниже). Общепризнанными сейчас считаются столы на двух учащихся; на плане показано их размещение в три ряда. При достаточной ширине помещения (не менее 8,5 м) можно разместить двухместные столы в 4 ряда или поставить их вдвоеными с одним проходом посередине. Такое размещение показано на рисунке 22 с указанием размеров мебели, ширины проходов и размещения оборудования. Вполне достаточна ширина

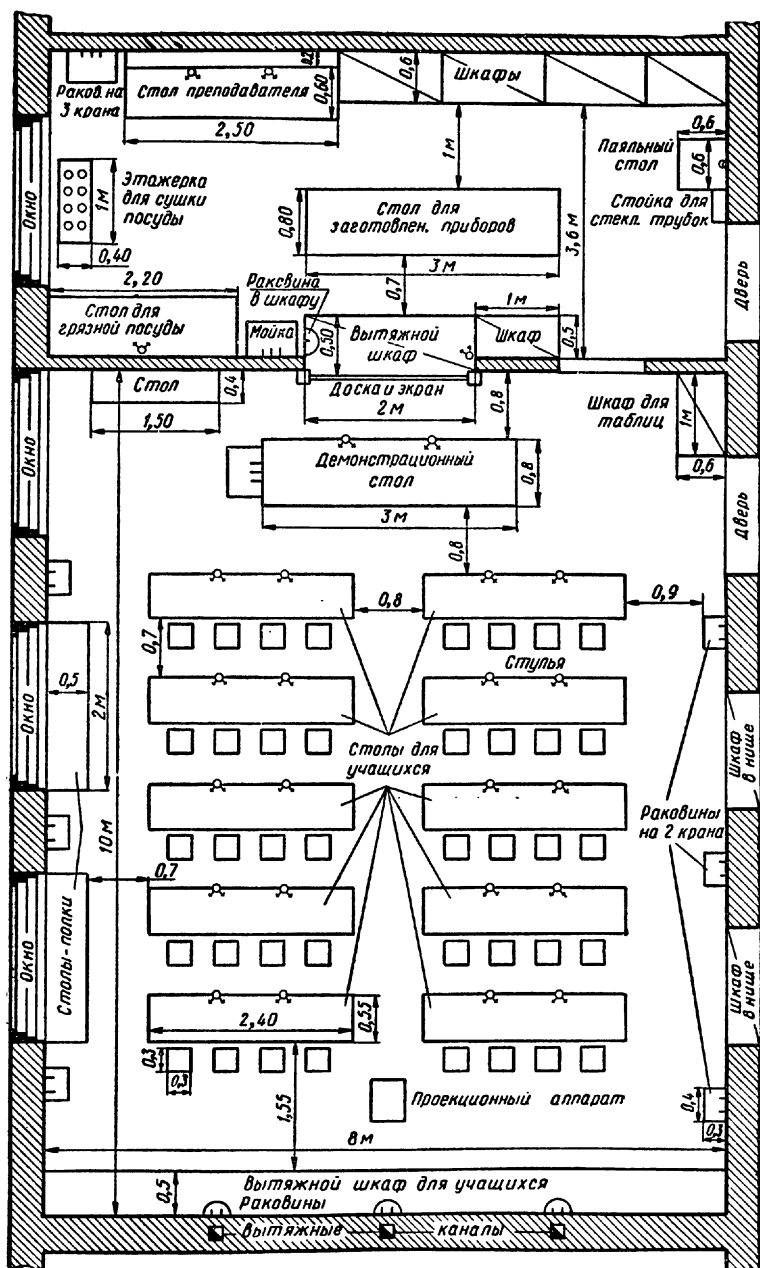


Рис. 22. Подробный план класса-лаборатории и лаборантской.

столов в 55 см, по длине же на каждого ученика должна приходиться часть стола в 60 см, оптимальное расстояние от последнего стола до доски 8 м, а до демонстрационного стола около 6,8 м. Подводку воды, газа и электрического тока к ученическим столам сейчас делают редко, однако при наличии технических возможностей это будет весьма желательным. (Оснащение арматурой столов см. на стр. 44.) Если

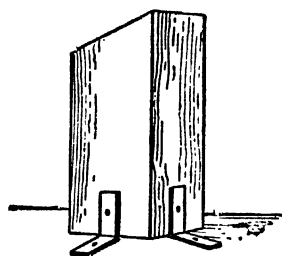


Рис. 23. Неподвижное закрепление ножек стола к полу.

подводки нет, то столы можно оставить подвижными, что удобно для уборки помещения. При возможности сделать хотя бы какую-либо одну подводку (отказываться от этого не следует) столы должны быть закреплены с помощью деревянных упоров или металлических угольников (рис. 23). В длинных узких помещениях ученические столы в последних рядах следует ставить несколько выше, чтобы обеспечить лучшую видимость опытов на демонстрационном столе. Для этого настилают ступенями по 8—10 см вторые полы. Однако излишнее увлечение такими устройствами и расположение столов амфитеатром нецелесообразно, так как создает затруднения в раздаче оборудования для лабораторных опытов и усложняет подводку арматуры. У столов учащихся ставят стулья со спинками и жесткими сиденьями, табуретки или скамейки исключаются. Демонстрационный стол устанавливают выше столов учащихся, на возвышении в 15—20 см. Позади и сбоку от него, как показано на плане (рис. 22) и на рисунке 1, устанавливают вспомогательный стол для запасных или уже использованных приборов. Подводка воды и тока к демонстрационному столу обязательна. По возможности желательна подводка газа (3—4 горелки). Необходимой принадлежностью класса-лаборатории являются вытяжные шкафы. Если лаборантская примыкает к классу, то шкаф для демонстрационных опытов удобнее всего устроить так, чтобы он обслуживал оба помещения. Шкаф устанавливают в углу у передней стены, и он выходит в класс и в лаборантскую, как показано на рисунке 21, или полностью располагается в лаборантской, причем в стене, смежной с классом, делают соответствующих размеров вырез, закрывающийся подъемной классной доской (рис. 22). Над доской помещают спускной экран для проектирования. Вытяжной шкаф для опытов учащихся можно поставить у задней стены класса, как на примерном плане (рис. 22). Если стена капитальная, то в ней должны быть оставлены достаточно широкие вытяжные каналы. Шкаф должен быть достаточно длинный, чтобы около него могло работать одновременно не менее 12—15 человек. Обыкновенно во время урока только часть учащихся выполняет опыт, остальные наблюдают, стоя у шкафа, за ходом эксперимента. При коротком шкафе это оказывается невозможным. Если класс достаточно широкий, то вытяжные шкафы для учащихся могут быть и у продоль-

ной стены класса. В вытяжных шкафах ставят небольшие раковины с кранами. В эти раковины сливают остатки реагирующих веществ, выделяющих вредные газы и пары. Демонстрационный стол и вытяжные шкафы необходимо хорошо освещать.

Дневной свет в классе должен быть слева от учащихся. Совершенно недопустимо расположение окон позади демонстрационного стола, как это иногда делается. Свет, бьющий в глаза, мешает видеть оборудование, находящееся на столе, и очень утомляет учащихся. Около демонстрационного стола вешают 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. У задней стены класса помещают подставку для проекционного фонаря киноаппарата. Подставку делают высотой около 120 см с размерами доски примерно 40×80 см. Для демонстраций на экране должно быть сделано на окнах затемнение (стр. 36).

Вдоль стены у окон устраивают столы-полки на кронштейнах — для весов и других предметов общего пользования. Близ демонстрационного стола ставят шкаф для таблиц и картин. На конце рейки, к которой прикреплена таблица, пишут краской номер полки. Таблицы кладут так, чтобы был виден номер на рейке. Это позволяет быстро находить таблицу, имеющуюся в списках, висящих на внутренней стенке дверцы шкафа. На наклеенных на картон таблицах в верхней части делают отверстия с металлическими кольцами, к которым прикрепляют шнуры для подвешивания. Такие таблицы удобно хранить в вертикальном положении в шкафах с откидывающейся передней дверцей.

В стеновых нишах устраиваются шкафы для приборов, коллекций. По стенам располагают полки для реактивов и различных пособий. На стене, против учащихся, под классной доской и слева и справа от нее помещают таблицы периодической системы Д. И. Менделеева, атомных масс и другие; на боковых стенах — таблицы и картины по химической технологии, портреты химиков и т. д.

Комната для подготовки опытов, или лаборантская, столь же необходима, как и класс. В этой комнате (рис. 22, стр. 32) преподаватель и лаборант готовят и проверяют предварительно опыты, собирают приборы, отбирают все необходимое 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 лаборантской происходит вся подготовительная работа. Эта комната не может быть проходной и должна находиться в полном распоряжении преподавателя и лаборанта. Ее запирают, чтобы посторонние не имели в нее доступа.

Лаборантскую нельзя использовать для хранения физических приборов, так как они здесь неминуемо испортились бы от кислотных и других вредных паров.

Необходимой принадлежностью лаборантской, как и класса, является вытяжной шкаф. Выше уже было сказано, что в случае, если лаборантская расположена рядом с классом, шкаф может быть устроен в стене, разделяющей обе комнаты, и служить для той и другой комнаты (стр. 33).

В лаборантской находятся также шкафы для приборов, посуды, материалов и реактивов. Часть веществ, например готовые растворы и большие банки, можно поместить так же, как и приборы, 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 коем 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 лаборантской, а в классе или коридоре рядом с классом.

В лаборантской у столов и в тяге должны быть проведены газ (если он есть в здании) и вода (стр. 38).

Столов в лаборантской следует иметь несколько. Один из них — стол преподавателя, который устроен как обычные лабораторные столы: с выдвижными ящиками 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.

В лаборантской должен находиться стол для работ со стеклом и полка или стойка для стеклянных трубок. Здесь же надо поставить этажерку для сушки посуды, установить дистиллятор для перегонки воды (стр. 128, 239—241).

2. Общее оборудование и отделка помещений

Если школьный химический кабинет оборудуется заново, необходимо прежде всего составить точный чертеж всех помещений. Это удобно сделать на миллиметровой бумаге. На вычерченный в точном масштабе план наносят тушью или чернилами разного цвета расположение мебели, газовых и водопроводных труб, электропроводки (рис. 22, стр. 32). Площадь учебного химического кабинета должна составлять 60—80 м² (по существующим в настоящее время нормам). Особое внимание надо обратить на необходимость достаточной площади для лаборантской комнаты, учитывая, что, кроме размещения шкафов с оборудованием, паяльного стола, лабораторного стола, приспособлений для мойки и сушки посуды и т. д., в ней приходится выполнять ответственные работы по приготовлению реактивов, подготовке и проверке опытов и многое другое.

Убеждение в достаточности для лаборантской помещения площадью 10—12 м² может быть только следствием незнания или непонимания специфики учебной работы по химии. Неудовлетворительное решение вопроса о лаборантской является одной из причин плохого состояния химического кабинета и отрицательно влияет на постановку преподавания химии вообще. По существующим в практическом опыте рекомендациям площадь лаборантской комнаты составляет примерно половину площади, отведенной для основного учебного кабинета.

Пол в химическом кабинете принято в настоящее время покрывать линолеумом или применять заменяющие его пластики. А деревянный пол должен быть покрашен масляной краской при обязательной, хорошо выполненной шпаклевке, так как попавшие в щели случайно пролитые или рассыпанные реактивы не только разрушают покрытие, но могут быть источником загрязнения воздуха. По этим соображениям для покрытия полов в химических кабинетах не рекомендуют паркет. В практике, однако, используют паркетные покрытия, но в этих случаях необходим хорошо сплоченный дубовый паркет, регулярно натираемый или покрытый специальным лаком.

Стены химического кабинета должны быть только светлых тонов. По практическим соображениям панели стен (не менее трети стены по высоте) окрашивают обычно масляной краской, а верхнюю часть — клеевой краской или белят мелом. Относительная дешевизна такой покраски позволяет легко обновлять покрытия и поддерживать стены в чистоте.

Окна в кабинете должны быть достаточно большими (в соответствии с минимальным отношением площади света к площади пола не менее 1 : 21), с легко открывающимися форточками для проветривания. Фрамуги в верхних частях окон, несмотря на некоторую сложность механизма, предпочтительнее обычных форточек, так как в зимнее время позволяют избежать прямого потока холодного воздуха, и при необходимости фрамуги могут быть частично открыты даже во время урока.

На окнах химического кабинета устраивают затемнение. При наличии технических возможностей может быть устроено шторное затемнение с централизованным механическим управлением с помощью электромотора с реверсивным пускателем (примерная схема и внешний вид затемнения показаны на рис. 24), однако особой необходимости в этом нет. Вполне достаточное для практических целей затемнение (при демонстрации кинофильмов, диафильмов и диапозитивов, использовании эпидиаскопа и пр.) дает шторное устройство с задерживающимися шторами и ручным управлением (рис. 25).

Шторы делают из плотной черной или темно-синей материи. Две половинки штор должны заходить одна за другую на 40—45 см. Каждую штору подвешивают на кольцах к особой палке или лучше металлической трубе, для чего можно воспользоваться обыкновен-

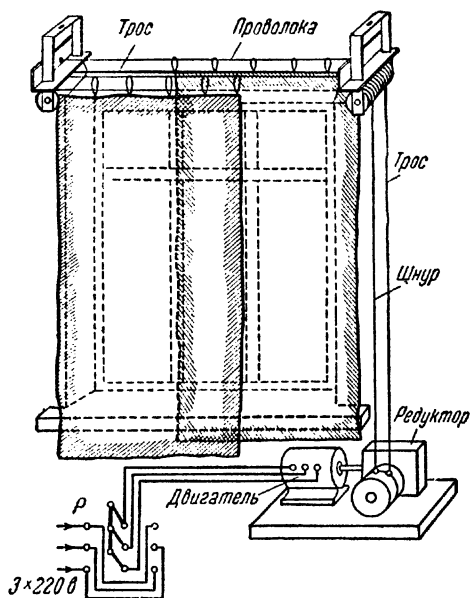


Рис. 24. Механизм централизованного затемнения.

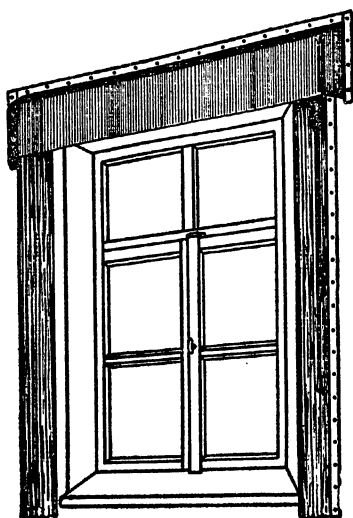


Рис. 25. Общий вид простого шторного затемнения.

ной 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 вставляют в два деревянных кронштейна, прикрепляемых к стене над окном. Расстояние между трубами около 2 см. К каждому кронштейну привинчивают маленькие кронштейны, в которых укрепляют железную ось. На ось надеты два блока-катушки; по блокам ходят шнуры, при помощи которых передвигаются шторы. Для каждой половинки шторы служит особый шнур. Концы шнура перекинуты через блоки и к ним подвешены небольшие грузики. Крайнее кольцо шторы привязывают к шнуру. Если тянуть за один конец шнура, то штора раскрывается, за другой — задерживается.

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

Чтобы свет не проходил сверху, к стене над окном прибивают кусок черной материи, который перекидывают через укрепленную на кронштейнах перекладину и свешивают над шторой. К этому куску материи пришивают два боковых куска, скрывающих кронштейны. Эти куски также прибивают к стене.

Кольца, при помощи которых подвешивают шторы, делают из толстой, лучше латунной, проволоки. Книзу они суживаются, причем концы проволоки загibaют крючками, которые заходят один за другой. При достаточно толстой проволоке спаивать концы нет необходимости. Кольца прикрепляют к шторам на расстоянии около 10 см одно от другого.

Шторы делают такой длины, чтобы нижние края их лежали на подоконнике. Задернув шторы, следует оправить края так, чтобы они не пропускали свет в комнату.

Двери химического кабинета лучше сделать застекленные в верхней части, чтобы обеспечить надзор за помещением и при закрытых дверях. Они должны выходить непосредственно в широкий коридор или вестибюль, чтобы в случае необходимости учащиеся могли быстро выйти из кабинета. При наличии в кабинете затемнения для застекленной части дверей нужно изготовить плотные задерживающиеся шторы.

Все помещения должны иметь хорошие запоры с запасными ключами, которые хранят в определенных местах. При наличии технических возможностей полезно оборудовать химический кабинет специальной сигнализацией (устройство ее согласуется с Управлением пожарной охраны и милицией), включаемой в нерабочее время.

3. Вода, газ, электропроводка, освещение

Большая часть зданий современных школ, как правило, оборудована водопроводной системой. При наличии водопровода обеспечить водой химический кабинет просто. Однако следует иметь в виду, что сливные трубы в химическом кабинете быстрее подвергаются коррозии вследствие попадания в них кислот и других реактивов, а также быстрее засоряются. При проектировании водопровода следует предусмотреть подводящие воду трубы достаточных диаметров, чтобы обеспечить необходимый напор воды с учетом одновременной работы всех кранов. При расчете принимается во внимание расход воды на один кран 0,15 л в секунду¹. Все трубы обычно прокладывают под полом, однако они должны быть доступны для осмотра и исправления. Для этого их помещают в сделанные в полу каналы, закрываемые съемными крышками (по крайней мере, в местах соединений и разветвлений). На центральной трубе, подающей воду в кабинет и лаборантскую комнату, следует обязательно устанавливать запорный кран для отключения подачи воды в случае необходимости. Отдельные запорные краны желательно

¹ Сточные трубы должны иметь размеры просвета в части, примыкающей к раковине, 38—50 мм, в горизонтальной (с необходимым уклоном во избежание застоя агрессивных жидкостей) — 60—70 мм, в вертикальной — не менее 50 мм.

иметь также у ответвлений труб, подающих воду к раковинам. Раковины могут быть укреплены у стен (рис. 22, стр. 32) или у столов сбоку или в крышке стола. У демонстрационного стола удобно укрепить раковину сбоку, со стороны окон.

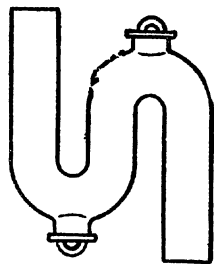


Рис. 26. Сифон для раковины.

Чугунные эмалированные раковины для химического кабинета непрактичны, так как эмаль довольно быстро разрушается реактивами и раковина ржавеет. Наиболее удобными являются фаянсовые (или другие керамические, шамотовые, глиняные и пр.) раковины небольших размеров (типа умывальных или специальные лабораторные). В вытяжных шкафах можно ставить небольшие фарфоровые раковины¹. В лаборантской комнате, по крайней мере, одна раковина должна быть с плоским дном — мойка, чтобы в нее можно было ставить посуду при заполнении ее реактивами и мытье. Такую раковину устанавливают на железных кронштейнах или на ножках. Необходимой принадлежностью каждой раковины является сифон («застой»), соединяющий раковину со сливной трубой. Он представляет собой изогнутую трубу с навинтованными крышками на верхней и нижней (или только на нижней) частях сгиба (рис. 26). Для химического кабинета такие сифоны у раковин абсолютно необходимы, соединение раковины «напрямую» со сливной трубой недопустимо. В сифоне всегда остается некоторое количество воды, которая разобщает помещения от сточных труб и препятствует проникновению из них газов в комнату. Кроме того, в сифоне оседают твердые вещества, которые периодически можно удалять через нижнее отверстие. В химическом кабинете весьма желательно ставить сифоны из пластмассы (винипласта, полиэтилена и др.), изготавливаемые в настоящее время в достаточных количествах. Эти материалы устойчивы к действию кислот и других реактивов. Металлические (чугунные и пр.) сифоны менее желательны, так как разрушаются кислотами, особенно азотной кислотой. Однако даже при наличии пластмассовых сифонов следует всегда заботиться о сохранности металлических сливных труб. Поэтому никогда не следует забывать правила: вылив что-нибудь в раковину, обязательно промыть ее водой. Полезно иметь у раковины вынимающуюся решетку, при ее отсутствии (у раковин типа умывальных и др.) следует вкладывать в сливное отверстие металлическую сетку. Около каждой раковины должна находиться банка, ведро с крышкой или ящик для сухих отбросов.

¹ Небольшие лабораторные раковины размером 15 × 15 см для установки в вытяжных шкафах и на ученических столах изготавливаются промышленностью (ГОСТ 10486—63). Иногда на ученических столах устанавливают клепаные сливные раковины 15 × 15 × 15 см из толстой жести, окрашенные кислотоупорной краской. При бережном обращении они могут служить сравнительно долгое время.

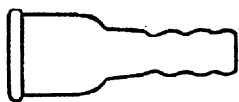


Рис. 27. Насадка к водопроводному крану.

Чтобы закрыть сифон и часть сливной трубы, под раковиной у стен и у столов полезно установить легкие съемные шкафчики из фанеры. Внутри их (при наличии дверей) можно поместить и банки (ящики) для сухих отбросов.

У раковин на ученических столах обычно достаточно установить один кран, подводящий воду (стр. 31), или два крана, если раковина находится сбоку стола; у стенных раковин и у раковины на демонстрационном столе, а также у мойки — по два-три крана.

Краны следует прикреплять над раковиной значительно выше, чем у кухонных раковин, чтобы под кран можно было ставить высокие сосуды. Расстояние от дна раковины до крана делают не менее 45 см. У каждой раковины должен быть один большой кран (внутренний диаметр отверстия 9,5—12,5 мм). Кроме того, следует установить один или два крана поменьше (диаметр 6 мм), с насадками для надевания каучуковых трубок. Такие насадки бывают навинчивающиеся на гайке, но можно и напаять насадку от газового крана (рис. 27). 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 крана — ниже (40—45 см).

Для крана с навинчивающейся насадкой внутрь насадки ставят несколько кружков из медной сетки, благодаря чему кран дает ровную, неразбрызгивающуюся струю. Время от времени сетку приходится прочищать от накапливающейся грязи. Если грязь очень въелась, то сетку нужно вынуть и, удерживая ее щипцами, прокалить на горелке.

Помимо обычных водопроводных кранов в кабинете, лаборантской или непосредственно примыкающем к ним коридоре, желательно иметь пожарный кран с достаточно длинным рукавом и брандспойтом.

При отсутствии водопровода запас воды в кабинете хранят в оцинкованных или эмалированных баках емкостью 25—35 л с кранами, на которые следует надеть резиновые трубки. Баки в кабинете и лаборантской комнате удобно установить на хорошо укрепленных стенных полках или подставках. Для хранения воды можно использовать полиэтиленовые канистры емкостью 15 л и более. Так как канистра крана не имеет, воду сливают с помощью сифона. Трубку сифона вводят через навинчивающуюся крышку канистры, проделав в ней отверстие нагретой стеклянной палочкой или металлическим стержнем¹.

Необходимые для опытов количества воды на демонстрационном столе и на столах учащихся держат в стеклянных бутылках с ниж-

¹ При некотором навыке можно легко припаять к отверстию, проделанному у дна канистры, полиэтиленовую трубку или вставить в отверстие полиэтиленовую пробку с впаянной трубкой и залить ее расплавленным полиэтиленом.

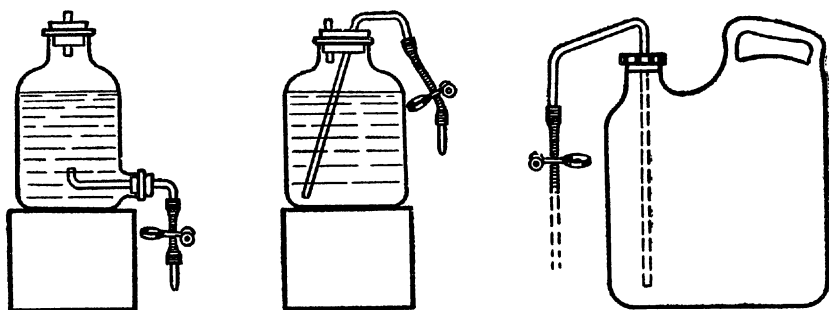


Рис. 28. Канистра и бутылки для воды (с тубулюсом и сифоном).

ним тубулюсом или сифоном емкостью от 2 до 5 л (рис. 28). В крайних случаях необходимое для опытов количество воды выставляют на столы учащихся в колбах, бутылках, стаканах. Если для опытов нужна дистиллированная вода, требуемые количества ее также выдают на столы в небольших сосудах. На демонстрационном столе следует иметь двухлитровую тубулированную или оборудованную сифоном бутылку с дистиллированной водой.

Даже при отсутствии водопровода желательно оборудование демонстрационного стола, лаборантской, вытяжных шкафов и по возможности столов учащихся сливными раковинами. В этих случаях под раковинами устанавливают керамические сосуды для слива жидкостей. Для собирания значительных объемов жидкостей (кроме кислот) можно использовать металлические (лучше эмалированные) ведра. Для слива концентрированных растворов кислот (даже при наличии водопровода) применяют отдельные керамические сосуды.

При наличии необходимых условий и технических возможностей в химический кабинет и лаборантскую подводят газ (магистральный или от местной станции). Газификацию осуществляют только с разрешения пожарной охраны и санинспекции. Газовые трубы, как правило, прокладывают только вдоль стен, но не под полом. На ученических столах в лаборатории число газовых кранов должно соответствовать числу мест. На демонстрационном столе и в вытяжных шкафах следует поставить по несколько кранов. У паяльного стола — 2 крана, на столе в лаборантской — 3—4 крана. Диаметр кранов на демонстрационном столе, в лаборантской и у паяльного стола не менее 6,3 мм, на ученических же столах 4,8 мм и даже меньше. При подводке газа к демонстрационному столу, чтобы напор газа был достаточно велик, можно руководствоваться следующими данными: при диаметре крана в 6,3 мм подводящая труба должна быть не менее 32 мм, а при значительном расстоянии от магистрали и больше. Ответвления к кранам — 25 мм, угольники для кранов — 9,5 мм с переходами на 6,3 мм. Абсолютно обязательной является установка общего запорного крана на центральной под-

водящей трубе и отдельных запорных кранов на трубах в кабинете и лаборантской. Запорные краны открывают только на время работы с горелками.

При отсутствии подводки газа можно использовать небольшие по объему баллоны со сжиженным пропан-бутаном (бытовые, туристские, стр. 183). Однако это допустимо только для питания горелок на демонстрационном столе и в лаборантской. Газификация учебных столов таким способом исключается.

Электропроводка в школьном кабинете обычно не разделяется на осветительную и техническую, но для более удобного использования, а при необходимости и трансформации тока, применяемого в химических опытах, нужно иметь отдельный распределительный щит с трансформатором (желательно также и с выпрямителем достаточной мощности). Эти приборы при соответствующих переключениях позволяют подать на демонстрационный стол и столы учащихся переменный ток действующего в сети напряжения (обычно до 220 в) для включения электронагревательных приборов, переменный ток пониженного напряжения (36—60 в) для опытов по электропроводности, постоянный ток для опытов по электролизу. Это удобнее, чем использование трансформаторов и выпрямителей непосредственно на рабочих местах, однако при отсутствии общего распределительного щита такая возможность не исключается. На учебных столах достаточно иметь по две штепсельные розетки (под крышками столов на боковых сторонах), на демонстрационном столе — 3—4 розетки. Кроме того, следует установить 2 розетки на стене перед демонстрационным столом (для включения дополнительного освещения и т. п.), две — в вытяжном шкафу и одну — для проекционного аппарата (у задней стены). В лаборантской комнате должен быть отдельный щиток с рубильником и выходными клеммами, розетки на стенах и у рабочего стола. Для включения и переключения тока на щитах удобно пользоваться комбинированными переключателями — «пакетниками».

Подводящую основную проводку делают в газовых трубах или в виде скрытой проводки в каменных стенах, а подводку к столам — в «бергмановских» трубках¹. Сечение проводов следует рассчитывать примерно на 20 а.

Для подачи тока на столы учащихся необходимо иметь отдельный рубильник, позволяющий включать ток только на время работы. Во все другое время ток от столов отключен. Распределительный щит (если он расположен непосредственно в кабинете) помещают в металлический стенной ящик и запирают на замок.

Для освещения кабинета наиболее удобны современные лампы дневного света с приспособлениями, дающими равномерный рассеянный свет. Такие же лампы устанавливают над классной доской, а иногда по боковым краям ее в специальных футлярах из матовой пластмассы. При использовании обычных ламп накаливания мощ-

¹ Тонкостенные трубки из алюминия или жести, выложенные внутри просмоленной изолирующей бумагой.

ностью до 250 *вт* и более последние размещают под потолком в шарообразных колпаках-абажурах молочного стекла. Для освещения такими лампами демонстрационного стола и классной доски полезно устроить софит в виде металлического корытообразного желоба, в котором помещается несколько ламп. Софит в разрезе изображен на рисунке 29. Его подвешивают немного впереди демонстрационного стола с таким наклоном, чтобы прямой свет не попадал в глаза учащимся. При необходимости дополнительного освещения шкафов удобно пользоваться переносной лампой с длинным шнуром.

В ночное и другое нерабочее время (например, во время каникул) ток в кабинете, лаборантской полностью отключают рубильником центрального щита.

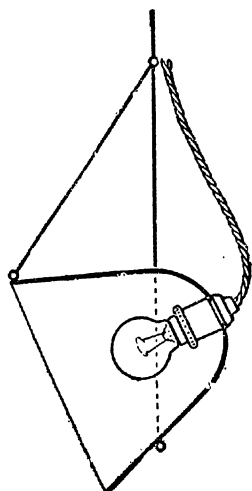


Рис. 29. Софит (разрез).

4. Мебель

Наиболее удобно заказать для химического кабинета стандартную мебель фабричного изготовления, однако нередко приходится изготавливать необходимое оборудование (или часть его) на месте с учетом рекомендуемых форм и размеров. Кроме наиболее распространенного материала (дерева), для изготовления мебели в настоящее время широко используют металл (каркасы столов), а для покрытий столов — керамику, пластмассы, стекло и др.

Одним из важных предметов оборудования является демонстрационный стол. Изготовленный даже в простом варианте (рис. 30) и соответственно оснащенный демонстрационный стол сберегает у учителя много времени и облегчает постановку опытов. Стол должен быть достаточных размеров, чтобы на нем можно было расположить все необходимое для урока. Наиболее удобные размеры стола:

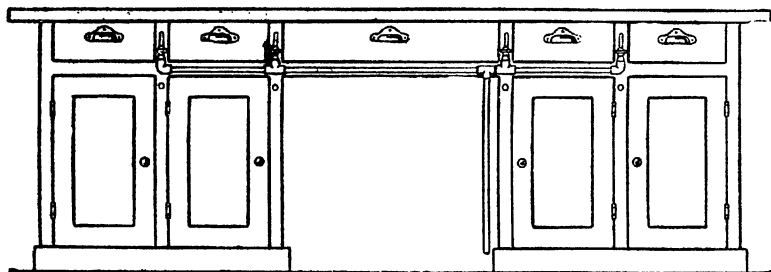


Рис. 30. Демонстрационный стол.

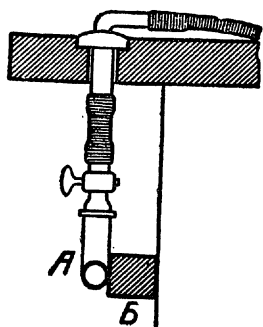


Рис. 31. Кран для газа на демонстрационном столе (каучук надет).

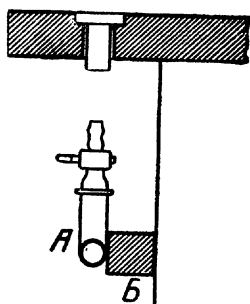


Рис. 32. Кран для газа на демонстрационном столе (каучук снят).

длина около 3 м, ширина 80 см, высота 90 см. Стол должен быть устойчивый, массивный, с толщиной верхней доски (из переклеенной в несколько слоев фанеры) 4—5 см. Внизу стола справа и слева устраивают шкафчики с полками, в которых размещают необходимую посуду и материалы. Под серединой стола шкафчики не делают, чтобы за столом можно было работать сидя. Над шкафчиками под доской располагают несколько выдвижных ящиков (рис. 30, см. также рис. 1, стр. 14) с перегородками (для инструментов, стеклянных и резиновых трубок и т. п.). Верхняя доска должна выдаваться над подстольем примерно на 15 см, чтобы шкафчики не мешали стоять перед столом. К столу, как было указано на странице 39, подводят воду (одна раковина сбоку стола), электрический ток (3—4 розетки под доской), а в газифицированных помещениях также газ.

Расположение газовых кранов изображено на рисунках 31 и 32. Газовая труба А проходит под доской стола со стороны, обращенной к преподавателю, и укреплена ниже ящиков. При этом труба не прилегает к подстолью, а находится от него на некотором расстоянии (5—7 см), как показано на рисунках 31 и 32, где А — труба (в разрезе) и Б — брусок (в разрезе), к которому труба прикреплена.

Краны расположены между ящиками и оканчиваются на 10 см ниже доски стола. Над кранами в доске стола делают отверстия, через которые свободно проходят каучуковые трубки, присоединенные к горелкам. Трубку сначала продевают в отверстие, а затем надевают на кран. Чтобы каучук 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, чтобы она плотно входила в отверстие.

Когда горелка не нужна, отверстие в столе закрывают деревянной пробкой (рис. 32). Длина пробки должна быть несколько больше, чем толщина доски стола, чтобы пробку легко можно было выталкивать рукой. При таком расположении краны не мешают работать, их удобно открывать и, кроме того, они не мешают устройству выдвижных ящиков. Часть стола, обращенная к учащимся, должна быть по всей длине закрыта толстой фанерой, покрашенной под цвет стола.

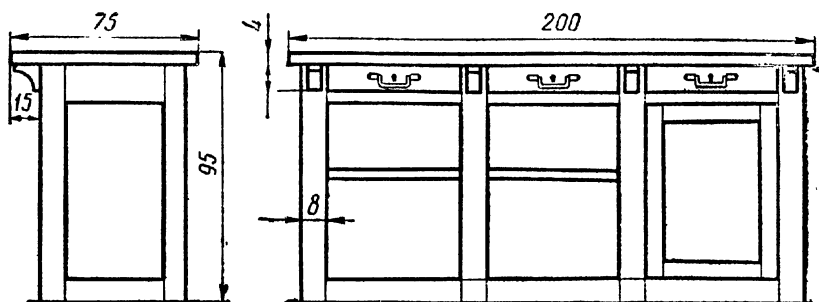


Рис. 33. Упрощенный демонстрационный стол.

Демонстрационный стол может быть устроен проще (рис. 33): длина его 2 м, ширина 75 см. Простейший демонстрационный стол изображен на рисунке 34. Бока и передняя часть стола, обращенная к учащимся, заделаны «переклейкой» (фанерой) или «вагонкой». У стола имеется один или несколько ящиков для инструментов и большая полка вместо шкафчиков. 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 обойтись временно и обыкновенным столом, поставив его на небольшое возвышение или подложив под ножки бруски соответствующей толщины, но в хорошо оборудованной школе устройство удобного демонстрационного стола необходимо.

Для поверхности демонстрационного стола лучше всего применить плиточные или листовые пластмассовые покрытия (гетинакс, полихлорвинил и др.), керамические плитки (глазурованные) или

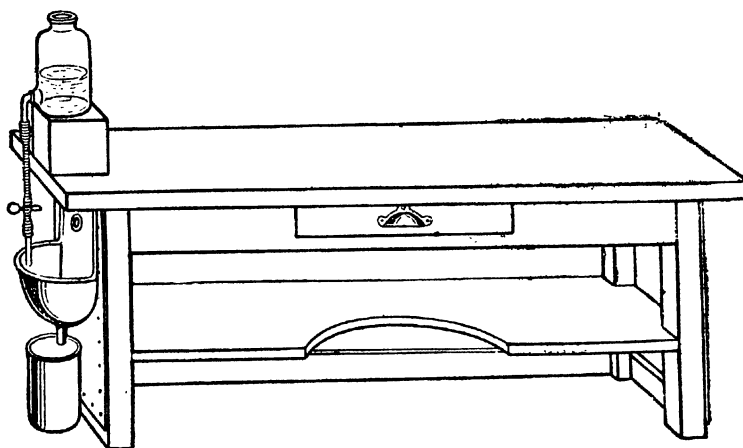


Рис. 34. Простейший демонстрационный стол.

линолеум. По середине стола нужно положить толстое большое стекло. Если нет указанных материалов, поверхность стола покрывают огнеупорной и кислотоупорной краской.

Один из весьма удобных старинных рецептов такого покрытия дан ниже.

Свежевыстроганную, ничем не покрытую и не шпаклеванную поверхность стола покрывают следующим раствором:

воды	2500 г
солянокислого анилина	400 г
нашатыря	60 г

Раствор наносят горячим при помощи обыкновенной волосяной кисти. Когда раствор впитается и дерево совершенно просохнет, его покрывают горячим вторым раствором:

воды	2500 г
медного купороса	400 г
бертолетовой соли	200 г

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 счищают стеклянной бумагой, и хорошо отшлифованное дерево покрывают несколько раз горячей олифой, после чего оно делается совершенно черным. Краска очень прочная: не пачкает, не смывается ни водой, ни спиртом, ни эфиром и мало страдает от концентрированных кислот и щелочей. Если на стол налить спирта и зажечь, то спирт сгорает, не оставляя ни малейшего следа.

Для предохранения поверхности стола от повреждения ее время от времени натирают мастикой, применяемой, например, для натирки линолеума (силиконовой и др.).

Столы для учащихся наиболее удобны двухместные. Их делают с ящиками и шкафами (обычно в виде тумбочки посередине) или без них, с оборудованием (вода, электричество, газ) или без оборудования. При изготовлении двухместных столов исходят обычно из следующих габаритов: длина стола 120—130 см, ширина 55—60 см, высота 74—76 см. Одна из моделей такого стола, оборудованного водопроводом, показана на рисунке 35. Водопроводную раковину у такого стола укрепляют не в крышке, а сбоку, в этом случае обе боковые стороны должны быть закрыты. Отделом наглядных пособий Института общего и политехнического образования АПН разработана конструкция двухместного стола (рис. 36). Верхняя часть стола держится на двух опорах (без двух боковых ножек). Это облегчает выход учащихся из-за стола. Более простую конструкцию предлагает НИИШОТСО¹ АПН СССР (рис. 37). Для покрытия учебных столов можно применить те же материалы, что и для демонстрационного стола (стр. 45). В некоторых случаях используют для этих целей даже листы резины. При фабричном изготовлении крышки столов делают из древесно-волокнутой плиты, пропитанной синтетическими смолами.

¹ Научно-исследовательский институт школьного оборудования и технических средств обучения.

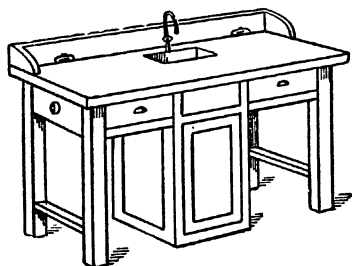


Рис. 35. Двухместный ученический стол.

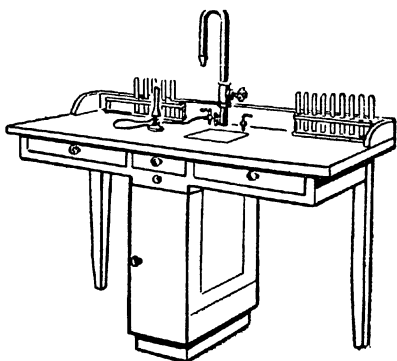
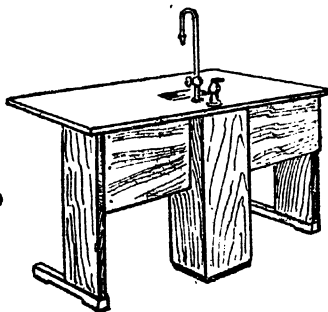
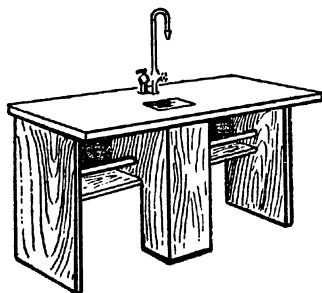
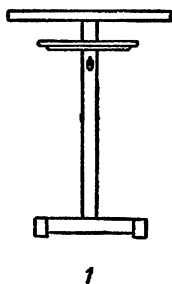


Рис. 36. Двухместный ученический стол.

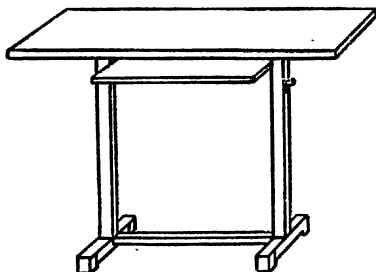


2

Рис. 37. Столы и стулья ученические:
1 — щитовой конструкции; 2 — консольной конструкции.



1



2

Рис. 38. Стол двухместный на металлическом каркасе:
1 — вид сбоку; 2 — вид спереди.

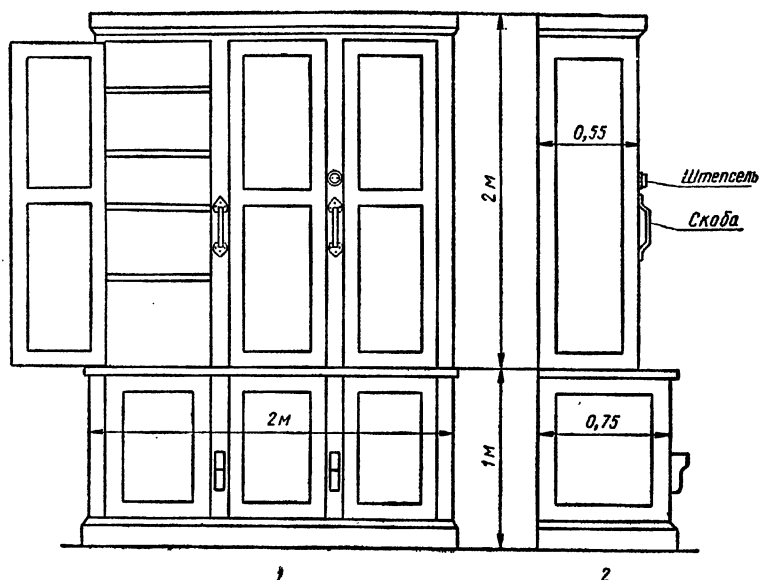


Рис. 39. Шкаф для приборов и реактивов:

1 — вид спереди; 2 — вид сбоку.

При невозможности приобрести или заказать столы по данным моделям можно установить в классе аудиторные столы. Такие столы на деревянных ножках или металлическом каркасе (рис. 38) изготовляют предприятия местной промышленности. Для удобства к ним нужно приделать (на винтах) деревянные бортики по боковым кромкам высотой 2 см, по задней кромке — 4 см. Эти столы удобно использовать также в лаборантской и для запасных приборов¹.

Стулья для учащихся делают деревянные или на металлической основе, жесткие, на четырех ножках, с квадратным сиденьем 30 × 30 см, высотой 50 см. Одна из новых конструкций стула показана на рисунке 37.

Шкафы для приборов, посуды и реактивов, обычно остекленные в верхней части, делают различной глубины, а именно 40—45 см (для приборов), 55—60 см (для посуды), 35—45 см (для реактивов).

Полки во всех шкафах следует сделать переставные для более удобного и экономного размещения лабораторного имущества. Часть полок можно сделать более узкими. Это особенно удобно для

¹ К этим (или подобным) столам подводка воды сложна и требует дополнительного оборудования. Однако при жестком креплении к ним можно подвести газ и электрический ток. Для сливания жидкостей пользуются керамическими банками (стр. 41). В качестве дополнительного оборудования на ученических столах иногда закрепляют штативы для пробирок, как показано на рисунке 36, подставки для сосудов с водой (рис. 28, стр. 41) и даже маленькие шкафчики для реактивов.

размещения реактивов, причем мелкие склянки ставят 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 хранят круглодонные колбы и тому подобные круглые предметы, полезно сделать невысокий бортик, чтобы предметы не скатывались с полки.

Для того чтобы шкафы можно было ставить рядом, у них не следует делать сложных карнизов или выдающихся украшений. Желательно, чтобы все шкафы были одной и той же высоты, разнокалиберные шкафы портят общий вид помещения. Наилучшая ширина шкафов 130—150 см. Обычная высота шкафов 2 м, но если места мало, то шкафы можно сделать и выше. Тогда необходимо иметь легкую раздвижную лестницу. Удобен шкаф, изображенный на рисунке 39. У этого шкафа низ шире верха. У нижней части делают ступеньку, а у верхней части — ручку (скобу). Взявшись за ручку, легко стать на выступ нижней части. Тогда до верхней полки можно достать, не пользуясь лестницей. Шкаф должен быть хорошо прикреплен к стене. На рисунке 40 показан реактивный шкаф для лаборантской.

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

Шкаф для различных коллекций делают висячий, неглубокий (ширина полок около 10 см). Препараты ставят в нем в один ряд. Высота шкафа 1 м, длина 90 см и более, в зависимости от размеров коллекций. Повешен шкаф должен быть так, чтобы все находящееся в нем было хорошо видно. При указанных размерах шкафа низ его должен быть на расстоянии 1 м от пола. Внутри шкафа следует выкрасить белой масляной краской.

Классную доску обычно устанавливают вертикально между стойками и уравнивают перекинутыми через блоки свинцовыми или чугунными грузами, находящимися внутри стоек. Грузы должны быть такие, чтобы доску легко можно было опускать и поднимать. На рисунках 41 и 42 показано устройство подъемной доски. Стойки, между которыми движется классная доска, представляют собой коробки из четырех тонких досок. Передняя доска каждой коробки съемная, ее укрепляют на шурупах. На рисунке 42 верхняя часть левой стойки показана в увеличенном виде (по сравнению с

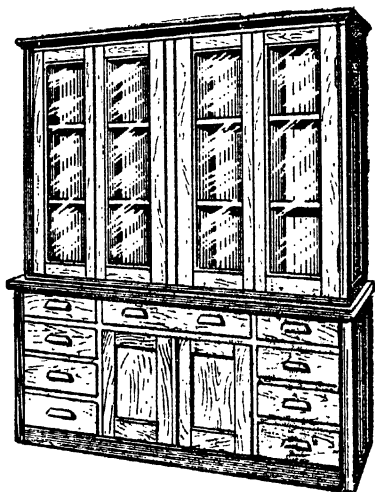


Рис. 40. Шкаф реактивный для лаборантской.

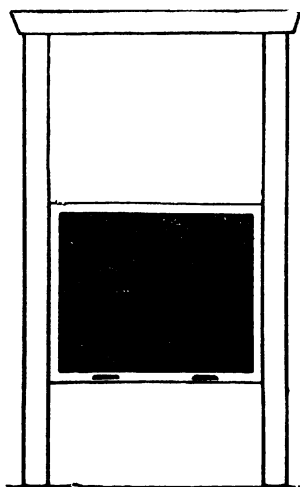


Рис. 41. Подъемная классная доска.

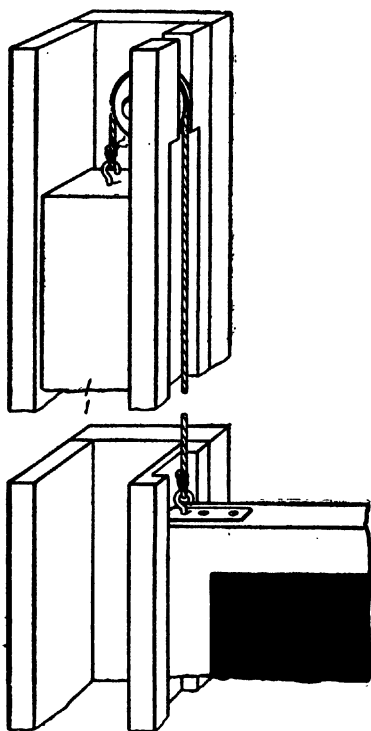


Рис. 42. Деталь устройства подъемной доски.

рис. 41) с отнятой передней доской. Виден выбранный сбоку стойки паз, по которому движется доска. Тонкие стальные тросы (или капроновые веревки), на которых подвешивают доску, прикрепляют к ней сбоку и перекидывают через блок, укрепленный в верхней части стойки. Размеры блока должны быть таковы, чтобы трос, на котором подвешена доска, с одной стороны прилегал к поверхности паза в стойке, а с другой — шел по середине полости стойки, внутри которой движется противовес 1.

Для оси блока к внутренней части стойки привинчивают железные кронштейны. Стойки плотно прикрепляют к стене и связывают друг с другом перекладиной с карнизом. Перекладина закрывает верхние части стоек, где находятся блоки и прорезы для троса. Удобно располагать доску у стены с вырезом, выходящим в лаборантскую. К вырезу со стороны лаборантской примыкает вытяжной шкаф. При поднятой доске вырез открывается, и учащиеся могут наблюдать опыты, проводимые в вытяжном шкафу (рис. 22, стр. 32, план химического кабинета и лаборантской), при опускании доски вырез закрывается.

Над доской укрепляют щит с изображенной на нем периодической системой элементов Д. И. Менделеева. Для освещения сверху (а возможно и по боковым сторонам) следует установить лампы дневного света (см. стр. 42) или обычные электролампы с защитным приспособлением в виде софита (рис. 29, стр. 43). Если за доской вытяжного шкафа нет, она может быть и не подъемной. Размеры доски обычно бывают 150 см по длине и 120 см по высоте. Нередко

в классе устанавливают несколько досок. В этом случае удобной может быть комбинированная раскрывающаяся доска с двумя боковыми сторонами. Прикрепленные на петлях две боковые доски покрывают линолеумом с обеих сторон. Полезную площадь доски можно увеличивать и уменьшать по мере надобности.

В черный цвет доски в настоящее время красят очень редко. Обычным покрытием для доски является коричневый линолеум. Он должен быть приклеен к деревянной поверхности доски ровно, без вздутий. Если со временем линолеум становится слишком гладким и мел к нему пристает плохо, его промывают горячим раствором соды.

Экран для проекций лучше всего иметь переносный, свертывающийся. Такие экраны с автоматическим приспособлением для свертывания изготовляют мастерские Главучтехпрома. Можно изготовить и самодельный экран из гладкой белой ткани и вывешивать его по мере надобности. Удобно покрасить в белый цвет часть стены ($1,5 \times 1,5$ м) сбоку от доски по ровной штукатурке. Для покраски может

быть использована также алюминиевая пудра, смешанная с лаком (продается в магазинах лаков и красок). В обычное время такой нарисованный на стене экран используют для вывешивания наглядных пособий.

Для хранения длинных стеклянных трубок применяют специальную стойку, но особой надобности в ней нет: трубки можно ставить в углу лаборантской, отгородив его прибитой к полу дощечкой. (Об устройстве ящика для таблиц и кронштейнов для весов см. рис. 43 и 44.)

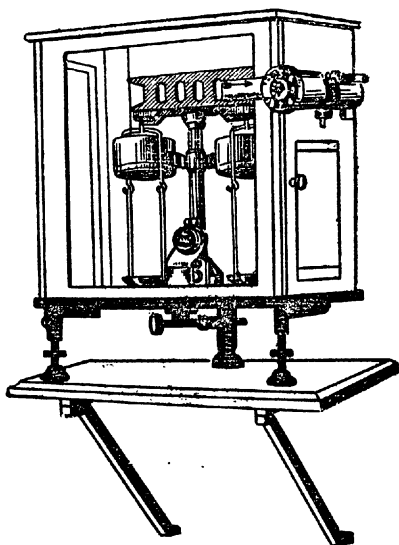


Рис. 43. Полка на кронштейнах для весов.

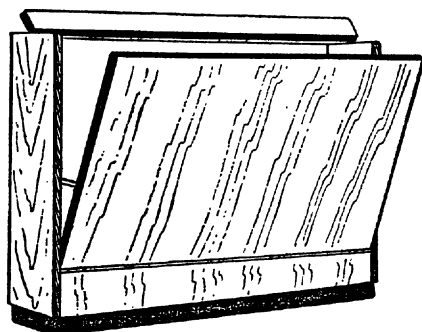


Рис. 44. Ящик для таблиц.

Глава II.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

1. Общая характеристика вытяжной вентиляции

Вытяжные шкафы должны быть неременной принадлежностью каждого школьного химического кабинета. Ряд опытов можно выполнять только в вытяжном шкафу, обеспечивающем хорошую тягу. Однако устройство тяги — дело не такое простое, как может показаться вначале. Хорошая тяга в химическом кабинете существенно отличается от обычной бытовой вентиляции и имеет ряд специфических особенностей.

При устройстве вентиляции в жилых помещениях большую или меньшую силу (объем) вентиляции принято обозначать числом полных обменов воздуха в вентилируемом помещении в течение 1 ч. Число обменов устанавливают на основании учета возможного количества оксида углерода CO_2 и других портящих воздух газов, выделяющихся при дыхании, горении и т. д., и на основании других данных.

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, — до пяти обменов в 1 ч. При числе обменов больше пяти скорость движения воздуха делается настолько велика, что люди, находящиеся в помещении, начинают чувствовать сквозняк.

При обычных условиях вентиляции жилых помещений воздух, в который попадают нежелательные примеси, постоянно разбавляется свежим воздухом, причем в помещении всегда остается некоторое минимальное допустимое содержание вредных 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 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 производят в вытяжных шкафах, в которых, следовательно, должна быть настолько сильная тяга, чтобы даже при са-

мых неблагоприятных условиях выделяющиеся газообразные вещества не могли проникнуть из вытяжного шкафа в помещение.

Очевидно, что и условия вентиляции внутри вытяжного шкафа должны быть совершенно иные, чем условия вентиляции помещения, в котором этот шкаф находится. При этом имеет значение не число обменов, а некоторая определенная линейная скорость движения воздуха, входящего в шкаф через дверцы или другие отверстия. Действительно, если эта скорость будет больше скорости выделения и скорости диффузии веществ, которые необходимо удалить, если она будет достаточна для поднятия взвешенных частичек и капелек этих веществ, то, очевидно, последние ни в каком случае не смогут проникнуть в помещение лаборатории. Следовательно, при надлежащей скорости входящего в шкаф воздуха величина и размеры шкафа, а следовательно, и число обменов не имеют значения. В шкафу, не имеющем никакого сообщения с комнатой, кроме как через небольшую дверцу и вытяжной канал, установится принудительная тяга (с помощью вентилятора или другими способами), при которой в дверцах возникает достаточно быстрый ток воздуха, так что выделяющиеся вредные газы не могут распространяться навстречу этому току и в помещение не выйдут. Однако такая схема действия на практике оказывается более сложной. Если шкаф по сравнению с величиной входного отверстия очень велик (очень широк и глубокий), то, несмотря на большую скорость поступления воздуха, последний внутри самого шкафа будет двигаться медленнее, по кратчайшему направлению между входным и вытяжным отверстием — относительно быстрее, в отдаленных 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 потребуется более или менее продолжительный промежуток времени для того, чтобы весь сероводород был унесен в вытяжное отверстие. Если в шкафу образуется более тяжелый медленнее диффундирующий газ, чем сероводород, он, очевидно, еще дольше останется внутри шкафа. При наличии твердых и жидких распыленных веществ (дымов и туманов) может оказаться, 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 тяга не может действовать постоянно. Ее, во всяком случае, приходится останавливать хотя бы на ночь. Если действие тяги будет прекращено раньше, чем весь газ удалится из шкафа, он несомненно попадет в помещение.

Очевидно, 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 он будет уносить из шкафа образующиеся в нем газы и пр.

Следовательно, самая приемлемая конструкция будет та, при которой поперечное сечение шкафа того же размера, что и входное отверстие; это обеспечивает более или менее равномерную скорость движения воздуха. Иными словами, 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. В практике картина может быть еще более сложной. Значительный по размерам вытяжной шкаф обыкновенно имеет несколько дверец, которые постоянно приходится поднимать и опускать для различных манипуляций внутри шкафа. При этом сильно изменяется скорость движения входящего в шкаф воздуха. Шкаф, хорошо работающий при закрытых дверцах, может плохо работать, когда часть дверец совсем открыта. Такое явление приходится наблюдать довольно часто: при открывании дверцы из шкафа «выбивает» образующиеся в нем газы и дымы. Этого не будет при достаточной скорости движения воздуха внутри шкафа, и тогда можно смело открывать дверцы, если возникнет такая необходимость. При опускании дверец скорость движения воздуха только возрастает и вероятность проникновения газов в помещение даже в непредвиденных случаях (порча прибора и пр.) еще более уменьшается.

Однако дверцы вытяжного шкафа, как известно, никогда не закрывают совсем. Под дверцами всегда оставляют более или менее значительную щель. При совершенно закрытых дверцах внутри шкафа не может быть движения воздуха, и образующиеся в шкафу газы не будут из него 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.

Бывает, что воздух поступает в шкаф через входное отверстие достаточно быстро, так что образующиеся в шкафу вещества наружу не проникают. Но в то же время внутри шкафа из-за его большого размера 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 — пространство под дверцами. Между тем скопившиеся в шкафу газы начинают диффундировать через щели навстречу медленно движущемуся в них воздуху и попадают в помещение. Если воздух в шкафу теплее наружного вследствие того, что там зажжены 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 с плохой тягой подобное явление наблюдается спустя некоторое время после начала работы:

через щели над дверцами, между шкафом и стеной и т. п. начинает просачиваться «дымок» аммонийных солей, оксида серы SO_2 и т. п. При быстром токе воздуха внутри шкафа, когда выделяющиеся в шкаф вещества не «застаиваются» в нем, а быстро уносятся в вытяжной канал, подобного явления никогда не бывает.

Вышеуказанные соображения приводят к выводу, 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 от его устройства.

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 плотности, скорости диффузии газов, величины и массы 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, которая может быть весьма разнообразна и неопределенна. Ввиду этого какие-либо 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.

Обычно хорошим считают такой шкаф, в котором можно свободно работать с хлором, бромом, сероводородом, аммиаком, хлороводородом; удалять прокаливанием аммонийные соли, выпаривать большие количества соляной, азотной и особенно серной кислоты и т. д.

При этом особенно хорошая тяга нужна для демонстрационных опытов, связанных с выделением больших количеств вредных веществ. В безукоризненно действующем шкафу, пригодном для разнообразных химических работ, скорость движения воздуха должна быть около 15 см в секунду. При этом скорость в открытых дверцах шкафа не менее 20 см в секунду. В небольшом вытяжном шкафу, имеющем длину, например, 122 см, глубину 50 см и высоту 125 см (от «пола» шкафа), с площадью поперечного сечения (122×50) $0,61 \text{ м}^2$, при скорости воздуха 15 см в секунду через каждый 1 м^2 будет проходить в 1 сек $0,15 \text{ м}^3$ воздуха, что при данном выше сечении составит $0,091 \text{ м}^3$ в секунду. Объем шкафа равен $0,76 \text{ м}^3$. Отсюда число полных обменов в час равно 428,3. Сопоставляя эту величину с цифрами, приведенными на странице 52, легко убедиться, что условия вентиляции в вытяжном шкафу действительно совершенно несравнимы с обычно принимаемыми условиями обмена воздуха в помещениях.

Скорость движения воздуха у входного отверстия вытяжного шкафа при соответственно опущенной (с оставленной щелью в 5—10 см) дверцей можно измерить анемометром (рис. 45, к прибору прилагается инструкция). При отсутствии анемометра пользуются

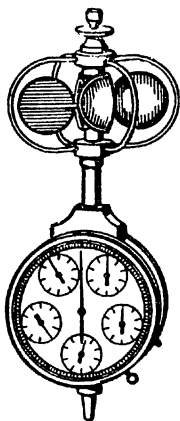


Рис. 45. Анемо-метр.

упрощенными приемами: у поднесенной к входному отверстию (ширина щели 5 см) зажженной спички пламя резко отклоняется по направлению тока воздуха и гаснет; негорящая спичка, положенная на расстоянии 3 см от щели, втягивается внутрь шкафа.

Очевидно, 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. Нередко, устраивая вентиляцию в химическом кабинете, совершенно игнорируют объемы вытяжных шкафов и ведут расчет на 5—7 обменов воздуха в помещении, в котором эти шкафы находятся. В результате, если помещение достаточно велико, а шкаф имеет небольшое поперечное сечение, он может действовать удовлетворительно. 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. Но если в маленькой комнате находятся несколько больших вытяжных шкафов, они при том же числе обменов в комнате могут оказаться непригодными.

2. Устройство и действие вытяжных шкафов

Безусловно необходимым в школьном химическом кабинете должен быть вытяжной шкаф для демонстрационных опытов с ядовитыми летучими веществами. Такой шкаф может быть установлен у передней (менее желательно у боковой или в углу) стены или в лаборантской за подъемной классной доской позади демонстрационного стола (рис. 22, стр. 32). Для демонстрационных опытов не следует устраивать шкафы больших размеров, особенно в глубину, так как в них трудно обеспечить отвечающую требованиям скорость движения воздуха. Как было показано выше, чем больше поперечное сечение шкафа, тем труднее обеспечить необходимую скорость и равномерность тока воздуха. Наибольшая длина шкафа может составлять 1,5 м, при глубине 70 см. Шкафы больших по длине размеров обычно разделяют перегородками на отдельные секции с самостоятельными вытяжными каналами, которые соединяются с общим каналом. Приемлемы шкафы и меньших размеров: длиной 70 см, глубиной 55 см, высотой (от рабочей поверхности) 1 м. Шкафы фабричного изготовления, имеющие обычно водопроводное и другое оснащение, выпускают больших размеров: до 2,5 м дли-

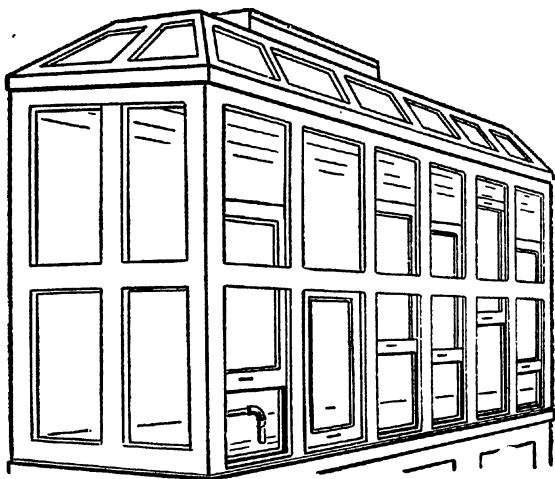


Рис. 46. Вытяжной шкаф для работ учащихся.

ной и 850 см глубиной, с делением или без деления на секции. Такие шкафы можно устанавливать у одной из боковых стен или у задней стены, вплотную к ней или на некотором расстоянии. Остекленный кругом шкаф, показанный на рисунке 46, позволяет работать с двух сторон. Такие шкафы удобны для лабораторных опытов учащихся. Шкаф, встроенный в стену позади демонстрационного стола за подъемной доской, показан на рисунке 47.

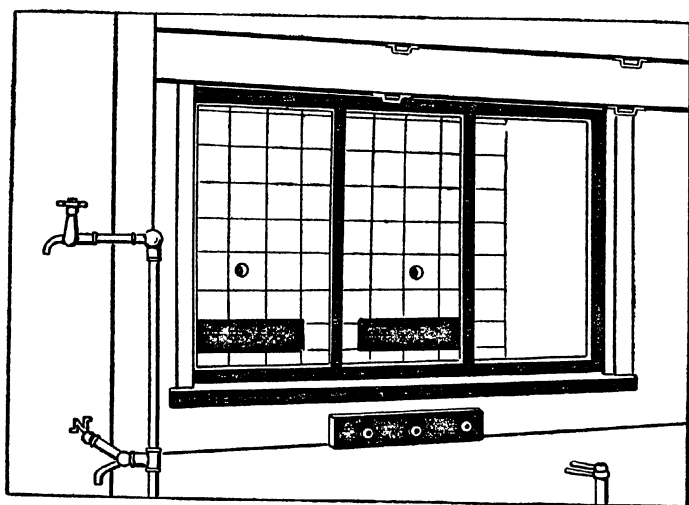


Рис. 47. Вытяжной шкаф, встроенный в стену.

Существенным условием нормальной работы шкафа является максимальное устранение препятствий для движения воздуха снизу вверх. Для этого внутренние стенки шкафа должны быть гладкими, а крыша сводится на конус, плотно соединенный с вытяжным каналом в верхней части. Для закрывания вытяжного отверстия устраивают простые задвижки из переклеенной фанеры. Рабочие дверцы шкафа делают не на петлях, а подъемные, позволяющие регулировать размеры входного отверстия. Для удержания дверец на определенной высоте можно устроить противовесы, как для подъемной классной доски (стр. 50), но это усложняет конструкцию шкафа. Достаточно иметь для дверец завертки или упоры. Следует помнить, что, пока шкаф работает, дверцы не следует закрывать полностью. При полностью закрытых дверцах тяги в шкафу практически не будет. Дверцу демонстрационного шкафа следует делать не менее 50 см высотой, чтобы в шкаф можно было ставить обычные штативы с приборами. Остекление передней дверцы лучше сделать из одного цельного стекла, чтобы обеспечить лучшую видимость опыта учащимся. Рабочую поверхность (дно) шкафа обычно покрывают керамическими плитками (на цементе) или используют покрытия из пластмассы (гетинакс и др.). Если шкаф приставной, он должен плотно прилегать к стене. Все щели между стеной и шкафом должны быть тщательно заделаны, не должно быть щелей и в самом шкафу. Внутри шкафа устанавливают водопроводный кран со сливной раковиной, подводят электрический ток для свечения и для опытов с током (1—2 розетки на внутренних стойках), а при наличии газа монтируют несколько кранов для одновременной работы 3—4 горелок. Вытяжной канал, через который удаляются из шкафа вредные газы и пары, изготовляют из железа (лучше оцинкованного), покрывают внутри асфальтовым лаком, а снаружи — масляной краской. Вполне удовлетворительно может действовать канал, изготовленный из фанеры, если все швы проклеить холстом и снаружи выкрасить. Для небольшого демонстрационного шкафа, размеры которого указаны на странице 56, достаточен канал с квадратным сечением (например, из фанеры) 15 × 15 см или круглым (из железа, в виде трубы диаметром 15 — 16 см). Предпочтение отдается обычно каналам круглой формы, так как в них реже возникают завихрения, создающие сопротивление плавному току воздуха. Вытяжной канал должен быть по возможности вертикальным, а при необходимости изгиб колена делают округленной обтекаемой формы. Сложные с несколькими изгибами каналы весьма ослабляют тягу.

Вытяжное устройство с использованием электрического вентилятора в настоящее время вполне доступно школе. Однако не исключается возможность создания самотечной тяги, основанной на подогревании воздуха. Даже при наличии электрического вентилятора самотечная тяга может иметь существенное значение для эффективной работы вытяжного шкафа. Тяга в канале, основанная на подогревании, зависит от разности плотностей нагретого и

холодного воздуха. Если воздух в канале имеет температуру наружного воздуха, то столб его в канале имеет ту же массу, что и соответствующий столб воздуха снаружи. В этом случае движения воздуха в канале практически не будет. При нагревании же воздух в канале расширяется, столб становится легче и устремляется вверх, создавая тягу в шкафу. Очевидно, что самотечная вентиляция будет лучше действовать в зимнее время, когда разность температур будет наибольшей. Однако во избежание сильного переохлаждения в канале, проходящем, например, через чердачное помещение, необходимо открытые участки канала утеплять (войлоком, тряпками и т. п.). Для вытяжного канала самотечной вентиляции особенно важно, чтобы он был прямым вертикальным и по возможности длинным. При расположении кабинета в нижнем или среднем этаже канал должен проходить через выше расположенные этажи внутри здания, а не по наружным стенам, тогда переохлаждение воздуха внутри канала может быть сведено к минимуму. Если кабинет находится в верхнем этаже, высота канала над крышей должна быть больше и, кроме того, требуется утепление канала снаружи. Выходное отверстие канала необходимо оградить от влияния ветра, который иногда сильно мешает действию тяги. Поэтому канал должен оканчиваться 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 48. Очень сильную тягу обеспечивает дефлектор из шести усеченных конусов, расположенных один над другим (рис. 49). Верхний конус такого дефлектора закрыт колпа-

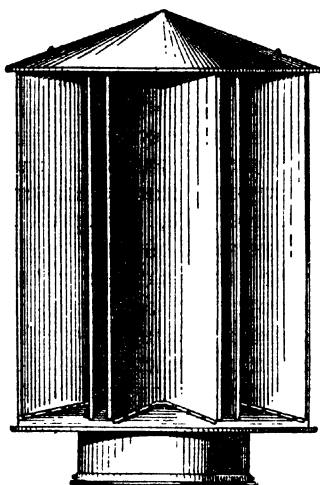


Рис. 48. Дефлектор.

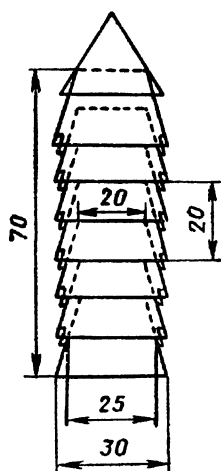


Рис. 49. Дефлектор (разрез).

ком в виде зонта, защищающего вытяжную трубу от проникновения внутрь атмосферных осадков. Между конусами находятся промежутки в 3 см для прохода воздуха. 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 каналов в новых зданиях.

При устройстве тяги в старом помещении часто приходится довольствоваться уже существующими в стене каналами и дымоходами. В таком случае прежде всего надо иметь в виду, что воспользоваться общей системой вентиляции, если таковая и имеется в здании, нельзя. 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 изолирован от других каналов.

Для обеспечения хорошей работы самотечной вентиляции приходится подогревать воздух внутри шкафа. В ряде случаев это совершенно необходимо (например, при плохо работающем вытяжном канале). Для подогревания необходимо иметь достаточно сильную горелку типа паяльной лампы (стр. 188). Продолжительность работы горелки определяется длительностью опыта. Во всяком случае, горелка должна быть зажжена за несколько минут до начала опыта, чтобы создать ровную тягу, и погашена только после полного удаления из шкафа вредных веществ. Рекомендуются для подогрева воздуха и другие способы: монтирование на стенках вытяжного канала у входного отверстия электрических нагревателей (например, от бытовых рефлекторов) и даже устройство в нижней части шкафа горизонтально расположенных батарей центрального отопления (с соответствующими вырезами в верхней части для поступления в шкаф теплого воздуха). Однако подобные приспособления технически сложны, во всяком случае, они не имеют преимуществ перед электрическими вентиляторами, которые легче установить, чем упомянутые сложные приспособления.

В практике нередко без всякого учета особенностей вытяжной вентиляции химического кабинета пытаются использовать мало-мощные вентиляторы типа оконных и даже настольных с электромоторчиками 50—100 в, устанавливая их непосредственно в самом вытяжном канале. Такие устройства требуемой тяги не обеспечивают. Для демонстрационного шкафа средних размеров хорошую тягу дает центробежный вентилятор типа «Сирокко» № 1—2 с электромотором переменного тока 0,6—1 кв, дающий 3000 оборотов в минуту. Для больших шкафов требуются вентиляторы большей мощности. Установка вентилятора во всех случаях желательна

на чердаке, что технически легче обеспечить при расположении химического кабинета в верхнем этаже.

В практике нередко выводят трубу вытяжного канала наружу через отверстие в стене или через окно, что менее удобно, так как шум при работе вентилятора, особенно если он установлен без необходимой амортизации, бывает слышен в классе и отвлекает учащихся. Вентиляционное устройство следует в таких случаях устанавливать на кронштейнах, вделанных в капитальную стену здания. Электродвигатель помещают в отдельном от вентилятора кожухе (во избежание вредного действия агрессивных веществ). Вытяжной канал, если он идет по стене, нужно вывести выше уровня крыши здания, что легче достигается при расположении кабинета в верхнем этаже. Если труба вытяжного канала выходит из окна или через стену нижнего этажа и до крыши не поднимается, то при интенсивной работе шкафа вредные газы могут попадать в открытые окна выше расположенных этажей. Правда, в школьных условиях при эпизодической работе тяги только на время демонстрации опытов такая возможность весьма невелика. В практике нередко используют съемные остекленные вытяжные шкафы небольших размеров (рис. 50) с естественной или электрической тягой (небольшой мотор с лопастным вентилятором и выводом в окно). Такой шкаф устанавливают на столе или на специальной подставке. Опыты с вредными веществами в не очень громоздких приборах могут быть успешно показаны в таком шкафу. При невозможности оборудования даже такого шкафа можно хотя бы временно создать некоторые условия для демонстрации отдельных опытов с ядовитыми газами, применяя вместо шкафа остекленный деревянный ящик с выдвижной дверцей, соединенный через систему поглотительных склянок с пылесосом. Размеры ящика 90×30 см, высота (вместе с подставкой) — 60—80 см (рис. 51). В дне (подставке) ящика имеется отверстие с шайбой для прикрепления шланга, соединенного с двумя большими склянками, наполненными

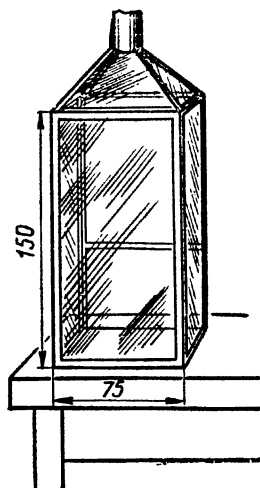


Рис. 50. Настольный остекленный шкаф.

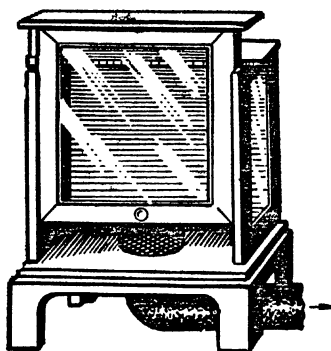


Рис. 51. Портативный вытяжной шкаф с пылесосом.

веществами, поглощающими газы: в первой склянке известь, во второй — древесный уголь. Вторую склянку соединяют со шлангом пылесоса.

Каково бы ни было устройство тяги, для успешного ее действия необходимо, чтобы в помещение, где находится вытяжной шкаф, было достаточное и свободное поступление воздуха. Если в помещении есть общая вентиляция, необходимо, чтобы канал, проводящий 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, достигается одновременно и вентиляция самого помещения, где находится шкаф. Когда в лаборатории имеется несколько шкафов, расположенных в ряд, то обычно подающий канал проводят в виде широкого рукава вдоль противоположной стены, у потолка, и делают в нем по всей длине отверстия, 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 приходится 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 нет свободной подачи воздуха, то на приток его из соседних помещений необходимо затратить некоторую энергию, что 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 вычислению, принимая во внимание местные условия.

3. Средства временной замены вытяжной вентиляции

В исключительных случаях временно до устройства тяги можно обойтись при демонстрации опытов с вредными газами и без вытяжного шкафа, однако это требует затраты значительно больших усилий, снижает эффективность многих опытов и всегда связано с известным риском пострадать от действия ядовитых веществ.

Наиболее простой способ обойтись без помощи тяги — это производить опыты на открытом воздухе, если это окажется возможным по местным условиям. Очевидно, что к этому следует прибегать в исключительных случаях, например при опытах с хлором. Рекомендуют также устраивать за окном доску, на которую можно было бы выставлять через форточку сосуды с бурно реагирующими веществами.

Приемлем оказался на практике такой способ: в оконных рамах (летней и зимней) просверливают отверстия, в которые вставляют стеклянную трубку, выходящую наружу. К этой трубке присоединяют сосуды, наполняемые ядовитыми газами. Избыток газа из сосуда выходит прямо на улицу. После опыта сосуд наливают доверху водой, которая вытесняет газ, после чего сосуд моют. У прибора для получения газа, чтобы последний после отделения наполненного прибора 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 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 , NO_2 и др. Сосуд представляет большую банку (глиняную, глазурованную или стеклянную), на дно которой помещают слой в 15—20 см свежeproкаленного (только что потушенного), хорошо прогоревшего древесного угля 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 коснется дна). Верхний конец трубки следует загнуть, чтобы к трубке удобнее было присоединить 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. Когда же опыты производят в открытых приборах или последние приходится открывать во время опыта, некоторое количество газа неизбежно попадет в воздух комнаты.

При проведении опытов с небольшим количеством вредных газов удобно использовать в качестве поглотителя хлоркальциевую трубку, заполненную активированным или хорошо высушенным древесным углем (см. т. II, опыты с бромом).

Взятый из противогаса активированный уголь, а также высушенный древесный уголь поглощают (в процентах к массе поглотителя) следующие количества ядовитых веществ:

Поглотители	Количество поглощенного вещества (в % от массы поглотителя)		
	Cl_2	Br_2	SO_2
Активированный уголь	24—25	46—86	17,1
Древесный уголь	13—14	23,12	18

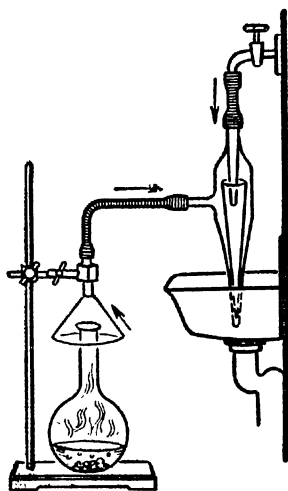


Рис. 52. Отсасывание ядовитого газа через воронку водоструйным насосом.

Рассчитав количество газа, которое может выделяться при проведении опыта, можно добиться его полного поглощения взятым поглотителем.

Если в классе есть водопровод с достаточным напором воды, то над приборами, выделяющими вредные газы, растворимые в воде, помещают воронку, соединенную с сильным разрежающим водяным насосом (рис. 52). Отводящую трубку насоса соединяют широким каучуком с трубкой, плотно укрепленной на пробке в отверстии раковины. Таким способом можно удалять только растворимые в воде газы. Конечно, действие такой «тяги» не может быть очень сильным, но при проведении реакций с небольшими количествами веществ такое приспособление оказывается довольно полезным.

Все эти меры, конечно, временные. Для обеспечения безопасности демонстрационных опытов в школьном химическом кабинете должен быть оборудованный вытяжной шкаф. Устройство большого вытяжного шкафа для лабораторных работ учащихся можно не относить к первоочередным мероприятиям. Опытов с вредными веществами, требующими обязательной тяги, в школьной программе не так много. Эксперименты с жидким бромом, газообразным сероводородом и другие обычно учащимся не дают. Лабораторные опыты с хлором, оксидом серы SO_2 , оксидом азота NO_2 и подобные им могут быть выполнены как пробирочные с использованием поглотителей (см. т. II). Однако, учитывая необходимость проведения тематических практикумов, факультативных занятий и огромное познавательное значение лабораторного эксперимента, следует считать устройство вытяжного шкафа для работ учащихся весьма желательным.

Глава III.

ОБОРУДОВАНИЕ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

1. Вспомогательные лабораторные принадлежности, инструменты и средства защиты

Штативы и подставки. Для закрепления деталей приборов, монтажа установок и для удобства манипулирования важное значение имеют различные штативы, стойки, зажимы и другое вспомогательное оборудование.

Металлические лабораторные штативы требуются почти при всех опытах, отсутствие их очень осложняет установку и сборку приборов. Для демонстрационных опытов следует иметь два-три универсальных штатива, каждый с тремя кольцами и тремя различными зажимами (для пробирок, колб, холодильников и пр., рис. 53). Кроме того, необходимы *ученические штативы* (рис. 54) с двумя кольцами и одним малым зажимом (4—5 штук для демонстрационных опытов и по 1—2 на каждом рабочем месте ученических столов). Должны быть в запасе *малые пробирочные зажимы с муфтами* (не менее 3 штук на каждый ученический штатив) на случай выхода из строя и необходимости использования нескольких штук на одном штативе при монтаже некоторых усложненных приборов. Зажимы продаются отдельно от штативов. Основание и вертикальную стойку штатива один раз в год тщательно очищают наждачной бумагой и покрывают хорошим асфальтовым лаком. Кольца и зажимы лаком не покрывают (лак на них будет гореть). Винты муфт необходимо

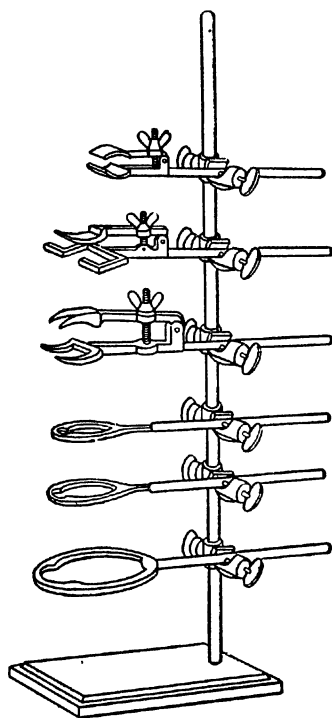


Рис. 53. Универсальный штатив.

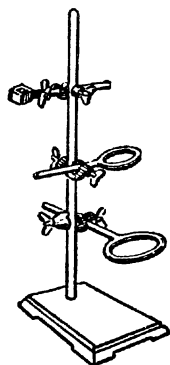


Рис. 54. Штатив ученический.

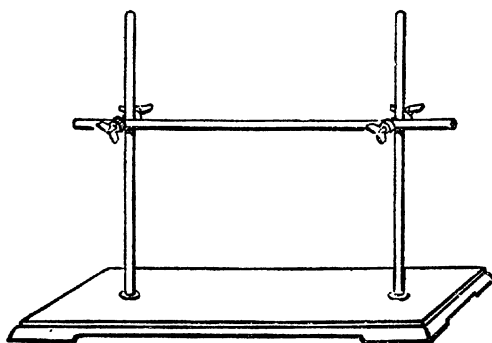


Рис. 55. Штатив с перекладиной.

смазывать вазелином. На внутреннюю поверхность малых зажимов приклеивают тонкие пластинки из корковой пробки (клеем БФ-2 или другим синтетическим клеем, но не сургучом и не менделеевской замазкой, так как последние при нагревании плавятся, стекают и загрязняют укрепленный в зажиме прибор). 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 закрутив винт. Зажим оставляют в таком виде, пока не

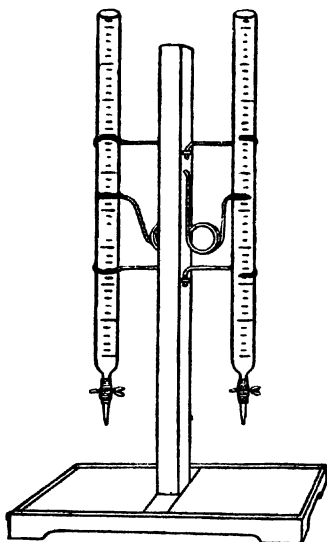


Рис. 56. Штатив Верховского для бюреток.

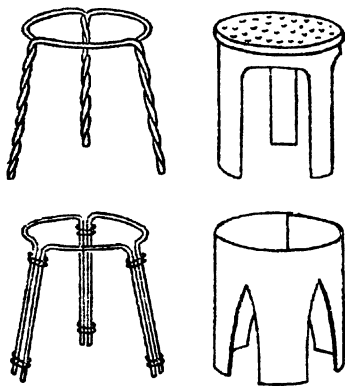


Рис. 57. Таганы.

высохнет. На дужки зажимов для холодильников, вместо того чтобы приклеивать к ним пробки, можно надевать обрезки каучуковой трубки.

Для монтажа усложненных комбинированных приборов полезно иметь 1—2 металлических штатива (или на деревянной основе) с двумя стойками и пере-
кладной (рис. 55). Удобными и

легкодоступными для изготовления являются специальные *штативы для бюреток*, ими можно пользоваться при недостатке металлических штативов. Устройство такого штатива (конструкции В. Н. Верховского) понятно из рисунка 56. При недостатке металлических штативов для нагревания тиглей, чашек и т. д. можно пользоваться также *таганом* разных размеров, покупными и самодельными (из проволоки, жести, консервной банки). Через асбестированную сетку или железную пластинку с отверстиями (рис. 57) на таганах можно нагревать стеклянные плоскодонные колбы с жидкостями, круглодонные колбы (стр. 175) на «голом» огне спиртовой лампочки или газовой горелки, а также использовать для монтажа усложненных приборов с применением нагревания.

Для пробирок необходимо иметь *деревянные* (в продаже имеются также пластмассовые) *стойки*: на ученических столах — стандартные стойки на 10—12 пробирок с двумя (хуже — с одним) рядами отверстий (рис. 58), для демонстрационного стола и лаборантской —

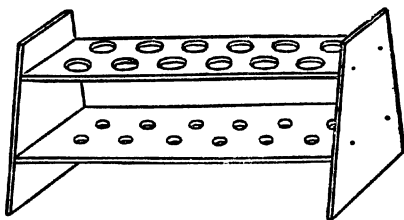


Рис. 58. Стойка для пробирок (ученическая).

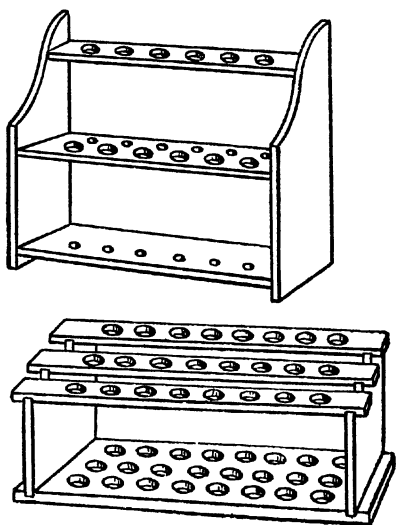
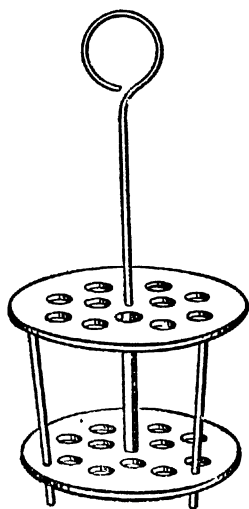


Рис. 59. Стойки для пробирок.

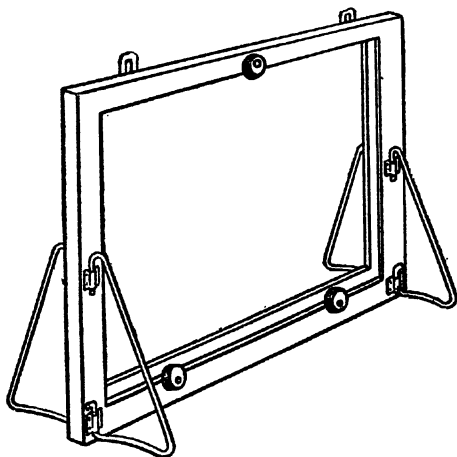


Рис. 60. Универсальный экран.

Кроме штативов при постановке опытов желательны *деревянные подставки*, круглые или квадратные, разной величины, например 15, 20, 25 и 30 см в поперечнике (высотой в 1, 3, 5, 10 и 15 см) (для каждого размера по 2—3 шт.). Из них легко скомбинировать подставку требуемых размеров. Для учащихся удобны подставки $8 \times 8 \times 12$ см.

При некоторых демонстрационных опытах в качестве подставки можно использовать подъемный столик с регулируемой высотой (стр. 16, рис. 5).

Вспомогательные лабораторные принадлежности. *Шаблоны* для быстрой зарисовки приборов на доске, подобные тем, которые приведены на рисунке 20, но больших размеров. Их вырезают из картона, каждый отдельно.

Защитный экран, используемый при демонстрации опытов, представляющих опасность. Конструкция комбинированного экрана с возможностью использования его также в качестве фона для опытов предложена Ф. Д. Смирновым (рис. 60).

Экран представляет собой деревянную рамку 60×50 см с вырезами по внутренней стороне, в которые вкладывают соответствующих размеров лист органического стекла, закрепляемый тремя повернутыми резиновыми пробками. Устойчивое положение экрана на столе обеспечивается четырьмя поворачивающимися стойками из толстой проволоки, изогнутой, как показано на рисунке 60. Для использования экрана в качестве фона к стеклу с внутренней стороны прикладывают необходимых размеров лист черной или белой бумаги или вместо стекла вставляют фанерный лист, окрашенный с двух сторон в соответствующие цвета. В сложном виде экран можно повесить под классной доской или на боковую сторону демонстрационного стола.

Универсальный ящик (рис. 61), предназначенный для подсветки опытов (см. также стр. 16, рис. 3), показа объема, занимаемого

круглые или прямоугольные стойки этажерочного типа (рис. 59).

У отверстий стоек можно нанести номера (устойчивой краской) и выставлять в них пробирки с названиями веществ (с обязательной записью в лабораторной тетради, что под каким номером значится) или отмеренными количествами реактивов под номерами. Это почти освобождает учителя и лаборанта от кропотливой работы по нанесению надписей или наклеиванию этикеток на пробирки.

1 моль газа при нормальных условиях, и для демонстрации некоторых опытов (например, взрыва смеси водорода с кислородом в закрытой колбе, см. т. II). Ящик (конструкция Ф. Д. Смирнова) представляет собой куб с длиной ребра 28,2 см (соответствует объему 22,4 л), изготовленный из листового алюминия (толщина листа 2 мм) или многослойной фанеры. В последнем случае все соединения стенок делают в «шип», хорошо проклеивают и дополнительно скрепляют угловыми полосками из алюминия. Передняя стенка выдвижная,

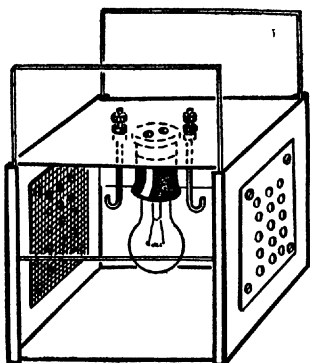


Рис. 61. Универсальный ящик.

изготавливают ее из оргстекла (для подсветки опытов можно использовать переднюю стенку из матового стекла, приготовление матовых стекол см. стр. 211). Внутри ящика на верхней стенке монтируют патрон для электролампочки и два стержня из медной проволоки (при металлической стенке все на соответствующей изоляции для присоединения проводов от индуктора, см. стр. 109). В боковых стенках высверливают отверстия диаметром 5—10 мм (до 20 отверстий в каждой боковой стенке), которые с внутренней стороны закрывают металлической сеткой (к металлической стенке сетку можно прикрепить винтами с использованием накладок, к деревянной — прибить короткими гвоздиками). Внутри ящика на время хранения помещают набор грамм-атомов и молей веществ (в ампулах, пробирках, поставленных в соответствующие штативы). При прямом положении ящика и при установке его прозрачной стенкой кверху можно осуществить нижнюю и боковую подсветку опытов. При замене прозрачной стенки окрашенным в белый и черный цвета листом фанеры ящик можно использовать в качестве фона.

Щипцы для тиглей железные, выгнутые, полированные или никелированные: для лаборантской — 3—4 пары, для демонстрационного стола — 2—3, для учащихся — по 1—2 на каждое рабочее место. Щипцы следует регулярно чистить стальной щеткой или наждачной бумагой, ось смазывать вазелином или парафиновым маслом.

Пинцеты (типа медицинских или препарировальных) — 4—5 шт. (кроме пинцетов для разновесок, стр. 83).

Иглы препарировальные с деревянными ручками.

Ножи для пробок, набор пробочных сверл, точило для пробочных сверл, напильники для пробок (стр. 139).

Ножницы обыкновенные, лучше никелированные, средней величины и, кроме того, большие, годные для резки картона.

Напильники (надфили) для резки стеклянных трубок (стр. 214) — 10 шт.

Скальпели медицинские — 2—3 шт.



Рис. 62.
Паяльная
трубка.

Трубки паяльные (рис. 62) — 5—6 шт. (стр. 179).

Магниты дугообразные и прямые — 5—6 шт.

Зажимы для каучуковых трубок пружинные (зажимы Мора) и винтовые (зажимы Гофмана) — по 20—30 шт. каждого вида.

Пружинные зажимы (рис. 63) наиболее удобны средней величины. Кроме обыкновенных пружинных зажимов, следует иметь несколько зажимов с арретиром. При сильном разведении концов зажима арретир удерживает его в разжатом виде. Если же надавить на арретир, зажим снова сжимает трубку. На рисунках 64 и 65 изображен арретир в виде изогнутой проволоки (ее можно припаять к обыкновенному зажиму).

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 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 раскрывается.

Винтовые зажимы лучше всего иметь с откидной пластинкой (рис. 66). Такой зажим можно надеть на каучук во всякое время при собранном уже приборе, и нет необходимости, чтобы один из концов каучука был свободен.

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 (30—40 шт.). Наиболее простая модель показана на рисунке 67 (размеры в мм). Можно изготовить *самодельные ложечки*. Для этого в куске плотного дерева делают углубление, из того же дерева изготавливают короткую палку диаметром немного меньше углубления. Затем из тонкой жести (консервная банка) вырезают кружок с полоской. Кружок кладут на углубление, на кружок наставляют палку, по которой ударяют молотком.

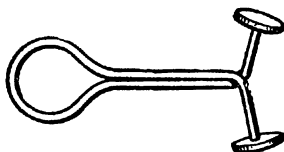


Рис. 63. Зажим пружинный.

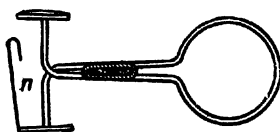


Рис. 64. Зажим с арретиром простейший, закрытый.

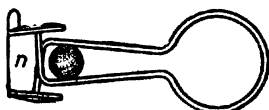


Рис. 65. Зажим с арретиром простейший, раскрытый.

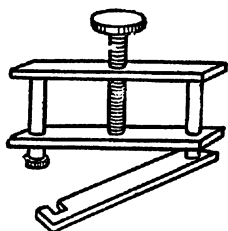


Рис. 66. Зажим винтовой (зажим Гофмана).

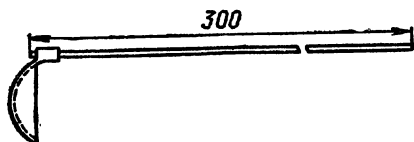


Рис. 67. Ложечка для сжигания веществ в кислороде.

Жесть вминается в углубление, и получается небольшая чашечка с гофрированными боками. Полоску изгибают под прямым углом, и конец ее либо прикручивают тонкой проволокой к куску толстой проволоки, либо вставляют в расщепленную на конце лучину. В последнем случае полоска жести у ложечки должна быть подлиннее, чтобы во время опыта не загорелось дерево.

При помощи этого приспособления можно очень быстро штамповать большое число ложечек.

Ложки алюминиевые чайные и столовые для насыпания различных веществ.

Стальная щетка для чистки штативов и т. д.

Мех ножной (стр. 187).

Сито многоэтажное (рис. 68) для разделения порошкообразных веществ, отсева песка, угольной пыли и пр.

Железная ложка глубокая с носиком для плавления менделеевской замазки (можно заменить самодельной) — не менее 2 шт.

Тигли железные диаметром 4,5 и 6 см — по 2—3 шт.

Железные чашки диаметром 10 см удобны для плавления металлов и других опытов, могут быть использованы также для песчаных бань — 2—3 шт.

Ступка чугунная диаметром 12,5 см (может пригодиться для измельчения сульфида железа и других твердых веществ).

Чугунные сковородки (маленькие) очень полезны для многих опытов — 2—3 шт.

Тигель свинцовый для опытов с фтороводородом (см. т. II).

Для изготовления его в большом железном тигле диаметром 6 см расплавляют свинец (около половины объема тигля). Второй железный тигель диаметром 4,5 см надевают на толстую палку и погружают его до самых краев в тигель с расплавленным свинцом, следя, чтобы по всей окружности он был на одинаковом расстоянии от краев. Удерживая внутренний тигель неподвижно, дают

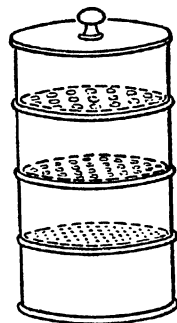


Рис. 68. Сито многоэтажное.

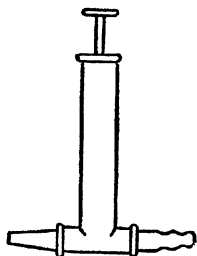


Рис. 69. Насос воздушный.

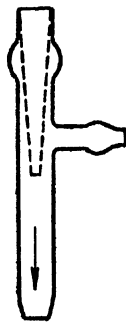


Рис. 70. Насос водоструйный металлический.

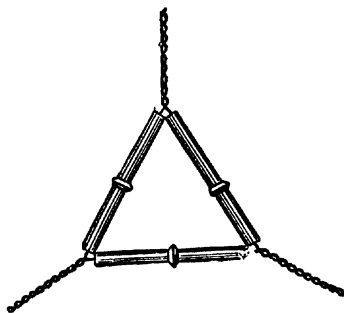


Рис. 71. Треугольник для тиглей.

металлу застыть. Для окончательного охлаждения все опускают в холодную воду, затем вынимают палку с меньшим тиглем и извлекают готовый свинцовый тигель из железного, постукивая по последнему деревянным молотком.

Насос воздушный ручной, разрезающий и всасывающий (для создания вакуума или небольшого давления при фильтровании, просасывании воздуха через приборы и т. п.), как на рисунке 69 или другого типа.

Клеммы для соединения электрических проводов при опытах с электрическим током.

Насос водоструйный металлический (рис. 70) или стеклянный разрезающий и дующий (стр. 194).

Машинка для сверления пробок (стр. 145).

Подушка кислородная (наполняют кислородом в аптеке, см. том II).

Пробкомаялки (стр. 138).

Треугольники для тиглей с фарфоровыми трубками разных размеров (рис. 71).

Тигель графитовый высотой 7—8 см (для получения карбида кальция при помощи вольтовой дуги, см. т. II).

Щетки для мытья посуды (стр. 127).

Ложечки пластмассовые для порошков. Для лаборантской 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 по 15 см и несколько — по 10 см длиной. Для насыпания небольших количеств твердых веществ пользуются также *шпателями* разных размеров, фарфоровыми, пластмассовыми, металлическими (рис. 72).

Можно пользоваться также деревянными ложками, лопаточками, закругленной на конце жестяной или лучше алюминиевой пластинкой и т. п. Ложками ни в коем случае не следует размешивать растворы, особенно горячие и щелочные, так как они от этого

легко портятся. После каждого употребления их следует сейчас же тщательно вытирать. При помощи ложек нельзя отскабливать остатки веществ от ступки, стакана и т. п., так как ложки ломаются и крошатся. Фарфоровые ложки менее практичны, так как легко бьются.

Совки (аптечные) удобны для пересыпания больших количеств порошков (стр. 244). Можно иметь несколько совков разной величины — 10, 15 и 20 см длиной.

Пulверизаторы (типа парикмахерских) для демонстрации модели форсунки и т. д. с резиновыми баллонами — 2 шт.

Баллоны каучуковые с двумя шарами, употребляемые для пульверизаторов (диаметр шара 6—7 см), нужны для многих опытов, быстрого высушивания посуды продуванием воздуха, а также для устройства простейшей паяльной горелки (стр. 177).

Держалка для пробирок состоит из двух пластинок нержавеющей стали, хомутика и деревянной ручки (рис. 73). 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 отодвигают к ручке, пробирку вставляют между пластинками и зажимают хомутиком.

В держалке надежно закрепляются стеклянные трубки диаметром от 6 мм и больше. Она хорошо держит металлические пластинки (при выпаривании растворов) и металлические чашечки (при получении сплавов и т. п.). Держалка может заменить собой тигельные щипцы.

Применяющиеся в настоящее время держалки для пробирок (типа прищепки для белья) малопригодны. При небольшом нажиме на задний конец держалки действие зажима ослабевает и про-

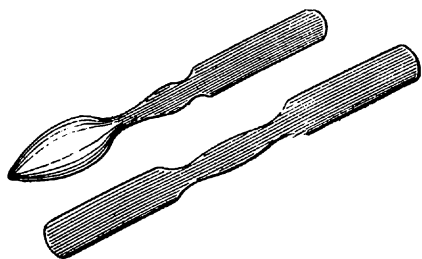


Рис. 72. Ложка и шпатель для сухих реактивов.

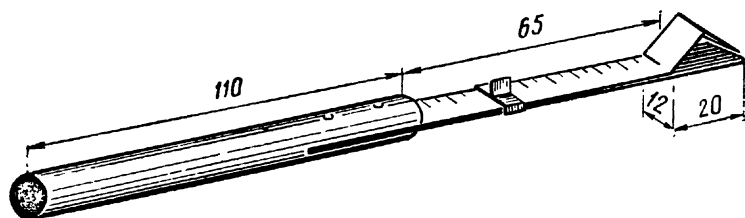


Рис. 73. Металлическая держалка.

бирка 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.).

В некоторых случаях (для ученических опытов) держалку можно заменить свернутой в несколько слоев бумажкой или зажимом от штатива.

Доска для резки и сверления пробок (20 × 15 × 2 см).

Стеклорез для резки плоского стекла.

Кисточки для надписывания этикеток и т. п. небольшие, мягкие, насаженные на палочку (стр. 159).

Кисти плоские, мягкие для покрывания этикеток лаком.

Кисть небольшая, жесткая для асфальтового лака.

Палки для протирания трубок (стр. 129).

Поднос деревянный (рис. 10, стр. 20) с двумя ручками и небольшими, в 3—5 см, бортами особенно полезно иметь в том случае, когда лаборантская не рядом с классом. На таком подносе очень удобно переносить собранные приборы. Поднос должен быть достаточно прочный, а ручки к нему хорошо привинчены. Величина подноса зависит и от величины дверей, через которые его нужно пронести.

Для класса-лаборатории полезно иметь несколько подносов (30 × 40 см), по числу звеньев.

Чашка деревянная, какие употребляют 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.

Ложка деревянная, большая, для смешивания льда или снега с солью.

Тряпки и полотенца (полотняные) — необходимая принадлежность лаборатории. Их всегда должно быть достаточно. После вытирания какой-нибудь едкой жидкости полотенце или тряпку следует сейчас же прополоскать в воде.

Банки для отбросов большие стеклянные или глиняные. Банки или ведра для грязной воды (лучше эмалированные) и бутылки (бачки или полиэтиленовые канистры, стр. 41) для чистой воды необходимы, если нет водопровода.

Инструменты. Всякий экспериментатор должен выполнять 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.

Наиболее нужные инструменты, кроме перечисленных в систематическом списке (стр. 355):

Топор небольшой с приспособлением для вынимания гвоздей.

Молотки: большой для забивания гвоздей; маленький, стальной, с одним плоским концом для слесарных работ.

Клеи большие, длиной 20—25 см (для вынимания гвоздей и т. п.).

Точило наждачное круглое, ручное.

Плоскогубцы большие, длиной 12—15 см, и маленькие с узкими губками, длиной 8—9 см.

Круглогубцы большие и маленькие (как и плоскогубцы).

Острогубцы небольшие (для перекусывания проволоки).

Напильники разные (плоские, полукруглые, круглые, трехгранные) — по несколько 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. В пробитое отверстие забивают деревянную палочку — «пробку», 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).

Пилка по металлу ручная в станке.

Лобзик с набором запасных пил.

Рубанок небольшой.

Несколько *стамесок*.

Коловорот и несколько *перек*.

Тиски небольшие, ручные; полезны также тиски, привинчивающиеся к столу.

Гаечный ключ раздвижной.

Клеи для отвертывания муфт газовых труб, кранов и т. п.

Ножницы для резки листовых металлов небольшие.

Дрель с 5—6 различными сверлами для сверления металлов, дерева, пластмасс.

Наковальня небольшая. Ее можно заменить утюгом, для которого делают подставку из досок, как на рисунке 74.

Паяльник электрический (стр. 284).

Винтовальная дощечка с метчиками небольшая.

Желательно приобрести малый и большой наборы инструментов в комплекте.

Противопожарное оборудование, средства техники безопасности, медицинские средства.

Вода. В лабораториях, где есть водопровод, обыкновенно устанавливают в подходящем месте пожарный кран с навернутым на вале или сложенным на особой полке пеньковым рукавом достаточной длины, чтобы его хватило

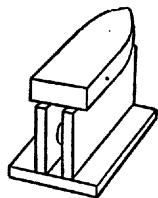


Рис. 74. Подставка для наковальни из утюга.

на всю длину помещения. В крайнем случае можно получить достаточную струю воды и из обыкновенного крана, надев на него длинную каучуковую трубку. Если нет водопровода, то всегда должен быть запас воды, чтобы можно было зачерпнуть ее ведром и т. п.

Песок. Для тушения разлившегося и загоревшегося бензина, керосина и других веществ легче воды и с нею не смешивающихся воду применять нельзя. Такие вещества проще всего затушить, засыпав их песком. Поэтому в химическом кабинете и в лаборантской всегда должен находиться запас песка в ведре, ящике, большой банке и т. п., стоящих в доступном месте.

Огнетушитель должен быть в химическом кабинете обязательно. Наиболее удобен сухой углекислотный прибор, баллон которого содержит жидкий оксид углерода CO_2 и при приведении в действие выбрасывает сильную струю этого газа и «сухой лед». При отсутствии такого прибора следует иметь хотя бы пенный огнетушитель, в котором находится раствор бикарбоната натрия и серная кислота в стеклянной ампуле. При разбивании ампулы (ударом или поворотом специального рычага) в резервуаре огнетушителя наступает бурная реакция с выделением оксида углерода CO_2 , который выбрасывается из отверстия с сильной струей пены.

Необходимо иметь также *специальное одеяло* (асбестовое или из пропитанной огнестойкими веществами ткани), которым можно быстро закрыть вспыхнувшее пламя или погасить загоревшуюся одежду (см. также стр. 170). Из индивидуальных средств защиты следует иметь защитные очки (стр. 164), *клеенчатые защитные фартуки и нарукавники* (при мытье посуды и разливе значительных количеств кислот), *резиновые перчатки* (типа хирургических), *респиратор* (маску), *противогаз*. Этими средствами пользуются при подготовке и проверке опытов учитель, лаборант и учащиеся, привлекаемые в помощь лаборанту.

Независимо от наличия стандартной аптечки первой помощи в лаборантской должны быть следующие средства на случай порезов, ожогов и т. д.:

Раствор йода в спирте (3%).

» *борной кислоты (2%).*

» *бикарбоната натрия (3%).*

» *уксусной кислоты (3%).*

Марля гигроскопическая (стерилизованная).

Вата гигроскопическая (стерилизованная).

Марлевые бинты (стерилизованные) шириной около 5 см, а также некоторые *специальные средства* (раствор тиосульфата натрия для обезвреживания попавшего на кожу брома или бромной воды, смесь на случай легкого отравления хлором и др. Соответствующие рецепты приведены в тематических разделах, т. II).

Перевязочные средства лучше всего держать в широких фарфоровых банках и тщательно оберегать от загрязнения.

Мазь от ожогов готовят взбалтыванием растительного масла с разбавленной известковой водой (насыщенный раствор извести

разбавляют равным объемом воды). Готовят эту мазь перед самым употреблением. Для этой цели следует иметь склянки с маслом и разбавленной известковой водой и 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 пищевой соды с вазелином.

Вспомогательные материалы. Различные материалы, которые нужно иметь для изготовления приборов, моделей и т. д., очень многообразны. Можно рекомендовать нижеследующий примерный перечень их, не претендующий на абсолютную полноту.

Металлы. Проволока медная тонкая, диаметром около 0,5 мм, и толстая, диаметром около 1,5—2 мм, латунная разной толщины, алюминиевая разной толщины, железная разной толщины, диаметром от 5 мм и меньше, стальная тонкая (фортепьянная). Каждого сорта проволоки следует иметь по 250—1000 г, в зависимости от толщины и плотности.

Провода электрические, изолированные, для опытов с электрическим током: звонковые — 1 моток, для электрического освещения — 10 — 15 м.

Листовая медь (0,1 мм) в виде пластин или ленты.

Латунь, жесть, цинк, алюминий листовые разной толщины (для поделок).

Олово, цинк, свинец в палочках.

Сетка медная (латунная) с просветом 0,5—1 мм для подкладывания под тонкостенные сосуды при нагревании на спирте и для других целей — кусок длиной около 1 м.

Сетка железная, с асбестом, очень удобна для подкладывания под нагреваемую тонкостенную посуду. Преимущество таких сеток перед медными состоит в том, 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 оксида углерода СО и т. п.).

Трубка медная тонкая диаметром около 3—4 мм — 1 м.

Припой оловянный для пайки.

Тинопль (паянполь и т. п.), заменяющий припой (представляет густую мазь, состоящую из мелких порошков свинца и олова, смешанных с веществами, растворяющими оксиды 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 спаиваемое место находилось непосредственно в пламени (можно нагревать около), чтобы не сгорали примешанные к припою вещества. Коробку с тинелем плотно закрывают.

Бумага, картон, вата, ткани. *Бумага писчая*, плотная (для насыпания порошка) — 20 листов.

Бумага лакмусная (красная, синяя, фиолетовая), *фенолфталеиновая*, *иодокрахмальная*, *индикаторная универсальная* (приготовление см. стр. 286).

Бумага наждачная (или карборундовая) разных номеров.

Бумага для этикеток или готовые этикетки (стр. 157).

Бумага черная для фона при опытах, которые лучше видны на черном фоне. Бумагу наклеивают на кусок картона.

Картон белый для фона при опытах с окрашенными газами и т. п. — 1 — 2 листа.

Асбестовый картон толщиной 1,5—2 мм (для подкладывания под некоторые приборы, для паяльного стола и для некоторых опытов) — 1 м².

Асбестовая вата — 100—200 г.

Стеклянная вата для фильтрования едких растворов и т. п. (без нее можно обойтись) — 50—100 г.

Гигроскопическая вата — 100—200 г.

Бумага или фланель для быстрого фильтрования растворов (стр. 250).

Хлопчатобумажная ткань голубая (для обесцвечивания хлором, азотной кислотой и т. п., см. т. II).

Марля для опытов с кальцием и для приготовления растворов (стр. 244).

Клей, замазка, масла и т. п. Менделеевская замазка (стр. 290) — 250—500 г.

Декстрин для приготовления клея (стр. 293).

Клей силикатный, БФ-2, вязкозный и др.

Парафин, церезин, воск для заливания пробок, натирания столов и т. п. — по 0,5—1 кг.

Вазелин белый для смазывания винтов, приготовления вазелиновой мази (стр. 143) и т. п. — 250—500 г.

Парафиновое масло для смазки приборов — 250—500 г.

Разные материалы. *Наждак или карборундовый порошок* (стр. 210) для притирания стекла, чистки и полирования металлов и т. п.

Трубка кварцевая из непрозрачного кварца диаметром 5 мм, длиной 2,5 см с толщиной стенок 0,5 мм для разложения азотной кислоты и других опытов.

Лента изоляционная для изоляции проводов и для других целей.

Фарфоровая дробь для тарирования.

Пемза или стеклянные бусы в колонки по осушке газов.
Опилки для засыпания случайно пролитых реактивов.
Лучинки для испытания газов (настрогать из деревянных дощечек от тарных ящиков).
Свечи восковые и стеариновые — по несколько штук.
Спички.
Нитки (аптечные), бечевки.
Иголки тонкие.
Тушь для надписывания этикеток (стр. 157).
Лак и коллодий для этикеток (стр. 158).
Асфальтовый лак для штативов.
Угли диаметром 1; 1,5 и 2 см для получения электрической дуги и опытов по электролизу — по несколько штук.
Рисовальные угли (удобны для многих опытов с углем) — 10—20 шт.
Мел кусковой для писания на доске и для опытов.
Фитили запасные для спиртовых лампочек.
Мыло.
Мыльный порошок для мытья посуды.
Шнур асбестовый диаметром 0,3—0,5 см.
Пластин разных расцветок.
Гипс медицинский для отливки моделей.
Канифоль для паяния и для приготовления лака.
Лак этикеточный.
Лента липкая, прозрачная, для закрывания этикеток.
Этикетки стандартные, разные, с клеем.
Материалы из пластмасс (плексиглас, полиэтилен, гетинакс, текстолит, карболит и др.) в трубках, блоках, листах, пленке. (См. также систематический список реактивов и материалов в приложении.)

2. Измерительные приборы

Весы

Для демонстрационных опытов, практических работ учащихся, связанных с количественными определениями, а также для отweighивания 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 — *технические весы* (рис. 75), *химико-технические весы* в футляре или без футляра (рис. 76), *ручные (аптечные)* весы (рис. 77), а для лабораторской — *грубые весы* (типа бытовых пружинных или других, до 5 кг). Для особо точных взвешиваний (до 0,0001 г) при некоторых работах применяют *аналитические* весы с демпферами или без них (рис. 78), но в средней школе потребность в таких весах весьма ограничена.

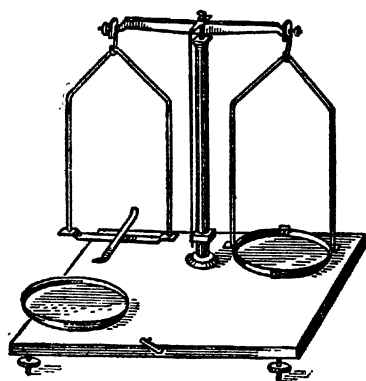


Рис. 75. Технические весы.

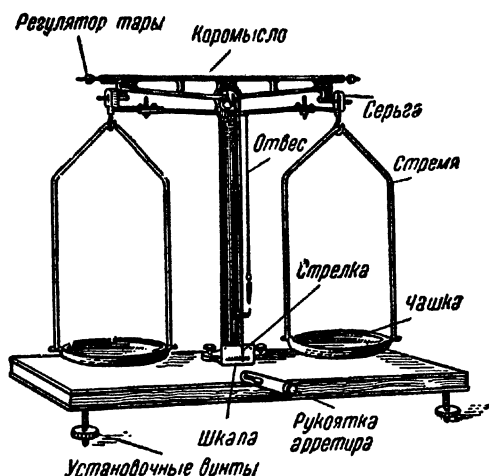


Рис. 76. Химико-технические весы без футляра.

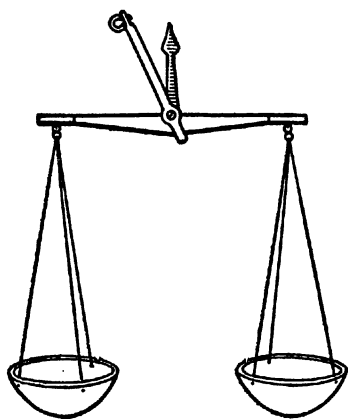


Рис. 77. Весы аптечные.

Из весов первого типа укажем на технические весы, позволяющие взвешивать грузы менее 500 г с точностью до 0,05 г, и химико-технические весы. 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. Острые средней призмы обращено вниз и во время работы весов опирается на стальную пластинку, укрепленную в верхней части стойки весов. (У аналитических весов призмы и пластинки изготовлены из агата.) Две крайние призмы обращены остриями вверх. На них подвешивают при помощи стальных пластинок серьги, к крючкам которых присоединяют дуги (стремена) для чашек весов. Стойка весов вставлена в муфту колонки, укрепленную вертикально на деревянной доске (платформе). Последняя имеет опорный и два установочных винта, при помощи которых платформу весов устанавливают в строго горизонтальном положении по отвесу, расположенному обычно позади колонки. К коромыслу прикреплена обращенная вниз стрелка, острие которой при работе передвигается по шкале,

технических весов призмы и пластинки изготовлены из агата.) Две крайние призмы обращены остриями вверх. На них подвешивают при помощи стальных пластинок серьги, к крючкам которых присоединяют дуги (стремена) для чашек весов. Стойка весов вставлена в муфту колонки, укрепленную вертикально на деревянной доске (платформе). Последняя имеет опорный и два установочных винта, при помощи которых платформу весов устанавливают в строго горизонтальном положении по отвесу, расположенному обычно позади колонки. К коромыслу прикреплена обращенная вниз стрелка, острие которой при работе передвигается по шкале,

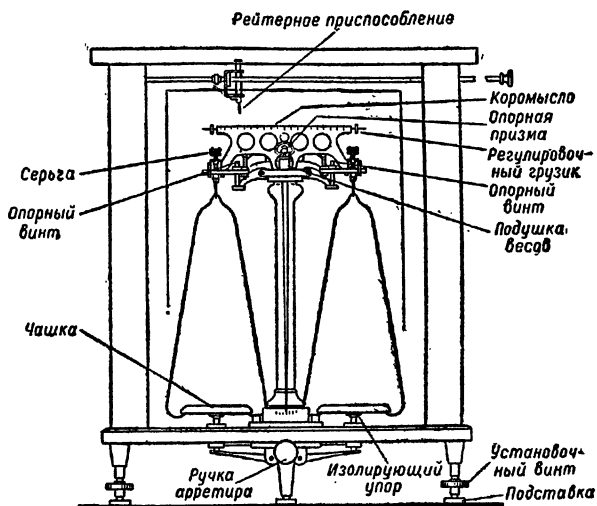


Рис. 78. Аналитические весы.

расположенной в нижней части колонки. Для регулировки весов служат регуляторы на концах коромысла в виде гаек, которые могут перемещаться при вращении по навинченным стерженькам до достижения равномерного отклонения стрелки от средней линии шкалы.

Главным отличием этих весов от обычных грубых является то, что они, как и аналитические весы, имеют арретирное приспособление. При помощи этого механизма стойка может подниматься и опускаться, благодаря чему при выключении весов призмы разобщаются с опорными пластинками и коромысло удерживается при этом на специальных упорах. Это предохраняет призмы от изнашивания и позволяет сохранить регулировку и чувствительность весов во время взвешивания. Поворотом рукоятки арретира вправо весы приводят в рабочее положение. Иногда химико-технические весы бывают заключены в специальный стеклянный футляр с поднимающейся передней дверцей. Это предохраняет весы от действия колебаний воздуха при работе и лучше обеспечивает их точность.

При использовании указанных весов для демонстрационных опытов их ставят на возвышение. Так как шкала весов издали плохо видна, можно к ней прикрепить другую съемную шкалу с более грубыми делениями, а к концу стрелки прикрепить полоску цветной бумаги (рис. 79).

Химико-технические весы при правильном обращении обеспечивают достаточную точность для всех количественных школьных демонстрационных опытов.

Правила пользования весами. 1. Весы устанавливают для работы на прочных устойчивых столах.

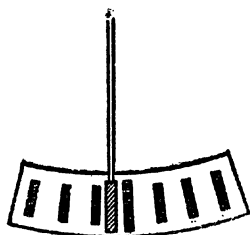


Рис. 79. Дополнительная шкала к весам для демонстрационных опытов.

2. Под ножки весов помещают подставки и весы выравнивают по отвесу.

3. Коромысло весов с навешенными подвесками и чашками должно находиться в равновесии, т. е. стрелка после ряда затухающих колебаний коромысла останавливается против среднего деления шкалы. Равновесие весов достигается перемещением гаек коромысла.

4. Изолирование весов поворотом арретира следует производить осторожно, плавно и полностью закрывать арретир, когда стрелка проходит среднее деление шкалы.

5. Помещать на чашки весов гири и взвешиваемый предмет, а также снимать их можно только при изолированном положении весов.

6. Следить за чистотой деталей и весов в целом.

7. Пыль с весов удалять мягкой волосяной кисточкой, замшей или куском чистой, мягкой ткани.

8. Призмы и пластинки весов промывать спиртом или чистым бензином, после чего насухо вытереть чистой сухой тканью.

9. Весы содержать в условиях постоянной комнатной температуры и оберегать их от сырости и вредных газов.

Для 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. 77). Такие весы продают обычно вместе со штативом. Они позволяют взвешивать с точностью до 0,01 г, что для простых количественных опытов достаточно. В нерабочем состоянии аптечные весы обычно хранят в сложенном виде в картонной коробке.

С практической стороны весы характеризуются: а) наибольшей нагрузкой, которую они выдерживают, и б) чувствительностью, которую они обнаруживают при этой наибольшей нагрузке. Например, технические весы на 500 г имеют чувствительность 0,02 г, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать следующие условия:

1. Нельзя взвешивать грузы больше 500 г; при большем 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 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, следовательно, можно ручаться за точность $\frac{0,02}{500}$, т. е. за $\frac{1}{25000}$ массы груза.

Разновески для демонстрационных опытов и для лаборант-

ской годятся самые простые (точных не требуется). Достаточно одного набора гирь 2-го класса от 1 кг до 0,01 г. Для работ учащихся с аптечными весами нужен ящик с никелированными разновесками от 50 до 1 г и алюминиевыми пластинками от 500 мг и меньше.

Для более точных взвешиваний на химико-технических и аналитических весах полезно иметь аналитический разновес от 100 до 0,01 г (рис. 80).

Разновески в ящике бывают расположены всегда в определенном порядке, например в ящике на 200 — 0,01 г имеются:

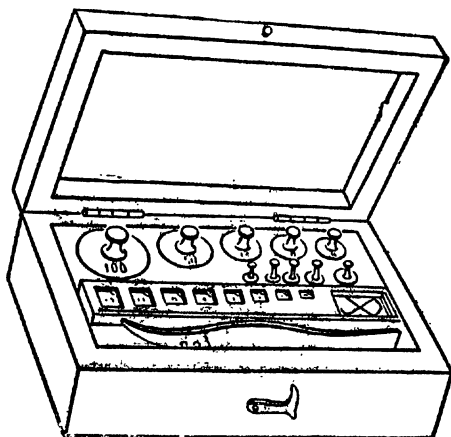


Рис. 80. Ящик с разновесками.

100 г	50 г	20 г	20 г	10 г	1 г
	5 г	2 г	2 г	1 г	
	500 мг	200 мг	200 мг	100 мг	
	50 мг	20 мг	20 мг	10 мг	

Пользуясь этим набором разновесок, можно скомбинировать любую массу от 0,01 до 212,1 г (сумма масс всех разновесок) с разностью в 0,01 г между каждыми двумя ближайшими массами. Если искомая масса не больше 212,1 г, то разновесок данного ящика должно хватить для взвешивания. Заимствовать разновески из другого ящика ни в каком случае не следует.

Хорошие разновесы, как и весы, должны быть неременной принадлежностью школьного химического кабинета. Самодельными разновесами можно пользоваться только в самом крайнем случае (например, когда для фронтальной работы всего класса разновесок не хватает). Наиболее просто изготовить разновески из латунной или медной проволоки: из толстой проволоки (около 1 мм диаметром) делают граммы, из тонкой — десятые грамма. На одну чашку весов кладут заимствованную откуда-нибудь разновеску в 10 г, на другую — кусок проволоки, который постепенно подрезают острогубцами или ножницами. Когда масса уже почти подогнана, опиливают концы проволоки напильником (плоскости обоих концов должны быть перпендикулярны длине проволоки), до равновесия весов. Затем проволоку тщательно выпрямляют пальцами и деревянным молотком на куске дерева и откладывают длину ее на куске бумаги. Полученную линию, сделав обычное геометри-

ческое построение, делят на 10 частей. Положив на бумагу проволоку, отмечают на ней 1, 2, 2 и 5 десятых частей (пером). Проволоку кладут затем на наковальню, утюг и т. п., наставляя на отмеченные места нож (перпендикулярно к длине проволоки) и осторожными ударами молотка разрубая ее. Получаются разновески в 5, 2, 2 и 1 г. Если работа сделана аккуратно, то 2 г и 2 г, 5 г и 2 г + 2 г + 1 г уравнивают друг друга с достаточной точностью и соответствуют продаваемым разновескам. Таким же способом из более тонкой проволоки изготавливают десятые доли грамма, исходя из приготовленного 1 г. Можно приготовить разновески и в 10 и 20 г.

Проволочные разновески лучше всего навить на палку плотной спиралью. Можно 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.

Иногда полагают, что на «хороших» весах взвешивание должно производиться быстро, как бы само собой. На самом же деле 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.

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 работ по химии приходится производить два последовательных взвешивания и брать их разность. Неизбежные при взвешивании ошибки будут значительно сказываться на результате, если при одном взвешивании разновески ставят на правую чашку весов, при другом — на левую.

Во время взвешивания приходится ставить и убирать разновески; это делают правой рукой, поэтому и удобнее ставить их на правую чашку, а взвешиваемый предмет — на левую.

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. 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 чистого сухого песка.

При взвешивании сначала тары, а затем тары с веществом и вообще при определении разности двух взвешиваний, что является обычным при работах по химии, небольшая неправильность в равновесии весов не играет роли, и их можно не уравнивать.

2. Не ставить на чашку весов теплых, мокрых и грязных предметов. От этого портятся весы, а результат получается неточный.

3. Не класть веществ прямо на чашку весов. Взвешивание производить обязательно в какой-нибудь посуде, например в фарфоровой чашке.

4. 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).

5. Разновески брать только пинцетом, а не руками. Снимая разновески с весов, никогда не ставить их на стол, а только на предназначенное им место в ящике.

6. Разновески класть всегда на одну и ту же чашку весов. Удобнее класть разновески на правую чашку весов, взвешиваемый предмет — на левую (стр. 84).

7. Когда производится ряд последовательных взвешиваний в одной и той же работе, обязательно все взвешивания осуществлять на одних и тех же весах, с одними и теми же разновесками.

8. Взвешиваемый предмет, а также чашки и коромысло весов не должны ни за что задевать.

9. Разновески ставить на чашку весов всегда в определенном порядке, а именно: начинать с разновески более тяжелой, чем взвешиваемый предмет, а затем брать следующую по порядку разновеску. Если взято слишком много, то последнюю разновеску снять и положить следующую, меньшую. Если взято мало, то, не снимая ничего, положить следующую.

10. Ни в каком случае нельзя заимствовать разновески из другого ящика. Если взвешивающий прибегает к такому приему, значит, он не соблюдает правило, изложенное в пункте 7.

11. О равновесии судить по тому, что стрелка весов устанавливается против дуги подвеса или по одинаковому отклонению стрелки при качании весов вправо и влево от нулевого положения.

12. Записывать массу выставленных разновесок по пустым гнездам в ящике, а снимая разновески с чашки весов, тщательно проверять запись.

13. По окончании взвешивания привести весы и разновески в порядок: на чашках весов ничего не оставлять, все разновески должны находиться на своих местах.

Для приблизительного взвешивания можно вместо разновесок пользоваться монетами в 1, 2, 3 и 5 коп. Копейка весит около 1 г, 2 коп. — 2 г и т. д.

Для тарирования необходимо иметь мелкую свинцовую или специальную фарфоровую дробь. Фарфоровая дробь не пачкает рук 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 избежать излишка, удобно на чашку, куда кладется вещество, положить сначала небольшую разновес-

ку (3—5 г). Тогда можно смело приливать жидкость или насыпать твердое вещество. Достигнув же приблизительного равновесия, снимают разновеску и, уже осторожно прибавляя вещество, окончательно доводят весы до равновесия.

Дополнительные правила взвешивания на более точных весах

1. Прежде чем начать взвешивание, следует удостовериться, не открывая весов, в их равновесии, для чего нужно осторожно повернуть арретир. Если отклонения стрелки в ту или другую сторону разнятся не более чем на одно деление шкалы, можно считать, что весы — в равновесии, и приступить к 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.)

2. Весы снимать с арретира плавно, 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 установления 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. 87).

6. Под конец взвешивания наблюдать качания при закрытом футляре весов.

7. Окончив взвешивание, поставить весы на арретир и закрыть их футляр.

При установке весов для демонстрационного опыта необходимо проверить, все ли призмы на месте, не могут ли весы задевать за что-нибудь при качании. Ставить весы следует стрелкой к аудитории.

Рассмотрим более подробно процесс взвешивания. Для простоты описания возьмем определенный частный случай. Допустим, что взвешивание производят на весах с чувствительностью до 0,01 г и предельной нагрузкой в 50 г, что масса тела с точностью до 0,0001 г равна 32,8267 г.

Поместив взвешиваемое тело на одну из чашек весов, нужно прежде всего найти две стоящие в наборе рядом разновески, из которых одна легче, другая тяжелее взвешиваемого тела. В данном случае эти разновески будут 50 г и 20 г (стр. 83). Чувствительные весы при помещении и снятии разновесок должны быть арретированы (стр. 81). Между обеими массами разница очень велика. Тем не менее мы теперь знаем, что искомая масса лежит где-то между 50 г и 20 г.

Пользуясь системой разновесок, мы можем с наименьшей затратой времени постепенно прийти к искомому результату следующим образом.

Оставим на чашке весов меньшую из разновесок, т. е. разновеску в 20 г, поставим 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 разновеску в 1 г (33 г) — опять много.

Очевидно, далее надо брать уже доли грамма.

Снимаем 1 г, кладем 500 мг (32,5 г) — мало.

Прибавляем еще 200 мг (32,7 г) — мало.

Прибавляем еще 200 мг (32,9 г) — много.

Снимаем одну разновеску в 200 мг, кладем 100 мг (32,8 г) — мало.

Прибавляем следующую разновеску в 50 мг (32,85 г) — много.

Снимаем ее, кладем следующую в 20 мг (32,82 г) — мало.

Прибавляем еще 20 мг (32,84 г) — много.

Таким образом, массу при взвешивании находят постепенным и последовательным приближением. Предел, до которого мы можем пойти при взвешивании, зависит от чувствительности весов.

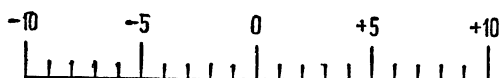
На грубых весах с малой чувствительностью, которые при взвешивании дают еще заметное отклонение от прибавления 0,5 г, но меньшей прибавки не чувствуют, взвешивание остановилось бы в пределах 33 г. На точных химико-технических и аналитических весах взвешивание пришлось бы продолжать значительно дальше, до миллиграммов и долей миллиграмма. Таким образом, смотря по чувствительности весов, мы получили бы массу 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 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) ненагруженных (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 согреваний 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 регулированием 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 деления 5,5. Колебания весов постепенно затухают, глазом надо уловить по крайней мере 0,5 деления. Располагаем запись следующим образом:

$$\begin{array}{r}
 -6 \qquad +5 \\
 -5,5 \\
 \hline
 -5,7 \quad +5 \\
 \hline
 -0,4
 \end{array}$$

Среднее значение равно $-0,4$ 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. Помещают на левую чашку взвешиваемый предмет, нагружают весы, как указано выше (стр. 87), последовательно помещая на правую чашку разновески до последней гирьки в 10 мг. Обязательно записывают каждую оставшуюся на весах гирьку, располагая запись следующим образом (миллиграммы переводят в граммы):

$$\begin{array}{r}
 20 \\
 10 \\
 2 \\
 0,5 \\
 0,2 \\
 0,1 \\
 0,02 \\
 0,01 \\
 \hline
 32,83 \text{ (г)}
 \end{array}$$

В указанном примере при нагрузке $32,84$ г весы имели перегрузку, поэтому снимаем гирьку 20 мг и, поместив последнюю по величине гирьку 10 мг, имеем на правой чашке весов $32,83$ г.

3. Устанавливают, насколько недогружены (или перегружены) весы, определяя положение равновесия в том же порядке, как определялась нулевая точка, например:

$$\begin{array}{r}
 -3 \qquad +6 \\
 -2 \\
 \hline
 -2,5 \quad +6 \\
 \hline
 +1,8
 \end{array}$$

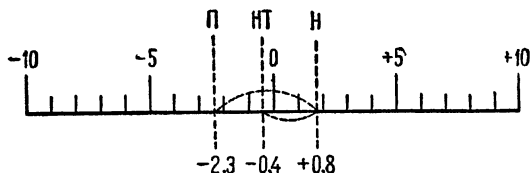
В данном случае смещение положения равновесия вправо от нулевой точки свидетельствует о том, что весы недогружены.

4. Если оказывается, что весы недогружены, прибавляют на правую чашку еще 10 мг. (При перегруженных весах снимают 10 мг.) Если второй гирьки в 10 мг в наборе нет, снимают 10 мг и помещают 20 мг, создавая таким образом разницу в нагрузке весов 10 мг. Вновь определяют положение равновесия при измененной нагрузке весов, например:

$$\begin{array}{r} -7 \quad +2 \\ -6 \\ \hline -6,5 \quad +2 \\ \hline -2,3 \end{array}$$

Смещение положения 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 масса 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 делений 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 величина 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 миллиграммах 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 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, масса тела с некоторым приближением в пределах допустимой точности весов будет равна 32,836 г.

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.

Данными приемами часто пользуются также при взвешивании на аналитических весах, но третий десятичный знак определяется там по положению рейтера на соответствующем делении коромысла. Четвертый же знак можно вычислить изложенным выше способом, исходя из двух положений рейтера на коромысле, при которых создается перегрузка и недогрузка весов.

Стеклопнная измерительная посуда. Термометры. Ареометры

Для отмеривания жидкостей в лаборантской следует иметь несколько *измерительных цилиндров (мензурок)* с носиком, с нанесенными делениями (рис. 81 и 82). Желательно иметь цилиндры на 50, 100, 250, 500 мм и на 1 л, но можно обойтись и двумя: на 100 мл и на 1 л. Для работ учащихся нужны цилиндры на 50 мл. С успехом могут быть использованы пластмассовые *конические градуированные стаканы* (до 500 мл и более), выпускаемые для бытовых целей. Их продают в хозяйственных магазинах.

Мензурка, как и весы, должна быть непременно принадлежностью лаборатории, но на всякий случай приводится 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 ее градуировка: нанесение делений алмазом, травление плавиковой кислотой, как это делают в мастерских, слишком сложно. Наклеивание для делений бумажной полоски непрактично, так как полоска легко отлетает. В школьных условиях легко сделать на сосуда матовую полосу, на которую наносят деления обыкновенным графитовым карандашом. Графит хорошо держится на матовом стекле и не сходит даже при мытье, не нужно только тереть и вытирать стекло.

Матовую полосу легко сделать при помощи куска наждачной, карборундовой и т. п. бумаги, не слишком мелкой (№ 2—4). За неимением бумаги можно воспользоваться соответствующим порошком, в крайнем случае — мелким песком, взятым на мокрую тряпку. Вместо песка лучше натолочь молотком кварца, кремня или другого твердого камня.

Для градуирования мензурки можно воспользоваться заимствованной мензуркой, лучше — бюреткой. В зависимости от диаметра мензурки в нее наливают воды по 1, 5, 10 мл и промежуток затем делят на желаемое число частей. Уровень налитой воды отмечают небольшой черточкой, для нанесения же делений в окончательном виде мензурку кладут на какую-

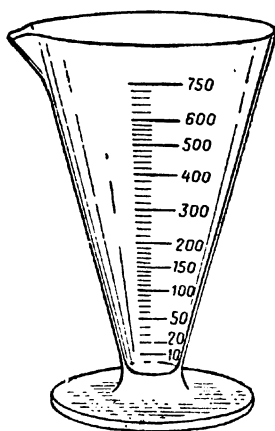


Рис. 81. Мензурка.

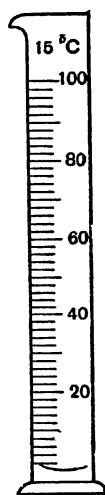


Рис. 82. Мерный цилиндр.

нибудь подставку горизонтально, так чтобы один конец ее во что-нибудь упирался. Карандаш твердо держат в руке или прижимают его к подставке и проводят черту, вращая мензурку вокруг оси.

Промежуточные деления следует сначала сделать на бумаге, разделив промежуток геометрическим способом на требуемое число частей, а затем уже наносить их на мензурку. Если особой точности не требуется, можно разделить и на глаз.

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 бюретки запаять. Приготовленный таким образом цилиндр можно вставить в отверстие большой пробки для придания устойчивости (рис. 83).

Чтобы отмерить измерительным цилиндром необходимый объем неокрашенной прозрачной жидкости, ее наливают так, чтобы нижний мениск находился на уровне желаемого деления цилиндра. Для окрашенных и непрозрачных жидкостей отсчет уровня ведут по верхнему мениску.

Мерные колбы (лучше с притертыми пробками, рис. 84) необходимы для приготовления растворов заданной объемной концентрации. С этой целью они могут быть использованы для работ учащихся. Необходимо иметь достаточное количество колб объемом 100—500 мл и несколько—объемом 1 л. При наполнении мерной колбы последние порции жидкости доливают осторожно по каплям, чтобы нижний мениск совпал с чертой на горлышке колбы.

Пипетки (рис. 85) необходимы для точного отмеривания небольших объемов воды и водных растворов. В школьном кабинете следует иметь пипетки на 10, 25 и 50 мл. Их используют для демонстрационных опытов и практических работ учащихся.

Бюретки (рис. 86) объемом 25—50 мл с делениями через 0,1 мл (лучше с синей полоской) нужны в основном для работ учащихся. Они могут быть с зажимами, но для растворов кислот лучше иметь бюретки с притертым краном. Притертые краны бюреток необходимо смазывать вазелиновой мазью или вазелином.

Бюретки можно покупать готовые (с каучуком, зажимами и

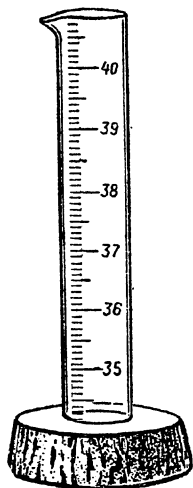


Рис. 83. Самодельный измерительный цилиндр из бюретки.

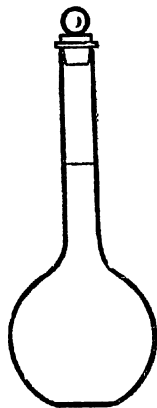


Рис. 84. Мерная колба.

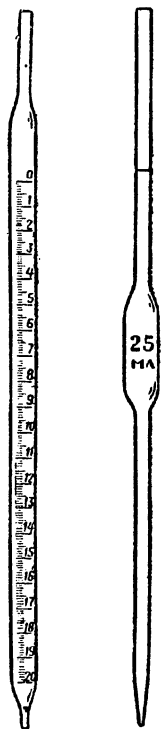


Рис. 85. Пипетки.

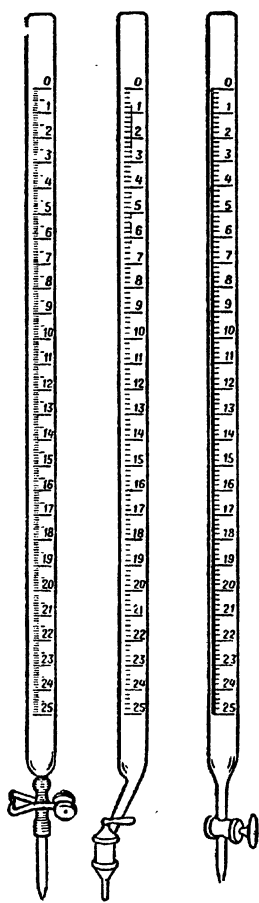


Рис. 86. Бюретки.

наконечниками), но не трудно оборудовать их и в школе (рис. 87). В случае отсутствия или недостатка металлических зажимов можно использовать небольшой стеклянный шарик (бусину), который вставляют в резиновую трубку на конце бюретки. При оттягивании резиновой трубки в месте нахождения шарика жидкость из бюретки вытекает через образовавшийся зазор.

Для удобства работы с бюретками их лучше укреплять в штативе (рис. 88, см. также стр. 66).

Бюретка в школьной практике может служить не только для отмеривания жидкостей, но и для измерения объемов газов. У такой бюретки деления должны начинаться от крана. 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. 89) — обязательная принадлежность школьной лаборатории. Следует иметь термометры, позволяющие измерять температуры от -20°C (например, для охлаждаемых смесей) до $+200^{\circ}\text{C}$, с делениями на целые градусы. Для специальных работ могут потребоваться и более точные термометры, например «нормальные» термометры до 100°C , имеющие деления через $0,1^{\circ}\text{C}$. В достаточном количестве должны быть термометры от -10 до $+110^{\circ}\text{C}$, необходимые для лабораторных работ учащихся.

Для демонстрации изменения температуры при растворении веществ, а также при некоторых химических реакциях без установле-

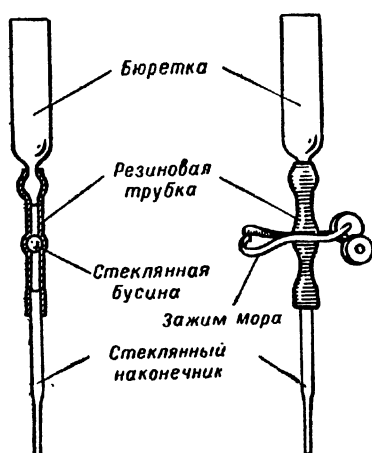


Рис. 87. Оборудование резиновой трубки для бескановой бюретки.

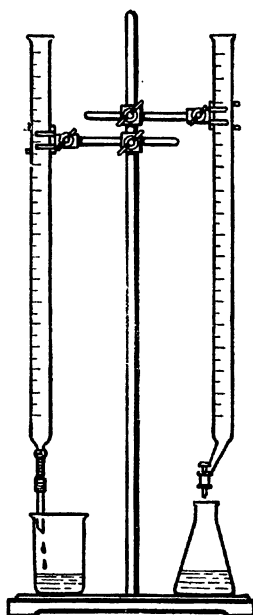


Рис. 88. Крепление бюреток в штативе.

ния количественных значений пользуются самодельным прибором — *термоскопом* (рис. 90). Для изготовления его берут пробирку (можно отрезать от обычной пробирки, стр. 214) длиной 5—6 см, к ней подбирают хорошую резиновую пробку с тонкой стеклянной трубкой (удобно взять барометрическую трубку с толстыми стенками и узким каналом, стр. 131), доходящую почти до дна (рис. 90). В пробирку вливают 2—3 мл окрашенной жидкости (например, концентрированного раствора индиго, стр. 289). При вставлении пробки с трубкой в отверстие пробирки часть жидкости за счет некоторого сжатия воздуха (конечно, если прибор хорошо «держит», см. стр. 254) поднимается по трубке вверх и устанавливается на том или на ином уровне (уровень столбика жидкости можно соответственно отрегулировать), который можно отметить тонким резиновым колечком. Если слегка подогреть пробирку (например, зажать в руке), то вследствие расширения воздуха, давящего на жидкость, последняя будет подниматься по трубке выше кольца, при охлаждении же — опускаться. Так можно фиксировать изменение температуры, например, при

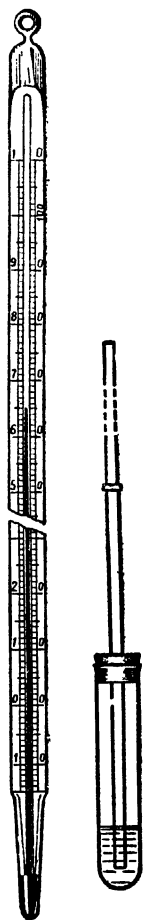


Рис. 89. Химический термометр.

Рис. 90. Термоскоп.

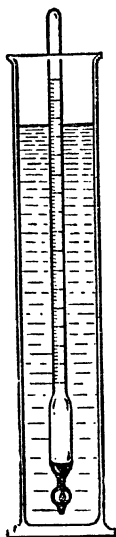


Рис. 91. Определение плотности жидкости ареометром.

растворении веществ, погружая термоскоп в стакан с раствором в момент растворения.

Ареометры для измерения плотности жидкостей необходимы при определении концентрации растворов (например, кислот и др.) по их плотности. Следует иметь набор ареометров для жидкостей тяжелее воды, позволяющих определять плотность в пределах от 1 до 1,84, и для жидкостей легче воды (от 0,75 до 1). Такие наборы продают в комплекте. Полезно иметь ареометры специального назначения, например спиртометр для определения содержания воды в спирте (он градуирован по процентному содержанию спирта), лактометр для определения жирности молока по плотности (деления показывают процентное содержание жира).

При определении ареометром плотности жидкости (рис. 91) 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.

Для отсчета времени при некоторых демонстрационных опытах (например, при демонстрации скоростей реакций) желательно иметь *метроном* (рис. 92), позволяющий вести сравнительный отсчет по числу ударов, хорошо слышных всему классу. Прибор имеет часовой механизм и заводится ключом. Груз на маятнике метронома можно устанавливать на различной высоте и получать таким образом различную частоту ударов.

В школьном кабинете необходимы также приборы для измерения длин: *рулетка* на 6—10 м, *метровая рулетка* или *складной метр*, *сантиметровая лента* (типа портновской), достаточный запас обычных линеек для работ учащихся. Могут оказаться полезными *штангенциркуль* (для измерения внутренних и внешних диаметров стеклянных трубок), *микрометр* и *кронциркуль* с делениями на сантиметры и миллиметры.

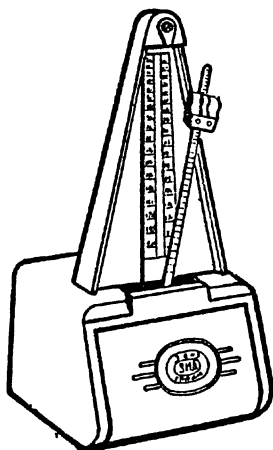


Рис. 92. Метроном.

3. Источники и преобразователи электрического тока. Приборы для опытов с электрическим током

Опытов с использованием переменного и постоянного электрического тока в школьном курсе химии относительно немного, но познавательное значение их настолько велико, что они должны считаться обязательными, и приобретение необходимого оборудования для их постановки (в демонстрационном и учебном вариантах) абсолютно необходимо.

В современных, как правило электрифицированных (даже в отдаленных районах), школах основным источником питания лабораторных приборов будет служить осветительный (а в некоторых случаях и технический) ток. Поэтому следует позаботиться о приобретении приборов для регулирования и преобразования тока (выпрямителях, трансформаторах). В исключительных случаях (при отсутствии осветительного тока или невозможности использовать его для некоторых опытов, требующих переменного или постоянного тока низкого напряжения) можно использовать химические источники тока. Наиболее доступными и в то же время удобными являются *батарейки* для карманных фонарей, представляющие собой элементы Лекланше (одноячейковые — круглые батарейки и трехячейковые — плоские). Каждая ячейка дает напряжение 1,5 в (если не истек срок годности). Круглые и плоские батарейки можно соединять друг с другом в более мощные источники постоянного тока. Так, при последовательном соединении двух плоских батареек (положительного полюса одной с отрицательным полюсом другой) можно получить ток напряжением 8 в.

Такого напряжения достаточно для питания небольшого школьного индуктора типа ИВ-50 (стр. 109). Для надежности соединения нужна пайка (стр. 283), но плоские батарейки можно соединять имеющимися у них контактными пластинками (длинную пластинку одной с короткой пластинкой другой и т. д.), сгибая их и крепко сжимая место соединения плоскогубцами. Отводящие провода также вкладывают в место сгиба крайних пластинок и крепко зажимают. При соединении нескольких круглых батареек пайка обязательна, так как у них контактных пластинок нет. Соединяющие провода припаивают к металлическому колпачку угольного электрода (+) одной батареи и цинковому донышку патрона (—) другой (рис. 93). Десять соединенных таким образом батареек дадут напряжение около 15 в. Этого достаточно для проведения опытов по электролизу растворов, испытания электропроводности веществ и питания индуктора типа ИВ-100 (стр. 109). В параллельном соединении



Рис. 93. Последовательное соединение батареек:
плоских (слева) и круглых (справа).

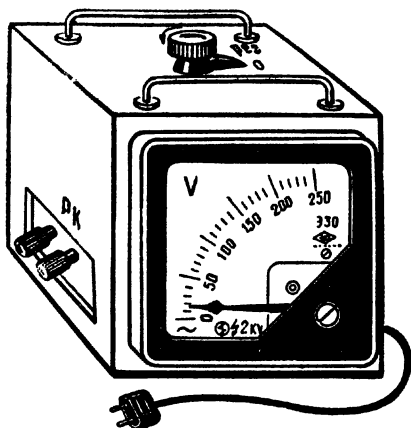


Рис. 94. Школьный регулятор напряжения РНШ-59; *рег* — регулирующая рукоятка, *рк* — выходные клеммы.

элементов (батареек) для школьных опытов (с целью повышения силы тока при одинаковом напряжении) необходимости нет. Следует иметь в виду, что при включении в рабочую цепь и по мере работы напряжение элементов быстро падает, поэтому такие источники тока являются сравнительно кратковременными и долгому хранению не подлежат. В различных комбинациях сухие батарейки можно использовать в электрифицированных таблицах (для обозначения заданных точек маленькими лампочками для карманных фонарей и пр.).

Приобретать какие-либо сложные (наливные и др.) гальванические элементы, сухие батареи высокого напряжения или большой емкости (типа анодных батарей и др.), а также различные аккумуляторы (кислотные, щелочные и т. д.) для школьного химического кабинета нет никакой необходимости.

Основным источником электрического тока для опытов является ток от осветительной сети, имеющий напряжение 220 в (реже 120 или 127 в) и подлежащий соответствующему преобразованию. При многих работах (особенно для ученических опытов по электропроводности и пр.) пользуются *лабораторными трансформаторами*.

Удобным прибором для получения тока пониженного напряжения от осветительной сети является *школьный регулятор напряжения типа РНШ-59* (рис. 94). Прибор через входные клеммы включается в сеть переменного тока 220 в и позволяет получать регулируемый ток напряжением от 0 до 250 в. Перед включением прибора необходимо поставить в соответствующее положение предохранитель (плавкая вставка в фарфоровой трубке с контактами) в зависимости от входного (сетевого) напряжения питающего тока (127 или 220 в). Предохранитель находится в нижней части прибора, места включения его обозначены соответствующими цифрами (127 и 220) у контактов. Регулирующая рукоятка *рег* (на верхней крышке прибора) должна быть поставлена в нулевое положение. Необходимое съемное рабочее напряжение достигается плавным передвижением рукоятки, при этом стрелка вольтметра (на передней стенке) показывает, какое напряжение устанавливается на выходных клеммах *рк*. Перед включением в рабочую цепь нужно убедиться, что прибор работает, для чего плавно повернуть рукоятку от нулевого положения на 90—180°,

затем снова поставить ее в нулевое положение: стрелка вольтметра сначала отклоняется по шкале, а затем возвращается к нулевой отметке. При нулевом положении стрелки подключаются к выходным клеммам провода от прибора (например, от прибора для определения электропроводности, от индуктора и пр.) и затем устанавливается нужное напряжение. Прибор выставляют на демонстрационный стол только на время показа соответствующих опытов, в остальное время его хранят в закрытом шкафу.

Для подачи переменного тока пониженного напряжения к столам учащихся на распределительном щите или рядом с ним на соответствующих креплениях можно установить *регулируемый автотрансформатор типа РНО-250-9А* (рис. 95) с разводкой от него проводов к рабочим местам. Прибор рассчитан на рабочие нагрузки от 0 до 250 в с силой тока от 6 до 9 а при напряжении питающего тока от сети 127—220 в с плавным регулированием. Регулировка производится поворотом ручки на верхней панели до нужного деления шкалы. Номинальная мощность прибора 2 кв, что позволяет обеспечить одновременную работу на всех рабочих местах в классе. Включение питающего и рабочего тока производится через клеммы, установленные на корпусе прибора. (Для подачи тока от автотрансформатора на рабочие места на распределительном щите устанавливают отдельный рубильник.) При отсутствии работ с электрическим током трансформатор должен быть отключен от сети. Включением рубильника на щите ток подается на трансформатор и только от него к рабочим местам. Установкой регулятора учитель подает на розетки у рабочих мест требуемое напряжение (от 30 и при необходимости до 220 в). Следует отметить, что опыты учащихся по электропроводности и т. п. должны проводиться только с использованием лампочек, рассчитанных на безопасное напряжение. Неосторожное прикосновение к случайно оголенным проводам или контактам при напряжении 220 в (и даже 127 в) опасно.

Установка более или менее мощного выпрямителя для одновременной подачи постоянного тока на рабочие места учащихся нецелесообразна, так как вызовет значительные усложнения в проводке и переключении. При наличии небольших портативных выпрямителей (селеновых и др.) и при возможности самостоятель-



Рис. 95. Лабораторный автотрансформатор РНО-250-9А.

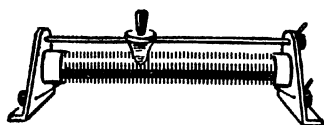


Рис. 96. Реостат со скользящим контактом.

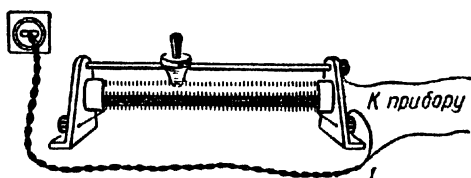


Рис. 97. Включение реостата в цепь.

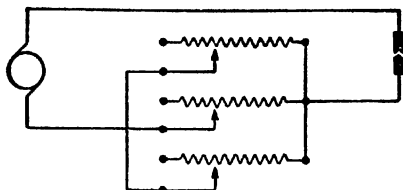


Рис. 98. Параллельное включение трех реостатов для питания вольтовой дуги.

ного изготовления (см. ниже, стр. 106) выпрямляющие устройства (для опытов по электролизу) могут быть установлены непосредственно на рабочих местах.

Для регулирования силы тока при опытах следует пользоваться *реостатами*. Наиболее удобны *реостаты со скользящим контактом*, или так называемые

ползунковые реостаты. Внешний вид реостата типа РПР показан на рисунке 96. Для школьных опытов по химии нет необходимости приобретать высокоомные реостаты, рассчитанные на небольшие силы тока, однако нужно иметь несколько реостатов с различным сопротивлением. Наиболее желательны приборы марок РП-1 (сопротивление от 18 до 200 Ω при силе тока от 1 до 4 A), РП-7 (сопротивление 10—30 Ω при силе тока 1—5 A), РП-3 (сопротивление 500—1000 Ω при силе тока 0,5—0,6 A — для работ по гальваническим покрытиям). Реостат для плавного регулирования силы тока включают в рабочую сеть последовательно (рис. 97). Наиболее удобно присоединять провода к двум клеммам (верхней и нижней) на одном конце реостата (в этом случае легче ориентироваться в направлении передвижения ползунка: если он находится в крайнем дальнем положении от клемм, значит, реостат

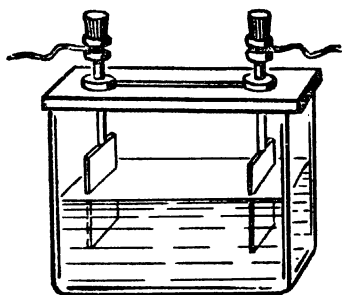


Рис. 99. Электролитическое сопротивление.

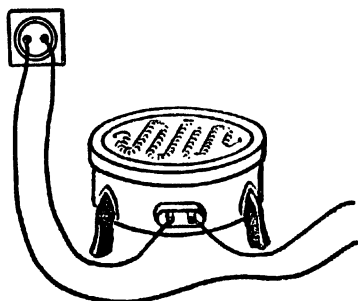


Рис. 100. Включение электрической плитки в качестве реостата.

полностью введен. Нужно иметь в виду при работе с любым прибором, что перед включением тока реостат должен быть введен полностью, повышение силы тока в цепи осуществляется плавным передвижением ползунка в сторону двух крайних клемм). Не следует пропускать через реостат ток значительно большей силы, чем обозначено на бирке или в паспорте прибора, обмотка раскиснет докрасна и перегорит. Для удобства использования реостат можно укрепить на доске из асбоцемента или другого негорючего материала.

Для крепления в стойках прибора имеются отверстия.

Если в цепь необходимо включить прибор, требующий большой силы тока, например вольту дугу, то для этого пользуются специальными реостатами. За неимением такого реостата применяют несколько ползунковых реостатов, рассчитанных на меньшие силы тока, и включают их параллельно, как показано на рисунке 98.

Для демонстрационных целей очень удобен также *рычажный реостат*, каким пользуются в опытах по физике, 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 берут раствор какого-нибудь подходящего электролита, например 1-процентный раствор соды, в который погружают железные электроды. Сближая и удаляя электроды и беря их различных размеров, можно регулировать силу тока (рис. 99). В качестве реостата можно использовать также нагревательную *электрическую плитку*, включив ее в цепь последовательно (рис. 100). Нихромовая спираль плитки, рассчитанная на 127 в, при общей длине 7,3 м и диаметре проволоки 0,6 мм имеет сопротивление 26 ом, спираль, рассчитанная на 220 в, при длине проволоки 10,1 м и диаметре 0,4 мм имеет сопротивление 77 ом. Плиткой, как правило, можно пользоваться в качестве постоянного (нерегулируемого) сопротивления. Подключение одного из проводов не к клемме плитки, а к различным участкам открытой спирали (с помощью, например, металлического зажима и т. п.) с целью регулирования сопротивления может привести к быстрому перегоранию спирали и противопоказано техникой безопасности.

Для преобразования переменного тока в постоянный (для опытов по электролизу и др.) используют различные выпрямители. Весьма популярным в химических кабинетах средних школ является *алюминиевый выпрямитель*, применяющийся до настоящего времени, несмотря на то что в продаже имеются вполне совершенные селеновые и другие выпрямители (см. ниже). Аллюминиевый выпрямитель прост по своему устройству, доступен для изготовления и позволяет получать постоянный ток (хотя и не полностью выпрямленный, но достаточный для обычных школьных опытов) довольно высокого напряжения, что для некоторых опытов по электролизу весьма существенно. Принцип устройства аллюминиевого выпрямителя основан на способности оксидной пленки алюминия

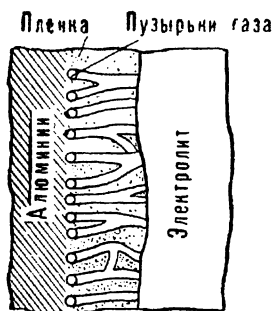
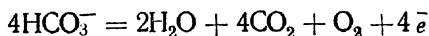


Рис. 101. Образование изолирующей пленки на поверхности алюминиевого электрода.

пропускать ток в одну сторону. Если взять, например, один из электродов алюминиевый, а другой — железный или свинцовый, погрузить их в раствор бикарбоната натрия (или некоторых других солей, например карбоната аммония) и соединить с источником постоянного тока, так чтобы алюминий был анодом, то ток, проходящий через электролит, быстро ослабевает и затем почти совсем прекращается из-за образующейся на поверхности алюминия пленки из гидроксида алюминия, не пропускающей ток. Однако если переключить ток так, чтобы алюминий стал катодом, то ток пойдет беспрепятственно. Поэтому при пропускании через

такой прибор переменного тока с напряжением не выше 500 в получается прерывистый ток одного направления.

Такое свойство пленки из гидроксида алюминия может быть объяснено, по-видимому, следующим образом: пленка эта не сплошная, а пронизана мельчайшими канальцами, заполненными электролитом (рис. 101). В этих канальцах у поверхности алюминия накапливаются пузырьки газов CO_2 и O_2 , образующихся при разрядке ионов HCO_3^- :



Эти пузырьки вместе с непроводящим ток слоем гидроксида алюминия и образуют сплошную непроводящую пленку.

При обратном направлении тока к алюминию направляются ионы водорода, разрядка которых приводит к повышению концентрации гидроксильных ионов в катодном пространстве, благодаря чему происходит растворение пленки амфотерного гидроксида алюминия и ток проходит беспрепятственно. При следующей перемене тока на алюминии снова возникает пленка, пронизанная пузырьками газов, и т. д.

При достаточной плотности тока «формование» алюминиевого электрода происходит почти моментально, и он сразу же по включении тока начинает служить «клапаном». Оптимальная поверхность алюминиевого электрода 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.

В качестве электролита, кроме раствора бикарбоната натрия, могут служить растворы других солей, например 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.). Эти электролиты не должны содержать посторонних примесей, особенно поваренной соли, и вообще соединений, которые выделяют при электролизе хлор. Хлор разрушает

образующийся на поверхности алюминия слой, и действие выпрямителя нарушается.

Обычно применяемый электролит — насыщенный (около 8%) раствор бикарбоната натрия NaHCO_3 . Недостаток его заключается в том, что при повышении температуры электролита клапанное действие алюминия ослабевает, и выше 60°C выпрямление тока прекращается. При непродолжительной работе, не слишком сильном токе и достаточном количестве жидкости последняя нагревается несильно. Поэтому насыщенным раствором бикарбоната натрия можно пользоваться на практике. Однако более выгодна в этом отношении другая соль — карбонат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. При употреблении ее в качестве электролита для алюминиевого выпрямителя в виде 10-процентного раствора повышение температуры на работе прибора почти не сказывается. Выпрямитель продолжает действовать даже при температуре кипения электролита.

В простейшем виде (какие-либо сложные конструкции для школьных опытов не нужны) алюминиевый выпрямитель может состоять из стеклянной (емкостью 0,5 л) банки, закрытой большой (с боковой прорезью) пробкой, через которую проходит толстая алюминиевая проволока или несколько плотно скрученных более тонких проволок (можно использовать алюминиевые электропровода, сняв с них изоляцию) — первый электрод и второй электрод из железа (толстый гвоздь), свинца или другого металла (рис. 102, 1). Для изготовления алюминиевого электрода можно воспользоваться даже опиленным черенком алюминиевой ложки. Во избежание перегрева жидкости и длительной предварительной формовки электрода нет необходимости использовать всю его поверхность, но погружать электрод в раствор нужно достаточно глубоко, поэтому обычно применяют изоляцию электрода, оставляя в соприкосновении с электролитом нижний конец его длиной 1,5—2 см. Для изоляции можно надеть на электрод плотно охватывающую его резиновую трубку, но еще удобнее — обернуть электрод в несколько слоев полиэтиленовой пленкой и затем подогреть. Полиэтилен при этом плавится и покрывает поверхность электрода прочной надеж-

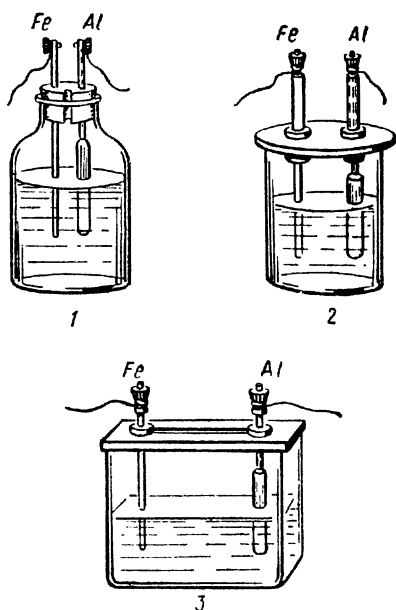


Рис. 102. Алюминиевый выпрямитель:

1 — с пробкой; 2 — с картонной или деревянной крышкой; 3 — с регулировкой силы тока.

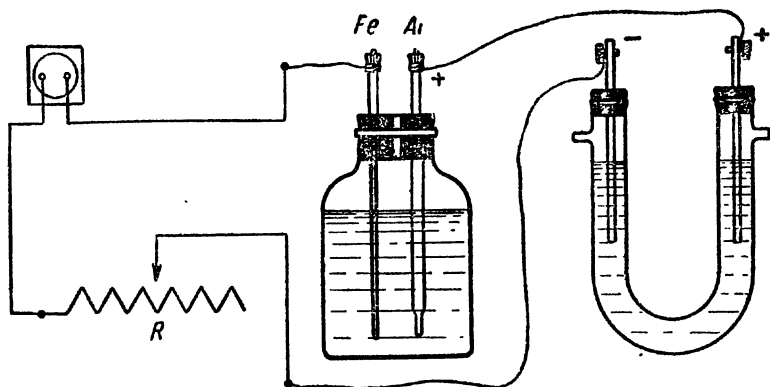


Рис. 103. Включение алюминиевого выпрямителя в цепь.

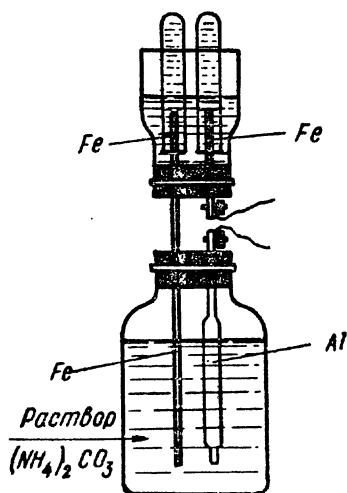


Рис. 104. Комбинация алюминиевого выпрямителя с электролизером.

ной изоляцией. Вместо пробки стеклянную банку можно закрыть деревянной дощечкой или даже куском толстого картона, в отверстия которого вставить две небольшие пробки с проходящими через них электродами (рис. 102, 2). В деревянной крышке можно сделать узкий вырез, по которому будет передвигаться железный электрод—пластинка из жести (рис. 102, 3). Сближение или удаление электродов позволяет регулировать силу тока в цепи. На наружные концы электродов надевают клеммы (в крайнем случае для присоединения к электродам проводов можно использовать лабораторные зажимы, обеспечивающие достаточно хороший контакт и устраняющие ненужное искрение). Алюминиевый выпрямитель включают в цепь последовательно (рис. 103), при этом надо

помнить, что алюминиевый электрод на выходе будет плюсом.

Для демонстрации разложения воды электрическим током (см. т. II) нередко применяют *комбинированные приборы*, состоящие из выпрямителя и электролизера. Один из таких приборов изображен на рисунке 104 (конструкция Д. М. Кирюшкина). Сплошной толстый железный стержень является электродом для выпрямителя и для электролизера, на нем же держится электролизер. Второй электрод выпрямителя алюминиевый, а второй электрод электролизера также железный (см. т. II). Провода присоединяют от сети переменного тока. Удобен для демонстрации разложения

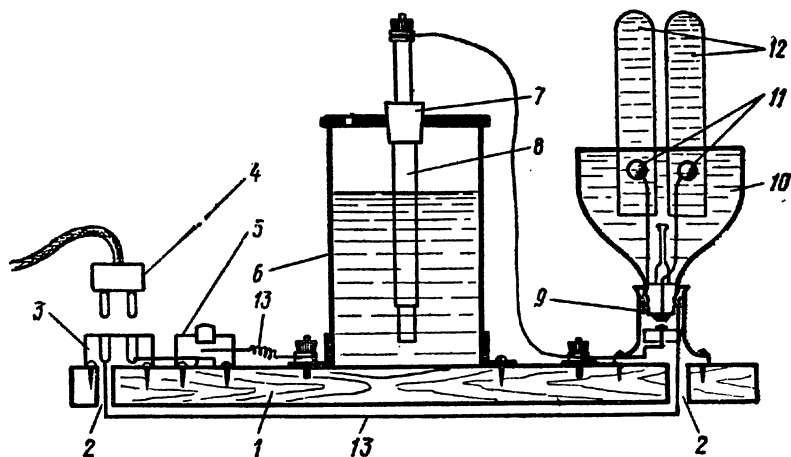


Рис. 105. Комбинированный прибор для разложения воды с алюминиевым выпрямителем:

1 — деревянная доска-панель; 2 — отверстия в доске; 3 — штепсельная розетка; 4 — вилка со шнуром для включения в сеть; 5 — выключатель; 6 — жестяная банка с крышкой; 7 — резиновая пробка; 8 — алюминиевый электрод с полиэтиленовой изоляцией; 9 — электрический патрон; 10 — сосуд-электролизер из обрезанной электрической лампы; 11 — электрод; 12 — пробирки с электролитом (раствором соды); 13 — провод.

воды комбинированный прибор, изображенный на рисунке 105. Выпрямитель и электролизер из обрезанной электрической лампочки смонтированы на одной доске, причем железная банка служит одновременно сосудом и электродом выпрямителя. Второй электрод — алюминиевый — вводят внутрь банки через резиновую пробку, вставленную в отверстие в крышке. Один провод от питающей розетки проходит под доской, его выводят непосредственно к контакту электрического патрона, в который ввинчивают обрезанную электрическую лампочку (стр. 216). Ко второму контакту патрона подводят провод от алюминиевого электрода. В банку наливают раствор карбоната аммония (не менее половины объема). Electroдами в электролизере являются изогнутые кольцами на концах проволоки лампочки, к которым была прикреплена спираль накаливания. Электролитом в электролизере служит раствор карбоната натрия (см. т. II).

Данные конструкции алюминиевых выпрямителей позволяют вести электролиз без включения в цепь реостата, так как обладают достаточно большим сопротивлением, однако процесс, особенно при напряжении тока в сети 220 в, идет очень бурно, сопровождается сильным искрением алюминиевого электрода и быстрым разогреванием электролита. Для более спокойного протекания процесса включают в цепь реостат, который позволяет регулировать скорость электролиза (стр. 98). Для работ, связанных с электролизом растворов солей, включение реостата необходимо.

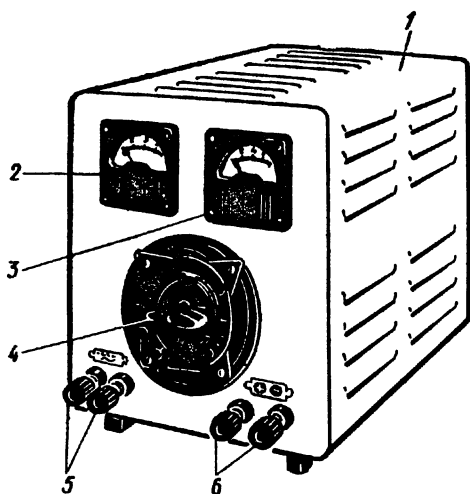


Рис. 106. Селеновый выпрямитель ВС-24:

1 — кожух; 2 — амперметр; 3 — вольтметр; 4 — переключатель; 5 — клеммы для включения в сеть; 6 — клеммы для отвода постоянного тока.

По окончании работы, если не предполагается использовать выпрямитель в ближайшие дни, электролит из банки выливают в предназначенную для этого бутылку, электроды промывают и насухо вытирают. Хранить длительное время выпрямитель с жидкостью и опущенными в нее электродами не следует: при отсутствии герметической крышки происходит испарение жидкости, на стенках банки образуется осадок соли, распространяется запах аммиака.

Из выпрямителей фабричного изготовления наиболее распространены *селеновые выпрямители*. Вы-

прямляющее действие в них осуществляется слоем селена, который является полупроводником. Слой селена толщиной около 0,08 мм наносят на железную пластинку. Поверх слоя селена наносят слой сплава из олова, висмута и кобальта. Выпрямляющие элементы собирают в столбики (от 2 до 16 и более), которые окрашивают защитным лаком или краской. На выпрямляющее устройство подают ток пониженного напряжения (около 30 в или менее, в зависимости от типа выпрямителя), поэтому непременной принадлежностью выпрямителя является понижающий трансформатор. Мощные селеновые выпрямители позволяют получать постоянный ток большой силы (до 700 а). Для лабораторных целей обычно применяют выпрямители мощностью от 6 до 25 в, обеспечивающие постоянный ток силой от 0,5 до 6 а (в некоторых типах — до 12 а).

В школьных химических кабинетах часто используют *селеновый выпрямитель типа ВС-24*. Внешний вид его показан на рисунке 106. На лицевой панели выпрямителя внизу имеются клеммы для подключения питающих проводов от сети (5) и для включения в цепь постоянного тока с обозначением полюсов (6). В средней части лицевой панели вмонтирован пластмассовый диск с делениями и рукояткой-переключателем (4), позволяющим при производстве переключений во вторичной цепи трансформатора получать 9 ступеней напряжения выпрямленного тока: от 3 до 25 в при силе тока 6 а. Перед включением в сеть и снятием напряжения переключатель должен быть поставлен в нулевое положение. В верх-

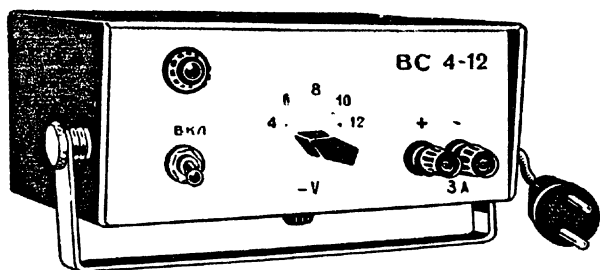


Рис. 107. Модернизированный селеновый выпрямитель BC 4-12.

ней части лицевой панели установлены вольтметр постоянного тока до 30 в (3) и амперметр постоянного тока до 10 а (2). Выпрямляющее устройство из 16 селеновых элементов и понижающий трансформатор находятся в металлическом кожухе. Со стороны съемной задней стенки под селеновым столбиком установлен коммутационный щиток с предохранителем. Перестановка стеклянной трубки предохранителя (с плавкой вставкой внутри) в соответствующие зажимы на панели с цифрами 127 и 220 позволяет включать прибор в соответствии с напряжением тока осветительной сети. Положение предохранителя перед включением прибора в сеть необходимо обязательно проверить. При выпуске прибора с завода предохранитель устанавливают обычно в положение, соответствующее напряжению 220 в.

В настоящее время выпускается новая модель такого выпрямителя. Она отличается меньшими размерами, наличием на передней панели двух клемм для снятия напряжения переменного тока 36 в, выключателя (тумблера) и индикаторной лампочки.

Выпрямитель может быть использован не только для опытов с применением постоянного тока (электролиз и пр.), но также для питания индуктора (стр. 109).

Более доступными и простыми в обращении являются *выпрямители типа BC 4-12 и BC-12*. Внешний вид их показан на рисунках 107 и 108. Выпрямитель BC-12 рассчитан на нерегулируемое напряжение постоянного тока 12 в при силе тока 2 а. Он может быть включен в сеть на 127 или 220 в через клеммы, расположенные на торцевой панели. Из трех клемм средняя — общая. К одной из двух крайних клемм присоединяют второй провод в зависимости от напряжения тока питающей сети. Соответствующие обозначения (220 и 125 в) даны под клеммами.

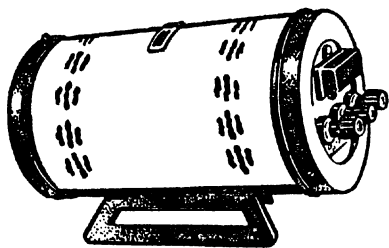


Рис. 108. Селеновый выпрямитель BC-12.

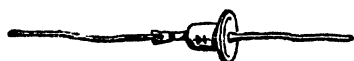


Рис. 109. Диод Д7Ж.

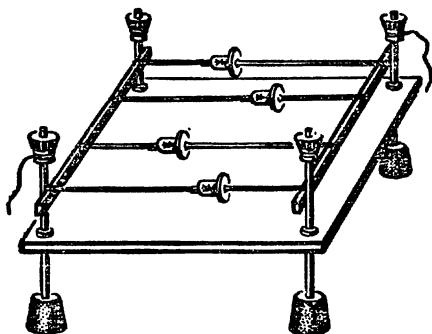


Рис. 110. Выпрямитель на диодах Д7Ж с клеммами (самодельный).

На этой же панели выше клемм находится предохранитель, закрытый съемной пластмассовой коробочкой. На второй торцевой панели находятся две клеммы со знаками «+» и «—» для отвода выпрямленного тока. Выпрямляющее устройство состоит из четырех селеновых элементов, а также трансформатора. Выпрямитель может быть использован для питания индуктора ИВ-100 (стр. 109) и опытов по электролизу растворов, но при значительном сопротивлении прибора (например, в аппарате Гофмана, см. т. II) процессы протекают медленно.

Еще менее мощным является селеновый *выпрямитель ВС-6*. Внешне он отличается от предыдущего только меньшими размерами. Обеспечиваемое им максимальное напряжение постоянного тока 6 в (два селеновых элемента) при силе тока до 2 а. Его можно использовать для питания школьного индуктора ИВ-50. Для опытов по электролизу он может быть использован только в приборах с малым внутренним сопротивлением.

Весьма удобным для школьных опытов (кроме питания индукторов) является *полупроводниковый германиевый выпрямитель* из нескольких диодов типа Д7Ж (конструкция предложена С. И. Лившицем). Даже при наличии одного из указанных выше выпрямителей выпрямитель на диодах чрезвычайно полезен, а для ряда опытов (движение ионов, некоторые опыты по электролизу и пр.), требующих значительных напряжений постоянного тока, необходим. Прибор легко изготовить своими силами. Для этого надо приобрести 4 диода Д7Ж, которые свободно продают в радиомагазинах. На рисунке 109 такой диод изображен в натуральную величину. На корпусе диода, кроме обозначения его марки, поставлена стрелка, указывающая направление тока (а значит, и направление включения). Один диод пропускает постоянный ток силой 0,3 а. Четыре параллельно соединенных диода дадут ток силой 1,2 а с напряжением (в зависимости от напряжения в сети), вполне достаточным для всех опытов с постоянным током.

Для школьных установок нет необходимости в каких-либо сложных схемах (типа мостиковых и пр.), достаточно обычного параллельного соединения. Для этого все четыре диода припаивают проводниками (обязательно в одном направлении, указанном стрелкой на корпусе) к двум кускам толстой медной проволоки,

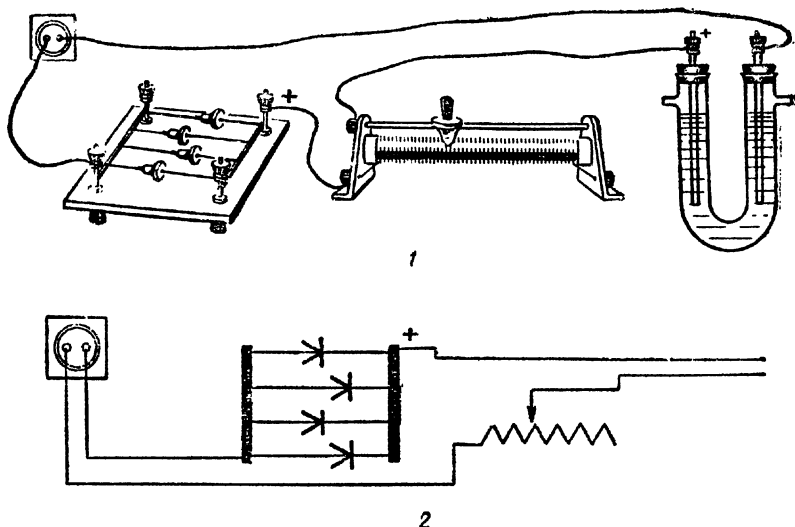


Рис. 111. Включение выпрямителя на диодах Д7Ж в сеть:

1 — внешний вид; 2 — схема.

бставленным в отверстия четырех клемм, укрепленных на жесткой пластмассовой изолирующей панели (рис. 110). На нижние концы клемм для изоляции их следует надеть небольшие резиновые пробки. За неимением нужных клемм можно согнуть в виде буквы П толстые медные проволоки, закрепить их в отверстиях панели сверху и снизу резиновыми пробками, а к верхней части припаять проводники диодов. Корпуса диодов не должны прикасаться друг к другу. Схема включения выпрямителя в сеть и внешний вид его показаны на рисунке 111. На выходе по направлению стрелок будет положительный полюс (+). В цепь обязательно включают реостат или постоянное нерегулируемое сопротивление 250—300 ом.

Вместо монтажа на панели можно поместить все четыре диода в пластмассовую коробочку, проложив между их корпусами изолирующие прокладки. К скрученным и спаянным концам проводников припаивают подводящий и выводящий провода, которые выводят наружу через просверленные в стенках коробочки отверстия. У отверстия с выводящим (по направлению стрелок) проводом ставят знак «+». Чтобы не перепутать случайно направление включения закрытого выпрямителя, лучше взять провода (подводящий и выводящий) разных цветов.

Все работы, связанные с электрическим током, как правило, следует проводить с включением в цепь электроизмерительных приборов. Для измерения характеристик переменного тока можно пользоваться обычными приборами, какие употребляют для распределительных щитов: *амперметр* переменного тока до 20 а,

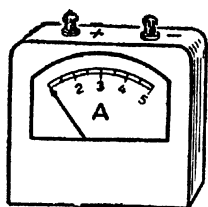


Рис. 112. Амперметр школьного типа.

вольтметр переменного тока до 120—220 в. При работе с переменным током пониженного напряжения измерительные приборы включают в цепь непосредственно на демонстрационном столе. При работе с постоянным током от выпрямителя следует пользоваться амперметром и вольтметром постоянного тока. Для обычных работ достаточно иметь школьные приборы: амперметр со шкалой до 5 а, вольтметр со шкалой до 10 в (рис. 112). При сборке цепи следует помнить, что амперметр включают всегда

последовательно, а вольтметр — параллельно прибору. При работе с постоянным током необходимо соблюдать направление включения в соответствии с обозначениями «+» и «—» у клемм приборов. Регулировать силу тока в цепи лучше всего при помощи реостата со скользящим контактом, включаемого последовательно с амперметром (рис. 113).

Описание ряда приборов с использованием тока дается в соответствующих главах при характеристике конкретных опытов. Укажем здесь только некоторые из приборов, имеющих разностороннее использование.

Одним из наиболее сложных приборов для опытов с электрическим током является *индуктор* (индукционная катушка), трансформирующий ток низкого напряжения в ток высокого напряжения (до 35 000 в). Если индуктор есть в кабинете физики, то нет необходимости приобретать его для химического кабинета, так как соответствующих опытов в школьном курсе немного. Но, принимая во внимание большое значение этих опытов, отказываться от них нельзя, и для постановки соответствующего демонстрационного эксперимента необходимо использовать индуктор. (Преподаватель должен уметь обращаться с индуктором.)

Внешний вид индуктора изображен на рисунке 114. На рисунке 115 показана схема индуктора, из которой понятно его устройство.

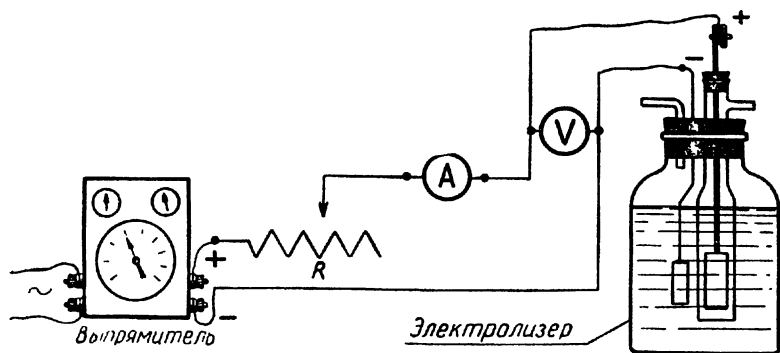


Рис. 113. Схема цепи с регулировкой тока.

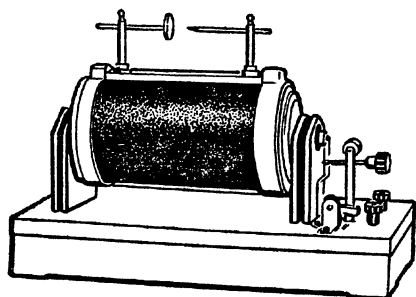


Рис. 114. Индуктор.

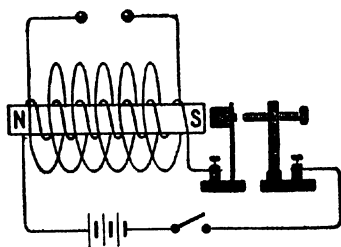


Рис. 115. Схема индуктора.

Индуктор состоит из железного сердечника — пучка пластинок мягкого железа, на который наматывают первичную обмотку, состоящую из небольшого числа витков толстой проволоки. На эту спираль изолированно от нее наматывают вторичную обмотку из большого числа витков тонкой хорошо изолированной проволоки. Соотношение числа витков первичной и вторичной обмоток определяет 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 прерывателем. У небольших индукторов школьного типа обычно имеется молоточковый прерыватель, устройство и действие которого понятно из схемы на рисунке 115. Для школьного кабинета вполне удовлетворительными являются 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. Более удобен индуктор ИВ-100, так как он может быть с успехом использован для опыта получения оксида азота NO 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, от последовательно соединенных батареек для карманного электрического фонаря 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 напряжение питающего тока в первичной цепи не должно превышать величины, на которую рассчитан данный прибор. Нажимной винт пружины прерывателя нужно отрегулировать так, чтобы получалась достаточно сильная

искра. Регулировка молоточкового прерывателя заключается в изменении при помощи винта нажатия пружины и расстояния между молоточком и концом сердечника индуктора. Чем больше напряжение в первичной цепи, тем меньше должен быть размах молоточка. Если после включения тока прерыватель бездействует, можно привести его в движение пальцем. Следует так отрегулировать прерыватель, чтобы при включении тока катушка сразу же начинала работать, давая достаточно длинную искру. В таком виде прибор оставляют до урока, не трогая прерывателя и не меняя источника тока. Подготовив индуктор к демонстрации перед уроком, не следует оставлять его включенным в цепь. Источник питающего тока должен быть отключен, чтобы никто не мог воспользоваться индуктором в отсутствие преподавателя.

При работе с индуктором нужно руководствоваться инструкцией, которая обыкновенно прилагается к подобным приборам. Если же инструкции нет, то для индуктора, дающего искру длиной 6—10 см, нужно взять источник питания, обеспечивающий рабочее напряжение около 8 в. При этом лучше ввести в цепь также и реостат. Если же ток берут от выпрямителя, трансформатора и вообще от источника, дающего более или менее значительное напряжение, то, кроме реостата с достаточным сопротивлением, необходимо ввести в цепь также и амперметр. Реостат устанавливают таким образом, чтобы сила тока не превышала 1—2 а.

Прежде чем включать во вторичную цепь индуктора 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 вставляют 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 равной 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 центр диска. Если этого не происходит, следует переставить диск и острие местами или повернуть рукоятку переключателя (у индуктора ИВ-100 и ИВ-50) в обратную сторону.

Выдвигая стержень с острием, можно увеличить длину искры, причем каждый раз, прежде чем касаться проводов вторичной цепи, необходимо выключать первичный ток. Во избежание просоя изоляции вторичной обмотки, что равносильно полной порче индуктора, лучше не доводить расстояние между разрядниками до максимально 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 вторичной цепи обычно делают при помощи тонких медных проводов, можно не изолированных, так как обыкновенная изоляция при высоком напряжении не имеет никакого значения. Провода натягивают таким образом, чтобы расстояние между ними 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 прочно прикрепляют к контактам прибора, чтобы во время работы провод не мог, соскользнув с прибора, случайно коснуться корпуса индуктора, что повело бы к порче последнего. 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 включать индуктор, увеличить сопротивление или уменьшить напряжение питающего тока.

Получив впервые в свое распоряжение индуктор, прежде чем включать его, необходимо очень внимательно рассмотреть и ознакомиться с его устройством, действием прерывателя и т. д., а если возможно, то лучше всего посоветоваться со специалистом.

Из других приборов для опытов с электрическим током отметим комбинированный набор многоцелевого назначения, разработанный И. А. Черняком и выпускаемый заводом «Физприбор» имени А. В. Луначарского (г. Киров).

В состав набора входят следующие узлы и детали (рис. 116):

1. Крышка-панель, на которой смонтирована специальная штепсельная розетка с четырьмя гнездами (сверху и снизу панели) для присоединения проводов, установки электролизера и спецпатрона для электролампы. В крышке-панели имеется резьбовое от-

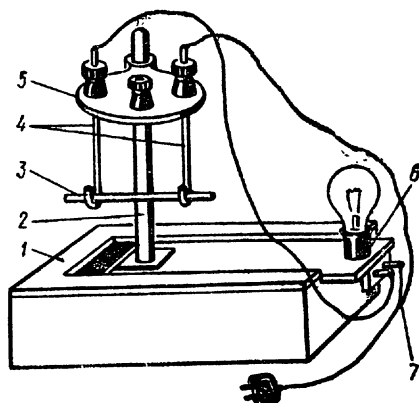


Рис. 116. Набор для опытов с электрическим током

(собирается для проверки электропроводности):

1 — ящик с выдвигающейся крышкой-панелью; 2 — стержень-стойка; 3 — испытуемый металлический стержень; 4 — электроды; 5 — съемная панель с клеммами; 6 — патрон с электролампой; 7 — клеммы для включения.

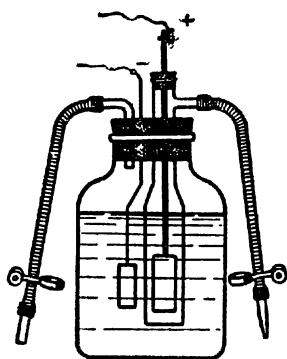


Рис. 117. Электролизер.

верстие для установки стержня-штатива и углубления для укладки металлических стержней.

2. Панель с тремя клеммами, которая снабжена винтами для закрепления электродов и винтом для укрепления панели на стержне-штативе.

3. Электролизер, в дно которого вмонтированы штырьки для установки электролизера в розетке.

4. Стержень-штатив.

5. Специальный патрон для электролампы.

6. Вилка патрона.

7. Набор металлических стержней.

8. Набор электропроводов.

9. Укладочный ящик, который служит одновременно подставкой прибора при проведении опытов.

Набор позволяет показать электропроводность металлов и неметаллов, растворов электролитов и неэлектролитов, электролиз. Прибор может быть использован также в качестве электролитического реостата (стр. 98). Для этого в сосуд емкостью около 2 л наливают 1-процентный раствор карбоната натрия и опускают в него два находящихся на панели электрода. Для регулирования сопротивления один из электродов укрепляют неподвижно, а другой погружают в раствор электролита на необходимую глубину.

Для демонстрации электролитического получения кислорода и водорода и для получения небольших количеств чистого водорода в химическом кабинете необходимо иметь *электролизер*. Из многочисленных электролизеров ниже дается описание одного из простейших, доступного для изготовления своими силами (рис. 117). Сосудом для электролизера служит стеклянная банка емкостью 3—4 л с не очень широким горлом (примерно около 5 см). К ней подбирают соответствующих размеров корковую пробку (лучше резиновую, ее можно вырезать из толстой автомобильной покрышки). В пробке вырезают круглое отверстие для цилиндрического колокола по размеру диаметра последнего, примерно 2,5—3 см. Для изготовления колокола, если нет возможности его заказать, можно использовать кожух холодильника Либиха, разрезав его поперек (стр. 240), чтобы от бокового отростка до места разреза получить кусок, равный высоте банки. Рядом с большим отверстием в пробке высверливают малое по диаметру отверстие, в которое вводят изогнутую под прямым углом стеклянную трубку средней толщины. Цилиндрический колокол вводят в большое отверстие пробки почти до бокового отростка (колокол не должен касаться дна банки). В узкое отверстие колокола вставляют резиновую пробку, через которую проходит достаточной толщины короткая

медная проволока с укрепленной на верхнем конце клеммой для присоединения провода. К нижнему концу проволоки, почти под самой пробкой, приклепывают проволоку из никеля (в крайнем случае, железную)¹, ко второму концу которой приклепывают пластинчатый электрод 4×4 см. Материалом для электрода может служить пластинка из никеля, пластинчатые или фигурно изогнутые электроды старых радиоламп. Электрод внутри колокола (катод) может иметь цилиндрическую форму, он не должен касаться стенок, не доходя до обреза колокола 2—3 см. Второй электрод готовят таким же образом и вводят внутрь банки, охватывая полукольцом колокол, но не касаясь его стенок. На боковой отросток колокола и на отводную стеклянную трубку надевают резиновые трубки с зажимами и стеклянными наконечниками нужной длины (еще лучше — с кранами). Электролитом служит 20-процентный раствор едкого натра, которым наполняют банку примерно на $\frac{3}{4}$ ее объема.

Электролизер может работать от выпрямителя ВС-24 или самодельного выпрямителя на германиевых диодах (стр. 106). В цепь постоянного тока обязательно включают реостат и амперметр. После включения электролизера следует выждать несколько минут, чтобы вытеснился из катодного пространства колокола воздух (при открытом зажиме или кране можно опустить неглубоко в воду газоотводную трубку, чтобы наблюдать за скоростью выделения пузырьков газа), затем собрать водород в небольшую пробирку (над водой или вытеснением воздуха, см. стр. 275) и испытать его чистоту. Убедившись в чистоте водорода (стр. 281), закрыть зажим или кран на трубке и наблюдать понижение уровня жидкости в колоколе, не доводя, однако, до полного обнажения электрод, так как в этом случае ток прервется и может возникнуть ненужное искрение между электродом и раствором. Водород в колоколе собирают, таким образом, под давлением, и его можно периодически выпускать в приемник. Если частично перекрыть кран (или зажим) и соответственно отрегулировать, то можно получить ровный ток водорода для восстановления оксида меди CuO и пр.

Если пробка банки достаточно герметична, то по отводной трубке, можно собрать выделяющийся кислород, хотя бы для доказательства наличия его в продуктах электролиза.

При работе с электролизером нужно строго соблюдать следующие правила:

1) не допускать при включении перепутывания полюсов, так как это может привести к образованию гремучей смеси и взрыву:

¹ Для обеспечения хорошего контакта конец медной проволоки расплющивают, загибают под углом почти 180° , вкладывают в место сгиба никелевую проволоку, обвивают вокруг медной проволоки 2—3 раза и снова сплющивают молотком. Место скелпки следует обернуть несколько раз полиэтиленовой пленкой и нагреть ее до плавления (стр. 101).

электрод в колоколе должен быть всегда только катодом, электрод снаружи колокола в банке — только анодом;

2) не зажигать водород и не испытывать кислород непосредственно у отверстия газоотводных трубок, а собирать их для этой цели в пробирки;

3) по окончании работы с электролизером закрыть зажимы (краны) на отводных трубках, чтобы исключить проникновение в банку оксида углерода CO_2 , который поглощается раствором щелочи.

Электрический ток в химических работах широко используют для нагревания. Необходимые сведения об этом изложены в последующих главах.

Глава IV.

ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА, ТРУБКИ, ПРОБКИ

1. Стеклянная посуда

Стеклянная посуда необходима почти для всех химических опытов. В школьном химическом кабинете обычно пользуются стеклянной посудой трех сортов: 1) тонкостенная посуда из легкоплавкого стекла (главным образом для нагревания жидкостей); 2) тонкостенная посуда из тугоплавкого стекла (исключительно для сильного нагревания сухих веществ); 3) толстостенная посуда (для хранения реактивов и для опытов, не требующих нагревания).

Тонкостенная посуда (при той же вместимости) значительно дороже толстостенной. Это всегда нужно иметь в виду, и в опытах, не требующих нагревания и не сопровождающихся саморазогреванием веществ, ограничивать применение тонкостенной посуды, которая к тому же очень хрупкая.

При заказе и приобретении химической посуды необходимо указывать ее название, размер, а в некоторых случаях и сорт стекла (например, для тонкостенной посуды, если желательно тугоплавкое стекло). Кроме того, полезно указывать еще и номер по прейскуранту. Для разных родов посуды принято различно определять ее размеры: по вместимости (в миллилитрах или граммах воды); по длине и ширине, длине и диаметру (иногда по диаметру наружному и внутреннему), в некоторых случаях по номеру и т. д.

Ввиду того что иногда трудно бывает решить, какой именно размер и сорт посуды следует приобретать, назовем наиболее употребительные размеры и сорта посуды, пригодные для многих опытов. Посуда, применяемая только в отдельных случаях, указана при описаниях опытов по соответствующим темам.

Пробирки. Наиболее употребительный размер пробирок для занятий учащихся $12 \times 1,3$ см (№ 1). Кроме того, полезно иметь пробирки размером $15 \times 1,5$ см (№ 2), а для демонстрационных опытов — 21×2 см (№ 5). Пробирки всегда должны быть в запасе, поэтому нужно закупить сразу несколько сотен пробирок № 1 и № 2 и несколько десятков № 5.

Необходимо также иметь 10—20 шт. тугоплавких (толстостенных) пробирок № 1 и № 2, а также пробирки малого размера

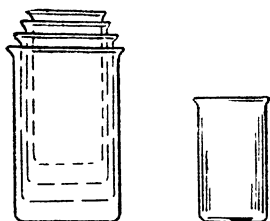


Рис. 118. стаканы химические тонкостенные.

(8 × 0,7 см) для отдельных опытов и для коллекций образцов веществ (они могут быть изготовлены из стеклянных трубок, стр. 229). Для некоторых опытов (разложение оксида ртути) требуются различные изогнутые пробирки из тугоплавкого и обычного стекла.

Очень маленькие пробирки неудобны для использования их при практических работах. Однако небольшие пробирки с широким отверстием и конической (сужающейся к дну) формой, применяемые при центрифугировании, вполне приемлемы и удобны. Наливать растворы в такие пробирки легко, а нижняя суженная часть позволяет наблюдать течение реакции, образование осадков и т. д. при небольшом количестве реактивов.

Стаканы. Тонкостенных высоких стаканов (рис. 118), как и пробирок, полезно иметь несколько полных «гнезд» из 8 шт., наиболее употребительные размеры — на 200, 300, 500 мл. В низких стаканах малого размера особой необходимости нет. Могут пригодиться низкие стаканы на 600 и 1000 мл.

Для справок приводится таблица соотношений размеров и емкости стаканов существующих стандартов.

Стандартные размеры стаканов

Емкость в мл	Размер в мм		Емкость в мл	Размер в мм	
	диаметр	высота		диаметр	высота
25	33	45	500	76	152
50	40	60	600	86	141
100	46	88	800	86	191
150	52	98	800	94	161
200	58	107	1000	100	174
250	70	90	1500	112	202
300	66	119	2000	124	223
350	78	115			

В общем числе приобретенных стаканов должно быть около 30% стаканов с «носиком». Они необходимы для переливания жидкостей, особенно при промывке осадков декантацией, наливания жидкости по палочке при фильтровании (стр. 248) и других работах.

Кроме тонкостенных стаканов, необходимо иметь толстостенные химические и обыкновенные чайные (не граненые) и винные стаканы и толстостенные батарейные стаканы разных размеров (от 250 до 3000 мл), а также баночки и банки толстого стекла, используемые для соков, варенья и пр.

Колбы. При покупке колб необходимо указать, нужна ли колба с тонким рантом (с отогнутыми краями) или с широким рантом.

Стандартные размеры колб

Тип колбы	Размеры				
	емкость в мл	диаметр шара в мм	общая высота в мм	диаметр горла в мм	длина горла в мм
Колбы с огогнутыми краями:					
плоскодонные с узким горлом	25	42	74	18	35
	50	50	86	18	40
	100	61	106	18	50
	250	84	147	23	70
плоскодонные с широким горлом	50	50	71	28	25
	100	61	86	28	30
	250	84	118	38	40
круглодонные с узким длинным горлом	100	61	151	23	90
	250	84	184	23	100
круглодонные с узким коротким горлом	50	50	75	18	25
	100	61	91	18	30
	250	84	124	23	40
Колбы с утолщенными краями:					
плоскодонные с узким горлом	500	103	195	28	100
	750	116	208	28	100
	1000	128	230	28	110
	1500	148	258	38	120
	2500	125	328	38	155
	5000	205	393	47	175
плоскодонные с широким горлом	500	103	147	47	50
	1000	128	128	38	65
круглодонные с узким длинным горлом	500	103	248	28	145
	750	116	276	28	160
	1000	128	298	28	170
	1500	148	388	28	210
круглодонные с узким коротким горлом	500	103	153	28	50
	750	116	176	28	60
	1000	128	193	28	65
	1500	148	213	28	65
	2500	125	260	28	75
	5000	205	325	28	90
круглодонные с широким горлом	100	61	91	47	30
	250	84	124	38	40
	500	103	153	38	50
	750	116	176	38	60
	1000	128	193	47	65
	1500	148	218	67	70
	2500	125	255	67	70
	5000	205	305	67	70

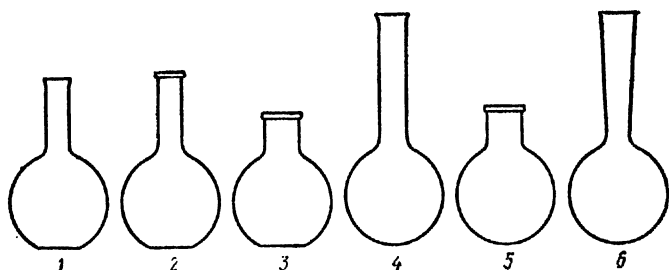


Рис. 119. Типы колб.

Утолщение края колбы делают для того, чтобы колбу можно было плотно закрыть пробкой, не боясь раздавить горло (рис. 119, 2, 3).

Наиболее употребительны объемы обыкновенных колб: 250, 500, 750 мл и 1 л. Необходимо также иметь по нескольку колб объемом в 2,5 и 5 л (для разбавления серной кислоты и для некоторых опытов). Для многих опытов и работ, связанных с получением веществ, очень удобны круглодонные колбы. Они прочнее плоскодонных и лучше выдерживают нагревание (круглодонную колбу с веществами можно нагревать даже на голом огне без предохранительной сетки). Полезны круглодонные колбы с длинным и коротким горлом (рис. 119, 4, 5). Длинногорлые колбы (баллоны) бывают с прямым горлом и с расширяющимся кверху (рис. 119, 4, 6). Последние служат приемниками (расширение делают для того, чтобы надевать колбу на горло реторты). Такие колбы могут пригодиться, например, для получения азотной кислоты, но без них можно обойтись. Круглодонные колбы с коротким, обычно широким, горлом иной раз приходится употреблять только потому, что не всегда можно достать такие же плоскодонные (рис. 119, 3), которые имеют то преимущество, что их можно ставить без подставки. Короткогорлые колбы применяют в тех случаях, когда нежелательно, чтобы сооружаемый прибор вышел очень высоким или нужно вставить пробку с несколькими трубками. Для опытов с получением веществ и для перегонки жид-

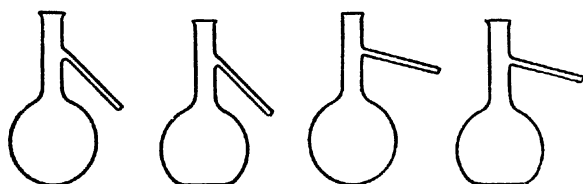


Рис. 120. Колбы Вьерца круглодонные и плоскодонные.



Рис. 121. Коническая колба.

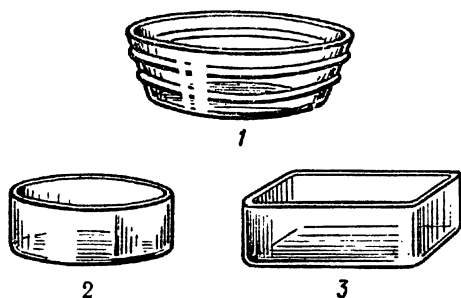


Рис. 122. Коническая чашка (1), кристаллизатор (2), пневматическая ванна (3).

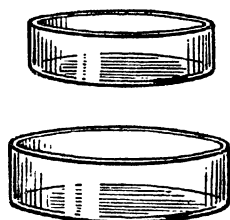


Рис. 123. Чашки Петри.

костей необходимы колбы с боковой отводной трубкой — колбы Вюрца на 50, 100 и 250 мл (круглодонные и плоскодонные, рис. 120).

Могут еще понадобиться колбы со вторым боковым горлом (тубулусом): для демонстрации окисления азота в электрической дуге с тремя, а для синтеза ацетилена с четырьмя тубулусами.

Конические колбы (рис. 121) более устойчивы, чем обыкновенные, их легче мыть, они могут быть полезны для опытов с фильтрованием и для некоторых опытов по органической химии. Небольшие по объему конические колбы емкостью от 50 до 100 мл удобны для опытов учащихся (их можно использовать вместо стаканов). Для демонстрационных опытов и препаративных работ следует иметь достаточное количество конических колб объемом от 250 до 1000 мл.

Кристаллизационных чашек, или кристаллизаторов (рис. 122), для кристаллизации веществ достаточно иметь 2—3 шт. диаметром 15 см, но кристаллизационные чашки часто используют и для других целей, например: маленькие — для демонстрации веществ, большие — для охлаждения приемников (при получении оксида серы SO_2 , термическом разложении древесины и пр.), а также вместо пневматической ванны при собирании небольших количеств газов и в некоторых других случаях. Их иногда могут заменить толстостенные, расширяющиеся кверху конические чашки (простоквашницы), но кристаллизаторы имеют то преимущество, что они из ровного, прозрачного стекла и у них плоское дно. Полезно иметь по нескольку кристаллизаторов диаметром от 10 до 30 см для различных целей. Большие толстостенные кристаллизаторы необходимы для опыта по определению состава воздуха (см. т. II).

Для кристаллизации небольших количеств веществ, упаривания на открытом воздухе, при проектировании опытов на экран (стр. 17), а также для хранения некоторых коллекционных препаратов полезно иметь низкие стеклянные чашки, применяемые для биологических работ (чашки Петри), диаметром до 10 см и не-

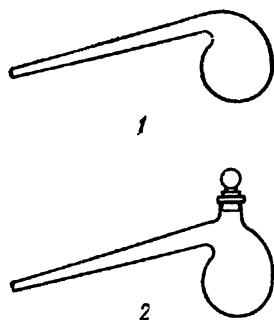


Рис. 124. Реторты:

1 — нетубулированная; 2 — тубулированная

сколько меньше (высота 1—1,5 см). так чтобы они входили одна в другую (рис. 123).

Бокалы, или реактивные рюмки, применяются для демонстрации реакций, не требующих нагревания, особенно таких, при которых получают осадок, хорошо видимый в суженной части бокала. Бокалы очень удобны и для реакций, которые сопровождаются окрашиванием или обесцвечиванием раствора, так как в них можно наблюдать более или менее широкие слои жидкости. Кроме того, благодаря имеющейся у бокала ножке, содержимое его хорошо видно издали. Бокалы следует иметь высокие на 250 мл (8—10 шт.), а

также несколько штук других размеров.

Часовые стекла пригодятся для выпаривания небольших количеств жидкостей при обычной температуре или при легком нагревании, для проведения некоторых реакций с небольшими количествами веществ, для хранения коллекционных препаратов, высушивания твердых веществ в эксикаторе и пр. Их должно быть 10—20 шт. диаметром от 5 до 10 см.

Реторты (рис. 124). Для лаборантской следует иметь тугоплавкие реторты на 500 мл 2—3 шт. и на 100 мл 4—5 шт., нетугоплавкие реторты на 250 мл без тубулуса 3—4 шт. и на 200 мл с тубулуcom и притертой пробкой 2—3 шт. Для работ учащихся (например, для получения азотной кислоты) полезны маленькие реторточки на 25 мл.

Склянки и банки делают из прозрачного бесцветного, зеленоватого, оранжевого и молочного стекла.

Склянки и банки, применяемые для опытов и используемые для хранения растворов (кроме светочувствительных веществ), должны быть из прозрачного бесцветного стекла. Банки для хранения сухих веществ могут быть из зеленоватого стекла.

Склянки и банки бывают с притертыми пробками (реактивные) и без притертых пробок (материальные). Ниже указано, для каких реактивов требуются притертые пробки. По форме притертые

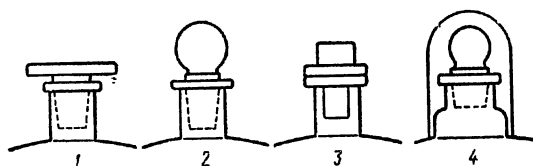


Рис. 125. Притертые пробки у склянок.

пробки у склянок и банок бывают плоские или высокие (рис. 125, 1, 2). Те и другие имеют свои преимущества: плоские (обычно только у склянок) прочнее, их при открывании склянок удобнее класть на стол концом кверху, высокие же можно совсем не класть, а держать между пальцами. Высокие пробки удобны для склянок с концентрированными кислотами.

Следует иметь в запасе склянки разных размеров. Наиболее удобный размер употребляемых в школьной лаборатории склянок 100, 250, 500 мл.

Банки с широким горлом без притертых пробок чаще всего требуются объемом 250—500 мл, для опытов по сжиганию веществ в кислороде — до 1—1,5 л, для опытов по сжиганию веществ в хлоре такие же, но по возможности с притертыми пробками. Для запасов реактивов желательно иметь банки и склянки больших размеров, но вместимостью более 4—5 л вряд ли они потребуются.

Склянки с притертой пробкой значительно дороже, а потому следует хорошо рассчитать, сколько их должно быть (см. ниже, гл. «Вещества и реактивы»).

Для хлорной воды, растворов нитрата серебра следует иметь склянки из оранжевого стекла, лучше с притертыми пробками, объемом от 50 мл (для растворов AgNO_3) до 1 л (для хлорной воды). Если же указанные вещества хранят в склянках из светлого стекла, то их обертывают черной бумагой.

Для концентрированных соляной и азотной кислот, брома, хлорной, бромной и сероводородной воды, аммиака и т. п. очень удобны склянки, имеющие (кроме притертой пробки) еще притертый колпак (рис. 125, 4). Из таких склянок вещества не испаряются, особенно если смазать шлиф колпака вазелиновой мазью (см. ниже), и их можно свободно держать вместе с остальными реактивами. Такие склянки незаменимы, когда реактивы и приборы находятся близко друг от друга.

Из особых реактивных склянок можно еще отметить склянки для щелочей с пробками, конец которых (рис. 125, 3) свободно входит в горло склянки и которые пришлифованы только к краю ранта склянки, а не ко внутренней поверхности горла, как обыкновенные притертые пробки (последние для щелочей совсем не годятся: из-за действия 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. Широкогорлые бутылки типа молочных можно применять для многих опытов вместо специальных приборов, например для собирания газов, демонстрации взрыва смеси водорода с кислородом (см. т. II) и др.

Для многих работ учащихся желательно иметь широкогорлые аптечные скляночки на 100 мл. Их применяют при изготовлении приборчиков для получения газов (стр. 259). Такого же типа, но

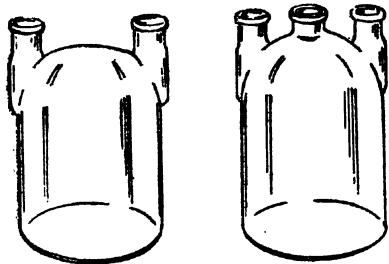


Рис. 126. Склянки Вульфа:
1 — двугорлая; 2 — трехгорлая.

значительно меньших размеров используют аптечные скляночки для выдачи на столы учащимся растворов солей, индикаторов и пр. Они могут быть оснащены капельными пипетками, вставленными в пробку (стр. 227).

Для собирания некоторых приборов, например для описанного ниже прибора Сен-Клер-Девилья (стр. 263), устройства аспираторов и т. д. нужны

бывают склянки с *тубулюсом* у дна различного объема.

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 (рис. 126).

Для многих случаев могут оказаться необходимыми банки, которые употребляют в хозяйстве для варенья. Они бывают самых разнообразных размеров — до 5 л и более. Могут также пригодиться большие стеклянные бутыли емкостью 15—20 л — 2—3 шт.

Стеклянные банки употребляют почти исключительно для хранения сухих веществ. Для последних только в редких случаях требуются банки с притертыми пробками (см. ниже), по большей же части можно обойтись корковыми пробками, которые, когда требуется герметическая укупорка, заливают парафином.

В настоящее время широко распространены стеклянные банки

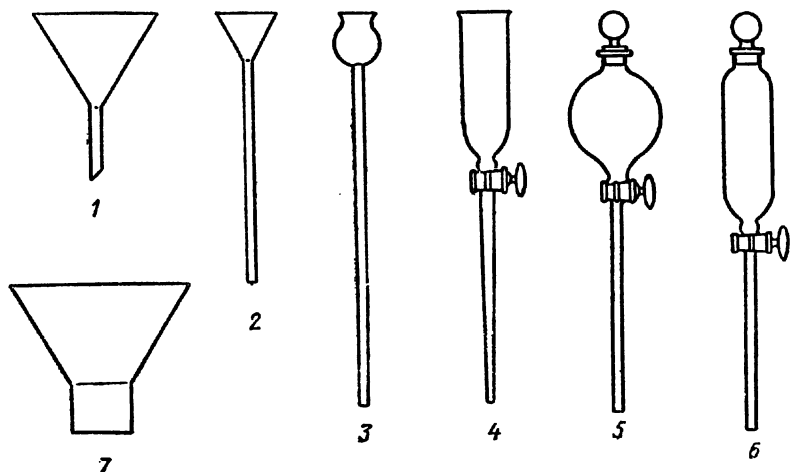


Рис. 127. Воронки.

с крышками из полиэтилена и с пластмассовыми навинчивающимися крышками. В таких банках часто продают сухие химические реактивы. Для хранения сухих нелетучих реактивов в школьном кабинете они очень удобны.

Воронки бывают самых разнообразных фасонов. Для школьных работ требуются воронки обыкновенные, с углом в 60° (со скошенным концом, рис. 127, 1), диаметром 5; 9,5; 12 и 15 см (для учащихся—5 см), воронки с длинной трубкой (рис. 127, 2) или шарикообразные («тюльпан», рис. 127, 3), капельные воронки (рис. 127, 4 и 5), делительные воронки (рис. 127, 6) 3—4 шт. разных объемов. Конические воронки с широким коротким концом (рис. 127, 7) предназначены для пересыпания порошкообразных веществ, а также для изготовления некоторых приборов (см. т. II).

Список других стеклянных предметов, требующихся для опытов, приведен в главе «Лабораторное хозяйство» и в общем перечне оборудования.

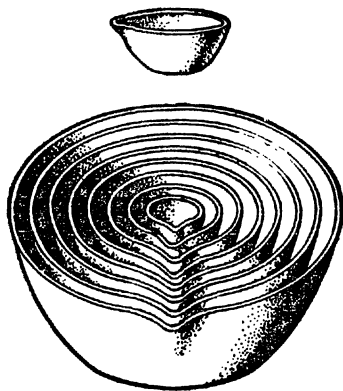


Рис. 128. Чашки фарфоровые (набор).

2. Фарфоровая и глиняная посуда

Фарфоровые (выпаривательные) чашки (рис. 128) необходимы для занятий учащихся. При демонстрационных опытах их употребляют сравнительно редко, по возможности заменяя стеклянной посудой, чтобы все происходящее при опытах было хорошо видно учащимся. Фарфоровые чашки бывают глубокие и плоские (последние в школе не применяют). Следует иметь запас чашек размером 30—70 мл для учащихся и 150 и 550 мл — для лаборантской. Большие фарфоровые чашки можно во многих случаях, когда не требуется нагревания, заменить глиняными чашками, тарелками и блюдечками.

Фарфоровые тигли объемом 14 мл, низкой формы нужны главным образом для работ учащихся, а для демонстрационных опытов — 65 мл, высокой формы (рис. 129).

Для опытов с серой применяют *глиняные тигли* высотой 10—15 см.

Фарфоровые ступки для растирания порошков (рис. 130) требуются следующих размеров: для лаборантской — диаметром 9,3 см (№ 2) несколько штук и диаметром 15,6 см (№ 4), главным образом для растирания веществ при подготовке опытов — 1—2 шт. Для учащихся нужны ступки диаметром 7,2 см (№ 1).



Рис. 129. Тигель фарфоровый.



Рис. 130. Ступка фарфоровая толстостенная с пестиком.

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 держать горячие предметы. Кроме того, многие вещества на белом фоне гораздо виднее. Поддонники можно заменить чайными фарфоровыми блюдцами и небольшими тарелками.

В небольших количествах для приготовления исходных веществ и выполнения некоторых опытов потребуются *фарфоровые стаканы* (лучше с носиком) от 100 до 250 мл — 5—6 шт. Полезно также иметь *фарфоровые (фаянсовые) кружки* емкостью от 0,5 до 2 л для наливания воды — 2 — 3 шт.

Прочие изделия из фарфора, а также некоторая металлическая посуда указаны в общем перечне оборудования.

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 (кроме плоскодонной) можно помещать непосредственно в пламя лампочки, но лучше подкладывать предохранительную сетку. Плоскодонную посуду пламенем спиртовой лампочки нагревают только через асбестированную сетку, хотя нагревание идет в этих случаях очень медленно.

Круглодонные колбы гораздо легче выдерживают нагревание непосредственно в пламени, чем плоскодонные. Их можно нагревать на голом огне, но газовую и другие сильные горелки (кроме спиртовой лампочки) 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.

Пробирки можно нагревать на голом огне, соблюдая при этом правила техники безопасности (стр. 164).

Особенно осторожно нужно нагревать большое количество вещества в большом сосуде и лучше по возможности этого избегать, так как стенки сосуда над уровнем жидкости нагреваются выше температуры кипения жидкости и легко трескаются, как только на них попадут брызги кипящей жидкости, особенно если жидкость не взбалтывать.

Также большой осторожности требует нагревание колб и стаканов, в которых, кроме жидкости, находится еще твердое вещество,

например при растворении. В таком случае жидкость необходимо все время взбалтывать (рис. 131, 132).

При кипячении воды или другой жидкости, когда весь воздух из нее удалится, жидкость начинает кипеть очень неравномерно — толчками, с небольшими взрывами, причем стеклянный сосуд может треснуть. Для более равномерного кипения в жидкость следует положить суровую нитку, кусочки обожженной глины, неглазурованного фарфора или поместить стеклянные капилляры (стр. 225). Закрывающийся в них воздух выделяется постепенно, и кипение идет равномерно.

Не следует забывать, что тонкостенные сосуды более хрупкие, чем толстостенные. Поэтому нужно всегда осторожно ставить их на стол, особенно большие сосуды, наполненные жидкостью. Они могут разбиться от небольшой песчинки или неровности на столе. Во избежание этого под сосуд подкладывают кусок бумаги. Под круглодонные колбы помещают пробковые, деревянные или пластмассовые кольца. За неимением таких подставок круглодонные колбы можно укреплять в зажиме штатива.

Если приходится в тонкостенной посуде размешивать что-нибудь стеклянной палочкой, то нужно делать это как можно осторожнее, совершая палочкой круговые движения (рис. 133), а не двигая ею сверху вниз, чтобы не разбить при этом дно сосуда. Для предупреждения такого случая весьма полезно надеть на кончик стеклянной палочки кусок резиновой трубки.

Точно так же нужно очень осторожно класть в тонкостенную посуду твердые вещества, например куски сульфида железа, мрамора, щелочи. Их никогда не следует бросать вертикально в горло колбы или в стакан, а следует сосуд держать наклонно и осторожно спускать вещество по стенке сосуда (рис. 134).

Вставляя в тонкостенную посуду пробку, никоим образом нельзя ставить сосуд на стол или держать за дно. Тонкостенный сосуд нужно держать при этом за горло как можно ближе к тому месту, куда вставляют пробку (рис. 135), так как иначе очень легко поранить руки. Если стенки горла тонкие (пробирка, колба без ранта), то пробка не должна входить слишком туго, так как при этом стекло может треснуть и также порезать руку. Пробка

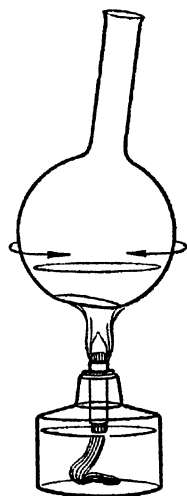


Рис. 131. Правильное нагревание со взбалтыванием (в колбе).

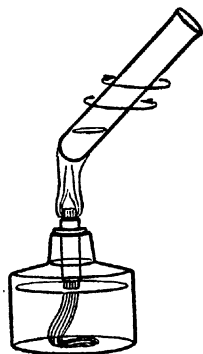


Рис. 132. Правильное нагревание со взбалтыванием (в пробирке).

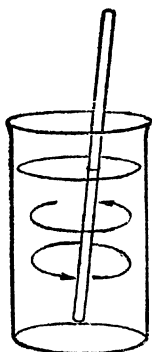


Рис. 133.
Размешива-
ние стеклян-
ной палочкой
жидкости в
стакане.

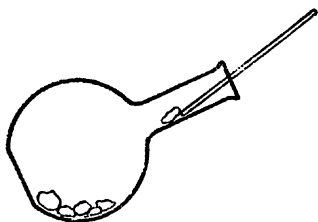


Рис. 134. Спускание
в колбу твердого
вещества.

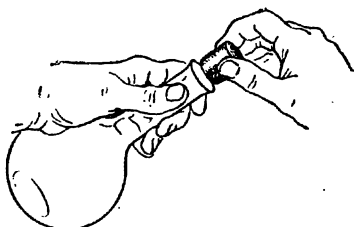


Рис. 135. Вставление пробки
в колбу.

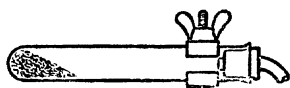


Рис. 136. Укрепление про-
бирки в зажиме штатива.

должна быть в таком случае подобрана и обжата особенно тщательно.

Укрепляя стеклянную посуду в зажиме штатива (рис. 136), необходимо проверить, в порядке ли прокладки, которые должны быть приклеены изнутри к зажимам штатива (стр. 66). В крайнем случае, если прокладок нет, можно

обернуть горло колбы, пробирку сложенной в несколько слоев бумагой, иначе тонкое стекло легко раздавить.

Мытье посуды и приборов. Для мытья посуды, после удаления из нее продуктов реакции, применяют соду, мыло, горячую воду и щетки: нужно только мыть посуду по окончании работы, а не оставлять надолго грязной. Весьма действенными моющими средствами являются также различные стиральные порошки.

Щетки для мытья посуды бывают разнообразных сортов и размеров. Наиболее употребительны ершики, изображенные на рисунке 137, 4 и 5 (их следует иметь побольше). Для лаборантской нужны также и другие щетки: для колб, стаканов и ступок (рис. 137, 2), для бюреток, мензурок и т. п. (рис. 137, 1). Редко бывают нужны щетки 3 для очень больших сосудов, 6 — для тонких трубочек и 7 — для толстых трубок.

За неимением щеток можно также пользоваться гусиными и иными перьями, а иногда намотанной на лучину тряпочкой.

Если указанным способом все-таки не удастся отмыть посуду, прибегают к действию соответствующих реактивов: щелочей, кислот и т. д. в зависимости от того, после какого вещества моют посуду. Например, желтый осадок оксидов железа хорошо смывается соляной кислотой, бурый осадок оксида марганца MnO_2 ,

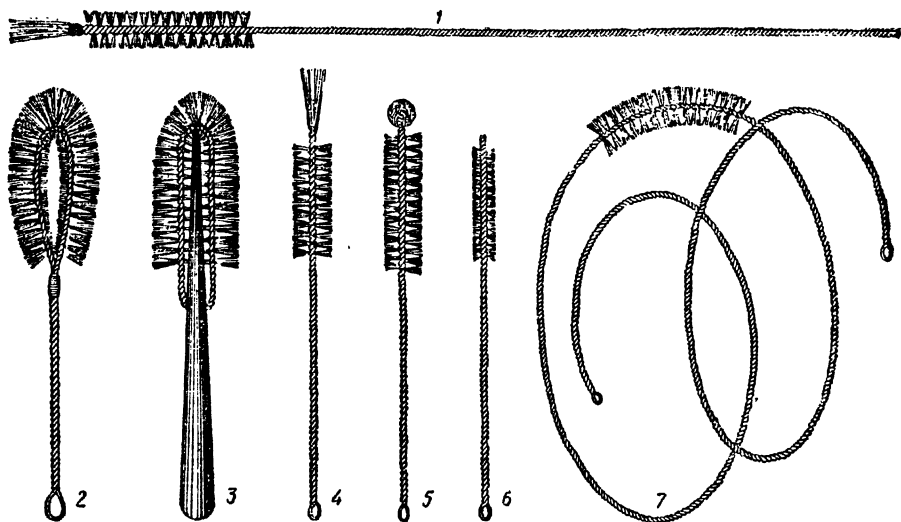


Рис. 137. Щетки для мытья посуды.

получившийся после разложения перманганата калия, — щавелевой кислотой. После стеарина, жиров и растительных масел лучше всего мыть посуду щелочью, после некоторых других органических соединений — смесью концентрированной серной кислоты с раствором дихромата калия или дихромата натрия (хромовой смесью). Следует иметь запас раствора дихромата калия (1 кг $K_2Cr_2O_7$ на 2,5 л воды). Перед употреблением к 100 мл этого раствора приливают 320 мл концентрированной серной кислоты плотностью 1,84. Получается горячий раствор, хорошо окисляющий органические вещества.

Обращаться с хромовой смесью нужно весьма ссторожно, не допуская ее разбрызгивания и попадания на кожу. Если хромовая смесь сразу не действует, посуду наполняют ею и оставляют на ночь. Иногда для мытья посуды могут оказаться полезными спирт, бензин, скипидар и т. д.

Для механического удаления приставших веществ используют обрывки бумаги, овес или фарфоровую дробь. 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 иногда мыть и с песком.

¹ Наружные царапины не так сильно влияют на прочность посуды, как внутренние.

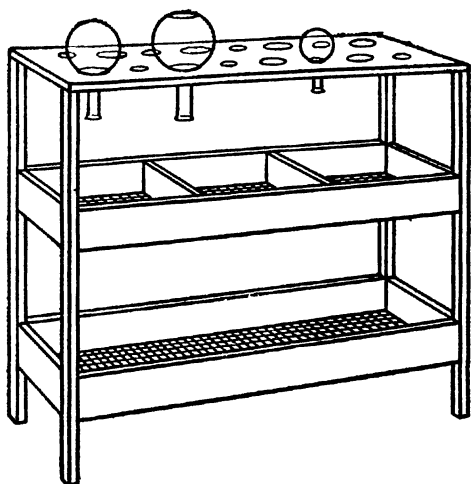


Рис. 138. Этажерка для сушки посуды.

Приставшие и присохшие к тонкостенной посуде осадки, кристаллы и т.д. никогда не следует отскребать и отбивать. При продолжительном стоянии с водой или другим растворителем 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.

После опытов с серой можно удалять ее из сосуда выжиганием. Для этого, поместив реторту, пробирку или другой сосуд, в котором осталась сера, под тягу, осторожным нагреванием сначала расплавляют серу и выливают большую часть ее. Затем, укрепив сосуд в штативе (пробку на зажимах лучше покрыть предварительно асбестовой ватой или картоном, чтобы она 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.

Сера очень хорошо растворяется при нагревании в анилине. Налив в прибор анилин, его нагревают на горелке, пока вся сера не растворится. Нагревание следует производить под тягой, так как пары анилина ядовиты. Раствор сливают в специально приготовленную банку. Оставшуюся в сосуде после сливания выделившуюся из раствора серу очень легко удалить щеткой при промывании сосуда водой. 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 использовать. (В школьных условиях к этому способу прибегают очень редко.)

Для очистки фарфоровых ступок в них растирают 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 ее помещают вверх дном на этажерку для сушки посуды (рис. 138). Дно ящиков этажерки затянуто железной оцинкованной проволочной сеткой. Можно сделать решетку

из железной, медной или алюминиевой проволоки, узких полосок оцинкованного железа или в листе оцинкованного железа пробить (пробойником) большое количество отверстий. Этажерку помещают около печки или около радиатора водяного отопления или помещают под этажерку электрическую плитку (на время сушки посуды) на керамической подставке.

Для сушки можно также вешать посуду на укрепленные наклонно в доске чистые колышки (рис. 139) или используют для той же цели обыкновенные плетеные корзинки, в которые и раскладывают посуду. Под корзинки подкладывают деревянные бруски, чтобы снизу был достаточный доступ воздуха.

Очень удобен для сушки посуды нагретым воздухом 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 (рис. 140). Для получения сильной струи воздуха могут быть использованы также разного рода пылесосы.

В экстренных случаях посуду сверху вытирают полотенцем, а внутри сушат над горелкой, держа высоко над пламенем, все время поворачивая и вдувая в сосуд воздух при помощи ножного меха или резинового ручного баллона (рис. 141). Следует избегать сильного и неравномерного нагревания, от которого стекло может треснуть. Высушиваемый сосуд можно держать отверстием книзу. Чтобы в сосуд не попадала пыль, к трубке, через которую вдувают воздух, присоединяют на пробках обрезок более широкой трубки с вложенной в нее ватой.

Вместо того чтобы вдувать в сосуд воздух, можно его просасывать водоструйным насосом (стр. 194).

Чтобы гораздо скорее высушить сосуд, его предварительно споласкивают спиртом.

Сушить при сильном нагревании без вдувания воздуха, как это часто делают начинающие экспериментаторы, 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,



Рис. 139. Колышки для сушки посуды.

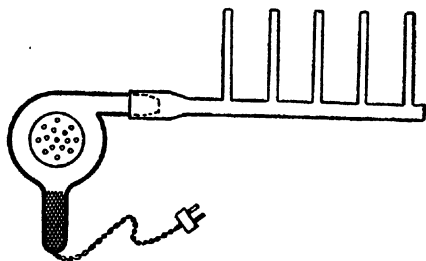


Рис. 140. Фен с насадкой для сушки посуды.

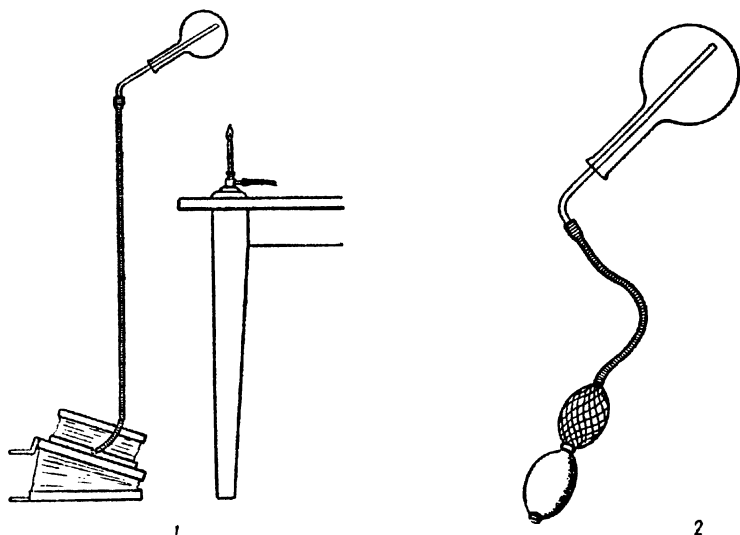


Рис. 141. Сушка посуды нагреванием с продуванием воздуха:

1 — мехом; 2 — ручным баллоном.

эвдиометров, бюреток и пр.) пользуются длинными деревянными палочками разной толщины, у которых на одном конце вбиты в несколько рядов кусочки медной (не железной!) проволоки, лишь на 1—0,5 мм выступающие из дерева. Такую палочку можно сделать. Медную проволоку не вбивают в дерево, а вдавливают при помощи плоскогубцев. Для этого проволочку захватывают так, чтобы из плоскогубцев выставлялся кончик не длиннее 1 мм, который вдавливают в дерево сильным нажимом. Затем плоскогубцы переставляют еще на 1 мм и вдавливают проволочку дальше. Этот конец палочки оборачивают куском фильтровальной бумаги и протирают трубку 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, так как после этого трубки часто трескаются, иногда через некоторое время.

Для чистки и прогирания тонких трубок и приборов, открытых с обоих концов, поступают таким образом: к нитке, которая более чем вдвое длиннее трубки, привязывают посередине клочок 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. Если трубка очень грязная, можно ее протереть сначала влажной или слегка смоченной спиртом ватой, а затем сухой.

3. Трубки, палочки, пробки

Стекланные трубки и палочки

Стекланные 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). Иногда их называют «трубками для лабораторных работ». Помимо легкоплавких трубок, изготавливают трубки тугоплавкие (из калийного стекла № 16) примерно тех же размеров, что и трубки легкоплавкие. Легкоплавкие трубки выпускают тонкостенные, толстостенные, барометрические, манометрические, термометрические, капиллярные и т. д. Из них могут понадобиться тонкостенные трубки диаметром 6 и 7 мм. 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 142 показаны размеры наиболее употребительных трубок в натуральную величину с обозначением наружного диаметра в миллиметрах. (Далее наружный диаметр в миллиметрах обозначается н. д.)

Трубки продают обычно на вес, в кусках длиной 1,5—2 м или нарезанными по 20—25 см (в килограммовых наборах трубок наиболее употребительных диаметров). Наиболее употребительных для лаборантской и лабораторной трубок н. д. 6 мм приходится на 1 кг около 17 шт. и н. д. 5 мм — около 27 шт. Этих трубок следует иметь по 4—5 кг. Трубок н. д. 9 мм должно быть по 2 кг, н. д. 3 и 4 мм — по 2—3 кг, н. д. 7, 8 и 10 мм — по 2 кг, н. д. 15, 17 и 19 мм — по 8—10 шт. Тугоплавких трубок калийного стекла (пирекс) достаточно иметь н. д. 10—12 и 15—16 мм по 5—6 шт.

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 стекловдувных работ с внутренним диаметром 1—10 мм и толщиной стенок от 0,5 до 1,5 мм. Однако для школы удобнее обозначение по наружному диаметру.

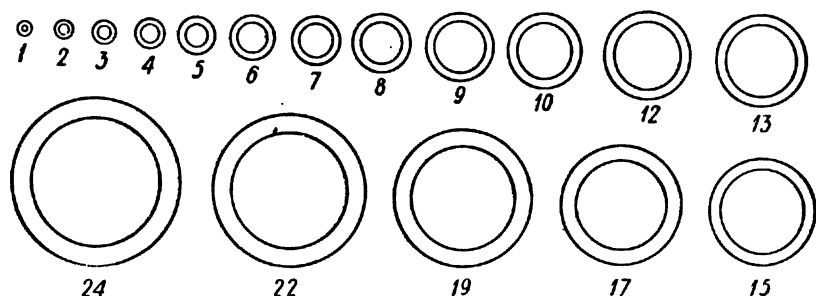


Рис. 142. Размеры наиболее употребляемых стекланных трубок.

Следует иметь в виду, что трубки одного и того же размера никогда не бывают абсолютно одинакового диаметра и не имеют одинаковой толщины стенок. Даже концы одной и той же трубки редко бывают одинаковыми. Впрочем, у хороших трубок эта разница бывает едва заметна. Трубки с неравномерной толщиной, не округлые, с неконцентричной наружной и внутренней поверхностью («кривобокие»), тонкостенные, легко раздавливающиеся применять нежелательно: они не обеспечивают необходимую герметичность прибора.

Могут легко «подвести» во время опыта трубки, стекло которых не вполне прозрачно, имеет пузыри, продольные тонкие полосы (канальцы), узлы непроплавленной массы и т. п.; не годятся трубки, которые легко трескаются при осторожном нагревании или при размягчении в пламени горелки делаются матовыми, непрозрачными. Последнее явление может зависеть от состава стекла: у хорошего легкоплавкого стекла оно наблюдается только после очень продолжительного нагревания.

Тугоплавкие трубки следует поместить отдельно от легкоплавких или чем-нибудь пометить, хотя опытный глаз всегда различает их по цвету. Если смотреть на разрез трубки, держа ее против света, вертикально или немного наклонив к себе, то тугоплавкая трубка отливает в разрезе синеватым или зеленоватым оттенком и кажется светлее, а легкоплавкая имеет темно-зеленый разрез.

Для некоторых опытов (см. т. II) желательно иметь кварцевые трубки длиной до 20 см и диаметром 1—2 см — 2—3 шт.

Стекланные палочки нужны бывают обыкновенно не очень толстые, диаметром 3, 4 и 5 мм. Они могут быть круглыми или треугольными в сечении. Их будет вполне достаточно около 1—2 кг.

Для хранения трубок и палочек лучше всего пользоваться полками, на которых трубки лежат горизонтально (стр. 35). Можно хранить трубки и в стойках (стр. 35) или просто ставить их в угол, отгородив часть пола прибитой к нему досочкой, чтобы трубки не разъезжались.

При хранении трубок в вертикальном положении их сверху прикрывают бумагой для защиты внутренней поверхности от пыли.

Каучуковые и пластмассовые трубки

Изготавливаемые из вулканизированного каучука трубки бывают разных сортов. Трубки высшего качества окрашены обычно в красный цвет, второсортные — в черный, трубки низших сортов — в серый (такие трубки значительно менее эластичны, не так прочны, гораздо скорее ссыхаются, твердеют и трескаются).

Трубки второго сорта употребляют главным образом для газовых горелок, для холодильников и т. п. Для соединения стекланных трубок при опытах с газами применяют трубки высшего сорта; они более эластичные, легче надеваются на стекланные трубки и могут служить несколько лет. Только для опытов с хлором лучше














































MM					
1½	 1	 11	 21	 31	 41
2	 2	 12	 22	 32	 42
3	 3	 13	 23	 33	 43
4½	 4	 14	 24	 34	 44
6½	 5	 15	 25	 35	 45
8	 6	 16	 26	 36	 46
9½	 7	 17	 27	 37	 47
11	 8	 18	 28	 38	 48
12½	 9	 19	 29	 39	 49

Рис. 143. Размеры каучуковых трубок.

пользоваться трубками низших сортов, на которые хлор меньше действует, чем на трубки высших сортов.

Размеры трубок весьма разнообразны. В таблице (рис. 143) показаны размеры производимых в настоящее время трубок почти в натуральную величину. Цифры в таблице под кружками означают номера трубок, цифры в левом столбце таблицы — величину внутреннего диаметра трубки.

Наиболее употребительные размеры и требуемые количества трубок (размеры указаны в миллиметрах, цифра наверху обозначает внутренний диаметр, а цифра внизу — толщину стенок, цифра в скобках — номер по таблице на рисунке 143):

1. Для газовых горелок, холодильников, прибора Сен-Клер-Девилья и т. п.: $\frac{8}{1,5}(26) - 4-6$ м.

2. Для опытов с газами (соединение приборов и т. п.): $\frac{1}{3}(13)$; $\frac{4,5}{1}(14)$; $\frac{6,5}{1,5}(25) - 4-5$ м каждого размера. Из них размер $\frac{4,5}{1}(14)$ особенно нужен (таких трубок следует иметь побольше).

3. Для разных случаев (соединение очень тонких и толстых трубок, присоединение приборов к водопроводу и т. п.): $\frac{2}{0,75}(2)$; $\frac{9,5}{1,5}(27)$; $\frac{11}{2}(38) -$ по 2—3 м каждого размера.

4. Для разрезающего насоса: $\frac{1,5}{3}(41) - 1-2$ м; $\frac{4,5}{2,5}(44) - 1-2$ м.

Обращение с каучуковыми трубками. При хранении каучуковые трубки размещают 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 и т. п.) во влажной атмосфере, для чего в сосуд помещают банку с водой или воду наливают прямо в сосуд, в котором выше уровня воды делают второе дырчатое дно. Чтобы вода не загнивала, в нее кладут несколько кусков свинца. Сосуд или коробку с трубками ставят в прохладном месте, подальше от печки или радиатора водяного отопления, но не на холоде. Во всяком случае, если трубки находятся не в специальном сосуде, то их следует хранить в темноте и в прохладном месте. Трубки, бывшие в употреблении, 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). Тогда они остаются твердыми и в более теплом помещении. Затвердевшую, или «застывшую», трубку можно 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 употреблять старую трубку для опытов с газами, нужно испытать, не пропускает ли она газ; зажать один конец трубки и вдуть через другой ртом воздух (полезно при этом погрузить трубку в воду и наблюдать, не проходят ли где-нибудь пузырьки воздуха). Иногда при некотором навыке достаточно бывает сильно

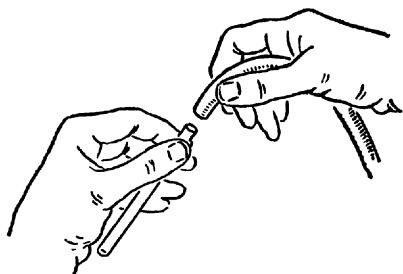


Рис. 144. Надевание каучука на стеклянную трубку.



Рис. 145. Соединение каучуком двух трубок разного диаметра.

растянуть трубку в подозрительных местах. Если в ней есть отверстия, их можно заметить. 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 (тальк), которым посыпают внутреннюю поверхность трубки, чтобы она не слипалась. Старую трубку также полезно продуть, чтобы убедиться, что она ничем не закупорена и свободно пропускает газ. По окончании опыта, особенно если через трубку пропускали хлор или кислые пары, ее 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 она делается неровной. Если даже эти трещины и не пронизывают стенки насквозь, трубка все-таки может пропускать газы, так как будет недостаточно плотно прилегать к стеклянной трубке, на которую надета. В самом крайнем случае иногда можно временно устранить дефект, 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. 144). Тогда каучук надвигается на трубку довольно легко. Хорошую свежую каучуковую трубку с нетолстыми стенками можно надеть на стеклянную вдвое большего диаметра. При надевании следует слегка смочить кончик каучука или стеклянной трубки глицерином или водой. Не следует смазывать трубки 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 помещают соединительную стеклянную трубочку, оттянутую на одном конце, и ее соединяют каучуком с той и другой трубкой (рис. 145). Такие соединительные трубочки следует всегда иметь в запасе.

Иногда каучукую трубку полезно привязать к стеклянной, для чего обыкновенно пользуются тонким изолированным проводом. Отрезав кусок провода, обвертывают его вокруг надетого на стеклянную трубку каучука один раз, затем, сильно натягивая провод, чтобы он прилегал к трубке по всей окружности, скручивают концы сначала рукой, а затем плоскогубцами, причем все время необходимо тянуть за концы по направлению от трубки. Если этого не делать или закрутить проволоку вокруг трубки сразу в несколько оборотов, то из-за того, что проволока плохо скользит по резине, последняя не будет прижата по всей окружности равномерно. Поэтому лучше перевязать трубку в нескольких местах отдельно, делая каждый раз один оборот. Можно перевязать резиновую трубку капроновой жилкой (типа рыболовной лески) диаметром 0,4—0,6 мм.

Вместо привязывания каучука, когда не требуется особенной прочности, можно укрепить каучук на стеклянной трубке при помощи резинового колечка, отрезанного от другого каучука меньшего диаметра.

Если каучуковая трубка несколько широка для данной стеклянной, а заменить ту или другую нечем, то можно, надев резиновую трубку на стеклянную, завернуть конец резиновой трубки так, чтобы он образовал второй слой (изнанкой наверх). Тогда внутренний слой несколько сжимается наружным, и каучук сидит плотнее.

Если трубка должна выдерживать давление снаружи, не сплющиваясь (например, при опытах, требующих разрезающего насоса), то трубку берут толстенную, с маленьким просветом (рис. 143, № 41 или 42). Если, наоборот, трубка должна выдерживать сильное давление изнутри, не раздуваясь (например, трубка, соединяющая водяной насос с водопроводным краном), то ее обвертывают по всей длине двумя слоями изоляционной ленты. К насадке водопроводного крана (стр. 40) каучуковую трубку привязывают проволокой. При соединении каучуком стеклянных трубок, находящихся под напором, нужно, чтобы их концы касались друг друга внутри каучуковой трубки, т. е. соединять их встык.

Если на каучуке был долгое время надет зажим (пружинный или винтовой), то трубка иногда слипается и перестает пропускать газ. Чтобы исправить трубку, ее с сильным нажимом катают между пальцами.

Каучуковыми трубками нельзя пользоваться для работы с такими веществами, которые разрушают каучук, от которых он раз-

бухает или размягчается (сероуглерод, эфир, бензин, скипидар, смолистые вещества, масла и т. п.).

Для изготовления некоторых приборов, моделей следует применять полиэтиленовые трубки различных диаметров. Тонкие полиэтиленовые трубки достаточно эластичны, их можно использовать даже в приборах для получения газов. Можно использовать также жесткие хлорвиниловые трубки. При некотором навыке как полиэтиленовые, так и хлорвиниловые трубки можно спаивать, слегка нагревая концы их в пламени спиртовой лампочки.

Корковые пробки

Покупка и подготовка пробок. Для химических опытов необходимо иметь обыкновенные корковые и резиновые пробки. Они должны быть всегда в запасе и самых разнообразных размеров.

Хорошая корковая пробка имеет гладкую поверхность и не дает трещин при осторожном обминании. Небольшая ноздреватость и мелкие поперечные углубления есть почти в каждой корковой пробке — они не вредят. Но если ноздреватые участки пронизывают пробку в продольном направлении, то такая пробка не может плотно закрывать сосуд.

Хорошие сорта бутылочных и аптечных пробок вырезают из пробковой коры таким образом, чтобы ось пробки была параллельна поверхности коры, поэтому имеющиеся в коре поперечные (по отношению к стволу дерева радиальные) поры, углубления и ноздреватые участки, пронизывающие пробку только в поперечном направлении, не мешают плотному закупориванию. У высшего сорта бутылочных и аптечных пробок («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 так, что ось пробки перпендикулярна к поверхности коры. Такие пробки (как и низшие сорта других размеров) всегда имеют более или менее значительные продольные каналы. Этими пробками нельзя плотно закупорить сосуд, не прибегая к «заливанию» (стр. 153).

Аптечные пробки обыкновенно имеют форму усеченного конуса, другие сорта бывают и цилиндрической формы.

Следует иметь не какой-нибудь один размер корковых пробок, подходящий к данной посуде, а несколько близких размеров, чтобы всегда можно было подобрать пробку, вполне подходящую к колбе или пробирке. Нужно иметь в виду, что химическая посуда не бывает точно определенных размеров, как и пробки, которые, кроме того, перед употреблением обязательно обминают (стр. 138). Отдельные экземпляры корковых пробок с диаметром нижнего конца 16 мм могут отличаться от этого среднего размера на несколько миллиметров. Поэтому для пробирок диаметром 15 мм

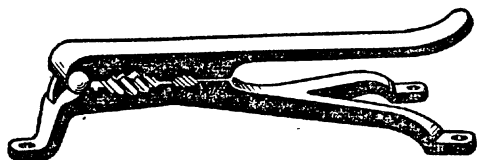


Рис. 146. Пробкомялка.

следует иметь пробки с диаметром нижнего конца 17, 16, 15 и 14 мм. Для толстостенных пробирок того же диаметра могут понадобиться пробки в 13 и 12 мм и т. д.

В ящике для хранения пробок необходимо сделать перегородки и держать каждый размер в особом отделении. Это очень облегчает и ускоряет работу.

Все опыты с газами могут получаться только при хороших пробках. Корковая пробка «держит», если подобрать ее так, что, будучи обмята, она плотно закрывает 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 обычно чугунные пробкомялки (рис. 146). При обминании нужно несколько раз поворачивать пробку, чтобы она была обмята со всех сторон равномерно. Пробка должна быть вставлена в пробкомялку вся, а не только один конец, так как в последнем случае в пробке образуются трещины по окружности и она может сломаться. Нажимать нужно сначала слабо, а потом постепенно все сильнее, однако не настолько, чтобы раздавить или сплющить пробку. Только после того, как пробка обмята по всей длине, можно, постепенно вынимая из пробкомялки и поворачивая, легким нажиманием свести ее на конус к нижнему концу.

За неимением пробкомялки прибегают и к другим способам размягчения пробки: катают ее по столу, прижимая дощечкой, или, завернув предварительно в бумажку, катают по полу подошвой; обминают пробку осторожными ударами молотка; разваривают, подержав 2—3 мин в кипящей воде (разваренная пробка даже мягче и эластичнее, чем обмятая). Развариванием приходится пользоваться в том случае, когда за неимением других пробок необходимо использовать бывшую в употреблении пробку с отверстием. Такие пробки при обжимании трескаются. Указанные операции нельзя осуществлять с имеющимися в продаже прессованными пробками из пробковой крошки с различными примесями. Такие пробки можно применять в основном только для закрывания сосудов. Они обычно довольно твердые, обжиманию не поддаются, сверлить их можно только с большим трудом без расчета на то, что такая пробка с вставленной в нее стеклянной трубкой будет хорошо держать.

Правильно подобранная и обжатая пробка должна входить в предназначенное для нее отверстие не слишком туго и 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 сжатая пробка с течением

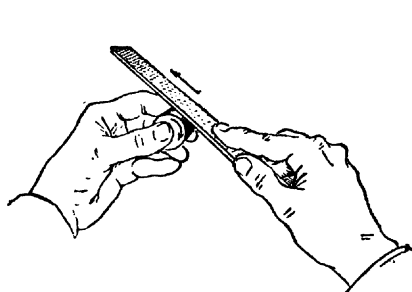


Рис. 147. Опиливание пробки.

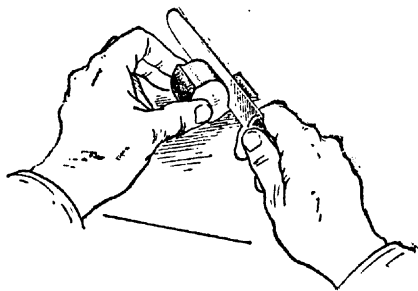


Рис. 148. Обрезание пробки.

времени теряет свою эластичность и впоследствии перестает «держаться». Если после обжимания пробка входит в отверстие слишком слабо, то она не будет закрывать сосуд достаточно плотно.

Когда набор пробок недостаточно велик и не удастся подобрать подходящую пробку, то приходится подгонять пробку, которая велика, напильником. Для этой цели пользуются плоскими напильниками. Их лучше иметь несколько с разной насечкой (продают в инструментальных магазинах). Если диаметр пробки значительно больше, чем диаметр отверстия, в которое ее желательно вставить, то сначала пробку опиляют грубым напильником, а затем уже выравнивают напильником с мелкой насечкой. Если пробка очень велика, то ее сначала обдирают рашпилем, а затем опиляют напильником.

Напильники должны быть достаточно широкие (2—3 см), чтобы по возможности сразу захватывать всю пробку. Пилить нужно, нажимая не особенно сильно и держа пробку в руке лучше за обе плоские поверхности. Во время работы пробку следует одновременно поворачивать около ее оси, навстречу движению напильника (рис. 147). Вместо обработки рашпилем и крупным напильником слишком большую пробку можно предварительно обрезать широким ножом с очень тонким лезвием, отточенным на мелком бруске (рис. 148). При резании пробки ножом водят вперед и назад без сильного нажима. Пробку все время понемногу поворачивают навстречу ножу.

Прибегать к подгонке пробки при помощи ножа или напильника следует только в крайнем случае, так как это отнимает много времени.

Вставляя пробку в отверстие сосуда, ее следует немного поворачивать около оси, соблюдая при этом правила, указанные на странице 125.

Сверление пробок. Для сверления пробок следует иметь набор пробочных сверл (рис. 149), по крайней мере, в 6 шт., но лучше в 12 шт. Для учащихся достаточно набора в 3 шт. (один набор на 4—6 чел.). Сверла представляют собой разного диаметра трубочки:

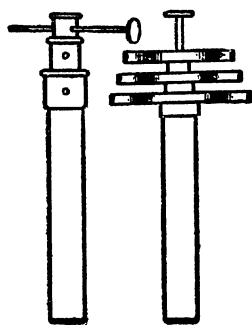


Рис. 149. Сверла для пробок.

латунные или стальные. Трубочки с одного конца имеют заостренные края, с другого — снабжены рукоятками или утолщениями с двумя отверстиями, одно против другого. В последнем случае в отверстия вставляют металлический стержень, который служит рукояткой.

Для сверления выбирают из набора сверло диаметром чуть меньше наружного диаметра той трубки, для которой делают отверстие. Сравнивать диаметр сверла и трубки удобнее, смотря на их концы сверху. Следовательно, прежде чем сверлить пробку, надо уже иметь готовую трубку. Пробка, в которой делают отверстие, должна быть подогнана и обжата. Сверло полезно смочить водой. Сверлить пробку следует очень внимательно, не спеша, следя при этом за тем, чтобы канал не шел наискось и имел возможно гладкую поверхность, а 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. Затем придают сверлу такое положение, чтобы ось его совпадала с осью пробки или была ей параллельна (если отверстие делают не посередине), и с легким нажимом начинают вращать сверло при помощи рукоятки (рис. 150) в одну и ту же сторону. Удобнее всего, сделав пол-оборота сверлом слева направо, повернуть его обратно вместе с пробкой, затем снова захватить пробку левой рукой и снова сделать пол-оборота сверлом и т. д. При этом все время нужно следить, чтобы сверло сохраняло требуемое 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, или в кусок мягкого дерева с торца, но не в доску стола, 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.

Если при сверлении сильно нажимать на сверло, то канал в

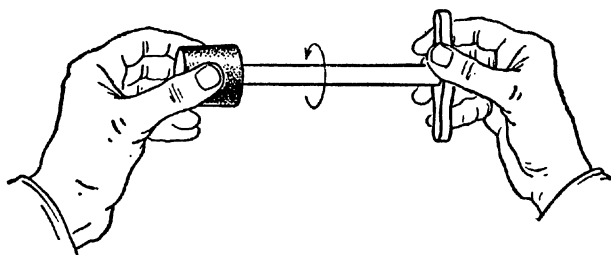


Рис. 150. Сверление пробки.

пробке получает неровную поверхность, а отверстие при выходе сверла — рваные края, и пробку придется бросить, так как она будет пропускать газ.

Сделав отверстие в пробке, лучше всего сейчас же вытолкнуть из сверла оставшийся внутри него пробочный цилиндр имеющимся при наборе сверл стержнем. Если же этого не сделать, то при следующем сверлении тем же сверлом можно испортить пробку.

Сверло должно быть всегда острое. Если оно затупилось, то его можно наточить точилкой для сверл. Точилка представляет собой медный или стальной конус, вдоль которого имеется углубление. В это углубление вставлен нож из хорошо закаленной стали, который одним концом укреплен на оси в основании конуса.

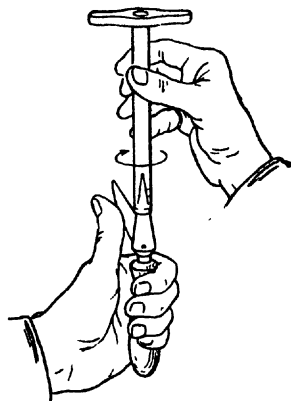


Рис. 151. Точение сверла точилкой.

Сверло, которое нужно наточить, надевают на конус и к нему слегка прижимают острие ножа (рис. 151). При вращении сверла около оси нож снимает с конца сверла стружку, затачивая острие. Не следует слишком сильно нажимать на нож, так как при этом на сверле образуются зазубрины. Если это случилось, 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 некотором навыке можно наточить сверло при помощи ножниц, пользуясь ими так же, как точилкой. Можно также наточить сверло и при помощи напильника, стачивая конец сверла снаружи плоским мелким напильником.

Вместо пробочных сверл для сверления пробок иногда применяют круглый напильник (сначала тонкий, а затем более толстый). Можно также сначала прожечь канал в пробке накаливаемой проволокой, поворачивая пробку около оси. Внутреннюю поверхность отверстия затем выравнивают круглым напильником. К упрощенным приемам сверления пробок желательно прибегать только в крайнем случае.

Стеклянная трубка, для которой в пробке сделано отверстие, должна входить в него при умеренном нажатии с одновременным вращением. Конец трубки необходимо оплавить или опилить 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 полом-

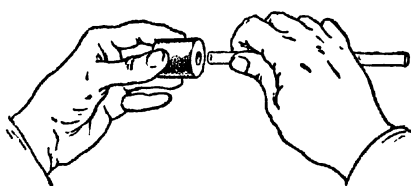


Рис. 152. Как нужно вставлять трубку

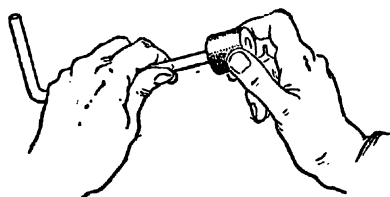


Рис. 153. Как нужно вставлять изогнутую трубку в пробку.

ки трубку следует держать как можно ближе к тому концу ее, который вставляют в пробку (рис. 152), а не за противоположный конец. На рисунке 153 показано, как нужно вставлять в пробку изогнутую трубку.

Если при умеренном нажатии и вращении трубка не входит в пробку, то лучше переменить трубку или взять другую пробку и сделать 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 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.

Для вынимания пробок обычно пользуются концом напильника или шилом.

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 «держаться». Обыкновенные 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. 138).

Стеклянные пробки

Стеклянные притертые пробки употребляют только в исключительных случаях, когда нельзя обойтись корковыми или резиновыми (на стр. 121 было указано, для каких веществ необходимы притертые пробки).

Стеклянные пробки годятся только для тех склянок и банок, к которым они притерты. К другой посуде они не подходят. Поэтому необходимо всегда следить за тем, чтобы не перепутать пробки. При изготовлении посуды и пробок их обычно нумеруют, так что на каждом сосуде и на пробке стоит 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 хорошо притертая пробка почти не шевелится.

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 соляной кислоты или сильно гигроскопических жидкостей притертые пробки необходимо смазывать вазелиновой мазью (сплав из четырех частей вазелина с одной частью церезина). Этой мазью смазывают также стеклянные краны и все притертые стеклянные части газометров, аппаратов Киппа и т. п. Смазывать нужно тонким слоем, лучше всего пальцем. Вместо церезина можно взять парафин. Вазелиновую мазь можно заменить перетопленным свиным салом.

Смазанные стеклянные пробки не так легко «заедает», как несмазанные. Пробка при продолжительном стоянии иногда так плотно входит в сосуд, что ее трудно вынуть: говорят, что пробку «заело». При вынимании плотно сидящей стеклянной пробки ее следует прежде всего постараться повернуть около оси. Если это не помогает, пробуют раскачивать, нажимая сбоку то в одну, то в другую сторону. Таким образом почти всегда удастся извлечь застрявшую пробку. В случае же если пробка все-таки не поддается, слегка ударяют по ней куском дерева, например ручкой отвертки, то с одной, то с другой стороны. Можно также осторожно ударять пробкой о край стола. Наконец, можно прибегнуть к нагреванию горлышка склянки. Нагревать следует так, чтобы прогреть только горлышко, а не пробку. Когда стекло прогреется и от нагревания слегка расширится, пробку снова пробуют повернуть или раскачивают. Греть нужно осторожно — на небольшом коптящем пламени горелки или даже свече или спичке, так как иначе стекло может треснуть. При нагревании склянку все время вращают.

Если склянка содержит легковоспламеняющееся вещество, как, например, серный эфир, то можно нагреть горлышко горячей водой (с помощью тряпки). К нагретой части стекла, по возможности, не должна прикасаться жидкость, находящаяся в склянке.

Обыкновенно этими способами удается открыть застрявшую пробку, если только в склянке была не щелочь. В последнем случае дело почти безнадежно, поэтому щелочь никогда не следует держать в посуде с притертой пробкой. Если щелочь находилась в склянке не очень долго, то иногда еще можно открыть пробку,

поставив склянку пробкой вниз в раствор соляной кислоты на долгое время. Если в шлифе выкристаллизовалась какая-нибудь соль, то можно таким же образом открыть пробку, поставив склянку в воду.

Иногда пробка может застрять и в пустой посуде — при долгом стоянии. Во избежание этого между пробкой и горлом прокладывают 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. В результате будет только сломана пробка или горлышко сосуда. Открыть пробку, которую сильно заело, можно только при достаточном запасе терпения.

Каучуковые пробки

Каучуковые пробки благодаря своей эластичности держат надежнее, чем корковые, они необходимы при изготовлении ответственных приборов. Их также приходится употреблять в тех случаях, когда пробка соприкасается с разбавленной кислотой, например в аппарате Сен-Клер-Девилья (стр. 263). На каучук слабые кислоты действуют гораздо меньше, чем на корковую пробку. Каучуковые пробки необходимы при изготовлении постоянно действующих приборов для получения газов, когда пробка остается в приборе долгое время. Каучуковая пробка при этом довольно долго продолжает хорошо держать, корковая же сохнет.

Каучуковыми пробками пользуются также для сосудов с растворами едких щелочей. Каучуковые пробки хорошо подходят к сосудам, у которых разные по диаметру отверстия, хорошо держат, не требуют обминания и при аккуратном обращении и хранении долговечнее других.

Каучуковые пробки обычно изготавливают из каучука, окрашенного в черный цвет. В продаже имеются также пробки небольших размеров, окрашенные в серый цвет. Они очень эластичны, но из-за большой мягкости их труднее сверлить.

В приведенной таблице даны стандартные размеры каучуковых пробок в миллиметрах. В диаметрах пробок данного номера допускаются колебания от $\pm 0,5$ мм до $\pm 1,0$ мм в зависимости от размеров пробки.

В продаже бывают иногда пробки больших и средних размеров с одним или двумя готовыми отверстиями. Они удобны для сборки приборов, так как их не надо сверлить. Если же отверстие не нужно, его всегда можно заткнуть стеклянной палочкой или стеклянной запаянной трубкой. Однако и само сверление каучуковых пробок (во всяком случае — небольших и средних размеров) не представляет особых трудностей. Для того чтобы получить пра-

Стандартные размеры каучуковых пробок в мм

№ пробки	Диаметр горла сосуда	Диаметр узкого конца пробки	Диаметр широкого конца пробки	Высота пробки
8	9	8	11	16
10	11	10	13	20
12	13	12	15	20
14	15	14	17	20
16	17	16	19	22
18	18	18	21	23
22	23	22	26	27
27	28	27	31	32
29	30	29	34	35
36	38	36	41	42
38	40	38	43	44
45	47	45	51	52

вильное 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 периодически смазывать глицерином или мыльным раствором. Раствор едкого натра, которым некоторые пользуются, помогает сверлению несколько не лучше, чем глицерин или мыло, но разъедает кожу рук. Поэтому едким натром пользоваться не следует.

Если при вынимании сверла остающийся внутри его пробочный цилиндр обрывается, его (прежде чем продолжать сверление) необходимо вытолкнуть из сверла стержнем и лишь после этого продолжать сверление. Пробочные цилиндрики полезно сохранять: их применяют в качестве маленьких пробочек, например для закрывания отверстий в каучуковых пробках. Для сверления каучуковых пробок можно пользоваться специальной машинкой, имеющей набор сменных сверл разных диаметров (рис. 154).

Вставляя в каучуковую пробку трубку, необходимо соблюдать те же предосторожности, что и при работе с корковыми пробками. Кроме того, трубку следует смачивать водой, глицерином или мыльным раствором, особенно если отверстие в пробке значительно уже, чем трубка. Вставлять стеклянную

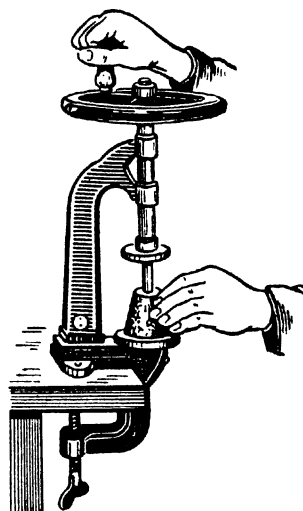


Рис. 154. Машинка для сверления пробок.

трубку в каучукową пробку следует плавными вращательными движениями (вращать можно и трубку, и пробку), конец стеклянной трубки должен быть безусловно хорошо оплавлен. Слишком тонкостенными трубками пользоваться нельзя.

Нужно иметь в виду, что при меньшем по сравнению с трубкой диаметром отверстия пробки последняя при вставлении трубки значительно «раздается» в толщину (особенно пробки небольших размеров). Это позволяет вводить в отверстия пробок трубки значительно больших диаметров, но в то же время такую особенность надо учитывать при подборе пробок по величине отверстия сосуда.

Если диаметр отверстия в каучуковой пробке очень мал, то можно воспользоваться следующим приемом. В пробку вставляют пробочное сверло, смоченное глицерином или мыльным раствором, затем с противоположного конца вводят второе сверло, большего диаметра, причем первое сверло по мере продвижения второго постепенно вынимают. Затем, если нужно, вводят таким же образом третье сверло и, наконец, за последним сверлом вводят стеклянную трубку.

Подгонять каучуковые пробки, если они слишком велики, гораздо труднее, чем корковые. Напильником их обтачивать нельзя. Во всяком случае, эта операция весьма длительная и трудоемкая и может быть применена только для сглаживания отдельных неровностей после обрезания пробки. Обрезать каучуковую пробку можно только 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. В случае необходимости можно с помощью острого сверла вырезать цилиндрические пробки из пришедших в негодность резиновых изделий, имеющих достаточную толщину (некоторые сорта автомобильных покрышек и т. п.).

Большое достоинство каучуковых пробок состоит в том, что их можно использовать многократно, и они длительное время исправно служат в приборах. Однако при длительной эксплуатации, а особенно при действии различных агрессивных сред и даже при слишком долгом хранении пробки твердеют, теряют эластичность и становятся негодными. Поэтому при хранении и использовании каучуковых пробок следует соблюдать те же предосторожности, что и при хранении и использовании каучуковых трубок (стр. 134). Нельзя пользоваться каучуковыми пробками для закрывания склянок с бензолом, бензином и другими органическими растворителями.

Подобранные к приборам каучуковые пробки можно оставлять в сосудах, 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.

Нередко случается, что пробка, надетая на стеклянную трубку, через некоторое время настолько к ней присыхает, что снять ее при перемонтаже или разборке прибора бывает невозможно, особенно если стеклянная трубка сломалась где-нибудь близко к пробке. Если сохранить пробку все же необходимо, нужно обратным концом напильника, поворачивая его внутри обломка стеклянной трубки, раздробить последнюю и по частям вытряхнуть стекло из отверстия пробки (надевать предохранительные очки!). В крайнем случае (если требуется сохранить трубку) разрезают пробку, но после этого она уже не годна для использования в приборе.

Для закрывания маленьких аптечных скляночек применяют плоские эластичные пробочки с небольшим цилиндрическим утолщением в средней части. Для пробирок и маленьких склянок можно воспользоваться и полиэтиленовыми пробками аптечного типа. К склянкам вполне подойдут полиэтиленовые пробки от винных бутылок. К таким пробкам можно даже припаять полиэтиленовую трубку и применить их в приборах для получения газов.

Глава V.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ

1. Классификация химических реактивов

Число названий химических реактивов для школьного химического кабинета довольно большое. Если исходить даже только из минимума опытов, приблизительно перечисленных в программе и изложенных в учебниках VII—X классов, то необходимые для осуществления их реактивы должны быть представлены более чем 120 названиями. При выполнении нескольких вариантов опытов, проведении экспериментальных работ на кружковых и факультативных занятиях число названий реактивов значительно возрастает (см. систематический список реактивов и материалов, стр. 347). Большая часть реактивов, необходимых в школьной практике, относится к общепотребительным реактивам. Это кислоты (соляная, азотная, серная), щелочи, многие оксиды и соли минеральных кислот, индикаторы (лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый), значительная часть органических веществ, растворителей, а также некоторые простые вещества (цинк, железо, алюминий, медь, сера, красный фосфор, натрий металлический, иод кристаллический и др.). Для отдельных опытов требуются специальные реактивы (например, соли кобальта, кадмия, лития, некоторые комплексные соли, специальные индикаторы и др.). Об общем и специальном назначении реактивов можно судить по их количествам, указанным в систематическом списке (стр. 360).

По степени чистоты и содержанию допустимых примесей реактивы делят на несколько групп: чистые, чистые для анализа, химически чистые и др. Чем более чистый реактив, тем сложнее его производство, тем он дороже. Это следует иметь в виду при приобретении реактивов. Для многих опытов достаточны реактивы марки «чистый» и «чистый для анализа», иногда — «химически чистый». В некоторых случаях используют технические материалы: техническую (со значительным количеством примесей и загрязнений) поваренную соль (для приготовления охлаждающих смесей), калийную селитру (для работ по очистке веществ), натронную известь (для осушительных приборов), мрамор (для получения CO_2) и др. Однако нельзя пользоваться техническим цинком (обрезками

Обозначение (в скобках—условное сокращение)	Характеристика
Чистые (ч)	Наиболее дешевые реактивы. Содержание основного вещества не ниже 98%; содержание отдельных примесей в пределах 0,01—0,5%; если препарат плавится, то точка его плавления не должна быть растянутой, а лежать в интервале 1—2 °С. Для аналитических определений не применяют
Чистые для анализа (ч. д. а.)	Содержание основного вещества обычно не ниже 99%, а содержание отдельных примесей не превышает допустимого предела, позволяющего проводить точные аналитические определения
Химические чистые (х. ч.)	Содержание основного вещества выше 99%; содержание отдельных примесей в пределах 0,001—0,00001%
Спектрально чистые (сп. ч.)	Содержание примесей в препарате не обнаруживается методом спектрального анализа, они составляют 0,001—0,00001%. В школьной практике не используют
Эталонно чистые (в. э. ч.)	Вещества эталонной чистоты, характеризующиеся возможно максимальным содержанием основного вещества, а также предельно минимальным содержанием некоторых нежелательных примесей в зависимости от назначения эталонного вещества. В школьной практике не применяют
Особо чистый (о. с. ч.)	Высокочистые вещества, применяемые для технологических, аналитических и научных целей, в полупроводниковой и инфракрасной технике, квантовой электронике и других областях новой техники. Характеризуются минимальным содержанием отдельных примесей (0,00001—0,0000000001%). В школьной практике не применяют

листового цинка и пр.) для получения водорода без специального испытания, так как такой цинк может содержать значительные количества мышьяка, образующего ядовитый мышьяковистый водород (см. т. II).

В таблице приведены характеристики реактивов в соответствии с их квалификацией.

2. Хранение реактивов и правила обращения с ними

В соответствии с ГОСТом 3885—66 («Реактивы и особо чистые вещества, фасовка, паковка и маркировка») каждый изготовленный на промышленном предприятии реактив должен быть расфасован в соответствующую первичную тару, герметически укупо-

рен, снабжен стандартной этикеткой и упакован во вторичную тару (ящик или картонную коробку).

Материал первичной упаковки определяется физико-химическими свойствами реактива (летучестью, светочувствительностью, химическим действием на некоторые материалы), а объем первичной тары — от потребности заказчика. Для школьных кабинетов предпочтительны мелкие фасовки в различной таре.

Для химических реактивов используют следующую первичную тару.

Ампулы из стекла и полимерных материалов (полиэтиленовые, полихлорвиниловые), запаянные или закрытые пробками (навинтованными крышками), применяют для фасовки индикаторов, красителей (от 0,1 до 5 г), фиксаналов (стр. 243) и некоторых реактивов специального назначения. Для химического кабинета в запаянных ампулах можно получить индикаторы, бром, фиксаналы для приготовления растворов точной концентрации, а также некоторые органические растворители.

Для вскрытия запаянной стеклянной ампулы осторожно делают легкий надрез напильником (надфилем, стр. 214) на расстоянии 1 см от конца оттянутой части. Место надреза лучше предварительно смочить водой. Когда надрез сделан, обтирают оттянутый конец чистой ватой и, держа ампулу в левой руке так, чтобы открываемый конец ее был направлен в сторону от работающего и от соседей, правой рукой отламывают надрезанную часть. Если оттянутый конец имеет сравнительно толстые стенки, к надрезу нужно прикоснуться раскаленным докрасна концом стеклянной палочки или железной проволоки (стр. 215).

Если в ампуле находится жидкость (особенно бром), нужно быть весьма осторожным, при отламывании кончика ампулу нельзя перевертывать или сильно наклонять. (О вскрытии ампул с фиксанами см. стр. 243.) Находящийся в ампуле реактив по вскрытии ее необходимо полностью израсходовать (для приготовления растворов и т. п.) или перелить остаток жидкости в специальную склянку. Твердые нелетучие вещества можно оставлять в незапаянных ампулах, закрыв пробкой (при необходимости залить парафином или менделеевской замазкой, стр. 153). Вновь запаивать вскрытые стеклянные ампулы с остатками жидкостей (особенно летучих и огнеопасных) в школьных условиях не следует.

Запаянные ампулы хранят в картонных коробках, завернутыми в гофрированный картон или же переложенными ватой.

Банки стеклянные, полиэтиленовые, из луженого или оцинкованного железа применяют исключительно для фасовки твердых сыпучих веществ, не реагирующих с материалом тары. Банки закрывают большими корковыми пробками, иногда залитыми парафином, железными крышками, оклеенными бумажной лентой, и полиэтиленовыми или навинтованными карболитовыми и другими крышками из пластмассовых материалов с картонной или бумажной парафинированной прокладкой.

Склянки и флаконы полиэтиленовые используют для фасовки жидких и твердых реактивов и препаратов, имеющих низкую температуру плавления.

Стеклянные и полиэтиленовые банки, склянки и полиэтиленовые флаконы изготовляют девяти типовых размеров: 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 и 5000 *мл*. В эту тару фасуют реактивы стандартными навесками (от 25 до 5000 *г*), причем заполнение объема тары должно быть максимально возможным и достигать для твердых и пастообразных веществ 90%, а для жидких, в зависимости от упругости паров, — 80% номинального объема. Поскольку плотность и насыпная масса химических реактивов колеблются в широких пределах — от 0,075 (сверхлегкий оксид магния) до 3,5, то для лучшего использования емкости тары, кроме приведенных основных размеров, находят применение четыре дополнительных: 75, 200, 400 и 750 *мл*.

Пакеты из полиэтиленовой пленки толщиной не менее 0,03 *мм* для емкостей до 500 *мл* и не менее 0,05 *мм* для емкостей 500—1000 *мл* применяют для фасовки сухих реактивов. Пакеты бумажные двойные из пергаментной (внутренняя обертка) и плотной (обычно черной) бумаги используют для фасовки твердых веществ, устойчивых к действию влаги и воздуха (сода, калийная селитра, сульфат натрия и др.).

В зависимости от квалификации реактива на тару наклеивают этикетку определенного цвета. Для «химически чистого» — красную, «чистого для анализа» — синюю, «чистого» — зеленую, «особой чистоты» — желтую. Для всех прочих реактивов и препаратов применяют этикетку светло-коричневого цвета.

При фасовке ядовитых, огнеопасных или взрывоопасных реактивов на тару наклеивают дополнительную этикетку утвержденного образца с надписью: «огнеопасно» — красного, «яд» — желтого, «взрывоопасно» — голубого. Если реактив надо особенно оберегать от действия воды, то наклеивают этикетку зеленого цвета с надписью: «беречь от воды».

Полученные из магазина (со склада) реактивы можно сохранять некоторое время в фабричной упаковке. Однако после вскрытия тару для хранения веществ в реактивном шкафу нередко приходится менять. Например, кислоты, органические растворители из склянок большой емкости (от 0,5 *л* и более) необходимо разливать в склянки меньшего объема. Для растворов кислот и щелочей нужно иметь специальную посуду разной емкости. Ниже указаны реактивы, требующие особой укупорки или особых предосторожностей при хранении:

1. Склянки с притертой пробкой (и с колпаком, стр. 120) требуются для H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , CH_3COOH (концентрированные растворы), SO_3 , NH_3 , Br_2 , бромной и хлорной воды, раствора иода, 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 корковой. При длительном

хранении указанных веществ поверх пробки накладывают в несколько слоев полиэтиленовую пленку и крепко обвязывают ее вокруг горла склянки капроновой жилкой. Нет надобности в притертой пробке для разбавленных растворов кислот и для растворов большинства солей, для них используют корковые или резиновые пробки.

Никогда не следует держать в склянке с притертой пробкой растворы едких щелочей, соды, поташа, растворимого стекла и других щелочных веществ (стр. 143).

2. Банки с притертой пробкой требуются для хранения кристаллического иода, оксида фосфора P_2O_5 , нитрата меди (очень гигроскопичное вещество), металлического натрия, металлического калия (в керосине), красного фосфора и др.

3. В банках с заливной парафином пробкой следует хранить: KOH, NaOH, KNO_3 , $NaC_2H_3O_2$ (плавленную), Ca, CaO, $Ca(OH)_2$, $CaCl_2$, CaC_2 , Ca_3P_2 , натронную известь, $Ba(OH)_2$, $ZnCl_2$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, HPO_3 , CrO_3 .

4. В склянках с каучуковой пробкой хранят растворы KOH, NaOH, $Ba(OH)_2$, Na_2CO_3 , K_2CO_3 . Нельзя использовать каучуковые пробки для склянок с органическими растворителями.

5. Склянки желтого стекла необходимы для растворов $AgNO_3$, KI, H_2O_2 , хлорной воды. Можно также помещать склянки со светочувствительными веществами в жестяные или картонные коробки, обертывать их черной бумагой или хранить в темном шкафу.

6. Летучие концентрированные кислоты (HCl, HNO_3), бром можно хранить в нижнем отделении вытяжного шкафа, но обязательно отдельно от концентрированного раствора аммиака.

7. Все реактивы необходимо хранить в запертых шкафах. Исключение допускается только для разбавленных растворов и некоторых твердых веществ, выдаваемых на рабочие столы учащихся.

Металлические калий, натрий, огнеопасные органические растворители (эфир, ацетон, бензин) лучше хранить (особенно при длительных перерывах в пользовании) в железном окрашенном (или деревянном, обитом железом) ящике.

8. Хранение сильнодействующих ядовитых, сособо огнеопасных и самовоспламеняющихся на воздухе веществ (сулемы, цианида калия, сероуглерода, белого фосфора и пр.) в школьных химических кабинетах запрещено.

Большие корковые пробки, которыми закрывают стеклянные банки при длительном хранении твердых гигроскопичных, летучих и других подобных веществ нередко заливают парафином (иногда менделеевской замазкой).

Пробку углубляют настолько, чтобы ее край был на 2—3 мм ниже края горлышка банки (рис. 155). Парафин должен хорошо пристать не только к пробке, но и к стеклу, которые должны быть совершенно сухими и чистыми. Парафин расплавляют в фарфоровой или железной чашке или ложке и наливают на пробку. Затем край стекла слегка прогревают сверху пламенем газовой

горелки, 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 треснуло.

При отсутствии газа можно прогревать горячей лучинкой, привязанным к концу проволоки зажженным комочком ваты, смоченным спиртом, или накалиной железной пластинкой (не ножом, который от нагревания «отпускается» и портится).

Никогда не следует заливать парафином пробки, которые не углублены в горлышко сосуда. Сосуд с залитой таким образом пробкой имеет неряшливый вид и такая заливка редко помогает.

Пробки, залитые парафином, открывают при помощи острого конца напильника, не удаляя парафин. 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. (Об извлечении стеклянных пробок, которые «заело», см. стр. 143.)

К заливанию пробок менделеевской замазкой следует прибегать только в редких случаях, когда банку закрывают пробкой надолго. Менделеевскую замазку можно покупать готовую: кусками, на вес (приготовление см. стр. 290). Заливку проводят так же, как и парафином: углубив сначала пробку (иногда ее следует предварительно укоротить), наливают на нее расплавленную в фарфоровой чашке или в железной ложке замазку, а затем прогревают сверху горелкой или горячей лучинкой края стекла, чтобы замазка пристала к ним.

Пробка должна быть вставлена плотно. Между ней и горлышком склянки не должно быть заметной щели.

Вместо менделеевской замазки можно пользоваться хорошим сургучом, но расплавленный сургуч слишком густ и с трудом выливается.

Каучуковые пробки заливать не следует, так как они от этого только портятся.

Если приходится употреблять корковые пробки для закупоривания веществ, которые действуют на них разрушающе, то их можно несколько защитить парафинированием, т. е. провариванием в парафине. Расплавив парафин, но не нагревая очень сильно (немного выше 100 °C), в него погружают пробку (наколов ее на проволоку) и держат до тех пор, пока не перестанут выделяться пузырьки воздуха. Вынув пробку, ее вытирают и погружают в холодную воду. Парафинируемая пробка должна быть совершенно сухая и хорошо подобрана, после обработки ее можно обжимать, но нельзя подгонять напильником.

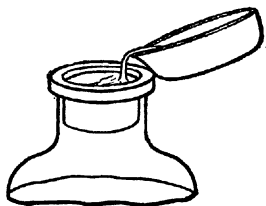


Рис. 155. Заливание пробки.

Парафинированная пробка часто плохо держится в горлышке сосуда, поэтому ее приходится посыпать мелким порошком мела, магнезии, серы и т. п. или привязывать. Часто достаточно парафинировать только нижнюю часть пробки.

Пористые пробки можно покрывать также 3—4-процентным раствором коллодима или смазывать растворимым стеклом, которому нужно дать хорошо просохнуть.

Корковые пробки можно обрабатывать также в растворе следующего состава (в мас. ч., П. Н. Воскресенский):

Вода — 100
Глицерин — 50
Желатина — 30

Вначале желатину полностью растворяют в воде, нагретой до 40—50 °С, и добавляют глицерин. В этот раствор, нагретый до 40—50 °С, кладут пробки (предварительно хорошо вымытые) на 15—20 мин. Затем пробки снова хорошо обмывают, сушат и опускают на 15—20 мин в расплавленную смесь следующего состава (в мас. ч.):

Парафин — 42
Вазелин — 12

Чтобы пробки покрывались смесью со всех сторон, их следует все время поворачивать стеклянной палочкой. Затем их вынимают и высушивают. Такую обработку корковых пробок нужно проводить всегда, когда приходится закрывать ими бутылки со щелочами и кислотами.

Очень хорошие результаты дает обработка пробок полиэтилен-парафиновой массой. Ее готовят сплавлением (при 120 °С) одной части полиэтилена и 5 частей парафина (темп. пл. 50 °С). Расплавленной массой покрывают поверхность пробки и последнюю сразу же вставляют в горло бутылки или другого сосуда. Так можно обработать даже неровно обрезанные пробки и сделать их пригодными для закрывания сосудов. Полиэтилен-парафиновое покрытие хорошо противостоит действию кислот и щелочей, но оно непригодно, если в сосуде хранят органические растворители, которые могут растворить покрытие.

Для герметизации укупорки на притертые, корковые, полиэтиленовые и пластмассовые пробки, а также навинчивающиеся крышки рекомендуется надевать сжимающиеся колпачки или манжеты из полимерных материалов, оклеивать их липкой лентой или обвязывать полиэтиленовой пленкой. Для герметизации банок и склянок с притертыми пробками применяют также заливку головки пробки уплотняющими материалами, например сплавом из 7 частей парафина и 1 части полиэтилена, ацетилцеллюлозным лаком (100 частей ацетона, 7 частей ацетилцеллюлозы, 0,05 частей красителя

для подцветки). Полиэтиленовые мешки и пакеты хорошо герметизировать термической запайкой¹.

Перед взятием реактива из банки нужно осмотреть ее горлышко и удалить с него все, что может попасть в пересыпаемое вещество и загрязнить его (пыль, парафин, всякие замаски и пр.). Очень удобно брать реактивы из банки фарфоровой ложкой (стр. 73), фарфоровым шпателем, непосредственно чистой пробиркой (стр. 24) или же пересыпать их через воронку для порошков (стр. 122). Просыпавшийся на стол реактив нельзя высыпать обратно в ту же банку, где он хранится. Забота о сохранении чистоты реактивов — самое главное правило при работе с ними. Если в банке остается очень мало реактива, остатки следует пересыпать в более мелкую тару — это освободит место в шкафу и сократит потери при взятии реактива. Перед тем как насыпать реактив в банку, ее нужно хорошо вымыть и высушить, предварительно подобрав к ней пробку. При взвешивании сухих реактивов нельзя насыпать их прямо на чашку весов (стр. 85).

Реактивы, которые нельзя хранить в стеклянной таре, помещают в тару из материалов, устойчивых к действию данного реактива. Например, раствор фтороводородной кислоты² хранят чаще всего в сосудах из полиэтилена.

Иногда внутреннюю поверхность стеклянных бутылей и склянок покрывают тонким слоем парафина. Пергидроль (30-процентный раствор пероксида водорода H_2O_2) и концентрированные растворы щелочей лучше всего хранить именно в таких сосудах³.

Некоторые реактивы при продолжительном хранении изменяются или даже разлагаются. Такие реактивы перед употреблением следует очистить перегонкой, фильтрованием (обычным или через активированный уголь, силикагель и т. д.) или другими приемами, в зависимости от свойства вещества (подробнее см. в соответствующих главах).

Нельзя совместно хранить реактивы, способные при взаимодействии возгораться или выделять большое количество теплоты. Например, металлический натрий, калий и литий, а также пероксид натрия нельзя хранить вместе с огнеопасными веществами, фосфором, бромом и иодом. Бертолетову соль, перманганат калия, пероксид натрия, пероксид водорода и другие окислители нельзя хранить вместе с восстановителями (углем, серой, крахмалом, фосфором и др.).

Недопустимо растирать бертолетову соль, перманганат калия, пероксид натрия и другие окислители с органическими веществами.

¹ На загнутый край пакета накладывают целлофановую пленку и проводят по ней острым ребром не слишком горячего утюга.

² В школьной практике встречается очень редко, требует особой осторожности в обращении.

³ Концентрированные растворы щелочей разъедают стекло, стенки стеклянных сосудов становятся непрозрачными.

Стекло ускоряет процесс разложения пероксида водорода.



Рис. 156. Привязывание пробки.

(О смешивании KClO_3 с другими органическими веществами, например для приготовления бенгальских огней, см. т. II.)

Приготавливать в сколько-нибудь значительных количествах (за исключением минимальных доз, необходимых для демонстрации) взрывчатые вещества, взрывчатые смеси (ацетиленид серебра, ацетиленид меди, смесь бертолетовой соли с красным фосфором и т. п.), тем более хранить их, а также хранить какие-либо реактивы или растворы, в которых со временем могут образоваться взрывоопасные вещества (например, аммиачные растворы солей серебра, см. т. II), безусловно запрещается.

В условиях школьного кабинета нет особой необходимости готовить растворы различных веществ в больших объемах (более 3—5 л). Лучше готовить соответствующие растворы в небольших объемах несколько раз в течение года и разливать их сразу по склянкам (для демонстрационных опытов, практических занятий), оставляя необходимый запас для пополнения. Это потребует несколько больше времени, но упрощает хранение растворов, позволяя избегать использования больших емкостей.

Не следует путать пробки от склянок, содержащих разные реактивы, во избежание загрязнения последних. К горлышкам реактивных склянок, предназначенных для работ учащихся, пробки рекомендуется привязывать тонкой капроновой жилкой. В резиновые и корковые пробки жилку продевают в верхней части через проколотое под углом отверстие (рис. 156). На одном конце жилки завязывают несколько совпадающих узлов, образующих утолщение, не позволяющее жилке выйти из пробки, второй конец жилки привязывают к горлышку склянки. (О привязывании пробок у приборов и аппаратов см. стр. 267.)

На каждой склянке и банке обязательно должна быть наклеена этикетка с названием или формулой вещества, с обозначением сорта, концентрации раствора, а для портящихся веществ — и времени приготовления. Оставлять материалы без этикеток или с неполными этикетками нельзя, так как это легко может повести к досадным недоразумениям, которых при школьных опытах следует особенно избегать, и даже к несчастным случаям. Временно можно сделать на посуде надписи карандашом для писания по стеклу (стр. 294), но потом их непременно следует заменить наклеенными этикетками, так как надписи на стекле легко стираются. Если на банке с реактивом нет этикетки или надписи, такой реактив применять нельзя. В подобном случае нужно установить точно, что находится в банке. Обычно пользуются бумажными этикетками, заполненными от руки. Белые (иногда с каймой по краям) бланки таких этикеток разных размеров, покрытые с одной стороны клеем, имеются в продаже, но их можно нарезать из обыкновенной бумаги.

Очень удобны этикетки из цветной бумаги: красные — для кислот, синие — для щелочей, желтые — для солей натрия, лиловые — для солей калия, светло-серые — для солей аммония, оранжевые — для солей второй аналитической группы, темно-серые — для третьей группы, зеленые — для четвертой и пятой групп, белые — для остальных веществ. Цветные этикетки удобны для поддержания порядка в расстановке реактивов. Они очень облегчают отыскивание нужного вещества и распределение по местам склянок, взятых с полок.

Бумага для этикеток не должна быть слишком толстая, так как ее труднее приклеивать, и она легко отстает от стекла. Для склянок на 200 мл и больше удобен размер этикеток около $5,5 \times 3,5$ см. Для склянок на ученических столах используют этикетки меньших размеров. На пробирки с веществами для ученических опытов этикетки не наклеивают, а пишут формулу вещества (или ставят номер) на матовой поверхности стекла (стр. 20, 90). Для надписывания этикеток лучше всего пользоваться черной несмываемой тушью, употребляемой для чертежных работ. Формулу или краткое словесное название вещества следует писать четко, чтобы они хорошо были видны издали. Для этого можно пользоваться тоненькой кисточкой (после употребления споласкивать в воде), большим пером или лучинкой, плоско выстроганной и срезанной на конце немного наискосок, а также стеклянной трубочкой с оттянутым концом.

На этикетке полезно обозначить 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 этикеточные бланки лучше заготовить заранее. В рамке верхней части этикетки можно указать номер школы, а внизу характеристику реактива (рис. 157). На малых этикетках для ученических склянок достаточно обозначить только формулу вещества и в необходимых случаях (для кислот и щелочей) концентрацию раствора, а иногда только номер реактива.

Для приклеивания этикеток к стеклу крахмальный клейстер непригоден. Силикатным (канцелярским) клеем пользоваться не следует: он разрушает этикетки, плохо держит и сильно разъедает стекло, так что отмыть его невозможно.

Самый лучший и самый дешевый клей для этикеток — фотоклей. Этим клеем бывают промазаны продаваемые этикетки. Удобны выпускаемые в настоящее время некоторые синтетические клеи (ацетицеллюлозный и др.), а также декстриновый и другие, доступные для самостоятельного изготовления.



Рис. 157. Этикетка (образец).

Для приготовления декстринового клея берут одну часть желтого декстрина 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 ткань. Чтобы клей не плесневел, можно прибавить к нему 1—2 капли раствора салициловой кислоты. Клей, хорошо закупоренный, может храниться долгое время. Намазывать его следует равномерно, не слишком жирно, жесткой кистью или пальцем.

Из декстрина готовят фотографический клей-пасту. Фотоклей под названием клей-паста (сухая) можно приобрести в специализированных магазинах. В коробке, кроме клея, находится дезинфицирующий порошок (салициловая кислота и т. п.), прибавляемый для того, чтобы клей не плесневел.

Для приготовления этикеточного клея взбивают свежий яичный белок, а затем дают ему растечься. Кисточкой белок наносят на этикетку, которую прижимают к стеклу.

Для наклеивания бумажных этикеток на желье пригоден раствор желатины в уксусной кислоте, разбавленной в отношении 13 : 1000. С успехом можно применить также смесь светлого столярного клея с глицерином, которую готовят из 10 мас. ч. клея, 10 мас. ч. глицерина и 3 мас. ч. борной кислоты. Эту смесь при нагревании растворяют в 60 мас. ч. воды.

На склянки, которые выставляют на демонстрационный стол, следует наклеить этикетки с двух сторон, чтобы надпись была обращена к преподавателю и к учащимся.

Для сохранения этикеток их полезно покрыть лаком. Лакированные этикетки служат очень долго. Запачканные склянки с лакированными этикетками можно мыть водой. Большинство реактивов не оставляет следа на лакированной этикетке, если ее сейчас же вымыть и вытереть.

Для лакирования этикеток выпускают специальный этикеточный лак. Можно использовать также копаловый лак, лак для картин или концентрированный раствор (до консистенции растительного масла) канифоли в спирте.

Если лак наносить на необработанную бумагу, на ней появляются пятна в тех местах, где лак пропитает бумагу насквозь. Во избежание этого наклеенные этикетки предварительно покрывают один раз 4-процентным раствором коллодиума (огнеопасен), а когда коллодиум просохнет — лаком. И коллодиум, и лак наносят мягкой плоской кистью. Следует иметь две отдельные кисти для коллодиума и для лака. По окончании работы кисть после коллодиума промывают в смеси спирта с эфиром (1 объем спирта на 3 объема эфира) или в ацетоне, после лака — в спирте. Наносить лак следует ровным, не очень жирным слоем, избегая мазать два раза по одному и тому же месту. Вместо коллодиума можно воспользоваться крахмальным клейстером, которому до лакирования надо дать хорошо просохнуть.

Этикетки можно покрывать и парафином, для чего наклеенную

и просохшую этикетку сильно натирают куском парафина, а затем полируют мягкой суконкой. Можно также смочить ватку, предварительно намотанную на лучинку, в расплавленном парафине и нанести тонкий слой на этикетку. Иногда используют прозрачную липкую ленту, которую наклеивают на этикетку в один или два слоя в зависимости от ширины. Хорошо прилипшая лента на этикетке почти не заметна.

Для сбережения этикеток следует принять за правило при наливании реактива из склянки держать ее этикеткой вверх, 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 следует еще некоторое время подержать наклонно, пока на нижнем крае ранта соберется капелька, а затем снять эту капельку, касаясь ею края сосуда, в который наливали жидкость (стр. 24, рис. 11). Это особенно необходимо выполнять при работе с концентрированной серной кислотой, но здесь образование небольшого стока по стенкам почти неизбежно. Поэтому лучше всего после наливания концентрированной серной кислоты каждый раз вытирать горлышко склянки фильтровальной бумагой.

При наливании жидкости, особенно концентрированной кислоты, пробку следует класть на стол так, чтобы смоченное жидкостью место не касалось стола. Плоские притертые пробки кладут концом вверх, а высокие пробки обыкновенно совсем не кладут на стол, а держат между пальцами.

Вместо наклеивания этикеток очень удобно делать на склянках надписи спиртовым или этикетным лаком, смешанным с какой-нибудь сухой краской, например суриком, сажей, мумией и т. п. Лучше всего писать кисточкой для живописи. Держатся надписи очень прочно, смыть их можно спиртом. Можно делать надписи и эмалевой краской, но она долго сохнет и растекается.

Надписи на глазурованной фарфоровой посуде (тиглях, чашках, стаканах и т. п.) наносят раствором хлорида железа (III). Для этого на слегка нагретом фарфоровом изделии заточенным концом спички или лучинки, смоченной раствором этой соли, делают надпись и изделие быстро ставят на просушку в сушильный шкаф. На глазурованной поверхности фарфорового изделия образуется несмывающаяся надпись бурого цвета.

Твердые вещества и растворы должны храниться в шкафах и на полках в определенном порядке, чтобы можно было сразу находить то, что нужно. Удобнее всего хранить вещества по группам, отведя для каждой группы определенное место на полках. Такими группами могут быть: металлы, неметаллы, оксиды, кислоты, щелочи, соли, органические вещества и т. д. В каждой группе вещества распределяют также в определенном порядке, хотя бы по аналитическим группам, например соли К, Na и т. д. Полезно все группы перенумеровать. Выше уже сказано, как удобнее располагать все эти обозначения на этикетках (стр. 157).

Можно, конечно, принять и какую-нибудь другую систему расположения, но во всяком случае порядок в расстановке веществ необходим.

Меры предосторожности при обращении с ядовитыми и опасными веществами указаны при описаниях отдельных опытов. Здесь же 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 попадает на руки или вообще на кожу, то необходимо сначала смыть его водой, а уже затем вытереть полотенцем.

Кроме того, если попавшее на кожу вещество — концентрированная кислота, пораженный участок после обмывания большим количеством воды смочить 3-процентным раствором соды, но, разумеется, отнюдь не едким натром, а при сильном ожоге затем прикладывают вату, смоченную мазью от ожогов (стр. 76).

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 полностью не смыть, она начинает 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 уксусной (около 3%) 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 (соляную, щавелевую, уксусную, серную, азотную, синильную) нейтрализуют мыльной водой, магниевой, известковой водой.

Фенол (карболовую кислоту) обезвреживают мукой с водой, слизистыми отварами.

Противоядие от мышьяка и его соединений — молоко, сырые яйца, известковая вода.

Щелочи (едкие щелочи, аммиак, карбонат аммония, поташ) нейтрализуют 3-процентной уксусной кислотой, разведенной водой, лимонным соком с водой.

На соли (свинцовые, ртутные, медные, селитру) действуют яичным белком или большими количествами молока.

Иод, сурьмянистые соединения обезвреживают крахмалом с водой, крепким чаем, вяжущими настояками.

3. Если реактив попадает на одежду, то сначала следует вытереть ее 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, а затем промыть водой.

Если пролита концентрированная кислота, то ее следует сначала полить водой. После удаления жидкости залитое место следует еще нейтрализовать содой, аммиаком и т. п. и промыть водой.

Если пролита огнеопасная жидкость (бензин, эфир), прежде всего следует погасить все находящиеся поблизости горелки и уже затем собрать вещество и проветрить помещение. (Одна из самых огнеопасных жидкостей — сероуглерод.)

5. Если загорится пролитый бензин, эфир и вообще жидкость, которая легче воды и в воде не растворима, ее нельзя тушить водой, а лучше засыпать сухим песком, который всегда должен быть в запасе; в серьезных случаях следует использовать огнетушители. Вспыхнувший спирт можно залить водой.

6. При наливании реактива никогда не следует наклоняться над отверстием сосуда, чтобы брызги не попали в лицо. Довольно легко образуются брызги при наливании концентрированной серной кислоты; они часто вылетают из горлышка склянки (из которой наливают) в тот момент, когда в склянку проходит пузырек воздуха.

7. Никогда не следует нюхать вещество, особенно неизвестное, сильно вдыхая воздух полной грудью и близко наклоняясь к сосуду. Незнакомое или любое резко пахнущее вещество нужно нюхать осторожно, направляя к себе ток воздуха от сосуда или прибора движением руки.

Иногда для определения запаха вещества отверстие склянки закрывают на некоторое время тампоном ваты, который удерживает достаточное количество паров, чтобы, поднося тампон ваты к носу, определить запах.

8. Не следует бросать в водопроводную раковину остатки веществ, которые могут засорить или испортить сточную трубу или застой раковины.

Выливая растворы кислот или выбрасывая растворимые порошки, следует всегда одновременно пускать в раковину сильную струю воды.

Нельзя выливать в раковину ртуть или растворы ртутных солей, из которых в трубе выделяется ртуть: она постепенно разрушает металл¹.

Остатки калия, натрия, карбида кальция, фосфида кальция и других веществ, реагирующих с водой, также нельзя выбрасывать в раковину. Обрезки калия и натрия обыкновенно собирают в банку с парафиновым маслом. Когда обрезков накопится много, их нагревают под маслом или керосином в колбе на песчаной бане (стр. 202), пока они не сплавятся в шарики, и снова используют.

Остатки белого фосфора сжигают, выбрасывать их никуда нельзя (см. т. II).

Не следует выбрасывать остатки солей серебра, остатки иода и его соединений. Их нетрудно очистить и переработать в нужные соединения (см. т. II). Соответствующая рецептура имеется в пособиях по неорганическому синтезу. Для сливания отработанных растворов, содержащих эти соли, желательно иметь специальные банки.

¹ Работа со сколько-нибудь значительными количествами ртути и ее соединениями в школьных химических кабинетах запрещена.

Глава VI.

ПРИЕМЫ РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОМ КАБИНЕТЕ

1. Правила техники безопасности при работах в химической лаборатории

Общие правила. 1. При всех работах соблюдать максимальную осторожность, помня, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знание приборов и свойств веществ, с которыми ведется работа, могут повлечь за собой несчастный случай.

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

3. Не ставить ни одного опыта и не применять на занятиях ни одного прибора без предварительной проверки.

Всякие изменения в постановке опытов допустимы только после предварительного испытания в малом масштабе или с соблюдением 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 немытой. 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 (стр. 127).

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

7. Беря вещество для опыта, внимательно читать этикетку, особенно на иностранном языке, и при малейшем сомнении наводить справку или производить проверку.

8. Никаких веществ в лаборатории не пробовать на вкус. Не следует класть на химические столы какие-либо пищевые продукты.

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

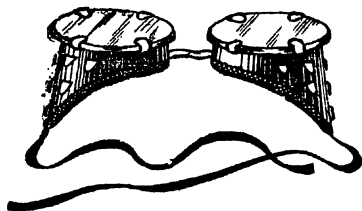


Рис. 158. Предохранительные очки.

Такие сильные яды, как соединения водорода с фосфором и мышьяком и т. д., нюхать нельзя. Следует помнить, что действие многих ядов (например, соединенный мышьяк) сказывается не сразу, а лишь через некоторое время, поэтому при неосторожном вдыхании ядовитых газов и паров возможны случаи серьезного и даже смертельного отравления.

Работу с сильно ядовитыми газами производить только в хорошо действующей тяге. При работах с малыми количествами некоторых ядовитых газов (хлор и т. п.) использовать поглотители (активированный уголь, см. т. II).

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

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

12. Не наклоняться над сосудом, в котором что-нибудь кипит или в который наливают какую-нибудь жидкость (особенно, еду), так как брызги могут попасть в глаза.

13. Беречь глаза! При всех опытах, где может произойти разбрызгивание или разбрасывание веществ, взрыв, надевать очки, лучше предохранительные, с толстыми стеклами и щитками, прилегающими к лицу (рис. 158), или шоферские.

14. Пробирку, в которой нагревают жидкость, держать отверстием в сторону, а не к себе или соседу, так как жидкость вследствие перегревания нередко выбрасывается из пробирки. Во избежание этого никогда не греть пробирку только снизу, а сначала прогревать все содержимое пробирки (стр. 125).

15. Остатки опасных веществ (щелочные металлы, фосфор, и т. д.) не выбрасывать в мусорные ящики или раковины, а тщательно собирать в предназначенные для этого сосуды, чтобы потом использовать или уничтожить (стр. 166).

16. Соблюдать особую осторожность при работе с горючими веществами (стр. 169) и нагревательными приборами. Во избежание пожара электроплитки и другие электронагревательные приборы ставить на подставки из керамики, на лист асбеста или другие огнеупорные материалы.

17. Производя опыт, при котором в приборе выделяется газ или нагревается жидкость, не допускать повышения давления вследствие закупорки трубки, слипания стенок или резкого перегibanия каучука, слишком большого сопротивления в промывных сосудах или в поглотительных приборах и т. п. В этом случае прибор не должен представлять собой замкнутую систему, а иметь

обязательно свободный выход для газа. Повышение давления в приборе может привести к взрыву.

Не нагревать плоскодонных колб и другой плоскодонной посуды на голом огне: необходимо подкладывать асбестированные сетки или лист асбеста (стр. 124).

18. Соблюдать большую осторожность при работе с источниками тока высокого напряжения (трансформаторы, индукторы). Во время действия прибора ни в каком случае не приближать руки к клеммам высокого напряжения или к присоединенным к ним проводам. Оставляя индуктор или трансформатор в помещении, отключать и убирать провода, соединяющие прибор с источником питания.

19. На доступном месте в лаборатории должны находиться медицинские средства на случай ожогов, порезов и т. п.

При некоторых опытах должны быть заранее заготовлены противоядия, например при опытах с фосфором — растворы ляписа, перманганата калия, медного купороса (т. II).

Если какой-нибудь реактив попадает на кожу, прежде всего нужно смыть его 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 (стр. 270), присоединив к каучуку наконечник. Такая промывалка всегда должна быть наготове в лаборатории.

20. В лаборатории необходимо иметь наготове достаточное количество растворов для нейтрализации попавших на кожу, одежду или пролитых кислот и щелочей (растворы соды, аммиака, уксусной кислоты, борной кислоты).

21. В лаборатории должны быть в полном порядке противопожарные средства (стр. 170).

Правила обращения с ядовитыми и едкими веществами. 1. Иметь в помещении противогаз (или респираторную маску).

2. Работу с особо опасными веществами (бром, белый фосфор) учащимся не разрешать. Работу с концентрированными кислотами проводить при тщательном наблюдении за действиями учеников.

3. Все манипуляции с ядовитыми газами и парами выполнять в вытяжном шкафу или в приборах с поглотителями (активированный уголь и др., стр. 63 и т. II).

Во время работы в вытяжном шкафу:

1) все дверцы держать опущенными, оставляя небольшие щели для притока воздуха;

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

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

4) если задвижки в каналах вытяжного шкафа (стр. 58) закрыты, открыть их и тягу в шкафу установить заранее, до начала опыта;



Рис. 159. Предохранительная трубка с сеткой.

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

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

4. Размельчая твердые вещества, надевать предохранительные очки, а разбивая куски едких щелочей, — и резиновые перчатки.

5. Измельчение едких щелочей, натронной извести, иода, солей двухромовой кислоты (хромпик и др.), 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:

1) большие бутылки держать в корзинах;

2) разливать жидкости обязательно через воронку;

3) не наклонять большую бутылку с жидкостью, стоящую на полу, а поворачивать ее, приподняв с пола, лучше вдвоем (при наклонении бутылка может треснуть под влиянием тяжести содержимого);

4) концентрированные кислоты (соляную и азотную) и концентрированный раствор аммиака разливать под тягой;

5) при разбавлении концентрированной серной кислоты вливать кислоту в воду, а не наоборот, во избежание опасного разбрызгивания (см. т. II).

7. При растворении концентрированной серной кислоты в воде, при изготовлении хромовой смеси, при смешивании веществ, сопровождающемся выделением тепла, пользоваться тонкостенной химической посудой (колбы, стаканы и т. д.) 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 или ведро.

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

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

1) хранить под водой;

2) не трогать руками, брать только пинцетом или щипцами;

3) резать под водой комнатной температуры (не ниже 15 °С) в толстостенной фарфоровой ступке;

4) осушать прикладыванием бумаги, не тереть;

5) крупные остатки фосфора собирать в банку с водой;

6) мелкие остатки собирать на фильтр и вместе с влажным

фильтром сжигать на сетке или на железной пластинке под тягой или на открытом воздухе;

7) не ронять кусочки белого фосфора на пол, особенно если в полу есть щели; упавший случайно кусочек сейчас же отыскать;

8) посуду, в которой резали фосфор, залить сначала концентрированным раствором перманганата калия или медного купороса, только после этого мыть водой;

9) в случае воспламенения фосфора потушить его, засыпая песком;

10) если кусочек фосфора вдруг загорится на руке или одежде, погасить, прижав его мокрым полотенцем и т. п., и сейчас же смочить обожженное место раствором перманганата калия или нитрата серебра (иметь наготове); при серьезных ожогах обратиться после этого к врачу;

11) не оставлять зимой стеклянные банки с белым фосфором в неотапливаемом помещении. При замерзании воды, в которой хранится фосфор, банка может треснуть, а при оттаивании вода вытечет, и фосфор загорится.

9. При работах с бромом соблюдать следующие правила:

1) производить опыты в вытяжном шкафу;

2) избегать вдыхания паров брома;

3) беречь глаза от паров брома;

4) беречь руки (при ожоге бромом образуются долго не заживающие язвы);

5) при налипании жидкого брома тщательно снимать каплю с края горлышка склянки о край сосуда, так как бром легко стекает по стеклу и может обжечь руку;

6) при переливании больших количеств брома надевать резиновые перчатки;

7) в случае ожога бромом обмыть обожженное место концентрированным приготовленным раствором тиосульфата натрия (гипосульфит);

8) после случайного вдыхания паров брома понюхать разбавленный раствор аммиака, выйти на свежий воздух (см. т. II).

10. Если в помещение по какой-нибудь случайности попадет большое количество ядовитого газа или пара, например разобьется большая склянка с бромом или бутылка с концентрированной азотной кислотой, поступать следующим образом.

Если нет противогаза: 1) приказать всем присутствующим, задержав дыхание, без паники выйти из помещения, закрыть двери;

2) задержав дыхание, открыть или, в крайнем случае, разбить окно и вдохнуть свежий воздух;

3) затем так же быстро открыть или разбить второе окно, если оно имеется, вдохнуть свежий воздух, выйти из помещения немедленно и закрыть за собой дверь;

4) оставить помещение закрытым до полного проветривания.

Если есть противогаз: 1) приказать всем присутствующим, задержав дыхание, выйти без паники из помещения;

2) задержав дыхание, надеть противогаз, выждать, пока все удалятся, после чего закрыть двери;

3) открыть окна, устроив, если возможно, сквозняк;

4) выйти из помещения, закрыть за собой двери и оставить помещение закрытым до полного проветривания.

11. При опытах с ртутью иметь обязательно поднос для ртути. Не нагревать ртуть в открытом сосуде даже при наличии тяги.

Правила при работе с горючими газами и парами. 1. Не зажигать водород и другие горючие газы или пары у конца газоотводной трубки без предварительного испытания на чистоту (см. т. II).

2. При сборке приборов для опытов с горючими газами и парами применять предохранительные трубки с медными сетками (рис. 159), для ацетилена брать железную сетку.

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

4. Наполнять газометр водородом, ацетиленом и другими горючими газами в школьных условиях, как правило, запрещается.

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

Правила обращения с нагревательными приборами. 1. Уходя из лаборатории хотя бы ненадолго, не оставлять зажженных горелок или ламп и включенных нагревательных приборов.

2. Следить, нет ли в лаборатории утечки газа. При обнаружении характерного запаха газа¹ или паров бензина:

1) погасить все горелки;

2) немедленно перекрыть газовый кран на центральной трубе или закрыть вентиль баллона;

3) не включать и не выключать электрический ток (случайная искра может вызвать взрыв);

4) закрыть двери;

5) открыть окна или форточки;

6) проверить, не открыт ли где-нибудь газовый кран, нет ли отверстия в каучуке или в газопроводе;

7) проветрить помещение до полного исчезновения запаха.

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

¹ К очищенному природному газу, состоящему почти только из метана, а также к не имеющей запаха сжиженной пропан-бутановой смеси прибавляют в небольших количествах характерно пахнущие вещества, например некоторые меркаптаны.

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

1) ни в коем случае не применять бензина для ламп, предназначенных для керосина: несоблюдение этого правила неизбежно приводит к несчастным случаям;

2) держать лампу в чистоте и порядке; перед каждым зажиганием прочищать отверстие ниппеля, проверять, достаточно ли в лампе горючего;

3) не допускать полного выгорания горючего, своевременно добавляя его в лампу (стр. 192);

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

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

5. Пользуясь спиртовой лампочкой:

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

2) не допускать сильного нагревания резервуара;

3) зажигать лампочку только горячей лучиной или спичкой (стр. 176).

Правила при работе с горючими жидкостями. Противопожарные меры. 1. Иметь в помещении противопожарные средства: огнетушитель, ведра, ящики или мешки с песком, одеяло или войлок (стр. 76). 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 легко воспламеняющимися жидкостями (эфир, бензол, бензин, ацетон и др.):

1) не держать в склянках на столе больших количеств горючих жидкостей (не более 200 мл);

2) не держать вблизи от огня;

3) переливать небольшие количества только вдали от огня;

4) перед переливанием больших количеств открытый огонь в помещении погасить;

5) не выливать горючие жидкости в раковину;

6) не греть горючие жидкости на голом огне и в открытых сосудах, а только на водяной или песчаной электрической бане, пользуясь обратным холодильником (рис. 160).

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

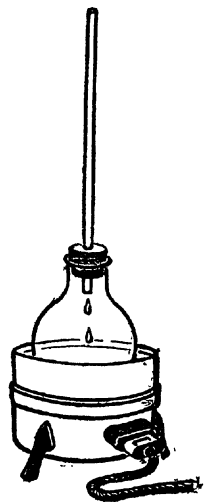


Рис. 160. Нагревание горючей жидкости в водяной бане с обратным холодильником.

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

2) закрыть двери, открыть форточки или окна;

3) собрать пролитую жидкость полотенцем или тряпкой, выжимая их над широким сосудом, из которого перелить затем жидкость в склянку с пробкой;

4) 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:

1) погасить горелку;

2) отставить сосуды с огнеопасными веществами;

3) прикрыть пламя полотенцем;

4) если не погаснет, засыпать песком;

5) если не погаснет, воспользоваться огнетушителем;

6) если не погаснет, вызвать пожарную помощь.

Спирты и другие горючие жидкости, растворимые в воде, например ацетон, можно залить водой.

5. Если загорится одежда:

1) не бежать!

2) гасить пламя, обвертывая тело одеялом, войлоком, пальто и т. п.

6. 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).

7. В случае возникновения пожара в помещении от других причин:

1) вызвать по телефону пожарную помощь;

2) до прибытия пожарных применять огнетушители и воду из пожарных рукавов.

Правила при опытах и работах, которые могут сопровождаться взрывами, разбрызгиванием, разбрасыванием веществ, осколков и т. п.

1. При всех опытах, которые могут сопровождаться взрывом, разбрызгиванием, работать особенно внимательно, соблюдая все предосторожности:

1) надевать предохранительные очки (рис. 158) или хотя бы обыкновенные очки;

2) в особо опасных случаях демонстрировать опыт только за прозрачным защитным экраном (стр. 68) из толстого (5—6 мм) стекла или пластмассы.

2. При приготовлении смесей окислителей (солей кислородных кислот хлора, азотной, марганцевой, двуххромовой и т. п. кислот, пероксидов и т. д.) с другими веществами:

1) измельчать окислители в чистом виде, осторожно растирая небольшими порциями в чистой ступке (бертолетову соль не растирать, а только надавливать пестиком);

2) смешивать окислители с измельченными другими веществами не растиранием в ступке, а встряхиванием в колбе или в склянке или размешиванием шпателем, стеклянной палочкой и т. д. на листе чистой гладкой бумаги.

3. При работах с натрием и калием:

1) надевать предохранительные очки;

2) остерегаться воды, резать металлы на сухой бумаге;

3) кусок металла держать пинцетом или щипцами (в случае необходимости можно взять металл рукой, смочив пальцы керосином);

4) тщательно срезать с поверхности корку и удалять все включения, не имеющие металлического блеска;

5) при опытах взаимодействия металлов с водой не брать кусочков размером больше горошины;

6) не хранить металл в бумаге во избежание взрыва; обрезки щелочных металлов сразу же собирать в банку с керосином;

7) мелкие остатки уничтожать, обливая в чашке спиртом (см. т. II);

8) бумагу, на которой резали металл, бросить в воду или сжечь под тягой.

4. Аммиачный раствор оксида серебра (например, для реакции «серебряного зеркала») перед каждым опытом готовить заново в количестве, необходимом для опыта, так как при хранении этот раствор образует «гемучее серебро» — взрывчатое вещество.

5. При вскрывании запаянных стеклянных трубок и сосудов с какими-либо веществами обязательно предварительно охлаждать их. Чем ниже температура кипения запаянного в сосуде вещества, тем сильнее его нужно охладить.

Правила обращения со стеклом. 1. Разламывая надрезанную стеклянную трубку, стараться в то же время как бы разорвать ее, чтобы не порезать руки краями стекла. Во время этой операции никто не должен стоять рядом.

2. Вставляя стеклянную трубку в пробку или в каучук, держать трубку рукой как можно ближе к вставляемому концу. (Обязательно смочить трубку водой или смазать глицерином.)

3. Вставляя пробку в колбу или другую тонкостенную посуду, не ставить сосуд на стол, а держать за горлышко как можно ближе к отверстию, а не за дно и не за стенки:

4. Вещества в тонкостенной химической посуде нагревать с осторожностью (подкладывать сетку, взбалтывать); не нагревать стекло выше уровня жидкости.

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

6. Большие химические стаканы с жидкостью поднимать только двумя руками, держа так, чтобы отогнутые края стекла опирались на большие и указательные пальцы (рис. 161). Иначе стакан можно легко раздавить.

7. При стеклодувных работах беречь глаза от стеклянных нитей и

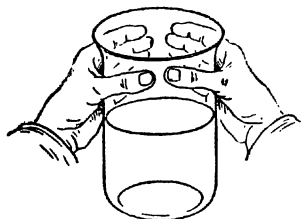


Рис. 161. Поднимание большого стакана с жидкостью.

пленок стекла, получающихся при его раздувании.

Первая помощь при несчастных случаях. 1. При всех случаях ранения (глубокий порез, отравление, серьезный ожог 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 отказа дверцы вытяжного шкафа, в котором проводили 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 (см. также т. II).

3. При отравлении щелочами (едким натром, нашатырным спиртом, поташом и т. д.) дать выпить молока или 2-процентной уксусной или лимонной кислоты или сок лимона. Рвотных средств не давать.

4. При отравлении кислотами (соляной, серной, щавелевой, уксусной), фенолом пострадавшему давать выпить воды со льдом, с тертым мелом, золой, тертой яичной скорлупой ($\frac{1}{2}$ чайной ложки на стакан воды), 1-процентного раствора пищевой соды, известковой воды, муки 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 взбитым яичным белком, затем дать слабительное и мочегонное.

8. При отравлении иодом пострадавшему дать пить крахмал с водой, молоко, крепкий чай или соду¹.

Краткую выписку из этих правил необходимо вывесить на видном месте в кабинете, в лаборантской. Содержание правил должно быть известно учащимся.

¹ Частные требования по соблюдению правил безопасности изложены при описании опытов по конкретным темам, фенолам.

Перед выполнением учащимися опыта, представляющего ту или иную (даже минимальную) опасность, учитель обязан напомнить соответствующие правила и потребовать неуклонного выполнения их.

2. Способы нагревания. Нагревательные приборы

Нагревание на спирте

В негазифицированных химических кабинетах даже при наличии некоторых других способов нагревания спиртовая лампочка пока еще остается одним из распространенных нагревательных приборов, хотя возможности ее весьма ограничены, а спирт является самым дорогим из горючих материалов.

Для демонстрационных опытов, не требующих сильного нагревания, а также для большинства лабораторных работ учащиеся используют обыкновенные спиртовые лампочки, без каких-либо дополнительных усовершенствований. Для практических занятий достаточно иметь самые простые плоские спиртовые лампочки объемом около 100 мл; для демонстрационных опытов удобны более высокие лампочки, на ножке, вместительностью до 350 мл (рис. 162).

Во всех случаях преимущество следует отдавать стеклянным лампочкам, а не железным, получившим некоторое время тому назад значительное распространение. Железные лампочки (обычно без горлышка) довольно быстро перегреваются при длительной работе, вплоть до закипания спирта, в практике были случаи, когда вспыхивали пары спирта.

Для предупреждения перегрева верхней части стеклянной лампочки на нее можно положить кружок из тонкого листового асбеста (по диаметру лампочки) с вырезанным посередине круглым отверстием для горлышка лампочки.

Колпачок у лампочки должен быть хорошо притерт. Колпачок, взятый от другой лампочки, не может плотно закрывать спиртовку, и спирт будет постепенно испаряться. При изготовлении колпачок и лампочку обыкновенно помечают одним и тем же номером (матовая надпись); по этому номеру легко найти колпачок к соответствующей лампочке, если они перепутаны.

Колпачки у лампочек часто бьются, лампочка же без колпачка непригодна. В школах нередко приходится видеть на лампочках суррогаты колпачков, битые рюмки, баночки, цоколи от перегоревших электрических лампочек и т. д. Все эти суррогаты не могут заменить колпачка, так как не закрывают лам-

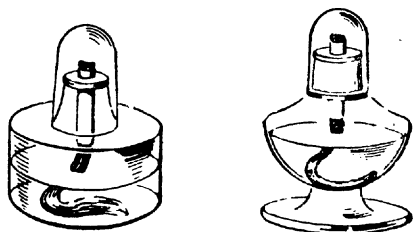


Рис. 162. Спиртовые лампочки (обычная и на ножке).

почку 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.

Плохой колпачок является не только причиной потери некоторой части спирта при испарении, но затрудняет зажигание лампочки. Применяемый в лампочках спирт содержит 4% воды (нередко и больше). За счет испарения спирта верхняя часть фитиля может оказаться в значительной мере пропитанной водой, поэтому лампочку, долго стоявшую с плохим колпачком или совсем без него, бывает трудно зажечь.

Существенной деталью лампочки является металлический вкладыш, состоящий из кружка с трубкой, в которой проходит фитиль. При подборе (а нередко и при необходимости самостоятельного изготовления из жести, алюминия и пр.) вкладышей необходимо иметь в виду, что кружок вкладыша по размерам должен совпадать с наружным диаметром толстостенного горлышка лампочки, не мешая закрывать ее колпачком, а трубка входила нижней частью (более длинной, чем верхняя) в горлышко лампочки свободно, но не болталась в нем. Если кружок вкладыша заметно перемещается по обрезу горлышка лампочки и между краем его и внутренним краем горлышка образуется даже небольшой зазор, через него может просочиться внутрь лампочки пламя, отчего происходит вспышка смеси паров спирта с воздухом, вкладыш вместе с частью фитиля выбрасывает из горлышка, спирт на фитиле загорается на всем протяжении выброшенной части. Если не принять немедленных мер (например, накрыть лампочку стаканом или мокрой тряпкой), лампочка может треснуть, вылившийся спирт разольется по столу и загорится. Неожиданная вспышка с выбрасыванием фитиля и довольно резким звуком нередко пугает производящего опыт (особенно ученика, если он держит горящую лампочку в руке), и он может бросить лампочку со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Предупредить же подобные случаи легко, если соблюдать указанные правила оснащения лампочки.

Нужно также своевременно заменять проржавевшие железные вкладыши (лучше иметь вкладыши из алюминия), так как они тоже могут быть причиной проскока пламени.

У лампочки должен быть хороший фитиль из некрученых ниток, но не из ваты или марли. При невозможности купить специально изготовленные фитили можно надергать продольные нитки из фитилей для керосинок или растрепать на отдельные нити куски хлопчатобумажных бельевых веревок.

Фитиль вставляют в трубку не очень туго, иначе он будет плохо тянуть спирт.

Чтобы пламя спиртовых лампочек не колебалось от движения воздуха, можно снабжать их цилиндрами из металлической сетки.

Сетка должна быть не слишком мелкая (размеры ячеек около 1 мм^2). Цилиндры могут быть сшиты при помощи тонкой проволоки. Относительные размеры их понятны из рисунка 163. Пламя, защищенное таким цилиндром, почти не колеблется и нагревает гораздо быстрее и равномернее, чем без цилиндра. Цилиндры из другого материала, например из жести, не годятся, так как благодаря недостаточному доступу воздуха лампочка горит плохо.

При нагревании жидкости в колбе и т. п. сетку, на которую ставят сосуд (стр. 124 и рис. 164), следует поместить так, чтобы расстояние между цилиндром и сеткой было около $0,5 \text{ см}$.

Если спиртовой лампочкой приходится пользоваться для сгибания стеклянных трубок небольшого диаметра (стр. 222), то лучше иметь особую лампочку с плоским фитилем (рис. 165). Такую лампочку можно приготовить своими силами. Резервуаром служат кристаллизационная чашка, обрезанная склянка и т. д. Верхнюю часть делают из жести или крышки от какой-либо жестянки. Следует приспособить к такой лампочке и колпачок из жести. Если такого колпачка нет, то по окончании работы спирт из лампочки переливают в склянку или лампочку со спиртом ставят в жестянку с плотно закрывающейся крышкой.

Если в качестве сосуда взята обрезанная склянка, то верхней частью можно пользоваться как крышкой, вставив в нее пробку.

Конечно, вместо этих самоделок весьма желательно приобрести несколько спиртовок заводского изготовления с приспособлением для плоского пламени.

При пользовании спиртовыми лампочками не следует забывать, что самая жаркая часть пламени — верхняя треть его *В* выше внутреннего конуса *Б* (рис. 166).

Правила, которые следует помнить при пользовании спиртовой лампочкой:

1. Зажигать лампочку только спичкой или лучинкой (рис. 167), но никогда не наклонять лампочку к другой горящей лампочке, так



Рис. 163. Спиртовка с сеткой.

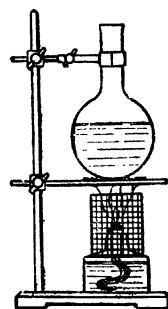


Рис. 164. Нагревание колбы на спиртовке с сеткой.

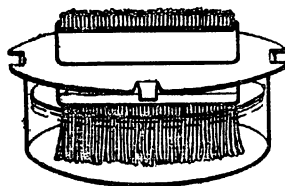


Рис. 165. Спиртовка с плоским фитилем.



Рис. 166.
Строение
пламени
спиртов-
ки.

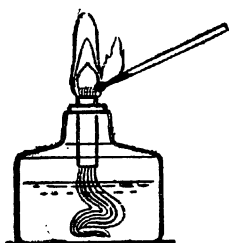


Рис. 167. Зажигание
спиртовки.

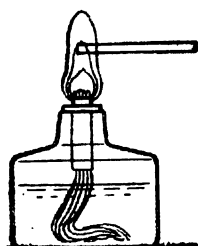


Рис. 168. Положение
нагреваемого пред-
мета в пламени.

как при этом может вспыхнуть пролитый спирт.

2. Регулировать размеры пламени, выдвигая фитиль из трубочки или обратно вдвигая его. Лампочку для этого погасить, вынуть трубку из резервуара и передвинуть 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 он плохо обрезан или выдвинут слишком сильно, края его начинают обгорать. Этого следует избегать, чтобы не расходовать фитиль.

5. Если во время работы на фитиль попадет вода, какой-нибудь раствор или порошок и пламя сильно уменьшится, погасить лампочку, вытянуть немного фитиль и обрезать его. Если фитиль при этом укоротится настолько, что не будет доставать до дна лампы, то надо взять новый фитиль.

6. Нагреваемый предмет помещать в верхней трети пламени (рис. 168), наиболее горячую его часть.

7. Если пламя лампочки уменьшается, а края фитиля начинают тлеть, значит, в лампочке мало спирта: лампочку погасить и долить спирт через воронку. 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.

9. Когда лампочка не нужна, держать ее закрытой (стр. 173).

10. Обращаться с лампочкой осторожно, чтобы не уронить, не опрокинуть и не разбить ее. Если 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 или недостатком спиртовых лампочек можно в крайнем случае изготовить самодельные, воспользовавшись подходящими баночками. Удобны низенькие пузырьки из-под чернил. В них можно вставить медные или жестяные трубочки для фитиля. Закрывают такую спиртовку баночкой, небольшим стаканчиком или рюмкой с отбитой ножкой, которую ставят краями на баночку.

Если спиртовку делают из баночки, то трубку для фитиля вставляют в пробку, в которой прожигают небольшое отверстие для прохода воздуха.

Все эти самодельные приборы могут применяться лишь в крайнем случае, но вполне заменить настоящие спиртовые лампочки они, конечно, не могут.

При использовании некоторых весьма несложных приспособлений обычную спиртовую лампочку можно использовать для мелких стеклодувных работ (стр. 227) и для отдельных опытов, требующих сильного предварительного нагревания исходных веществ. Повышение температуры пламени спиртовой лампочки достигается вдуванием в него воздуха через узкое отверстие паяльной трубки (стр. 70, рис. 62), а еще лучше использовать для этого средних размеров медицинскую инъекционную иглу для шприцев. Вдуть воздух удобно с помощью ножного меха, а за неимением его можно воспользоваться резиновым баллоном с двумя шарами, применяемым обыкновенно для пульверизаторов. Баллон помещают на полу (рис. 169) и приводят в действие ногами.

Вместе с баллоном, если он недостаточно эластичный, можно применить спиральную пружину (рис. 170).

Случается, что после более или менее продолжительного употребления второй, тонкостенный шар баллона, служащий для регулирования струи воздуха, прорывается, тогда приходится пользоваться резиновой грушей с одним баллоном, так как двухбаллонные груши не всегда легко приобрести. В таком случае для получения равномерной струи воздуха можно вместо второго шара

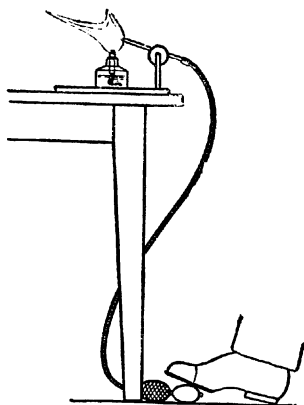


Рис. 169. Вдувание воздуха в пламя спиртовки.

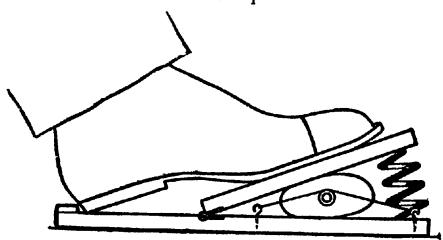


Рис. 170. Станок ножной для каучуковой груши (вид сбоку).



Рис. 171. Клапан Бунзена.

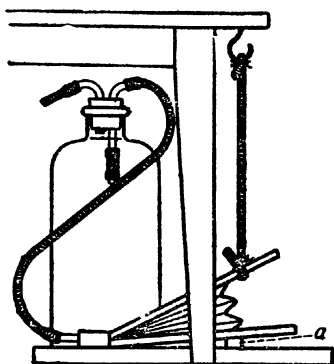


Рис. 172. Ручной мех и бутылку для регулирования дутья.

при соединить к баллону бутылку объемом 2—3 л. Воздух в ней при нажатии на баллон сжимается и выходит через узкое отверстие паяльной трубки (иглы) равномерной струей. Удобным приспособлением, препятствующим обратному выходу воздуха из бутылки, является запорный клапан Бунзена. Для устройства его на конец стеклянной трубки, подводящей воздух в бутылку, надевают кусок эластичной (не тонкостенной) резиновой трубки длиной около 4 см, на которой острым ножом (бритвой) делают продольный разрез длиной 1 см (при нанесении разреза резиновую трубку следует надеть на деревянную палочку, а нож смочить мыльным раствором). В открытый конец резиновой трубки вставляют кусок стеклянной палочки (рис. 171).

Бутылка достаточного объема действует как воздушный буфер не хуже, а даже лучше резинового баллона. Снабженная бунзеновским клапаном бутылка позволяет использовать для вдвухания воздуха в пламя (а также для других целей) вместо резинового баллона небольшой мех (рис. 172), велосипедный насос для накачивания воздуха (в этом случае требуется помощник) и даже обыкновенную спринцовку; при этом необходимо устроить два бунзеновских клапана; один — подающий воздух в баллон, другой — впускающий воздух в бутылку. На непродолжительное время можно воспользоваться вдвуханием воздуха (и даже кислорода из большого газометра или кислородной подушки) в пламя через иглу. При наличии хорошо работающего водопровода можно использовать для дутья водоструйный насос. Наиболее удобным является разрезающий и дующий насос фабричного изготовления (стр. 194), укрепленный на доске. В практике работы учителей (С. И. Лившиц и др.) для вдвухания воздуха в пламя используется микрокомпрессор МК-1 (рис. 173). Прибор включают непосредственно в сеть напряжением 220 в, на выходной ниппель 1 надевают

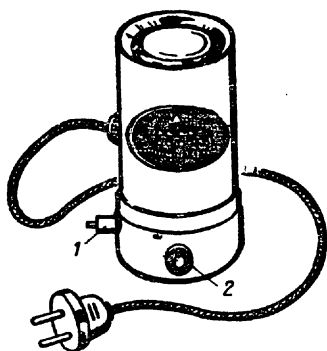


Рис. 173. Микрокомпрессор МК-1 (с деталями).

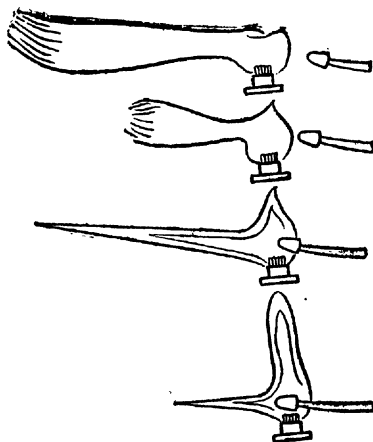


Рис. 174. Пламя спиртовки, в которое вдувают воздух.

резиновую трубку, подающую воздух, ток которого регулируется винтом 2. Мощность прибора невелика (потребляемая мощность всего 5 *вт*); для подачи достаточного тока воздуха обычно включают параллельно два компрессора, соединенные тройником.

При вдувании воздуха температура пламени лампочки значительно повышается; изменяя же расстояние между лампой и трубкой, можно изменять размеры и характер пламени.

При положении трубочки, как изображено на рисунке 174, 1, выходящая из нее струя воздуха увлекает за собой окружающий воздух, и все пламя лампы отклоняется почти горизонтально. Температура пламени сильно повышается, в нем можно сгибать стеклянные трубки диаметром до 0,5 см и более. Такое светящееся шумящее пламя называют обычно восстановительным.

Если трубочку, через которую вдувают воздух, приблизить к пламени, отклоненная его часть уменьшается (рис. 174, 2), а температура его больше повышается. Получается светло-синее, шумящее пламя. В нем можно легко и быстро оттягивать трубки, выдувать шарики и т. п.

Если трубка (инъекционная игла) вдвинута внутрь пламени на некоторое расстояние (рис. 174, 3), получается нешумящее, длинное, голубое (окислительное) пламя, в котором можно спаивать трубки, раздувать спаи (стр. 229) и т. п.

Продвигая трубочку (иглу) почти к противоположной стороне пламени, получим маленькое острое синее пламя (рис. 174, 4), которым можно проплавлять отверстия в стеклянных трубках и т. д.

За неимением паяльной трубки (или инъекционной иглы) 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 желаемое пламя. В то же время конец трубки должен быть толстостенный. В этом 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.

Приступая впервые к изготовлению такой трубки, 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. Трубку, служащую для вдувания воздуха, можно вставить в пробку и укрепить в зажиме обыкновенного штатива.

Иногда для опытов, требующих нагревания, используют «сухой спирт» — полимер формальдегида, имеющийся в продаже в виде твердых таблеток. Это наихудший способ нагревания в школьных условиях. При необходимости таблетки сухого спирта можно сжигать на жестяных самодельных подставках по возможности в вытяжном шкафу. Использование сухого спирта для лабораторных работ учащихся без вытяжного шкафа недопустимо из-за вредности продуктов неполного сгорания.

Нагревание на газе

Если школьное здание подключено к газовой магистрали и химический кабинет газифицирован в соответствии с техническими условиями, то проблема получения высокотемпературного пламени для демонстрационных опытов и практических работ учащихся решается сравнительно легко; нужно лишь строгое соблюдение правил пользования газом (стр. 168). Магистральный природный газ состоит почти полностью из метана с небольшой примесью других углеводородов. Практически реализуемая (низшая) теплотворная способность метана около 8500 ккал.

Сжигание газа осуществляется в лабораторных газовых горелках, устроенных по общему принципу: газ, выходящий из более или менее узкого отверстия, смешивается с некоторым количеством воздуха и сгорает у отверстия горелки несветящимся, голубым пламенем, имеющим более высокую температуру, чем светящееся пламя газа, не смешанного с воздухом. Наиболее удобной для школьного химического кабинета является газовая горелка Теклу (рис. 175, внешний вид, рис. 176, разрез). В чугунную подставку 1 горелки ввинчена горизонтально распо-

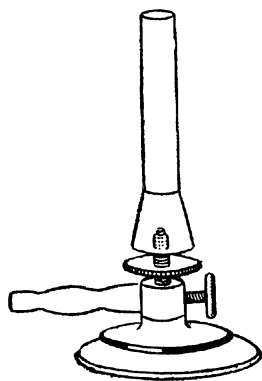


Рис. 175. Газовая горелка Теклу (внешний вид).

ложенная трубка 2 для ввода горючего газа; ток газа можно регулировать запорным винтом 3; газ подается в смесительную трубку 6 через форсунку 4 с отверстием-соплом 5; диаметр сопла для сжигания метана может быть от 1,5 мм и менее, для других углеводородов — 0,4 — 0,3 мм (см. ниже). Отверстие сопла нередко приходится подгонять в мастерской при практическом испытании горелок. Газосмесительная трубка 6 с конусообразным расширением, в которое вставлено дно трубки с прорезами, навинчена на форсунку 4; ниже расширения трубки на форсунке свободно вращается диск 7, который может полностью закрывать расширенную часть газосмесительной трубки или образовать щель 8, регулируя, таким образом, подачу воздуха.

Более проста по устройству и в обращении газовая горелка Бунзена (рис. 177). Она не имеет расширения на газосмесительной трубке и запорного винта. Регулировка подачи воздуха осуществляется муфтой с отверстиями. Горелка Бунзена более экономична. В газифицированных кабинетах ее можно рекомендовать для лабораторных работ учащихся.

Для получения пламени различной конфигурации в зависимости от целей нагревания (сгибание стеклянных трубок, нагревание больших поверхностей и пр.) к газовым горелкам применяют насадки (рис. 178).

В газовой горелке происходит следующее: горючий газ, поступая из сопла (ниппеля), смешивается в трубке с воздухом (первичный воздух), поднимается по этой трубке вверх и при выходе сгорает. В зоне пламени А (рис. 166) газ равномерно смешивается с воздухом и нагревается за счет теплоты наружных слоев пламени. В зоне Б происходит неполное сгорание газа (за счет первичного воздуха). Это зона восстановительного пламени. В зоне В происходит полное сгорание газа за счет избытка наружного (вторичного) воздуха. Это зона окислительного пламени (см. т. II). Температура внутренней части пламени газовой горелки 300°C , а

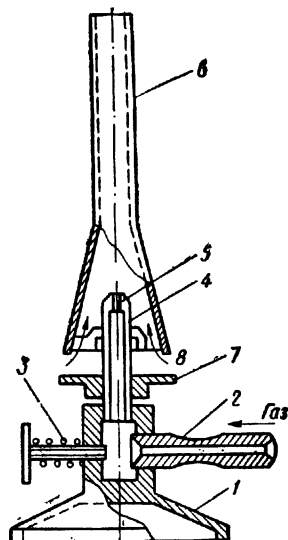


Рис. 176. Газовая горелка Теклу (разрез).

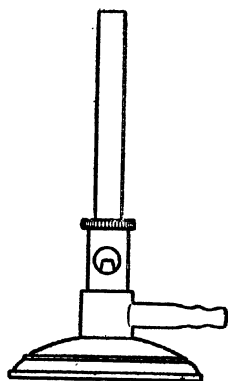


Рис. 177. Газовая горелка Бунзена (внешний вид).



Рис. 178. Насадки к газовым горелкам.

наиболее горячей части (зона *E*)—около 1500 °С.

При пользовании газом следует учитывать его относительную ядовитость (а также ядовитость продуктов неполного сгорания и взрывоопасность смесей газа с воздухом). Метан образует опасные взрывчатые смеси при

содержании его в воздухе от 5 до 15 %.

Если обнаружена утечка газа в местах соединения труб, необходимо немедленно выключить всю сеть общим краном (стр. 42) и открыть окна. В газифицированных кабинетах следует тщательно следить за вентиляцией, проветривать помещение перед началом и по окончании работы с горелками, особенно при практических работах учащихся. Неудовлетворительная вентиляция обычно является причиной отказа в обеспечении школьных лабораторий газом даже при наличии магистральной газовой сети.

При пользовании газовыми горелками необходимо соблюдать следующие правила:

1. Прежде чем открыть газовый кран, нужно зажечь спичку и поднести пламя к горелке, держа его несколько сбоку от отверстия (сильный ток не успевшего нагреться газа может погасить пламя спички). Регулирующие подачу воздуха приспособления при этом должны быть закрыты.

2. Повернуть газовый кран сразу на 90° (до отказа) и через одну-две секунды (необходимое время для вытеснения воздуха из резиновой соединительной трубки) зажечь газ у отверстия горелки (не наклоняясь над ней). При закрытых регуляторах подачи воздуха получается светящееся пламя.

3. Отрегулировать подачу воздуха до получения бесцветного (слегка голубоватого) пламени.

4. При необходимости отрегулировать величину пламени газовым краном или запорным винтом (у горелки Теклу).

5. Нагревание вести в верхней зоне пламени.

6. Гасить горелку только обратным поворотом газового крана до отказа.

7. Тщательно следить за исправностью и своевременным закрытием газовых кранов на рабочих местах учащихся. Перед подачей газа в горелки общим краном проверить, все ли газовые краны на столах закрыты.

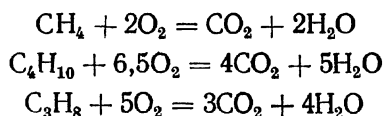
8. Во всех случаях появления в помещении запаха газа немедленно отключить всю сеть общим краном, найти и устранить причину утечки.

При неправильном соотношении притока газа и воздуха, а именно когда приток газа слишком мал или приток воздуха слишком велик, пламя может проскочить вниз и газ воспламеняется у вводного отверстия внутри газосмесительной трубки, которая

при этом сильно накаливается. Случается даже, что резиновая трубка, соединяющая горелку с газовым краном, начинает плавиться, сваливается с горелки, и газ загорается у ее отверстия. В результате может произойти пожар. Следует поэтому принять за правило: уходя из лаборатории, не оставлять горелку непогашенной. 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, закрыв газовый кран. Опять зажечь ее можно только тогда, когда она вполне остынет: пока горелка не остыла, пламя снова будет проскакивать. (При выполнении опытов на уроке желательно иметь запасную горелку с каучуком.) Для предупреждения проскока пламени рекомендуется, кроме необходимой регулировки газа и воздуха, надевать на газосмесительную трубку горелки колпачок из медной сетки.

В настоящее время во многих городах и крупных населенных пунктах, не снабжаемых газом от центральных газопроводных магистралей, широко используют в качестве горючего в быту пропан-бутановую смесь. В сжиженном состоянии пропан-бутановую смесь, содержащую примерно $\frac{1}{3}$ пропана и $\frac{2}{3}$ бутана, доставляют на газовые распределительные подстанции в стальных цистернах, из которых испаряющийся газ под установленным контролируемым давлением подводится по газопроводам в жилые дома для бытовых нужд. Общие правила пользования этим газом в школьном химическом кабинете будут те же, что и изложенные выше. Следует иметь в виду, что теплотворная способность смеси пропан-бутана значительно выше, чем у метана, и составляет до $26\,000 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3}$.

Для полного сжигания пропан-бутановой смеси требуется больше кислорода, чем для сжигания метана, что легко вывести из уравнений:



Газовая горелка с таким же ниппельным отверстием, что и для сжигания метана (около 1,5 мм), при использовании ее для сжигания пропан-бутановой смеси будет гореть коптящим пламенем. Полного сгорания газов не произойдет, так как воздуха будет недостаточно. Для обеспечения нормальной работы горелок ниппельное выходное отверстие у них должно быть 0,4 мм для горелки Теклу и 0,3 мм для горелки Бунзена. У горелок с большим ниппельным отверстием удастся осторожно заклепать его маленьким кусочком свинца и в тонкой свинцовой заклепке пробить новое

отверстие тонкой стальной иглой. Вполне удовлетворительные результаты получаются также, если на выходное отверстие ниппеля приклеить синтетическим клеем (например, клеем «Киттификс» или эпоксидным клеем) маленький кружочек алюминиевой фольги (после приклеивания оставить под грузом на сутки), в котором можно потом проколоть иглой отверстие любого диаметра. Возможна также установка в мастерской специально подобранных ниппелей на винтовой нарезке.

Пропан-бутановая смесь не содержит ядовитых примесей, пропан и бутан не токсичны, продукты полного сгорания вредных веществ не содержат. Однако надо иметь в виду, что взрывчатые смеси пропан-бутана с воздухом образуются уже при содержании в воздухе от 2,5 до 10% этих газов. Опасность образования взрывчатых смесей может быть устранена полностью при строгом соблюдении правил пользования газом и при достаточно хорошей вентиляции.

В практике работы школ используют баллоны со сжиженной пропан-бутановой смесью. Они необходимы для многих демонстрационных опытов, паяльных и других горелок для стеклодувных работ. Для этих целей удобно пользоваться малыми баллонами, вмещающими 300 г сжиженного пропана, предназначенными для портативных газовых плиток марки П-2 и спортивных газовых горелок типа ГГ-2. Портативную газовую плитку с двумя баллонами весьма полезно иметь в лаборантской для работ, связанных с нагреванием. Запаса горючего в двух баллонах достаточно на 8 ч непрерывной работы плитки. По израсходовании горючего баллоны подлежат обмену на зарядной станции. В нерабочем состоянии горловина баллона закрыта навинтованной пробкой с резиновой прокладкой. Для приведения баллона в рабочее состояние нужно снять пробку и навинтить на горловину баллона головку с вентилем и шлангом для отвода газа (входит в данный комплект), при этом вентиль головки должен быть закрыт. При навинчивании головки внутренний штифт ее нажимает на клапан баллона и открывает выход газу, сдерживаемому теперь уже только вентилем. Отводной шланг присоединяют к патрубку плитки. Для приведения плитки в действие нужно немного повернуть головку вентиля влево и, услышав легкое шипение выходящего газа, зажечь горелку. Регулировку величины пламени осуществляют поворотом вентиля, гасить горелку следует, поворачивая головку вентиля до отказа вправо.

Необходимо следить за тем, чтобы не было утечки газа между вентильной головкой и обрезом горловины баллона, для чего нужно проверять целостность прокладки и достаточно надежно привинчивать головку к баллону.

От данных баллонов вполне надежно могут работать газовые горелки Бунзена или Теклу, если они имеют ниппельное отверстие 0,4—0,3 мм (стр. 183) или обеспечиваются дополнительным притоком воздуха. Для этого в центре основания горелки просверливают

навинтованное отверстие до ниппельной трубки и ввинчивают в него патрубок, через который подают воздух с помощью двух микрокомпрессоров МК-1, соединенных тройником или другим способом (стр. 179). Пламя получается ровное и сильное, величину его регулируют вентилем баллона и интенсивностью подачи воздуха. Между горелкой и баллоном в стеклянной трубке помещают медную сетку (стр. 166). Для удобства к основанию горелки привинчивают три ножки. Все приспособления к горелке могут быть сделаны в школьной мастерской. При ограниченной подаче воздуха горелка будет давать светящееся белое пламя. В такое пламя можно вдвигать воздух или кислород через инъекционную иглу с помощью микрокомпрессоров или другим способом (стр. 177) и получать горизонтальное высокотемпературное пламя. Крепление горелки (не обязательное) и устройство хомутика с иглодержателем понятны из рисунка 179 (конструкция С. И. Лишица). Конструкция может быть и более простой, особенно если использовать другой источник дутья.

Кроме малых баллонов, для портативных плиток используют баллоны емкостью до 3 л, наполненные сжиженным пропаном и предназначенные для бытовых двухконфорочных плиток. Такие баллоны снабжают специальным съемным редуктором. (Инструкция по применению прилагается к каждой установке, и ее нужно внимательно изучать.)

Баллоны того и другого типа могут быть установлены под крышкой демонстрационного стола с соответствующим выводом шлангов. К отводному шлангу баллона через самодельный коллектор можно присоединить несколько газовых горелок с ниппельными отверстиями 0,3—0,4 мм или оборудованными дополнительной подачей воздуха, как указано выше. При аккуратном обращении они вполне надежны в работе, имеют четырехкратный запас прочности (внутреннее давление в баллоне при комнатной температуре составляет 3—5 ат), но от перегрева их следует оберегать.

Использование баллонов со сжиженным пропаном весьма эффективно при питании паяльных горелок для стеклодувных работ.

Простейшую по конструкции паяльную горелку легко сделать

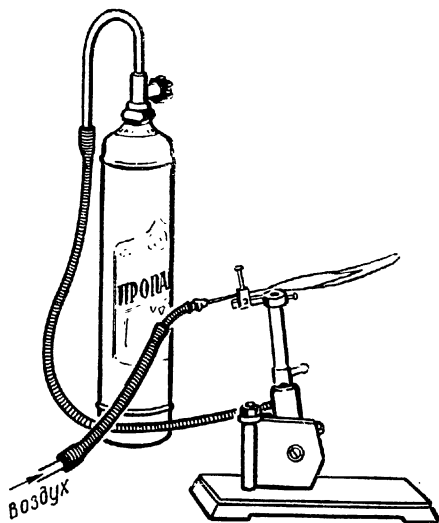


Рис. 179. Газовая горелка с горизонтальным острым пламенем, работающая от баллона.

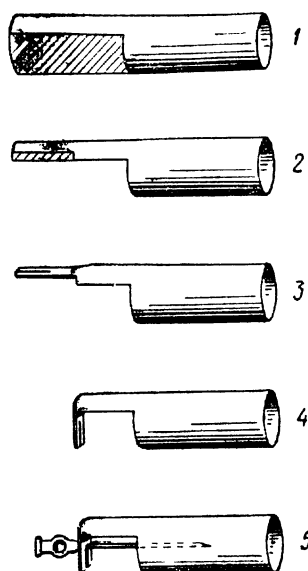


Рис. 180. Упрощенная газовая горелка (стадии изготовления).

из куска водопроводной трубы длиной 10 см, с внутренним диаметром 1,5 см. На расстоянии 1,5 см от конца трубы ножовкой по металлу делают срезы сначала поперек (не до конца), затем вдоль, до сделанного поперечного надреза, так чтобы после удаления срезанной части остался отросток длиной 1,5 см, шириной около 0,5 см (рис. 180, 1). Этот отросток осторожно распиливают вдоль (рис. 180, 2). Затем на расстоянии 3 см от первого среза делают поперечный надрез почти до половины трубы и продольный срез до поперечного надреза (рис. 180, 3). В продольный пропил отростка вводят толстую стальную иглу, сжимают концы отростка щипцами и осторожными ударами молотка пригибают отросток под прямым углом к оси трубы (рис. 180, 4), после чего стальную иглу вынимают. В щель отростка вводят медицинскую инъекционную иглу, которую соединяют со шлангом от баллона. Трубу посередине обматывают асбестом, укрепляют в зажиме штатива (без прокладок), и горелка готова (рис. 180, 5). Для приведения ее в действие немного открывают вентиль баллона и подносят горящую спичку к отверстию горелки. После этого поворотом вентиля регулируют величину пламени, а вдвиганием и выдвиганием иглы — степень подсоса воздуха. Для регулирования поступления воздуха можно устроить заслонку из согнутой полукругом и загнутой на конце железной пластинки, которую вставить в вырезанную часть горелки. Пламя горелки сильное, шумящее. Крепление горелки в зажиме штатива позволяет повернуть ее в любое положение. Полезно изготовить несколько таких горелок из железных труб разных диаметров с использованием инъекционных игл разных размеров.

С. И. Лившицем предложена другая конструкция подобной горелки (рис. 181). С помощью хомутика с иглодержателем такую горелку надевают на трубку газовой горелки Бунзена или Теклу. Иглодержатель имеет два отверстия для игл, по одной из которых подается газ, по другой — воздух или кислород через микрокомпрессоры. Такое крепление позволяет на одной и той же газовой горелке монтировать сменные устройства (рис. 179). Можно пользоваться горелками также других типов, фабричного изготовления и самодельными. Принцип устройства: сочетание двух трубок, одна из которых (узкая) проходит внутри другой. По более широкой наружной трубке подается газ, по внутренней — воздух с помощью ножного меха (рис. 182), применяемого в медицинских

паяльных аппаратах (стр. 195), парикмахерского фена (стр. 129). На рисунке 183 изображена одна из простых горелок фабричного изготовления — паяльная горелка Бунзена с двумя кранами (для наружной и внутренней трубки). На рисунках 184 и 185 изображена самодельная паяльная горелка (разрез и внешний вид) конструкции В. Н. Верховского. 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 или медная трубка 2 диаметром около 6 мм. Левый конец ее впаян в доньшко 3, припаянное к трубке *А*. Для того чтобы внутренняя трубка 2 была хорошо центрирована, на правый конец ее напаяна распорка 4, вырезанная в виде звезды, плотно входящей в трубку *А*, или в виде диска с отверстиями.

Внутри трубки 2 вставляют оттянутую на конце стеклянную трубочку 1, через которую вдувают воздух. Трубочка 1 удерживается в своем положении обрезком каучуковой трубки, надетым на левый конец трубки 2. Стеклянных трубочек делают несколько, с различным диаметром оттянутого конца.

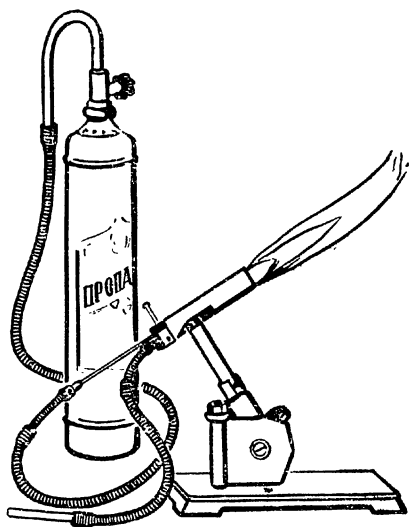


Рис. 181. Паяльная газовая горелка с подачей воздуха (конструкция С. Лившица).



Рис. 182. Ножной мех.

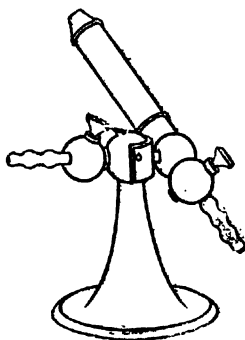


Рис. 183. Паяльная горелка Бунзена.

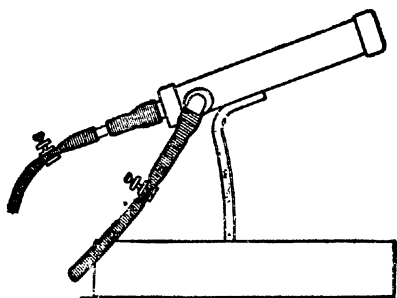


Рис. 184. Самодельная паяльная горелка (внешний вид).

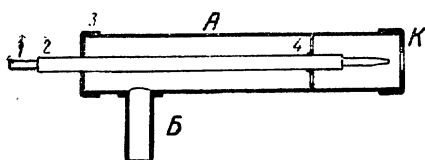


Рис. 185. Самодельная паяльная горелка (разрез).

На свободный конец трубки *А* надет в виде крышки выдвинутый из жести колпачок *К* с отверстием. Краны заменены зажимами на каучуках, но можно поставить большие стеклянные краны. Подставкой для горелки служит толстая медная проволока, припаянная к горелке и вставленная в кусок толстой доски. Изгибая проволоку, можно придать горелке любое положение.

Все эти конструкции горелок пригодны для работы с использованием карбюрированного воздуха (стр. 193). Во всех случаях работы с горелками на подводящих газ и воздух трубках должны быть установлены предохранительные стеклянные трубки с медной сеткой.

Нагревание на бензине и керосине

Бензин как горючее для лабораторных нужд имеет ряд преимуществ: по сравнению со спиртом он дешевле, легко доступен и при полном сгорании дает пламя с высокой температурой. Недостатком бензина как горючего для школьной лаборатории является его огнеопасность. Однако при строгом соблюдении необходимых предосторожностей бензином можно пользоваться в школе без особых опасений для демонстрационных опытов и стеклодувных работ. Для всех бензиновых нагревателей следует использовать только чистый авиационный бензин плотностью 0,74—0,76.

Общие правила обращения с бензином и бензиновыми нагревателями:

1. Запас бензина (не более 5—6 л) хранить в хорошо закрытом металлическом сосуде (фляге, бидоне), в запертом шкафу и в месте, не нагреваемом печкой, батареей центрального отопления или лучами солнца.
2. Наливать и переливать бензин на расстоянии не ближе 5—6 м от открытого огня.
3. Не проливать бензин на пол или столы.
4. Не допускать учащихся к работе с бензиновыми горелками и аппаратами без непосредственного наблюдения учителя.

5. Не наливать бензин в спиртовые лампочки и другие приборы, для этого не предназначенные. Не заменять бензин керосином и не путать его с ним. В сомнительных случаях произвести испытание: налитый на блюдечко бензин при поднесении горячей лучинки немедленно вспыхивает, керосин же загорается только после некоторого нагревания пламенем его поверхности.

6. Пламя вспыхнувшего бензина гасить, засыпая его песком, накрывая противопожарным одеялом, или применить огнетушитель.

7. Не подносить к отверстиям тары из-под бензина открытый огонь: оставшиеся в таре пары бензина образуют с воздухом опасную взрывчатую смесь.

8. Не допускать полного выгорания бензина в резервуарах бензиновых ламп, карбюраторах и т. д., так как после этого из них будет выходить смесь паров бензина с избытком воздуха, представляющая серьезную опасность.

Из высокотемпературных бензиновых горелок для школьного химического кабинета наиболее удобной является лабораторная бензиновая лампа (типа лампы Бартеля, но более простой конструкции), изготавливаемая заводом «Физприбор» (г. Киров). Лампа (рис. 186) состоит из резервуара 6, соединенного металлической трубкой — бензопроводом 3 с горелкой 1. (Устройство горелки показано на рисунке 187.) Бензин поступает в горелку под давлением, для чего в резервуар насосом (рис. 188) накачивают воздух. Сверху, на сферической части резервуара, имеется наливное отверстие 7.

Резервуар лампы герметичен во всех соединениях. Прочность его испытывают гидравлическим давлением в 4 ат, герметичность — воздушным давлением в 3 ат. Так как горелку лампы соединяют

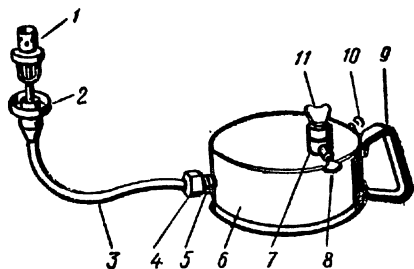


Рис. 186. Лампа лабораторная бензиновая.

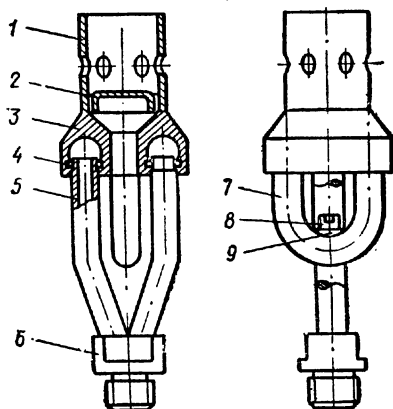


Рис. 187. Горелка бензиновой лабораторной лампы:

1 — верхняя часть горелки; 2 — решетка; 3 — нижняя часть горелки; 4 — дно горелки; 5 — бензопроводная трубка; 6 — гайка; 7 — газопроводная трубка; 8 — ниппель; 9 — корпус ниппеля.

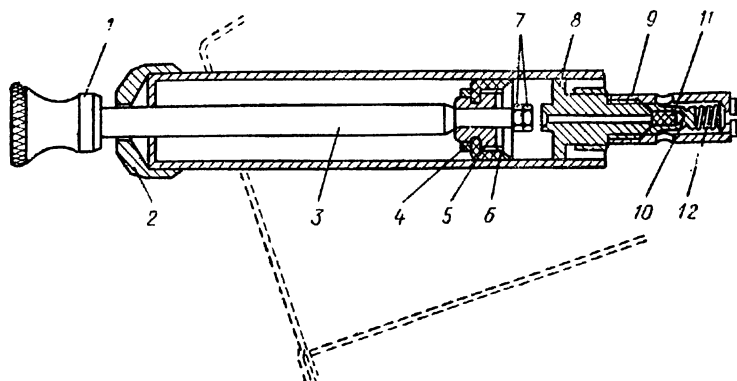


Рис. 188. Насос бензиновой лабораторной лампы:

1 — головка штока; 2 — крышка насоса; 3 — шток; 4 — затяжная гайка; 5 — оправка поршня; 6 — манжет кожаный; 7 — гайка и контргайка; 8 — корпус клапана; 9 — корпус вкладыша; 10 — цилиндр клапана; 11 — вкладыш; 12 — пружина.

с резервуаром длинной трубкой, опасность взрыва резервуара исключена, однако перегревание лампы допускать не следует.

На цилиндрической части резервуара находятся ручка 9 для переноса лампы, насос с клапаном 10 и штуцер 5 для закрепления трубки-бензопровода. Трубку закрепляют накладной гайкой 4. На наливное отверстие навинчивается металлическая крышка 11. Внутри крышки имеется сменная кожаная или фибровая прокладка. За исправностью прокладки нужно внимательно следить и при необходимости менять, так как неисправная прокладка может быть причиной плохой герметичности лампы. Сбоку наливного отверстия находится патрубок с отверстием, закрываемым винтом 8 с пришлифованным конусом на конце. Винт служит для сообщения резервуара с атмосферой.

Резервуар лампы наполняют авиабензином не доверху. Наливают примерно 0,5 л авиационного бензина (плотность 0,74—0,76) и плотно навинчивают на наливное отверстие металлическую крышку 11. Перед зажиганием лампы горелку предварительно прогревают (в чашку 2 наливают спирт). Применение для прогрева горелки керосина или бензина не допускается, так как они при сгорании в этих условиях дают много копоти, которая загрязняет горелку. Можно положить в чашечку несколько кусочков сухого спирта (стр. 180) или налить в нее доверху денатурированный спирт и зажечь. Винт 8 при этом должен быть открыт. К концу выгорания спирта закрывают винт и, накачав немного воздуха в резервуар (при исправном манжете 6—8 движений поршнем насоса), зажигают пары бензина у отверстия горелки. Пары поступают в горелку через ниппель 8 с малым отверстием (рис. 187). Выждав некоторое время, накачивают воздух в резервуар до получения

высокого, голубоватого, шумящего пламени. Температура пламени горелки около 900 °С.

В пламени горелки размягчаются и плавятся стеклянные трубки из легкоплавкого стекла; трубки из тугоплавкого стекла диаметром 8 мм размягчаются и легко сгибаются. Медная проволока диаметром 0,75 мм после внесения в пламя плавится, образуя «короек» в 4—4,5 мм.

Наивысшая температура — над самым отверстием горелки. Для сравнения приводятся экспериментальные данные по измерению температур пламени различных горелок:

Обыкновенная спиртовая лампа	1000 °С
Газовая горелка Теклу	1230 °С
Бензиновая лабораторная горелка	1360 °С
Паяльная лампа (см. ниже)	1520 °С

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 в единицу времени. Это зависит от размеров пламени. Только очень маленький сравнительно с пламенем предмет можно накаливать до температуры пламени. Тонкая медная проволока может легко плавиться непосредственно в пламени, но если такую проволоку поместить в тигель с песком, то на том же пламени расплавить ее не удастся.

В случае засорения ниппеля лампы (при накачивании пары бензина не выходят совсем или при поджигании получается маленькое шумящее пламя, бьющее в сторону в нижней части горелки) нужно прочистить отверстие ниппеля обычной примусной иглой. Гасить горелку следует, открывая запорный винт 8. Если вскоре после накачивания воздуха пламя начинает быстро уменьшаться, значит, горелка не держит давление. В этом случае надо в первую очередь проверить, насколько хорошо закрыт запорный винт и плотно ли навинчена крышка на наливное отверстие. При необходимости погасить лампу и сменить прокладку крышки. Не следует излишне накачивать воздух в резервуар. При избыточном давлении часть вошедшего в горелку бензина не успеет превратиться в парообразное состояние и из ниппеля может брызнуть струя жидкого бензина, сопровождающаяся сильной вспышкой.

Если после накачивания воздуха пламя горелки остается сильно не светящимся и даже коптящим, причиной этого может быть некачественный бензин, содержащий тяжелые углеводороды, или непригодный ниппель с большим, чем нужно, или разношенным отверстием. В таких случаях нужно сменить бензин или ниппель (ниппель вывинчивают и ввинчивают небольшими круглогубцами). Можно и намеренно получить светящееся пламя горелки при накачивании небольшого количества воздуха в резервуар или при зна

чительном снижении давления частичным поворотом запорного винта. Такое пламя необходимо при отжиге стеклянных спаев и т. п. (стр. 233).

При работе с лампой и особенно при зажигании ее не следует наклоняться к горелке, так как внезапная вспышка пламени может причинить ожоги. Причиной одностороннего узкого пламени может быть неправильное положение сетки в горелке или прогорание ее. В таком случае нужно поправить сетку, придав ей горизонтальное положение, или сменить ее.

Не следует допускать, чтобы из лампы выгорал весь бензин, так как под конец из горелки будет выходить горючая смесь паров бензина с воздухом, что может привести к взрыву резервуара.

Если в резервуаре остается около $\frac{1}{4}$ налитого бензина (остаток бензина устанавливается покачиванием лампы), лампу гасят и доливают в нее новую порцию бензина до нормы (0,5 л). Если оставшийся в резервуаре бензин оказался грязным, его выливают и отфильтровывают, а резервуар промывают чистым бензином.

При недлительных перерывах в использовании лампу хранят при открытом запорном винте, чтобы при повышении температуры в помещении бензин не мог выливаться через отверстие ниппеля. При длительном перерыве в работе выливают из резервуара бензин и очищают от грязи все детали лампы. Горелку с чашечкой для предохранения от пыли следует завернуть в бумагу. Никелированные детали лампы, а также резьбовые соединения во избежание ржавления необходимо покрыть тонким слоем вазелина. Кроме ламп Бартеля, можно пользоваться бензиновой паяльной лампой, употребляемой при электротехнических и других работах. Такие лампы бывают различных типов. Общим недостатком их для лабораторных целей является направление пламени не вверх, а под углом, но для стеклодувных работ они с успехом могут быть использованы. Если имеются бензиновые лабораторные горелки, приобретать паяльные лампы нет необходимости, при наличии же таких ламп, работая с ними, следует руководствоваться приложенной инструкцией или получить необходимые указания от специалиста.

В химических лабораториях, небольших стеклодувных мастерских бензин как горючее используют путем карбюрирования. Для этого вместо превращения бензина в пар нагреванием насыщают парами бензина 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. Простейшая установка для карбюрирования может быть устроена из промывной склянки Тищенко (стр. 270) или самодельной промывалки (рис. 189). В склянку наливают 50—60 мл бензина и продувают через него воздух резиновой грушей с двумя баллонами (стр. 177). Смесь паров бензина с воздухом по газоотводной трубке (обязательно снабженной предо-

хранительной медной сеткой) поступает в газовую горелку Бунзена или Теклу (стр. 181). Конечно, такая установка не может быть использована для длительного нагревания, но она вполне пригодна для демонстрации окрашивания пламени солями металлов, условий полного и неполного сгорания топлива и т. п.

В более сложных установках, применяемых для работ со стеклом, используют карбюраторы большей емкости. Одна из таких самодельных установок изображена на рисунке 190 (А. И. Воскресенский). Одно

боковое отверстие трехгорлой склянки Вульфа соединяется через буферную склянку с воздуходувкой, другое — с предохранительной склянкой, а среднее горловое отверстие служит для наполнения склянки бензином. Трубка, подающая в карбюратор воздух, доходит почти до дна карбюратора. Для создания большой поверхности испарения карбюраторную склянку наполняют древесными стружками. Бензина в склянку наливают не более $\frac{1}{2}$ ее объема. В предохранительную склянку (ее емкость около 2 л) до половины наливают воды. Остаток бензина из карбюратора следует время от времени выливать, так как в нем скопляются менее летучие продукты, дающие меньше паров, чем свежий бензин; если же воздух не насыщен парами бензина, то такая смесь может быть взрывоопасна. Из предосторожности, чтобы пламя не могло проскочить в прибор, нужно вставить после карбюратора предохранительную трубку с медной сеткой. Для вдувания воздуха в карбюратор используют ножной мех, пылесос, парикмахер-

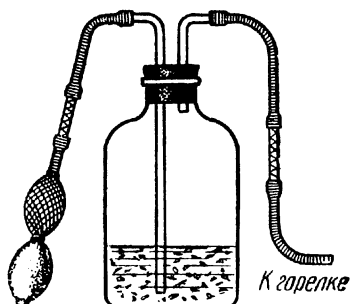


Рис. 189. Простейшая установка для карбюрации.

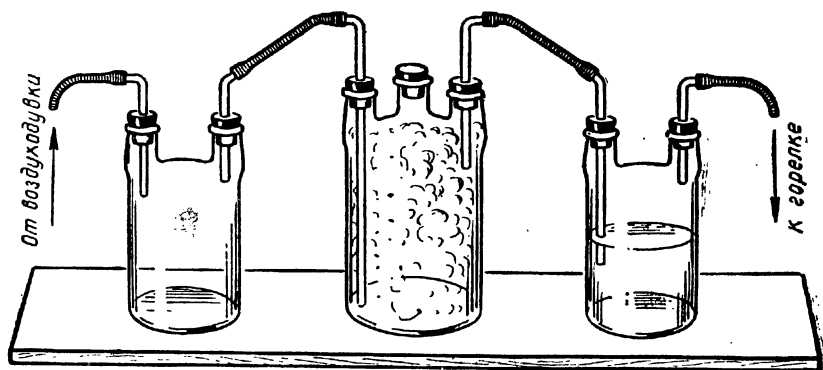


Рис. 190. Карбюраторная установка для стеклодувных работ.

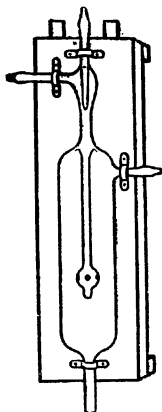


Рис. 191. Стекл-
янный водяной
насос.

ский фен и др. (стр. 187). При наличии хорошо работающего водопровода можно с успехом использовать для дутья стеклянный дующий и разрежающий насос (рис. 191). На отводящую воду трубку насоса надевают широкую каучуковую трубку около 20 см длиной. При помощи винтового зажима, надетого на эту трубку, регулируют давление внутри прибора. Следует так установить зажим, чтобы во время работы насоса вода стояла в сосуде прибора на $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ высоты, не поднимаясь кверху и не опускаясь. Если значительно уменьшить сопротивление в отводящей всасух трубки, например 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, чтобы уменьшить сопротивление от трения. Удобнее всего воспользоваться широкими (1,5—2 см диаметром) стеклянными трубками, которые соединяют каучуковыми смычками.

Каучуковая трубка, соединяющая насос с водопроводным краном, должна быть обмотана 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 его не сорвало напором воды. При пользовании насосом для дутья трубка, служащая для выкачивания воздуха, должна быть совершенно открыта.

На рисунке 192 изображен карбюратор с водяным насосом, который через тройник подает воздух в склянку с бензином и в паяльную горелку.

При работе с самодельным карбюратором необходимо принять все меры, исключающие возникновение пожара. Лучше всего карбюратор установить в железном ящике с песком, при этом железная или деревянная крышка должна иметь отверстие только для ввода необходимых трубок. Карбюратор для стеклодувных работ следует устанавливать в лаборантской, а лучше в отдельном проветриваемом помещении и в классную комнату не вносить. Более удобны для стеклодувных работ медицинские паяльные аппараты, имеющиеся в продаже (рис. 193). Карбюратор такого аппарата металлический, с навинчивающейся крышкой. Воздух вдвигается ножным мехом или пылесосом. Горелку специальной конструкции присоединяют отводящей трубкой к карбюратору через предохранительную колбу. При использовании для дутья пылесоса аппарат может обслуживать несколько горелок.

Керосин как горючее в химических лабораториях в настоящее время используют редко. В практике работы учебных химических кабинетов (в том числе и школьных) можно иногда встретить обычный примус, но для лабораторных целей это наименее совершенный прибор, а для стеклодувных работ пламя примуса практически непригодно. Для мелких стеклодувных работ с острым пламенем допустимо использовать керосин в обычной спиртовой лампочке с широким фитилем. Пламя получается, конечно, коптящее, но при вдвигании в него воздуха, а в некоторых случаях кислорода (стр. 179) через стальную инъекционную медицинскую иглу можно получить горизонтальное пламя с очень высокой температурой.

Для получения на керосине большого высокотемпературного пламени удобна самодельная керосиновая горелка конструкции А. Н. Тэмпа (рис. 194). Эта горелка проста по устройству, удобна и безо-

пасна в обращении и может быть изготовлена собственными силами. Состоит она из четырех частей: резервуара 1, представляющего собой бутылку длиной 18 см, с обрезанным дном; жестяной головки 2, в узкой части которой находится свернутый в трубку широкий фитиль 3 (длина стенок широкой части 7—8 см, узкой — 4 см, диаметр узкой части 2,9 см), закрепленной в пробке

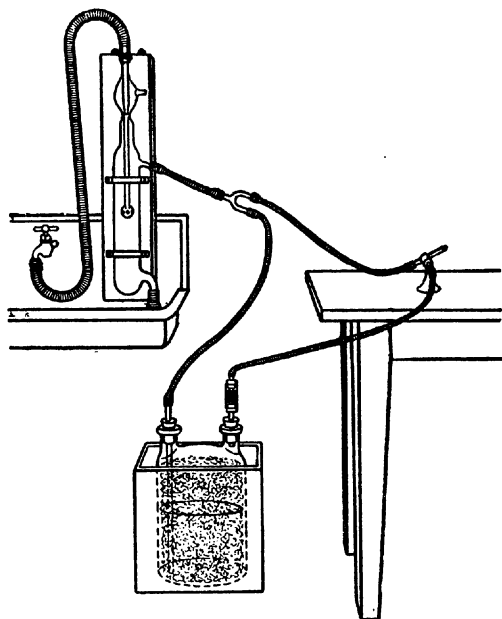


Рис. 192. Карбюратор с водяным насосом.

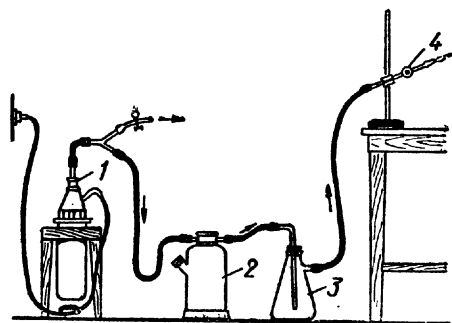


Рис. 193. Медицинский паяльный аппарат с горелкой и пылесосом:

1 — пылесос; 2 — карбюратор; 3 — брызгоуловитель; 4 — горелка.

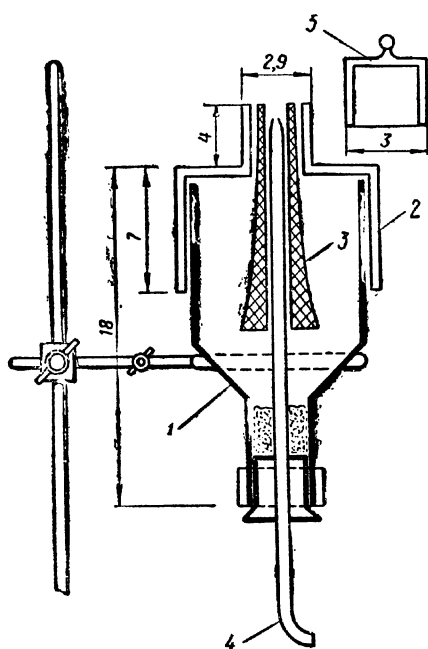


Рис. 194. Керосиновая горелка
А. Н. Тэмпа.

тонкой (0,5 см в диаметре) и слегка оттянутой (до 0,3 см длиной в верхней части) стеклянной трубки 4; колпачка 5. Чтобы пробка не пропускала керосин, в промежутке между трубкой и стенками горла бутылки заливают небольшой слой (2—3 см) расплавленных алюмокалиевых квасцов.

Жестяная часть горелки должна плотно охватывать корпус бутылки и поворачиваться на нем с некоторым усилием, так как иначе трудно будет управлять пламенем.

Заправку горючим и управление горелкой во время работы производят следующим путем: когда горелка смонтирована и закреплена на штативе, жестяную часть ее снимают и после заливки керосина в резервуар снова надевают. Затем, когда фитиль пропитается керосином, горелку зажигают и через стеклянную трубку пропускают сильную струю воздуха. При этом пламя из коптящего становится почти бесцветным и имеет температуру свыше 1000 °С. 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 воздуходувных средств можно использовать мех, электросушилку для волос, пылесос и т. п. (стр. 187).

Тушат горелку, прекращая подачу воздуха и накрывая пламя колпачком.

Наличие такой 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 последних из руд, обжигать известняки и сульфиды металлов, получать

водяной газ, производить термическое разложение каменного угля, крекинг нефти и т. д. Расход керосина в зависимости от характера пламени составляет от 50 до 150 г в 1 ч.

Электронагревательные приборы и их использование

Использование электричества как источника энергии для нагревания и прокаливания веществ в практике школьного химического эксперимента имеет много преимуществ и весьма удобно при необходимости нагревания веществ в приборах, при нагревании больших объемов жидкостей и т. п. К сожалению, при всем совершенстве многих электронагревателей они до сих пор не получили технически удовлетворительного применения для нагревания обычных пробирок, однако другие преимущества делают эти приборы незаменимыми при многих лабораторных работах, демонстрационных опытах и вспомогательных операциях.

Электронагревательные приборы отличаются простотой в обслуживании и компактностью нагревательных устройств, при включении через реостат позволяют регулировать температуру нагревания.

Из приборов, выпускаемых промышленностью для школьного химического кабинета, можно рекомендовать:

- 1) плитки и колбонагреватели;
- 2) электрические бани;
- 3) сушильные шкафы, термостаты;
- 4) специальные электронагревательные приборы (воронки для горячего фильтрования и т. д.);
- 5) электрические печи.

Кроме этого, используется большое количество самодельных электронагревательных приборов, предназначенных для проведения отдельных химических операций, связанных с нагреванием.

Электрические плитки служат универсальными нагревательными приборами в лабораториях и быту. Они могут быть различной формы, с открытой и закрытой спиралью. Плитки с закрытой спиралью более долговечны, но медленнее разогреваются и медленнее остывают.

Спирали электроплиток открытого типа поступают в продажу как запасные части.

Данные спиралей

Напряжение в В	Наименование и марка материала	Диаметр проволоки в мм	Длина проволоки в м	Сопротивление в Ом
127	Нихром Х20Н80	0,6	7,3	26
220	Нихром Х20Н80	0,4	10,1	77

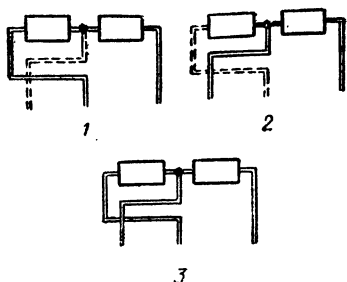


Рис. 195. Схема включения спирали плитки.

Присоединение плитки к электрической сети производится с помощью съемного соединительного шнура. На предохранительном щитке обычно указано напряжение и потребляемая мощность электроплитки (400—600 *вт*). Перед включением плитки в электрическую сеть необходимо проверить, соответствует ли маркировка напряжению в сети. У некоторых плиток (обычно закрытого типа) с двумя концентрически расположенными спиралями на корпусе установлен переключатель, позволяющий регулировать степень нагрева. При установке переключателя в одно из трех возможных положений могут быть включены обе спирали, последовательно или параллельно, или только одна спираль (рис. 195).

При пользовании плиткой необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) во избежание короткого замыкания и перегорания спирали не допускать соприкосновения металлических предметов со спиралью и засорения спирали;
- 2) электроплитку устанавливать на подставку из негорючего и нетеплопроводного материала;
- 3) запрещается оставлять плитку включенной в электрическую сеть без наблюдения.

В настоящее время выпущены малогабаритные плитки для лабораторных работ мощностью 200 *вт* (рис. 196). Однако возможности подобных электроприборов весьма ограничены: на них можно нагревать колбы и стаканы с жидкостями, но не пробирки.

Для увеличения отражательной способности электроплиток рабочее пространство их делают сферическим или коническим. Такие электроприборы предназначены для нагревания круглодонных колб. В лабораторной практике они получили название колбонагревателей.

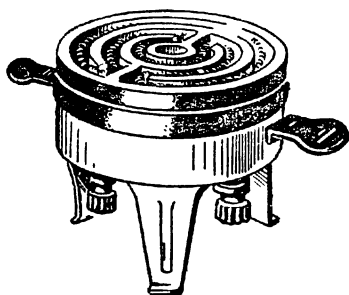


Рис. 196. Лабораторная электрическая плитка.

Как и плитки, колбонагреватели, применяемые в лабораториях, бывают двух видов:

1) с открытой электроспиралью;

2) с закрытой электроспиралью (рис. 197). Температура нагрева колбонагревателя с открытой электроспиралью достигает 200°C , поэ-

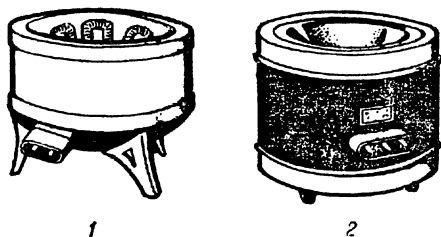


Рис. 197. Электрические колбонагреватели.

тому на нем можно не только кипятить жидкости в круглодонных колбах, но и проводить различные опыты: термическое разложение древесины, разгонка нефти, перегонка воды и др.

Колбонагреватель с закрытой электроспиралью состоит из керамического конуса, в пазах которого уложены нагревательные спирали мощностью 200 вт и 100 вт . Снаружи рабочее пространство колбонагревателя закрыто алюминиевым экраном. Нагревательная часть прибора находится в металлическом корпусе, установленном на трех конических ножках. Концы спиралей соединены с тремя контактами, расположенными на боковой поверхности корпуса. Первый контактный штифт является общим для обеих спиралей. Колбонагреватель рассчитан на четырехступенчатую регулировку температуры.

Регулировку мощности колбонагревателя производят различным включением гильз подводящего электрошнура. Одну из гильз шнура помечают или другим цветом, или отметкой из ниток на ответвлении шнура. Если присоединить меченую гильзу к левому контакту (со знаком «общ.»), а две другие к остальным, то спирали включаются параллельно, и колбонагреватель в этих условиях развивает максимальную мощность — 300 вт . При присоединении гильзы с отметкой к правому контакту, а второй — к левому включается только спираль мощностью 200 вт . Если гильзу с отметкой присоединить к правому контакту, а вторую гильзу к среднему, включается спираль мощностью 100 вт . Если гильза с отметкой присоединена к среднему контакту, а вторая — к левому, то обе спирали включаются последовательно, и колбонагреватель даст минимальную мощность — 75 вт (см. также рис. 195).

При фильтровании жидкостей, особенно горячих растворов, нередко происходят процессы кристаллизации веществ из раствора прямо на фильтре. Чтобы избежать этого, необходимо процесс фильтрования проводить при повышенной температуре. Для этой цели служит специальный прибор — воронка для горячего фильтрования (рис. 198). Прибор состоит из конусообразной керамической воронки, в пазах которой уложена электрическая спираль. С внешней стороны спираль обмазана шамотной замазкой. Воронка укреплена в металлическом корпусе. На корпусе прибора находятся контактные штифты, соединенные со спиралью. На боко-

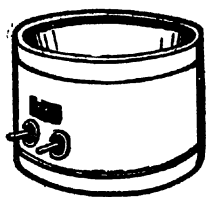


Рис. 198. Воронка с электрообогревом для горячего фильтрования.

вой поверхности корпуса приварена петля, в которую вставляют держалку, предназначенную для закрепления прибора в штативе. При отсутствии держалки воронку устанавливают на кольцо штатива. В нижней части корпуса находятся три ножки, что придает прибору устойчивость при обычном хранении. В рабочее пространство воронки вставляют соответствующих размеров стеклянную воронку и в нее уже вкладывают бумажный фильтр (стр. 245).

Мощность прибора 45 *вт*. При максимальном разогревании в рабочем пространстве прибора температура повышается до 100 °С.

Для более равномерного умеренного нагревания в качестве передатчика тепла используют материалы, находящиеся в соприкосновении с электронагревательными элементами. Такие электронагревательные приборы называются банями. В зависимости от того, что является теплопередающей средой при работе электрической бани, различают воздушные, водяные, песочные электрические бани.

Для равномерного нагревания веществ от 25 до 100 °С используют воздушные электрические бани (рис. 199). Они являются усовершенствованным вариантом электрической плитки. Дополнительным элементом в конструкции воздушной бани является металлический кожух, сделанный из рифленого железа и изнутри покрытый теплоизоляционным материалом. Верхняя часть корпуса воздушной бани охватывается металлическим кольцом, в которое последовательно вставляют набор колец — конфорок. Снимая конфорки одну за другой, можно увеличить поверхность нагревания. На воздушной бане нагревают колбы и фарфоровые чашки.

Температуру нагревания можно регулировать за счет изменения мощности прибора. Если баня имеет три контакта, то при па-

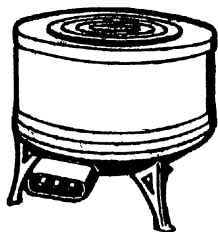


Рис. 199. Электрическая воздушная баня.

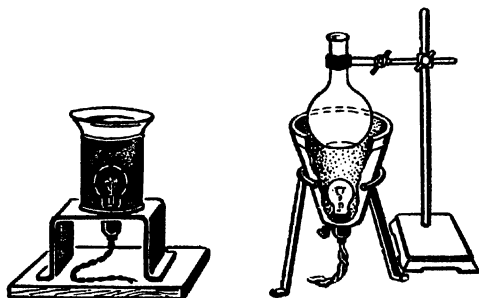


Рис. 200. Самодельные воздушные электрические бани.

параллельном включении секций мощность прибора составляет 400 *вт*, при включении одной электроспирали — 200 *вт*, при последовательном включении двух электроспиралей — 100 *вт* (стр. 198).

На рисунке 200 изображены самодельные воздушные бани (из цветочного горшка и из металлической банки, выложенной внутри асбестом) с нагревательным элементом из электроламп.

Для равномерного нагревания веществ (обычно жидкостей) ниже 100 °С, упаривания растворов и т. п. весьма удобно пользоваться водяными электрическими банями. Особенно необходимы они при работе с огнеопасными веществами. На рисунке 201 показаны образцы водяных бань, выпускаемых промышленностью для лабораторий.

Водяная электрическая баня состоит из электрической плитки и резервуара цилиндрической формы емкостью до 2 л, внутренний диаметр его 25 см. В верхней части резервуара находятся шесть конфорок (колец). Чтобы наблюдать за уровнем воды в бане, у некоторых резервуаров имеется отверстие, в которое вставлена стеклянная воронка. Прежде чем включить баню в электрическую сеть, необходимо заполнить ее водой. Нагреваемый на водяной бане сосуд погружают в воду, но так, чтобы он не касался дна бани. Конфорки бани укладывают таким образом, чтобы пространство между ними и нагреваемым сосудом было минимальным. Так, например, при нагревании на водяной бане колбы ее сначала опускают в баню, а затем через горло колбы надевают конфорки до тех пор, пока они не закроют шар колбы. Когда конфорки надеты, колбу приподнимают и закрепляют в штативе (стр. 169).

Нагревание воды в бане можно регулировать, меняя положение втулок электрошнура. Если нагревательные элементы бани будут включены параллельно, то мощность бани составляет 600 *вт*, если будет включена одна спираль — 300 *вт*, если обе спирали включены последовательно — 150 *вт* (стр. 198). Чтобы нагреть в бане воду до кипения, необходимо при мощности бани в 600 *вт* и диаметре резервуара 25 см затратить 40 мин. После окончания опыта воду из резервуара обязательно вылить и внутреннюю поверхность тщательно вытереть.

В случае отсутствия в химическом кабинете водяной бани ее можно заменить любым металлическим сосудом. Можно взять кастрюлю или жестяную консервную банку большого диаметра. Такую баню ставят непосредственно на электрическую плитку или к ней изготовляют самодельный нагревательный элемент. Для изготовления последнего нужно 3,5 м нихромовой проволоки диаметром 0,4 мм.

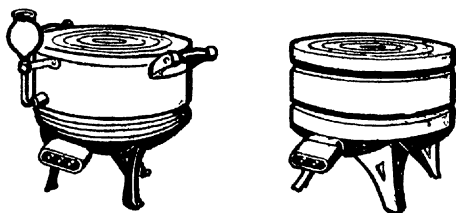


Рис. 201. Водяные электрические бани.



Рис. 202.
Электроки-
пательник.

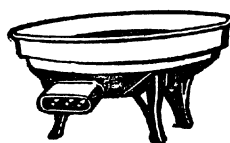


Рис. 203. Электри-
ческая песчаная баня.

Спираль из такой проволоки наматывают на фарфоровую, в крайнем случае толстостенную стеклянную трубку и подвешивают на двух медных проволоках с резиновыми изолирующими трубками внутри бани так, чтобы они не касались ее дна и стенок. Можно использовать для нагревания воды бытовые электрокипятильники мощностью до 500 *вт* (рис. 202).

Для нагревания жидкостей и твердых веществ при упаривании, высушивании, для ускорения протекания реакций, при возгонке, дистилляции и т. д. используют электрические песчаные бани (рис. 203). Песчаная баня представляет собой электроплитку мощностью 300 *вт*. Нагревательный элемент ее закрыт слоем шамотной обмазки, на котором устанавливают резервуар для песка. Диаметр резервуара 20 *см*, высота — 2,8 *см*. Посредством трех контактов (штеккеров) баню включают в сеть тремя втулками электропровода. В зависимости от порядка включения развивается различная мощность бани. При параллельном включении обоих нагревательных элементов мощность достигает 300 *вт*, при включении одной спирали — 150 *вт*, при последовательном включении — 75 *вт* (стр. 198).

В резервуар бани насыпают хорошо промытый, сухой речной песок. Время полного разогревания бани с момента включения — 60 *мин*. Песчаные бани обычно употребляют для нагревания горючих жидкостей (бензина, керосина и т. д.).

Для высушивания различных веществ и посуды в химическом кабинете используют сушильные шкафы с электрообогревом. Работа сушильных шкафов основана на принципе теплообмена между высушиваемым материалом конвекционными потоками нагретого воздуха.

Одним из распространенных типов является шкаф № 2, изготовляемый ленинградским заводом «Электродело» (рис. 204 — внешний вид, рис. 205 — разрез).

Шкаф представляет собой камеру из теплоизоляционного материала, установленную на специальной подставке. Три стенки камеры неподвижны, четвертая является дверцей шкафа. Внутри камеры находится защитный экран 1 и две съемные металлические сетки, на которых размещают высушиваемые материалы. В дне шкафа имеется несколько отверстий для входа в него воздуха. На верхней крышке шкафа также находятся отверстия для венти-

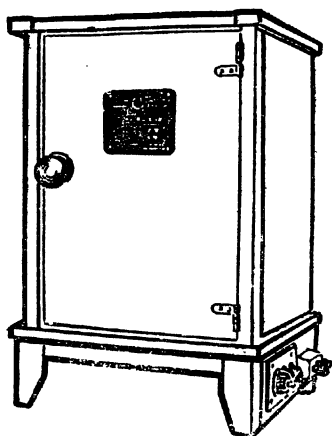


Рис. 204. Сушильный шкаф
(внешний вид).

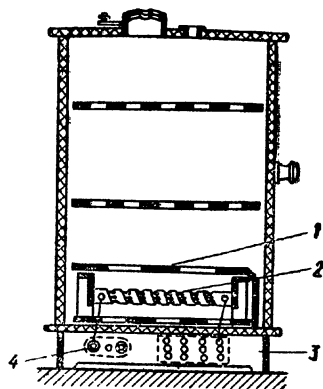


Рис. 205. Сушильный шкаф
(разрез).

ляции. Величину этих отверстий регулируют специальной заслонкой. Кроме того, здесь имеется отверстие для установки термометра. В нижней части прибора помещается распределительный щиток 3 с 12 втулками (три ряда по четыре штуки). Втулки первого ряда (рис. 205) соединяются непосредственно с концами четырех нагревательных спиралей 2. Все четыре спирали соединены между собой и с левой клеммой колонки 4, которую включают в сеть. Втулки второго ряда соединены между собой и с правой клеммой сетевой подводки. Втулки третьего ряда играют вспомогательную роль. Мощность прибора 1200 *вт*.

Чтобы включить сушильный шкаф в сеть, требуется специальная электрическая проводка, соответствующая данной мощности. Подводка от сушильного шкафа присоединяется непосредственно к электрическому щиту с рубильником. Во время работы шкафа вентиляционная заслонка должна быть открыта: это создает необходимые условия для вентиляции воздуха и удаления влаги. В соответствии с электрической схемой сушильного шкафа предусмотрено четыре степени нагревания (при включении одной, двух, трех и четырех спиралей). Это достигается включением замкнутой штепсельной вилки во втулки верхнего и среднего ряда. Для последовательного отключения спиралей штепсельные вилки переставляют во втулки среднего и нижнего рядов.

Если при работе нужна максимальная температура 200 °С, то заслонку, находящуюся в верхней части прибора, необходимо закрыть. Время разогревания сушильного шкафа 45 *мин*.

При работе с сушильным шкафом следует помнить, что его нельзя включать в сеть 380/220 *в* без заземления корпуса, а также в сеть с напряжением, не соответствующим маркировке на приборе. Нельзя рабочую температуру шкафа поднимать выше 200 °С.

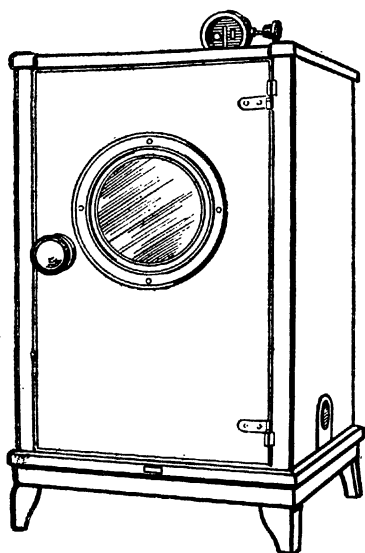


Рис. 206. Термостат № 2.

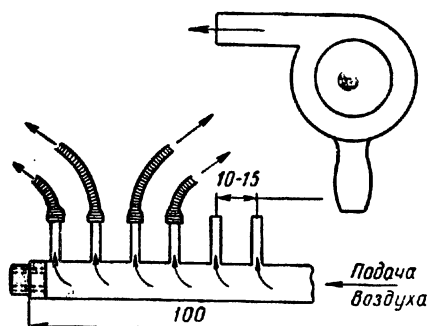


Рис. 207. Приспособление к фену (размеры в сантиметрах).

Недопустима загрузка шкафа воспламеняющимися материалами.

Для нагревания в течение длительного времени при постоянной температуре (преимущественно для биологических и некоторых химических работ) пользуются воздушными термостатами, которые имеют специальные устройства (терморегуляторы) для поддержания установленной температуры. На рисунке 206 показан термостат № 2. По внешнему виду он похож на сушильный шкаф, но отличается от него устройством включения, наличием стеклянного смотрового окна на дверце и терморегулятора, который устанавливают в одном из отверстий верхней крышки рядом с термометром. Термостат рассчитан на длительное поддержание постоянной температуры в пределах от комнатной до 65°C . При пользовании термостатом надлежит руководствоваться инструкцией, прилагаемой к прибору.

В практике часто используется принцип устройства сушильных шкафов и термостатов для высушивания нагретым воздухом, когда, например,

нужно быстро высушить посуду (колбы, пробирки и др.). Для этого используют воздуходувные бытовые приборы. Если к фену, применяемому в парикмахерских для сушки волос, сделать металлическую приставку с отростками (рис. 207), то его вполне можно использовать для сушки посуды (см. также стр. 129).

Подобное же устройство, соединенное с воздуходувкой любого пылесоса, создает хороший напор теплого воздуха, который можно использовать для быстрой сушки посуды. С пылесоса нужно снять всасывающий шланг, а в отверстие для выброса воздуха, вставить пробку с широкой стеклянной трубкой, которую с помощью резиновой трубки присоединить к упомянутому выше устройству.

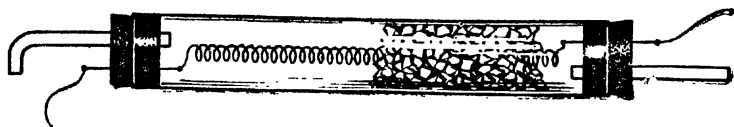


Рис. 208. Самодельное приспособление для нагревания воздуха при продувании.

Для подогревания воздуха можно сделать и специальный нагревательный прибор (рис. 208) из стеклянной трубки длиной 40 см и диаметром 1,5 см. В один конец стеклянной трубки вставляют пробку с газоотводной трубкой и крючком. К крючку присоединяют обычную спираль от электроплитки. Между спиралью и стенками стеклянной трубки помещают керамику (обломки цветочного горшка). Спираль не должна касаться стенок трубки, поэтому при заполнении трубки керамикой спираль слегка натягивают и следят, чтобы она заняла положение в центре трубки.

После того как все пространство будет заполнено керамикой, свободный конец спирали присоединяют к крючку другой пробки (с подводящей воздух трубкой) и прибор закрывают. Часть трубки обвертывают асбестом и укрепляют ее в зажиме штатива.

В качестве воздухоподводящего приспособления в таком приборе может быть использована резиновая груша или микрокомпрессор МК-1 (стр. 179). Для регулирования накала спирали в цепь включают реостат.

Для работ, связанных с применением высоких температур, используют электрические печи.

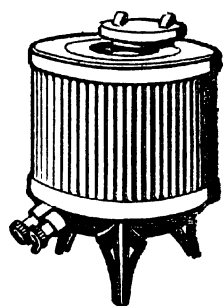


Рис. 209. Электрическая тигельная печь.

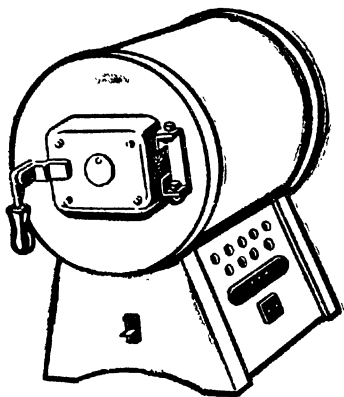
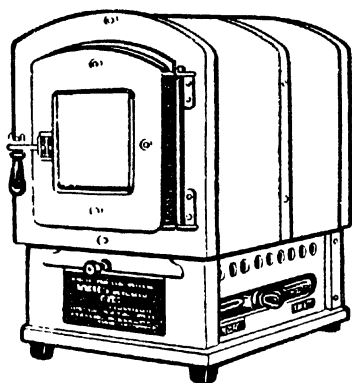


Рис. 210. Электрические муфельные печи.

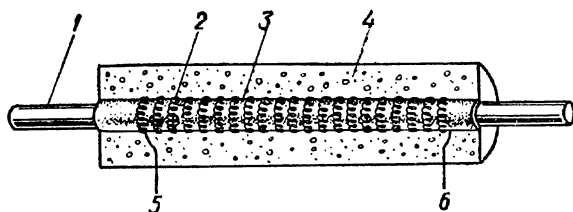


Рис. 211. Трубчатая электрическая печь:

1 — железная трубка; 2 — электроспираль; 3, 4 — асбест;
5, 6 — концы спирали.

Электрические тигельные печи (рис. 209) предназначены для работ по приготовлению сплавов, прокаливанию, обжигу материалов. Рабочее пространство печи изготовлено из фасонных элементов огнеупорной керамики и имеет круглое или квадратное сечение. Загрузку тиглей производят через верхнее отверстие, которое плотно закрывают керамической крышкой.

Школьная лабораторная тигельная печь мощностью 650 *вт* может давать температуру 800—850 °С. Время полного разогревания такой печи 60 *мин*.

Муфельные печи (рис. 210)—электропечи с рабочим пространством в виде муфеля (прямоугольной камеры с внешним электрическим подогревом). Они обычно предназначаются для нагревания веществ до 800 °С, прокаливания, плавки металлов, обжига и т. д. Плоская часть муфеля служит подом. Обычно муфельную печь устанавливают на подставке с реостатами, которые регулируют температуру в пределах 600—800 °С. При первоначальном включении печи сопротивление реостата выводится, при необходимости понизить температуру вводится дополнительное сопротивление.

Школе достаточно иметь один муфель, в котором можно производить прокаливание, например мрамора (получение негашеной извести) и других веществ, а также для демонстрации опытов восстановления металлов.

Если два вышеуказанных вида электропечей в практике школьного химического эксперимента используют довольно редко, то трубчатые электрические печи в школьном кабинете необходимы. Они могут быть широко использованы для нагревания веществ в токе газа, для разогревания трубок с катализаторами, для осуществления неорганического и органического синтеза. Конструкция трубчатой печи очень проста (рис. 211). Она состоит из керамической трубы длиной от 20 до 50 *см*, на которую наматывают нихромовую проволоку. Проволоку с внешней стороны закрепляют шамотной замазкой. Жаровую трубу окружают тепловой изоляцией (например, асбестом) и помещают в металлический корпус. Мощность печи 1200 *вт*, температура до 1200 °С.

Муфельные, тигельные и мощные трубчатые печи требуют для

питания специальной электропроводки (технический ток), в обычную осветительную сеть их включать не следует.

Для многих лабораторных работ в школе требуется высокая температура, поэтому учитель химии при необходимости должен уметь изготовить самодельную трубчатую печь.

Для этого берут кусок водопроводной трубы длиной 30—50 см и диаметром 2,5 см и равномерно покрывают ее слоем размоченного в воде асбестового картона, оставляя на обоих концах трубки куски длиной 4 см, которые асбестом не покрывают. Затем оставляют трубку в течение двух дней сушиться на открытом воздухе.

Для приготовления нагревательного элемента печи берут две электрические спирали от электроплитки мощностью по 600 *вт* каждая. Спираль равномерно вытягивают до 2 м длиной. У одной из спиралей вытягивают концы на 20 см и выпрямляют их. У другой спирали на такое же расстояние вытягивают только один конец. Затем спирали наматывают на покрытую асбестом трубку с расстоянием между витками 3 см. Первую спираль закрепляют на асбесте свободными концами так, чтобы после замотки вытянутых концов нихромовой проволоки оставался конец ее длиной 10 см. Вторую спираль тем концом, который не оттянут, прикрепляют к первой спирали, затем наматывают на асбест и прикрепляют свободным концом к выводному контакту. После этого поверхность спиралей покрывают толстым слоем размоченного асбестового картона и высушивают.

Температура внутри печи зависит от того, каким образом включают нагревательные спирали. При последовательном включении обеих спиралей температура развивается до 350—450 °С. При включении одной спирали она становится равной 650—750 °С. При параллельном включении достигается максимальная температура 800—900 °С (стр. 198).

Для удобства нагревания и возможности регулирования печь включают в осветительную сеть через реостат (конструкция Н. А. Орловского).

Кроме электроннагревательных приборов с внешним обогревом, в практике применяют различные конструкции с внутренним подогревом, доступные для самостоятельного изготовления. Такие приборы играют существенную роль в практике школьного химического эксперимента. Они позволяют легко осуществить перегонку воды (см. т. II), а также провести ряд процессов, протекающих при высоких температурах. Раскаленная спираль прибора передает тепло непосредственно реагирующим веществам. Так, для получения метана, термического разложения древесины и т. д. нагревательный элемент (спираль от электроплитки) может быть введен непосредственно в круглодонную колбу с исходными веществами (В. П. Гаркунов).

Прибор состоит из круглодонной колбы и нагревательного элемента. Показанная на рисунке 212 конструкция прибора позволяет работать с ним длительное время. Даже при пятнадцатичасо-

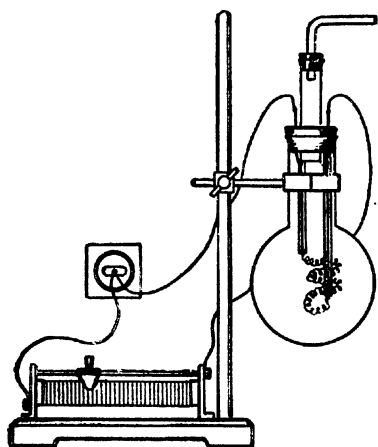


Рис. 212. Реакционная колба с внутренним электронагревом.

К концам электродов прикрепляют кусок спирали от электроплитки. В отверстие пробки вставляют кусок стеклянной трубки длиной 5—6 см, а в верхний конец трубки — пробку с газоотводной трубкой. Прибор включают в электроосветительную сеть через реостат.

В некоторых конструкциях вместо колбы используют реакционную трубку с электронагревом. Одна из таких конструкций показана на рисунке 213. Для изготовления прибора используют стеклянную трубку длиной 16—20 см и диаметром 2,5—3 см. В один конец ее вставляют резиновую пробку с газоотводной трубкой, в другой — пробку с подводящей реагирующие вещества трубкой и нагревательным элементом.

Для изготовления электронагревательного элемента необходимо взять две стальные проволоки длиной 25 и 9 см и диаметром 2 мм. Один конец каждой из проволок расплющивают молотком в виде лопаточек, другой — заостряют напильником. На проволоку большей длины нанизывают фарфоровые изоляторы (от электрического утюга) до тех пор, пока длина изолированной части проволо-

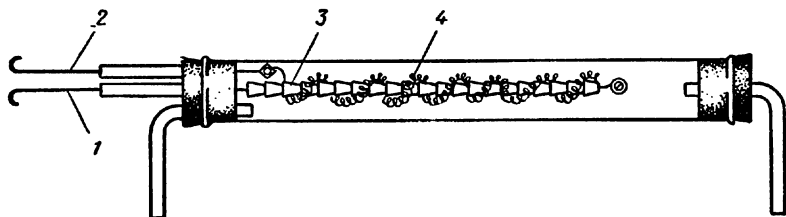


Рис. 213. Реакционная трубка с электронагревом:

1 — проволока с изоляторами или лапкой для крепления конца спирали; 2 — проволока для крепления второго конца спирали; 3 — изоляторы; 4 — спираль.

ки станет 13 см. Затем острый конец проволоки проводится через резиновую пробку и проволока с помощью плоскогубцев вытягивается (до уплотнения фарфоровых изоляторов). Вторую проволоку вставляют в пробку на расстоянии 3—4 мм. Расплющенный конец проволоки загибают, чтобы закрепить конец электроспирали. Внешние концы проволоки изолируют с помощью стеклянных или фарфоровых трубок. К неизолированному концу меньшей проволоки прикрепляют электроспираль, которую наматывают на фарфоровые изоляторы и закрепляют на неизолированном конце большей проволоки.

Если исходные вещества или продукты реакции оказывают разрушающее действие на металлический электронагреватель, его помещают в трубку из инертного материала, например фарфоровую.

Такое устройство можно применить в конструкции установок для каталитического окисления оксида серы (IV), аммиака и др.

Для изготовления прибора определенной мощности в качестве нагревательного элемента можно использовать имеющиеся в продаже спирали для бытовых электрических плиток (600, 300 или 100 вт).

3. Основные приемы обработки стекла

Обработка плоского стекла

Из обычного оконного и более толстого стекла вырезают пластинки (четырёхугольные, круглые и т. д.) для закрывания банок, цилиндров, для выпаривания капель жидкости над пламенем и для многих других целей. Резку плоского стекла при отсутствии алмаза производят стеклорезом. При вырезании стеклянных пластинок удобнее пользоваться небольшими кусками оконного стекла, обрезаками и т. п. Листы стекла больших размеров разрезать без соответствующих навыков трудно.

Чтобы отрезать нужный кусок стекла, стеклянный лист помещают на ровную поверхность стола, линейкой отмеривают соответствующий размер и карандашом для стекла делают метки. Затем укладывают линейку вдоль меток, левой рукой прижимают ее к стеклу, ставят стеклорез перпендикулярно стеклу лицевой стороной к кромке линейки у дальней метки и с легким нажимом проводят на стекле черту, двигая стеклорез на себя. Если черта не получилась по всей длине куска стекла, повторяют операцию. Если отрезаемый кусок небольшой, его можно отломить, положив надрезом вдоль на край стола. При больших размерах (более 10 см по длине) нужно приподнять стекло над столом за один край на 30—45° и постучать по нему с обратной стороны вдоль черты корпусом стеклореза; надрез как бы проявляется, стекло трескается вдоль

черты, после чего отрезаемый кусок легко отламывается. Для отламывания небольших выступающих кусочков стекла на корпусе стеклореза имеются вырезы разных размеров (для стекол разной толщины). Отламывание этим способом нужно делать осторожно, не захватывая много стекла сразу, стекло держать в стороне от лица, далеко от глаз. Острые края вырезанной по размеру прямоугольной или многоугольной пластинки осторожно обрабатывают мелким напильником или наждачным бруском и наждачной бумагой.

Для изготовления круглых пластинок сначала вырезают требуемых размеров квадратные заготовки, затем стеклорезом срезают углы до получения равностороннего шестиугольника, намечают карандашом для стекла правильную вписанную окружность и по границам ее обрезают избыток стекла. То, что не удастся удалить стеклорезом, можно отрезать ножницами под водой (лучше хирургическими, у которых режущие края расположены под углом). Обрабатываемую пластинку погружают в чашку с водой и ножницами осторожно срезают края небольшими порциями, захватывая не более 1 мм. Вода снижает поверхностное натяжение стекла, и оно не растрескивается, а отделяется очень мелкими кусочками. Вместо воды можно воспользоваться мыльным раствором, но он менее прозрачен.

При таком обрезании края пластинки не получаются еще абсолютно ровными. Выравнивают края пластинки на абразивном мелкозернистом вращающемся наждачном круге. В школьном кабинете достаточно иметь один станок с ручным вращением, а к нему несколько сменных кругов (наждачный, алундовый, корундовый) разной степени зернистости (они будут нужны и для других работ). Поверхность круга смачивают водой и, быстро вращая ручку станка (лучше работать с помощником), слегка прижимают края пластинки, непрерывно поворачивая ее и постепенно стачивая все неровности до придания формы правильного круга. При работе обязательно надевать предохранительные очки. Можно выравнивать края пластинки вручную на наждачном или карборундовом бруске, но это требует много времени. В крайнем случае края пластинки обрабатывают мелким напильником и наждачной бумагой.

Для закрывания цилиндров, банок очень удобны матовые стеклянные пластинки, особенно если сосуды имеют шлифованный рант. Изготовить такие пластинки весьма просто. На достаточно большой (лучше правильной формы) кусок толстого зеркального стекла насыпают немного наждачного порошка, смачивают его 10-процентным раствором камфары в скипидаре (или только скипидаром) и, положив пластинку на порошок, делают ею плавные круговые движения, прижимая к основному стеклу сначала легко, затем сильнее. Время от времени собирают краем пластинки размазанную по стеклу шлифовальную массу, при необходимости добавляют наждачный порошок и скипидар. Для получения тонкой

матовой поверхности сначала применяют грубый наждачный порошок, потом более тонкий. (Рекомендуются наждачные порошки № 70, 93, 100, а также № 10, 12 и порошки М-14, М-20. За неимением абразивных порошков пользуются мелким кварцевым песком, но качество обработки стекла при этом хуже.)

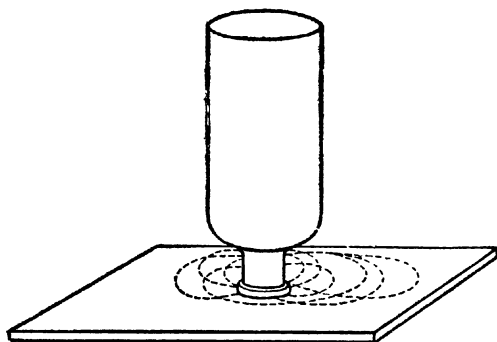


Рис. 214. Притирание горла склянки.

Таким способом можно изготовить даже матовые стекла больших размеров, например для матового экрана, ящика для подсвечивания (стр. 16) и др. С этой целью вырезанный из толстого оконного стекла лист нужного размера помещают на ровную поверхность стола (полезно подложить под стекло несколько слоев газетной бумаги или фланелевую ткань) и с помощью стеклянной пластинки обрабатывают его наждачным порошком со скипидаром по всей поверхности. К стеклянной пластинке можно с помощью менделеевской замазки приклеить большую корковую пробку, чтобы ее удобнее было держать. Изготовление матового стекла размером 50×30 см требует около часа непрерывной работы.

Данный способ используют также для притирания краев банок и склянок, выравнивания краев толстостенных стеклянных трубок разных диаметров и т. п. Для притирания горла склянки (банки для демонстрации опытов с кислородом, хлором и т. д.) к стеклянной пластинке нужно прежде всего сгладить, сделать плоским верхний рант склянки. Это можно сделать напильником, смоченным 10-процентным раствором камфары в скипидаре (или просто скипидаром¹), или наждачным бруском, смоченным водой (действовать скипидаром на бруски не следует). После этого рант склянки притирают наждачным порошком (рис. 214). Склянки и банки с таким шлифом достаточно герметично закрываются матовыми стеклянными пластинками. При необходимости их можно дополнительно притереть.

Притирка более сложных деталей (стеклянных пробок, крапов и т. п.) более сложна и трудоемка. В крайнем случае, если разбита пробка у какого-либо дорогого прибора и имеется подходящая другая пробка, ее можно попытаться притереть. Сначала берут более крупный наждачный порошок, смачивают пробку раствором камфары в скипидаре, помещают в отверстие и начинают с очень слабым нажимом вращать в ту и другую сторону, причем

¹ Стекло, смоченное скипидаром, обрабатывается напильником легче, чем железо. Скипидар уменьшает поверхностное натяжение стекла.

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 из стороны в сторону почти не будет шевелиться в отверстии, можно взять более мелкий порошок, которым и окончить притирание. Данным способом легко можно исправить недостаточно хорошо притертую пробку, кран и т. п.

Сверление отверстий. Для сверления плоского стекла применяют специальные сверлильные станки. В школьных условиях можно для этой цели пользоваться ручной дрелью с набором твердосплавных сверл (сверла с победитовой пластинкой) разных диаметров¹. На стеклянной пластинке в том месте, где намечено отверстие, делают острым концом обломанного напильника (стр. 213) крестообразно несколько царапин и наносят каплю 10-процентного раствора камфары в скипидаре.

Пластинку лучше поместить в деревянную колодку с вырезанным в ней углублением или приклеить к ней снизу большую корковую пробку с отверстием, которую в свою очередь приклеить менделеевской замазкой к доске. Сверлить стекло вначале следует осторожно, на небольших оборотах, следя, чтобы острие сверла не соскальзывало с места пересечения нанесенных царапин. Когда в пластинке образуется небольшая лунка, в нее прибавляют по каплям скипидар и подсыпают наждачный порошок. В конце операции нужно соблюдать осторожность, сверлить с очень легким нажимом, чтобы стекло не треснуло. Лучше сверление не доводить до конца, а при образовании в пластинке небольшого сквозного отверстия перевернуть ее и осторожно сверлить с другой стороны или закончить сверление с помощью тонкого круглого напильника, вращая его рукой. Таким способом можно сверлить пластинки из оконного и более толстого стекла. Величина отверстия зависит от диаметра сверла, но при необходимости его можно значительно расширить круглым напильником (применяя скипидар и пр.).

Для высверливания отверстий большого диаметра применяют сверла с литым хвостовиком. Такие сверла представляют собой полые латунные цилиндры с прорезями. Хвостовик сверла зажимают в ручной дрели. При сверлении пластинку закрепляют между двумя деревянными дощечками, в верхней из них просверливают отверстие, равное диаметру сверла. Высверливают отверстие в стеклянной пластинке с помощью абразивной эмульсии из 10-процентного раствора канифоли в скипидаре и наждачного порошка.

Если готового латунного сверла нет, его можно заменить латунной трубкой, сделав в ней два небольших (по 3—4 мм) продольных надрезов и заточив края напильником. В качестве хвостовика

¹ Твердосплавные и обычные сверла необходимы для многих работ по металлу и дереву при изготовлении приборов. Сверла, предназначенные для сверления стекла, можно применять и для других работ (сверление металлов, керамики и пр.).

можно использовать обломок стального сверла или толстый гвоздь, который вставляют в резиновую пробку и крепко забивают ее в другой конец трубки. Хвостовик и трубка не должны быть длинными. Длина наружного конца хвостовика около 3 см (его надо хорошо центрировать по оси трубки, иначе сверло не даст правильной окружности, и работать им будет нельзя).

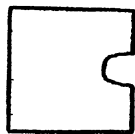


Рис. 215.
Стеклянная
пластинка с
вырезом для
трубки.

Для сверления стекол (до 2,5 мм) можно пользоваться небольшим трехгранным или круглым напильником с обломанным концом. Напильник зажимают в тиски так, чтобы снаружи оставался конец около 0,5 см, и ударом молотка этот конец отбивают. В месте излома образуются неровные острые края. Для придания большей твердости конец напильника следует дополнительно закалить. Для этого раскалывают его почти добела (хотя бы одну грань) в остром пламени с кислородным дутьем (стр. 185) и быстро погружают в расплавленную менделеевскую замазку или в минеральное масло. Закаленная таким способом острая часть обломанного конца напильника легко чертит стекло. Сделав две крестообразные черточки в намеченном месте сверления, углубляют их дополнительным царапанием, наносят каплю скипидара, ставят обломанный конец напильника в место пересечения черточек и с легким нажимом вращают напильник рукой, прибавляя время от времени скипидар и наждачный порошок и постепенно «вгрызаясь» в стекло. Заканчивать сверление лучше с обратной стороны. Для высверливания отверстия в пластинке толщиной до 2,5 мм требуется 10—12 мин.

Кроме сверления круглых отверстий можно делать в пластинках боковые полукруглые вырезы, как показано на рисунке 215. Вырез делают мелким круглым напильником, смачивая стекло скипидаром (начать вырезание лучше трехгранным напильником или острым ребром наждачного бруска), или осторожным «выкусыванием» кусочков стекла (в тонкой пластинке) маленькими круглогубцами под водой (стр. 210). Такие пластинки удобны для введения через вырез стеклянных газоподводящих трубок при заполнении газами цилиндров и банок вытеснением воздуха (стр. 281).

Чтобы сделать отверстие в стенке толстостенной бутылки или банки, вначале надо нанести два пересекающихся надреза острым наждачным кругом (на станке), острым ребром точильного корундового бруска или хорошим напильником на глубину до 1—2 мм. В месте пересечения надрезов рассверлить начало отверстия обломанным концом напильника (с применением скипидара) и продолжать сверление дрелью с твердым сверлом или тем же напильником. Высверленное небольшое отверстие можно расширить круглым напильником (со скипидаром и канифолью) до желаемой величины. Тонкое стекло (химическую тонкостенную посуду и пр.) не сверлят. При необходимости отверстия в нем проплавливают (стр. 230).

Разрезание стеклянных трубок, склянок, бутылок

Резка стеклянных трубок, палочек, бутылок и т. п. является одной из распространенных операций при изготовлении приборов. Правильный разрез стеклянной трубки — одно из условий ее дальнейшей обработки.

Для стеклянных трубок небольших и средних диаметров, а также для стеклянных палочек наиболее часто пользуются приемом на излом с предварительным нанесением надреза напильником. Можно пользоваться трехгранным напильником, но лучше иметь плоские напильники с мелкой насечкой, особенно удобны острые напильники небольших размеров — надфили. Кроме напильников, пользуются специальными ножами из твердых сплавов. Такой нож делают из хорошего плоского напильника, сточив его на наждачном круге под углом 45° с одной стороны (насечку на другой стороне оставляют).

При стачивании не следует допускать разогревания напильника, наждачный круг смачивать водой. Дополнительно нож может быть заточен на корундовом бруске.

При резке трубки плоским напильником его устанавливают под углом к оси трубки (рис. 216, 217). Трубку при этом держат

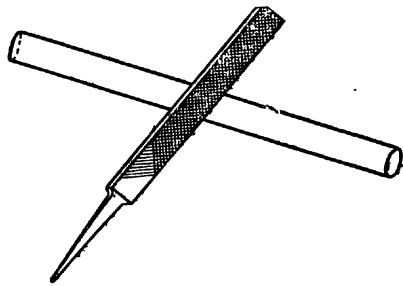


Рис. 216. Надпиливание стеклянной трубки.

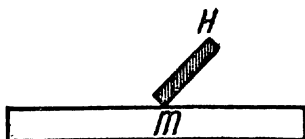


Рис. 217. Надпиливание стеклянной трубки (напильник в разрезе).

в руках или кладут на стол и проводят напильником несколько раз вперед и назад, не нажимая слишком сильно. Более толстую трубку при этом немного поворачивают около оси, чтобы образовался надрез в несколько миллиметров длиной. Длина надреза должна быть равна примерно $1/6$ окружности данной трубки. Для тонких же трубок достаточно провести напильником в одном месте. Место надреза предварительно смачивают водой или мыльным раствором (при уменьшении поверхностного натяжения надрез делать легче и трубка хорошо ломается). Сделав надрез, трубку ломают, причем большие пальцы обеих рук упираются в наружную стенку трубки со стороны, противоположной надрезу, как показано на рисунке 218. Ломая, стараются в то же время как бы разорвать

трубку. Если этого не делать, то можно невольно порезать руки острыми краями стекла.

Если надрез сделан правильно, трубка должна ломаться при очень небольшом усилии. Если трубка не ломается, значит, надрез неправильный. Надрез не следует делать очень длинным или 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.

Если приходится отрезать конец трубки менее 5 см, то его ломают через плотную ткань (полотенце и т. п.), чтобы не порезать пальцев. При разрезании толстых трубок диаметром от 1 см делают два надреза — один против другого, что облегчает разламывание трубки. Желательно также быстро смочить только что сделанный надрез холодной водой и затем сейчас же ломать трубку. Возможен и такой прием: на толстой трубке делают глубокий надрез, проводя напильником быстро вперед и назад несколько раз, затем сразу же берут трубку обеими руками, сильно дуют на место надреза, одновременно разрывая и ломая ее.

При резке стеклянных палочек их ломают по надрезу более резким движением, без растягивания. Если нужно отрезать кусок нетолстой трубки недалеко от конца (обычно кусок менее 4—5 см даже при хорошем надрезе отломить трудно), то пользуются следующим приемом: сделав на трубке глубокий надрез, кладут ее надрезом вверх на острое ребро трехгранного напильника (ребро напильника должно находиться точно под надрезом) и слегка ударяют по короткому концу трубки ножом или напильником. Этот прием можно использовать также при отрезании небольших кусков стеклянных палочек. Если приходится обрезать изогнутую трубку недалеко от изгиба, то надрез лучше сделать с вогнутой стороны, ломая же ее, непременно поместить большие пальцы рук против надреза (рис. 219). В противном случае легко сломать трубку в месте изгиба и поранить руки. Все эти приемы пригодны для разрезания трубок с толщиной стенок от 0,8 мм и более и с наружным диаметром до 1 см.

Для разрезания тонкостенных трубок малых и больших (более 1 см) диаметров, а также толстостенных применяют другие способы. Один из распространенных способов — резка раскаленной стеклянной палочкой. На месте разреза трубки делают сначала

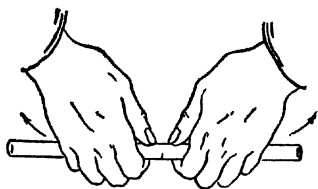


Рис. 218. Разламывание тонкой стеклянной трубки.

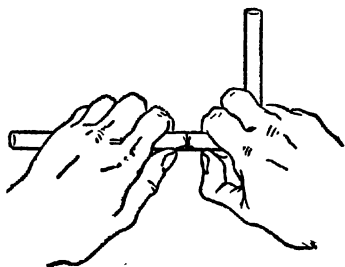


Рис. 219. Разламывание изогнутой стеклянной трубки.

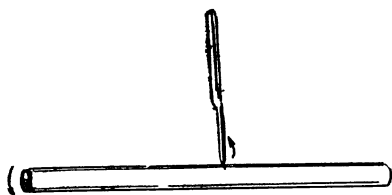


Рис. 220. Разрезание тонкостенной стеклянной трубки стеклянной палочкой:

стрелками показано направление движения трубки и палочки.

сделанного надреза без нажима, чтобы размягченная лопатка не деформировалась. На тонкостенной трубке диаметром до 1,5 см образуется ровная кольцевая трещина. Если этого сразу не произошло, левой рукой вращают трубку, не отнимая лопатки. После образования круговой трещины трубку разламывают или отделяют отрезанную часть легким ударом ножа (рис. 220).

Для разрезания тонкостенных трубок больших диаметров к надрезу прикасаются раскаленной стеклянной лопаткой лишь на короткое время, чтобы появилась только небольшая трещина, затем лопатку прикладывают к концу трещины и постепенно обводят ею трубку (или вращают трубку, не отнимая лопатки), вызывая образование трещины по всей окружности. Если лопатка остывает, ее вновь накаливают и продолжают резание. Трубку при этом можно держать в левой руке или положить на стол, придерживая и поворачивая левой рукой.

Этим способом можно разрезать тонкостенные трубки диаметром до 6 см (например, кожух холодильника Либиха, стр. 241), пробирки, отрезать и выравнивать разбитые края трубок, горла колб и пр. При некотором навыке раскаленной стеклянной лопаткой можно разрезать электрическую лампочку любого размера. На поверхности лампочки в намеченном месте делают легкий надрез, раскаленной лопаткой сначала прикасаются к надрезу, чтобы вызвать образование небольшой трещины (долго держать лопатку на надрезе нельзя, трещина может пойти в сторону), затем, не задерживая лопатку на одном месте, медленно обводят ею лампочку по окружности. При этом трещина буквально следует за лопаткой. После образования кругового надреза верхнюю часть лампочки снимают рукой (какого-либо постукивания обычно не требуется). Эту часть можно использовать как выпаривательную чашку, а нижняя часть с электродами будет неплохим сосудом для опыта разложения воды электрическим током. Край разреза получаются не всегда ровные, но в данном случае это значения не имеет.

Иногда при разрезании пробирок или трубок, при отрезании отбитых краев пробирки и т. п. к месту надреза вместо нагретой лопатки прижимают раскаленный стеклянный шарик. Для этого

надрез, как сказано выше, длиной от 3 мм до 1 см, в зависимости от диаметра трубки. В пламени бензиновой лампы, паяльной или газовой горелки и т. п. (стр. 189) разогревают конец стеклянной палочки до размягчения. Вынув палочку из пламени пинцетом, расплющивают размягченный конец, придавая ему форму лопатки. Затем раскаливают лопатку и прикладывают ее к середине

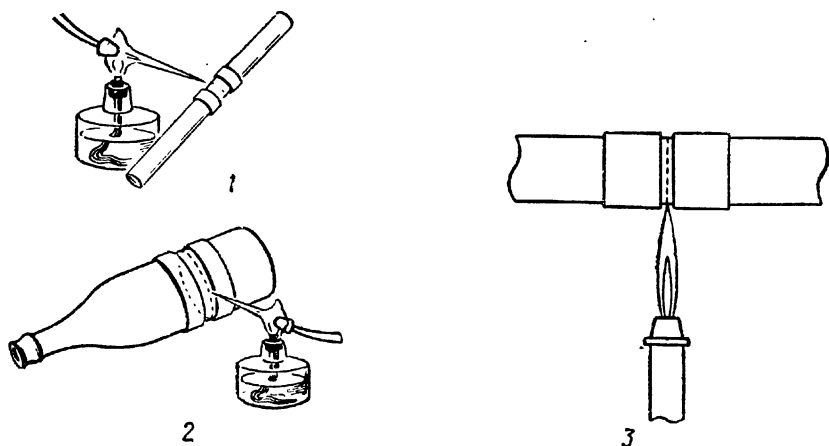


Рис. 221. Разрезание острым пламенем:

1 — трубки; 2 — бутылки; 3 — разрезание трубки острым пламенем паяльной лампы.

берут оттянутую на конце почти до капилляра стеклянную трубку (стр. 226) и сильно нагревают ее в пламени, пока почти вся оттянутая часть стекла оплавится. Образовавшийся шарик, прижимая, как бы раздавливают на надрезе. Этот способ применим даже при отсутствии источников высокотемпературного пламени. Тонкую стеклянную палочку можно нагреть до нужной температуры в остром пламени спиртовой лампочки (стр. 177).

При резке этим способом трубок из тугоплавких стекол стеклянную лопатку раскачивают до более высокой температуры, прикладывают к краю надреза и держат, не передвигая, до тех пор, пока не образуется кольцевая трещина. Для толстостенных трубок значительного диаметра (более 1 см) этот способ менее пригоден: разрез получается обычно неровный, с зазубринами, а иногда даже с мелкими продольными трещинами. Для разрезания таких трубок пользуются острым пламенем спиртовой лампочки или газовой паяльной горелки (стр. 185). Сначала на трубке делают небольшой надрез (в редких случаях по всей окружности), затем по обе стороны надреза трубку ровно обертывают в несколько слоев обильно смоченной водой лентой (ширина 1,5—2 см) фильтровальной бумаги, оставляя расстояние 2—3 мм. Отрегулировав пламя горелки в виде тонкой острой иглы, вносят трубку в пламя, приближая ее надрезом к самой горячей точке (синий внутренний конус) и непрерывно вращая (рис. 221, 1, 3). Обычно трубка трескается по окружности после нескольких оборотов. Если этого не произошло, следует, вращая, погреть трубку еще некоторое время, затем вынуть из пламени, сильно подуть в место надреза или приложить холодную стеклянную палочку, изогнутую полуокружностью толстую медную проволоку или, наконец, провести по месту надреза

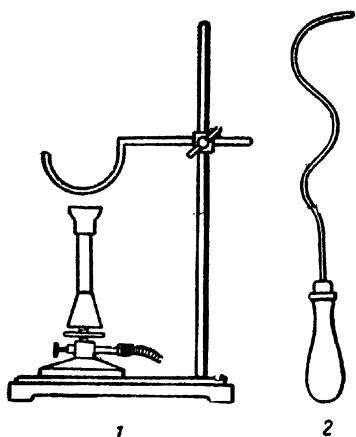


Рис. 222. Приспособление для резки стеклянных трубок нагретой проволокой:

1 — дужка; 2 — крючок.

намотанной на лучинку ваткой, смоченной водой (заготовить заранее). Таким способом можно разрезать бутылки, банки, толстостенные круглые стаканы и пр. (рис. 221, 2). В этих случаях следует устанавливать более мощное сстрое пламя, а расстояние между бумажными обертками делать от 0,5 до 1 см.

Для разрезания толстых трубок более 1 см диаметром можно воспользоваться еще одним приемом: на конце толстой (1,5—3 мм и более, в зависимости от толщины трубки) медной проволоки выгибают дужку в 1/2 круга того же диаметра, что и у трубки (рис. 222, 1). Укрепив противоположный конец проволоки в муфте штатива,

нагревают дужку на горелке возможно сильно; если дужка велика, то на горелку надевают насадку для плоского пламени (стр. 182), еще лучше — нагревать на паяльной горелке. Когда дужка накалится до ярко-красного каления, быстро отставят горелку и, положив трубку надрезом на дужку, вертеть ее обеими руками, плавно, стараясь не сдвигать в стороны. Трубка в скором времени дает ровную трещину. 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 — иметь достаточный запас дужек разного диаметра или каждый раз перед нагреванием выгибать проволоку по размеру трубок. Можно изготовить из проволоки и специальный крючок с изгибами для трубок разных диаметров (рис. 222, 2). Такой крючок в нагретом состоянии накладывают на надрез трубки. Чтобы деревянная ручка крючка не обгорала, внутри ее должна быть асбестовая прокладка. Этот способ очень удобен и почти всегда дает прекрасные результаты. Он пригоден даже для резания очень широких, не слишком толстостенных трубок, ламповых стекол, небольших склянок и т. п.

Почти универсальным для всех случаев резания круглого стекла является применение раскаленной нихромовой проволоки. Предложено довольно много конструкций таких электрических стекло-резов.

На рисунке 223 изображена одна из распространенных конструкций электростеклореза. Он состоит из деревянной или пластмассовой доски-панели (очень удобна для этого доска из асбоце-мента) с закрепленными на ней металлическими или деревянными стойками (расстояние между ними около 30 см). В верхних концах стоек

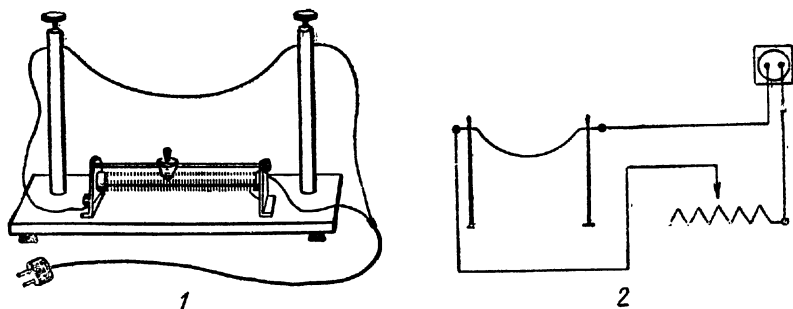


Рис. 223. Электрический стеклорез:
1 — внешний вид; 2 — схема включения.

находятся винтовые клеммы для крепления нихромовой проволоки. Если стойки деревянные, то к ним привинчивают фарфоровые ролики, к которым крепят нихромовую проволоку. Лучше взять проволоку толщиной около 1 мм, длиной до 40 см, например от перегоревшего реостата, но можно использовать вытянутый кусок новой спирали от электроплитки (остатки перегоревших спиралей быстро разрушаются). Прибор включается от автотрансформатора (ЛАТРа, стр. 97) с напряжением 36—50 в, в крайнем случае — непосредственно от сети (соблюдать осторожность при работе), но в том и другом случае необходим реостат (на 4—5 а), позволяющий регулировать накал проволоки.

На разрезаемой трубке, бутылке и т. п. делают напильником надрез (достаточно в одном месте, но при очень толстых стенках — круговой), включают прибор, устанавливают движок реостата до наступления ярко-красного каления проволоки, кладут на проволоку трубку или бутылку надрезом вниз и, придерживая обеими руками, поворачивают (проволока не должна отклоняться от линии надреза) до образования круговой трещины, после чего немедленно выключают прибор. Не следует оставлять прибор включенным в сеть надолго, это ведет к быстрому разрушению проволоки и сильному перегреву реостата.

У отрезанной стеклянной трубки или обрезанного сосуда обязательно сглаживают острые режущие края стекла, так как этим краем легко порезать руки, испортить пробку или каучук, который надевают на трубку. Чтобы закруглить края не очень толстой стеклянной трубки, лучше всего оплавить ее концы в пламени горелки. Обычное пламя спиртовой лампочки годится для оплавления концов только очень тонкостенных трубок небольшого диаметра, но в восстановительном (шумящем) и окислительном (остром) пламени (стр. 179) возможно оплавить концы трубок. Лучше оплавлять трубки в пламени бензиновой или газовой горелки. Трубку вносят в пламя, непрерывно вращают около ее оси и дер-

жат в пламени до тех пор, пока край стекла не размягчится и не закруглится. При этом не следует нагревать слишком долго, так как отверстие трубки может стянуться и даже совсем закрыться. Стекланные палочки оплавливают до появления плавного закругления на конце. Вносить сразу в пламя можно только тонкие трубки, толстые же необходимо предварительно прогреть над пламенем (стр. 221). Оплавление — 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 обыкновенно пользуются мелким напильником. Для того чтобы напильник лучше брал стекло и не так скоро тупился, его смачивают водой, но лучше раствором камфары в скипидаре (стр. 211).

Вместо обыкновенных напильников для обработки стекла можно пользоваться наждачными, алундовыми (искусственный кристаллический оксид алюминия), карборундовыми (карбид кремния) брусками, а также наждачными кругами с ручным приводом для вращения (стр. 210).

При опиливании стекла бруском или напильником не следует сильно нажимать. Направлять напильник лучше не по радиусу сечения трубки, а по касательной. Работать нужно осторожно, не спеша, особенно если стекло тонкое, которое при неосторожном обращении легко образует трещины.

Опиливание стекла идет вообще довольно медленно. Поэтому если край трубки (не очень толстостенной) имеет крупные зазубрины и обрезать их нет возможности, то можно предварительно обломать зазубрины при помощи небольших плоскогубцев. Обламывать нужно крайне осторожно, захватывая каждый раз как можно меньше стекла, не более 1—1,5 мм. В противном случае стекло даст трещину. При небольшом навыке можно работать довольно быстро. После обламывания край трубки выравнивают напильником.

При спешной работе, когда нет времени дожидаться, пока оплавленная трубка остынет, можно и у тонких трубок сглаживать край бруском или мелким напильником, но край получается менее гладкий, чем оплавленный.

Термическая обработка стекла, изготовление стеклянных деталей приборов

Приемы нагревания и охлаждения стекла. При обработке стеклянных трубок в пламени горелки они должны быть прежде всего совершенно сухие и чистые. Как нагревание, так и охлаждение стекла следует производить постепенно, так как при резкой перемене температуры стекло легко трескается. Только тонкие стеклян-

ные трубки можно сразу вносить в самую горячую часть пламени, более же толстые необходимо сначала поддержать некоторое время над пламенем. При работе с паяльной горелкой стекло держат сначала над коптящим пламенем горелки, затем вносят в пламя и уже только тогда, когда стекло прогреется, начинают вдвигать в горелку воздух. Пока трубка находится в пламени, ее следует поворачивать около собственной оси в одном направлении, чтобы стекло прогревалось возможно равномернее со всех сторон. Признаком начала размягчения стекла является желтая окраска пламени.

Вследствие малой теплопроводности стекла трубку можно держать довольно близко к нагреваемому месту (на расстоянии 6—7 см), не опасаясь обжечь руки.

По окончании нагревания обработанные (согнутые, спаянные) трубки и детали, особенно такие, где есть утолщения стекла, спай и т. п., никогда нельзя сразу вынимать из горячей части пламени. Их, не переставая вращать, сначала держат некоторое время в менее горячем пламени горелки, а затем в самой верхней его части, чтобы стекло покрылось копотью, которая также отчасти предохраняет его от слишком быстрого охлаждения, и, наконец, над пламенем. Такое постепенное охлаждение стекла называется отжигом или «отпусанием». При работе с бензиновой лампой, газовой и паяльной горелками, а также с острым пламенем отжиг небольших деталей можно производить в обычном пламени спиртовой лампочки в течение 2—3 мин.

При отжиге в стекле не сохраняются вредные натяжения, происходящие в результате упругого последействия и возникающие вследствие малой теплопроводности стекла. Спаи после отжига делаются значительно более прочными и устойчивыми по отношению к изменениям температуры. Плохо отожженные спаи часто дают трещины при хранении.

Оконченную, но не остывшую еще деталь 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 нагретая часть находилась на весу. Более сложные изделия помещают на асбестовый лист или укрепляют в зажиме штатива. Если не соблюдать этой предосторожности, то вследствие слишком быстрого охлаждения стекло легко может треснуть.

Сгибание стеклянных трубок. Для сгибания стеклянных трубок необходимо иметь одно из указанных выше приспособлений (стр. 175), дающих плоское пламя. Для нагревания достаточно большого участка трубки перед сгибанием следует пользоваться насадками для плоского пламени к газовым горелкам (стр. 182). Трубки сгибаются вполне хорошо в том случае, если они нагреты на достаточно большом пространстве. При этом нет необходимости в очень сильном нагревании стекла до плавления. Наоборот, при сгибании даже важно не перегреть трубку. При нагревании трубку держат

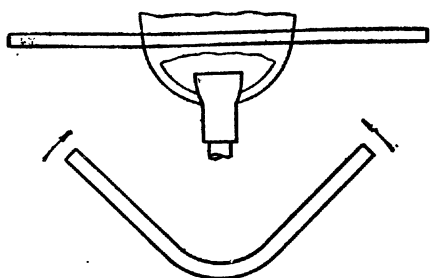


Рис. 224. Сгибание трубки на горелке с насадкой для плоского пламени.

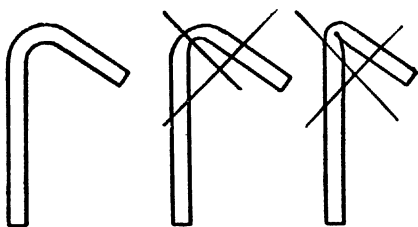


Рис. 225. Правильно и неправильно согнутые трубки.

обеими руками (рис. 224) и все время вращают в одном направлении. Как только трубка размягчится настолько, что начинает гнуться сама, без приложения усилия, ее вынимают из пламени и сгибают плавным, не слишком быстрым движением, поднимая концы вверх. 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 225 изображены правильно и неправильно согнутые трубки.) Неправильно согнутая трубка потом легко ломается в месте изгиба и для опытов не годится. Неправильный сгиб можно получить и при работе с плоским пламенем, если не соблюдать изложенных выше указаний.

При работе со спиртовой лампой приходится трубку сгибать в пламени с некоторым усилием, только под конец вынимая из пламени, чтобы закончить работу. Сгибать нужно на лампе с плоским фитилем (стр. 175).

За неимением лампы с плоским фитилем можно сгибать тонкие трубки и на обыкновенной спиртовой лампочке, но тогда необходимо вытянуть фитиль подлиннее (на 1,5—2 см) и расправить его в виде веера, чтобы пламя получилось плоское и возможно широкое. Для того чтобы при сгибании трубки на спиртовой лампочке получить плавный изгиб, можно сгибать трубку в несколько приемов, каждый раз нагревая ее немного 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 даст трещины.

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 нужно 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 (лучше наоборот).

Придав трубке надлежащий изгиб, ее некоторое время держат в руках, пока стекло затвердеет, стараясь при этом, чтобы не нарушился изгиб, а трубка не скручивалась и оба колена ее лежали в одной плоскости. Выправляя 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 требуется. При небольшом навыке по сопротивлению стекла легко определить, можно сгибать трубку или еще 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 трубку сгибают на светящемся пламени газа, то насеившую на ней копоть стирают, когда трубка охладится.

При составлении приборов часто нужно бывает придать трубке несколько перегибов под разными углами и на определенном расстоянии друг от друга. Для облегчения этой работы очень удобно пользоваться проволочными шаблонами. Для этого выгибают сначала проволоку по размерам данного прибора, по ней уже отрезают 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 неправильный. Суженое место можно исправить, если сильно нагреть стекло в большом пламени паяльной горелки и затем раздуть его (см. ниже). В школьных условиях прибегать к подобным операциям приходится весьма редко, но зато надо иметь в достаточном количестве стандартные наборы обычных трубок (рис. 226).

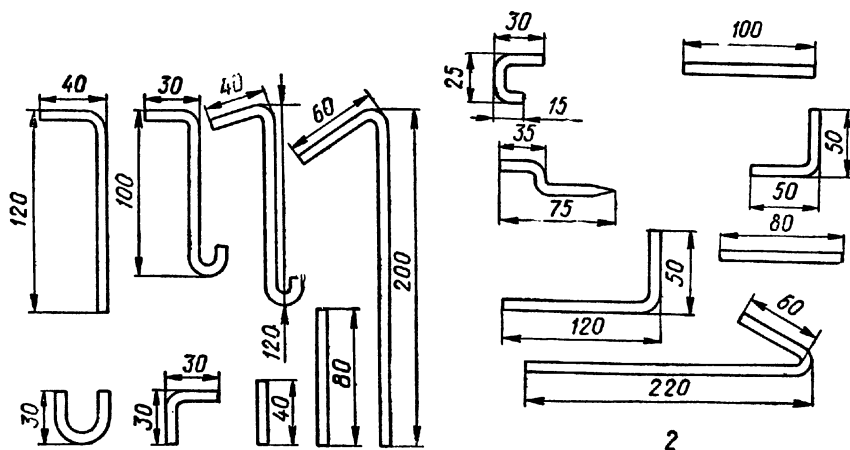


Рис. 226. Стандартный набор стеклянных трубок.

Изготовление простейших деталей приборов. Кроме изогнутых трубок для приборов и разных химических операций, нужно иметь значительное количество мелких стеклянных деталей, изготовление которых требует выполнения некоторых стеклодувных работ. Для более или менее сложных работ со стеклом весьма важно иметь паяльную горелку. При наличии газа или даже самодельного бензинового карбюратора с дутьем оборудование простейшей горелки не представляет особых технических трудностей (стр. 193). Как минимум для простейших стеклодувных работ в школьном кабинете должны быть лабораторная бензиновая лампа (лампа Бартеля) и приспособления для получения острого пламени на спиртовой и керосиновой лампочках. Научиться удовлетворительно изготавливать из трубок простейшие детали приборов и выполнять элементарные стеклодувные операции должен каждый учитель химии и лаборант.

Для работ со стеклом лучше иметь в лаборантской отдельный столик (стр. 32) с несколькими ящиками для инструментов, нарезанных по стандарту стеклянных трубок и т. д., а также деревянный поднос для обрезков стеклянных трубок, еще годных к использованию. Под столом устанавливают приспособления для дутья (мех, станок для резиновой груши и т. п., стр. 177). На стол необходимо положить лист асбеста, куда кладут не остывшие после нагревания и отжигания стеклянные трубки и детали. Чтобы асбестовый лист не рассыпался с краев, края его на ширину до 1 см с обеих сторон смазывают силикатным клеем. На этом же столе можно установить электрический стеклорез, а также выполнять операции по сверлению и прочей обработке пробок и т. д.

Оттягивание конца трубки, изготовление капилляров и капельных пипеток. Чтобы получить у трубки суженный вытянутый конец, ее нагревают при постоянном вращении, несколько отступя от конца (на 5—6 см), чтобы трубку можно было держать по обе стороны от нагреваемого места. Если требуется длинная оттяжка (капилляр), трубку разогревают на большом участке, держа ее наклонно; при подготовке трубки к короткой оттяжке можно держать ее в пламени в горизонтальном положении.

Следует иметь в виду, что стеклодувные работы удобно производить только с прямыми трубками, поэтому трубку изгибают уже после того, как сделаны все другие операции.

При вращении трубки в пламени необходимо 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 перегревались и она не перегибалась после размягчения стекла. Очень длинный конец трубки лучше всего поместить на какую-нибудь подставку (о других приемах см. ниже).

Положение пальцев при вращении трубки может быть различным. Каждому лучше всего держать так, как ему удобнее. На рисунке 227 положение правой руки такое: мизинец пригибают к

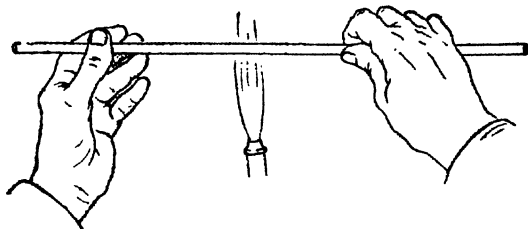


Рис. 227. Одно из возможных положений рук при вращении трубки в пламени.

ладони так, что между ним и ладонью остается отверстие, в которое и вкладывают конец трубки (мизинец служит главной опорой для трубки); четвертый и третий пальцы также поддерживают трубку, большой же и указательный служат для вращения. Левая рука держит трубку снизу и вращает ее при помощи большого и указательного пальцев на концах остальных пальцев. Такое расположение удобно в том случае, если трубку при некоторых операциях (см. ниже) приходится поворачивать концом ко рту для вдвухания воздуха. Если же в этом нет надобности, проще держать трубку и правой и левой руками одинаково — сверху. Вращать следует равномерно, достаточно делать один оборот в 2 сек.

Необходимо, чтобы оба конца трубки вращались с одинаковой скоростью, не перемещаясь один относительно другого, в противном случае стекло в размягченном месте начинает скручиваться, гнуться, вытягиваться и т. д. (Умение равномерно вращать обе части трубки достигается упражнениями.) Когда трубка размягчится настолько, что начнет в нагретом месте постепенно суживаться, «стягиваться», ее вынимают из пламени и медленно растягивают, не переставая вращать. В пламени тонкую трубку растянуть нельзя, она переплавится. При достаточно длинном (3—4 см) и сильно разогретом участке трубки ее можно растянуть на полный размах рук. При этом образуется тонкий капилляр, кусочки которого используют при кипячении жидкостей в колбах (стр. 125). Слишком тонкую среднюю часть капилляра (15—20 см) выбрасывают, а остальные ломают на куски по 5—8 см. Один конец каждого куска запаивают (можно в обычном пламени спиртовки, внося туда конец капилляра) и складывают в картонную коробку. При вытягивании и ломании капилляров обязательно надевать защитные очки (стр. 164). Остатки капилляров не оставлять на столе, а немедленно выбрасывать в приготовленное для отходов стекла ведро.

Если нужна короткая оттяжка трубки (оттянутый конец), ее после размягчения вынимают из пламени и растягивают на небольшую длину, не переставая вращать, чтобы растянутая часть не провисала (рис. 228, 1). Если трубку вращать неосторожно и неравномерно и если она была нагрета не со всех сторон одинаково,

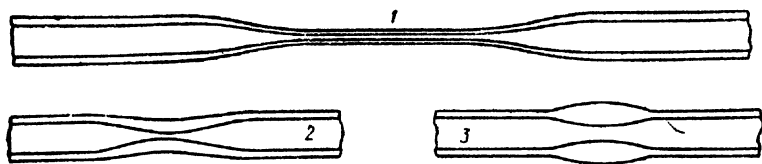


Рис. 228. Оттягивание стеклянной трубки.

оттянутая часть получается неправильная, кривобокая. Если трубка была нагрета на небольшом пространстве, сильно и быстро растянута, кончик получается тонкий, тонкостенный и непрочный. Чтобы получить хороший, достаточно толстостенный кончик, следует нагревать трубку на более или менее значительном пространстве при помощи жаркого, шумящего пламени соответствующих размеров. Пламя бензиновой лампы (Бартеля) этим условиям удовлетворяет.

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. 228, 2). Чтобы трубка не стягивалась раньше времени, а стенки ее в то же время утолщались, ее следует во время нагревания слегка «осаживать», т. е. нажимать обе половины одну на другую. Тогда трубка получит утолщение как на рисунке 228, 3. Для обычных оттяжек этого добиваться не обязательно.

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. Когда оттянутая трубка остывает, ее обрезают и оплавливают.

Длинные трубки с оттянутым концом необходимы при приливании жидкостей по каплям в высокие стаканы (например, вспышка скипидара в азотной кислоте и др., см. т. II), при продувании воздуха в жидкости в цилиндрах и т. п. Если соответственно согнуть конец длинной трубки с оттянутым концом и затем обрезать, можно получить очень удобные наконечники к газоотводным трубкам для собирания газов над водой (рис. 229). Из коротких трубок с оттянутыми концами изготовляют капельные пипетки различной длины и емкости (рис. 230). На широкий конец оттянутой трубки надевают мягкую резиновую трубку (лучше из эластичной красной резины), свободный конец резиновой трубки закрывают небольшим оплавленным или опиленным (стр. 220) кусочком стеклянной палочки или запаянной с одного конца стеклянной трубкой (стр. 229). Трубки с длинными тонкими (но достаточно толстостенными) капиллярами будут необходимы для вдвухания воздуха при получе-

нии острого пламени, если нет стальной инъекционной иглы (стр. 179).

Если окажется, что после обрезания оттянутой части отверстие капилляра велико, его можно заплавить, внося на некоторое время самый кончик капилляра в пламя спиртовой лампочки. Если нужно большее отверстие, оттянутую часть обрезают выше.

Трубки с оттянутыми кончиками, наконечники, капельные пипетки должны быть всегда в достаточном запасе, так как они требуются не только для демонстрационных опытов, но и для лабораторных работ учащихся. Для изготовления коротких оттянутых трубочек для пипеток и простых наконечников нет необходимости тратить целые хорошие трубки, можно использовать всегда имеющиеся в запасе обрезки трубок. Два коротких обрезка (но не менее 6—8 см) легко временно спаять друг с другом. Для этого концы их одновременно разогревают в пламени и по размягчении прикладывают друг к другу. Спаянные трубки вынимают из пламени и выравнивают их положение строго по одной линии, иначе равномерное вращение их в пламени будет затруднено. Место спая не должно остывать (припаянная трубка отпадет или спай треснет при внесении в пламя), поэтому спаянные трубки немедленно вносят в пламя и при быстром вращении разогревают участок на расстоянии 3—4 см от места спая, после чего разогретую часть оттягивают.

Для не очень толстостенных трубок с наружным диаметром до 5 мм операция оттягивания конца трубки (для пипеток и т. п.) вполне возможна в усиленном шумящем пламени спиртовой лампочки.

В пламени бензиновой лампы можно оттягивать пробирки или пробирочные трубки с целью изготовления пробирок с перетяжками, длинных воронок и т. п. Чтобы сделать перетяжку (шейку) на пробирке, в нее плотно вставляют пробку с прямой стеклянной трубкой (рис. 231, 1) и, держа одной рукой трубку, а другой про-

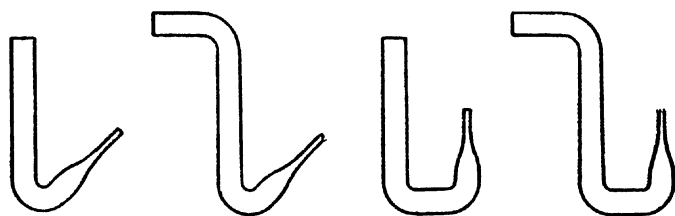


Рис. 229. Стеклянные наконечники с оттянутыми концами к приборам для собирания газов над водой.

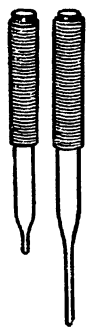


Рис. 230. Капельные пипетки.

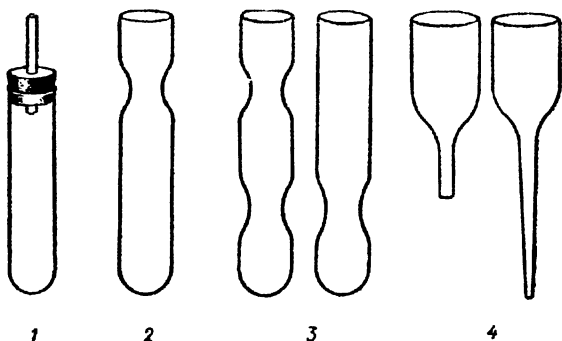


Рис. 231. Приготовление оттянутых пробирок и воронок.

бирку за дно, разогревают пробирку в пламени при постоянном вращении. После размягчения стекла пробирку вынимают из пламени и растягивают до нужной толщины перетяжки. Так можно изготовить ампулу для запаивания веществ (рис. 231, 2), реакционную пробирку с одной или двумя перетяжками (рис. 231, 3). Небольшие перетяжки можно делать, не вынимая пробирку из пламени.

Для изготовления воронок пробирку с вставленной в нее пробкой и прямой стеклянной трубкой (рис. 231, 1) возможно сильнее разогревают в пламени горелки на расстоянии 5 см от пробки, держа в наклонном положении (рис. 232) и вращая. После достаточного размягчения стекла вынимают пробирку из пламени, продолжая слегка вращать, поворачивают вертикально трубкой вверх и быстро (но не рывком) оттягивают дном вниз. Оттянутую часть обрезают по требуемой длине (рис. 231, 4), от 5 до 15 см.

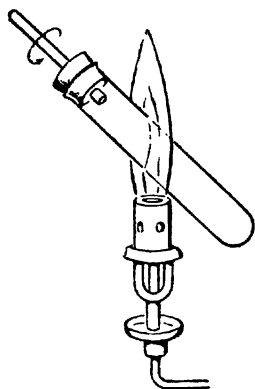


Рис. 232. Нагревание пробирки в пламени бензиновой лампы для оттягивания.

Запайвание конца трубки. Конец стеклянной трубки легко запаять в остром синем пламени спиртовой (или керосиновой) лампочки. Для этого к одному из открытых концов трубки припаивают «держалку» (кусочек другой стеклянной трубки) в остром пламени спиртовки (стр. 179) и этим же пламенем нагревают трубку почти рядом со спаем, все время вращая до образования на трубке тонкой перемычки. Не вынимая из пламени (около конца синего конуса), трубки разнимают и оплавливают оставшуюся стеклянную нить возможно ближе к трубке. Чтобы убрать образовавшееся у дна

трубки утолщение с небольшим бугорком, продолжают нагревать трубку, расположив ее по оси острого пламени спиртовки (можно нагревать также в пламени бензиновой лампы или в шумящем пламени спиртовой лампочки, затем быстро берут отверстие трубки в рот и несильно вдвуют воздух до образования закругленного дна. При неудаче с первого раза операцию повторяют (рис. 233).

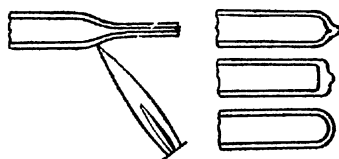


Рис. 233. Запайвание конца стеклянной трубки в остром пламени.

Запаянные стеклянные трубки различной длины можно использовать для изготовления коллекций веществ, как небольшие реакционные пробирки для практических занятий и т. п.

В шумящем и остром пламени можно даже запаять разбитое дно пробирки или сделать пробирку из трубки соответствующего диаметра. В этом случае, прогрев предварительно обрабатываемый конец пробирки (или широкой трубки) в пламени спиртовки, припаивают к нему ручку из стеклянной трубки (в остром пламени). Продолжая нагревание, выравнивают припаянную ручку вдоль оси пробирки и нагревают в остром пламени на расстоянии 1 см от места спая, все время вращая пробирку до образования перетяжки. Осторожно, почти не растягивая, медленно отнимают часть пробирки вместе с припаянной трубкой. На второй большей части при этом образуется почти плоское дно. Его нагревают в шумящем пламени спиртовки (или в пламени бензиновой лампы) и осторожно раздувают до образования полукруглого дна, как у пробирки (рис. 234).

Расширение конца трубки. Если в более или менее широкую трубку необходимо вставить пробку, то не ограничиваются только оплавлением конца трубки, но и несколько расширяют оплавленный край. Для этой цели пользуются развертками. Простейшие из них — это конус или пирамида, выточенные из дерева (рис. 235) или согнутые из проволоки (рис. 236). Для тонких и средней толщины трубок можно использовать прессованные электродные угли.

Конец трубки размягчают в пламени горелки, а затем при непрерывном и быстром вращении слегка прижимают к одному из вышеуказанных приспособлений. При нагревании трубки не следует давать стеклу слишком сильно растягиваться, так как в этом случае

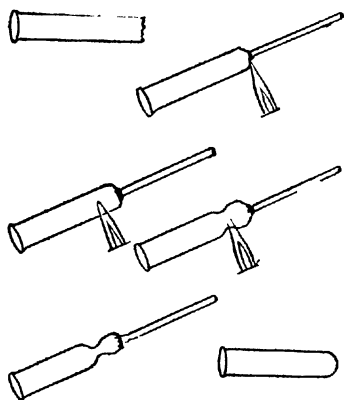


Рис. 234. Запайвание дна пробирки.

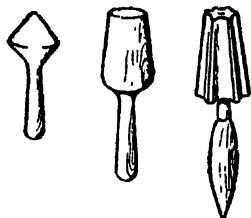


Рис. 235. Развертки деревянные.

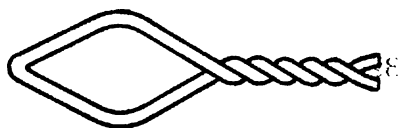


Рис. 236. Развертка проволочная.

при разворачивании конец трубки, вместо того чтобы раздаваться может только смяться.

Тонкие трубки можно разворачивать острым концом напильника (гвоздя, крюка), держа его наискосок по отношению к нагреваемой трубке и быстро вращая последнюю.

Проделывание отверстий в тонком стекле. Чтобы сделать отверстие в дне пробирки (см. стр. 260, прибор для получения водорода) или боковое отверстие в стенке пробирки, стеклянной трубки, в горле колбы и т. п. (например, для припаивания трубки, стр. 235), на предварительно разогретую часть стекла (можно в обычном пламени спиртовки) направляют острое пламя, соответствующее намеченному отверстию величины (рис. 237, см. также рис. 179) и держат нагреваемый предмет без вращения в самой горячей части пламени до размягчения стекла (обычно образуется небольшое углубление). Вынув пробирку (трубку) из пламени, берут противоположный конец в рот и несильно вдувают воздух до образования на стенке пузыря. (Если вдувать воздух сильным рывком, в размягченном месте образуется большой тонкостенный пузырь, который тут же лопается, и отверстие получается слишком большим.) Пузырь разбивают легким ударом напильника и края отверстия оплавливают в остром или шумящем пламени. Если вначале пузырь образовался толстостенный, его вновь разогревают острым пламенем, при этом иногда отверстие проплавляется без раздувания. Если отверстие делают в стенке стеклянной трубки, один конец ее нужно закрыть пробкой.

Выдувание шарика. Сделать на конце или в середине трубки большой, правильный и достаточно толстостенный шар — задача сравнительно трудная. Для нижеописанных опытов в та-

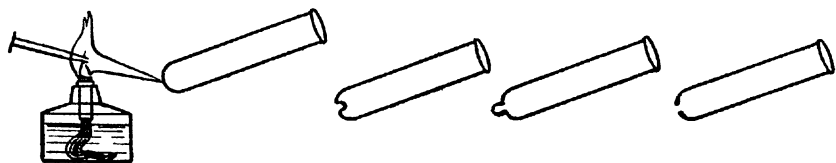


Рис. 237. Проделывание отверстия в дне пробирки.

ких шарах нет особой необходимости, выдуть же небольшой шарик не особенно правильной формы нетрудно даже в пламени бензиновой лампы.

Прежде всего трубку вытягивают и запаивают так, как это было указано выше. Затем запаянный конец нагревают (вращать!) на более или менее большом пространстве. По мере размягчения стекло начинает стягиваться, утолщаться (рис. 238, 1). Чем больше стекла соберется на конце трубки, тем больший и более толстостенный шарик можно выдуть. Однако при этом нужно следить, чтобы

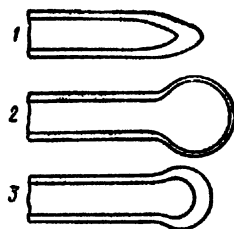


Рис. 238. Выдувание шарика на конце трубки.

стенки 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 вращать (не быстро), пока получится шарик (рис. 238, 2) желаемой величины.

Вначале дуют очень осторожно при помощи щек, лучше отдельными 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 лопается. У начинающих шарик часто лопается еще во время раздувания с громким звуком, но после небольшого навыка легко уловить, с какой силой нужно вдывать воздух.

Если желательно выдуть большой шарик, то, накопив на конце трубки некоторое количество стекла, его сначала слегка раздувают (рис. 238, 3), чтобы стенки стекла не спадались. Затем продолжают нагревание, накапливая все больше и больше стекла и опять время от времени слегка раздувая. Наконец, когда стекла будет 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 раздувается 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 вверх, уже согревшийся о стекло воздух. Однако начинающему лучше сначала стараться вращать шарик равномерно и удовольствоваться не совсем правильной формой.

Шарик для запаивания жидкостей удобно выдувать из не очень толстостенной трубки диаметром около 1 см. На конце такой трубки собирать стекло при нагревании трудно, поэтому сначала конец трубки вытягивают. Отломав часть капилляра вместе с остатком

трубки, так чтобы осталась держалка, оттягивают еще раз кусок в 1,5—2 см и затем отпаивают держалку. Оставшуюся на новом капилляре заготовку сильно разогревают (сначала греют дно и раздувают его до закругления) при вращении и раздувают в шарик. Капилляр вместе с шариком отламывают. Для заполнения шарика жидкостью его слегка нагревают над пламенем спиртовки и погружают конец капилляра в жидкость. При охлаждении (при этом можно подуть на шарик) жидкость поднимается и заполняет шарик (достаточно наполовину или немного больше). После этого капилляр запаивают, внося конец его в пламя спиртовки, при этом на конце капилляра может образоваться крючок. Такие шарики можно использовать для коллекций (окраска индикаторов, цвета растворов и пр.) и для декоративных целей.

Вдуть 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. 225).

Как и при вдувании шарика на конце трубки, в данном случае нужно прежде всего скопить в середине трубки некоторое количество стекла и уже затем раздувать шарик. 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 пробочных сверлах. Наибольшая трудность при раздувании заключается в том, чтобы, переноса конец трубки ко рту, не сильно деформировать нагретую часть. Для этого приходится держать трубку, как указано на рисунке 227 (стр. 225), 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 деформируется и оси обоих концов трубки перестают совпадать, но во время раздувания это можно исправить, не переставая в то же время поворачивать трубку.

Ввиду некоторой трудности этого приема иногда прибегают к облегченному способу: 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 раздувают стекло, только вынимая его из пламени, но никуда не переноса. 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 вдувать воздух.

Для того чтобы скопить в середине трубки больше стекла, можно, вращая трубку, слегка ее «осаживать», т. е. нажимать одну половину трубки на другую, время от времени вынимая из пламени и слегка раздувая, чтобы внутренние стенки стекла не слиплись.

Раздувают шарик на середине трубки так же, как и на конце, осторожно вдвывая воздух отдельными толчками. Такие трубки диаметром более 1 см можно использовать в качестве осушительных трубок и для других целей.

Припайвание одной трубки к другой. Просто и легко можно спаять только стекло одинакового или близкого химического состава. Спаять две трубки из стекла различного состава трудно, а иногда даже и совсем невозможно, так как благодаря различию в коэффициентах расширения спай дает потом трещины. 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 трубок хорошо проплавилось и 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, стягивается. Поэтому его необходимо время от времени раздувать и слегка растягивать. По окончании работы спай нужно «отжигать», т. е. постепенно переносить в пламя с более низкой температурой (стр. 221), так как при быстром охлаждении даже очень хороший спай дает трещины.

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 трубок 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 спаивать 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. 239).

Конец одной из спаиваемых трубок (рис. 240, 1) должен быть предварительно запаян или закрыт пробочкой. Обе трубки одновременно вносят в пламя горелки и нагревают при непрерывном вращении до размягчения. Тонкие трубки можно нагревать в шумящем пламени спиртовой лампочки (стр. 179). Трубки нагревать на возможно малом пространстве. Ни в коем случае стекло не должно во время нагревания сильно стягиваться и утолщаться. Размягченные на концах трубки затем вынимают из пламени и, уже не вращая, складывают концами вместе (рис. 240, 2) с возможно малым давлением, чтобы не появилось значительное утолщение, и при этом стараются, чтобы оси их возможно лучше совпадали. Трубки должны слипнуться по всей поверхности их краев. Если



Рис. 239. Спаивание трубок разного диаметра.

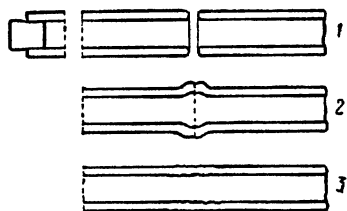


Рис. 240. Спаивание трубок одного диаметра.

где-нибудь останется отверстие, то его потом уже трудно будет сплавить, 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 стеклянного капилляра, стр. 217). Отверстие может остаться в том случае, если трубки обрезаны недостаточно ровно. 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,

направляют на место спая небольшое острое пламя спиртовки или газовой горелки (стр. 179), 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 в середине трубки. Для облегчения можно воспользоваться тем же приемом, который был указан выше, а именно — вдувать воздух через тонкий каучук (стр. 232).

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. 240, 3).

Приготовление тройника. Очень часто для приборов бывают необходимы тройники, т. е. трубочки, к которым припаян боковой отросток. 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, пожа-

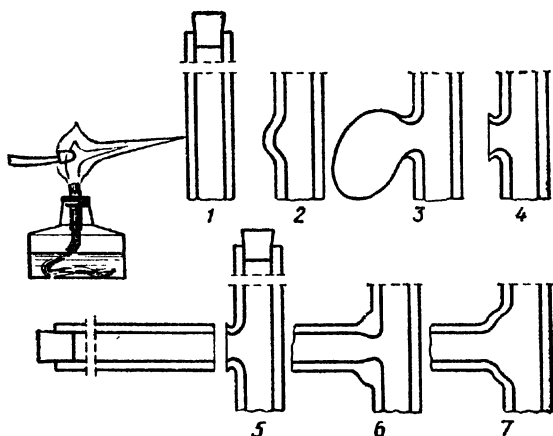


Рис. 241. Приготовление тройника.

луй, 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 однородное стекло. В одной из трубок делают отверстие. Для этого сначала один конец ее запаивают или закрывают пробкой. Затем на место, где должно быть сделано отверстие, направляют конец маленького, очень острого пламени горелки (рис. 241, 1); трубку при этом не вращают. Когда стекло несколько размягчится, в трубку осторожно вдувают воздух и получают небольшой бугорок (рис. 241, 2). Размягчив верхнюю часть бугорка, вдувают воздух с силой. Получается большой тонкостенный пузырь (рис. 241, 3), который с треском лопается. (Остерегаться, чтобы осколки не попали в глаза!) Счистив оставшиеся осколки этого пузыря, получают в трубке правильное отверстие со слегка приподнятым краем (рис. 241, 4). К этому краю и припаивают вышеуказанным способом боковую трубочку (рис. 241, 5), закрыв предварительно ее пробкой или запаяв конец. Иногда припаиваемую трубку сначала слегка расширяют на конце. Размягчив в пламени горелки открытый конец трубочки, а также края сделанного отверстия, трубочку прикладывают к последнему (вне пламени). Когда стекло слипнется по всей окружности, несколько оттягивают трубочку назад, затем хорошо проплавливают место спая при помощи острого пламени, время от времени раздувая, чтобы не оставалось никаких неправильных утолщений стекла. Лучше это делать отдельными участками (см. выше), так как правильно вращать тройник, конечно, нельзя. Рисунок 241, 6 изображает еще нераздутое стекло, рисунок 241, 7 — раздутое. Указанным способом следует проплавить и раздуть спай по всей окружности, причем лучше, чтобы в месте спая было некраси-

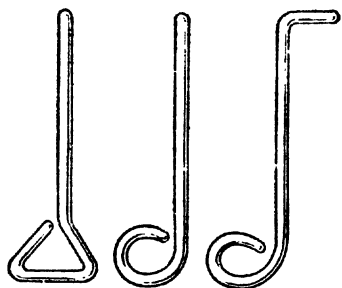


Рис. 242. Мешалки стеклянные.

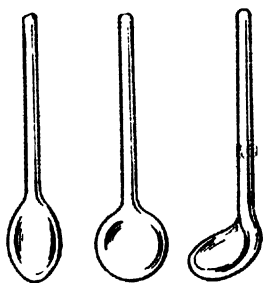


Рис. 243. Лопатки стеклянные.

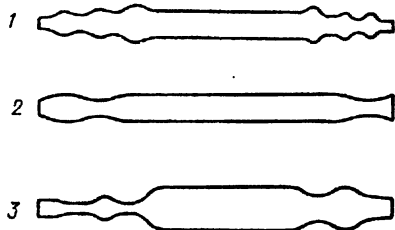


Рис. 244. Соединительные и переходные трубки.

вое вздутие, чем утолщение стекла. По окончании работы следует хорошо «отжечь» спай (стр. 221).

Трубочки не должны быть слишком коротки, чтобы их удобно было держать при работе. Если тройник нужен с короткими коленами, то концы можно обрезать потом.

Все операции изготовления тройников можно выполнить в усиленном пламени спиртовой лампочки, они требуют навыка, который вырабатывается упражнением.

Изготовление некоторых мелких деталей. Для школьного кабинета необходимо иметь ручные стеклянные мешалки, изображенные на рисунке 242. Их изготавливают из стеклянных палочек.

Лопатки стеклянные для взятия небольших количеств сухих веществ из банок (рис. 243) готовят из достаточно толстых стеклянных палочек. Конец палочки сильно нагревают, так чтобы на нем собралась большая капля размягченного стекла, после чего, вынув из пламени, конец расплющивают широким пинцетом или специальными щипцами. Лопатку вновь разогревают и затем переносят на 2—3 мин в коптящее пламя горелки или пламя спиртовки.

Соединительные и переходные трубки готовят из трубок разных диаметров, в простейших случаях — небольшим оттягиванием концов (с припаянной держалкой, стр. 227), с последующим обрезанием (рис. 244, 2). Более сложные по конфигурации трубки готовят не только оттягиванием, но и легким раздуванием и осаиванием небольшого участка трубки, нагретого острым пламенем. Трубки могут быть с концами одинакового или разных диаметров (рис. 244, 1 и 3) для соединения резиновых трубок разной толщины (переходные трубки).

4. Очистка воды

Для приготовления растворов и выполнения химических опытов необходимо иметь чистую воду. Однако не всегда нужна обязательно дистиллированная вода. Во многих случаях достаточно, если имеется чистая, в обычном смысле слова, хорошая питьевая вода: не мутная, не желтая, без резкого вкуса или запаха. С примесями в питьевой воде приходится считаться, 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 растворенные гидрокарбонаты и сульфаты кальция и магния, хлориды щелочных металлов, кремниевая кислота и силикаты щелочных и щелочноземельных металлов (в очень малых количествах), а иногда гидроксиды железа, алюминия, марганца, а также нитраты и фосфаты щелочных и щелочноземельных металлов. Кроме того, в воде обыкновенно содержится большее или меньшее количество микроорганизмов, различных органических примесей и т. д. При этом надо заметить, что растворенных примесей, встречающихся в наибольшем количестве, а именно гидрокарбонатов и сульфатов, в самой жесткой питьевой воде может содержаться не более нескольких сотых долей процента. Таким образом, минеральные примеси в питьевой воде не всегда служат препятствием к употреблению ее в школьных опытах. Хуже, если имеющаяся вода мутная, содержит много взвешенных частиц, или окрашена в желтый цвет органическими примесями. В этих случаях следует воду очищать. Муть легко отделить фильтрованием. Самый простой способ фильтрования больших количеств воды—это пропускание ее через песок.

Песочный фильтр легко сделать из эмалированного бака с краном и даже из деревянной кадки (бочонка) достаточной емкости, с краном. В резервуар на расстоянии 10—15 см от дна (выше крана) вставляют дырчатое дно (можно деревянное, с большим количеством просверленных отверстий, рис. 245, А). Поверх этого дна кладут пластмассовую сетку (имеется в продаже), на которую насыпают слой гравия (5 см), затем слой крупного песка (5 см) и, наконец, слой мелкого хорошо промытого речного песка (20 см). Толщина слоя, а следовательно, и быстрота фильтрования зависят от характера муты и могут значительно варьировать.

При вновь изготовленном фильтре первые порции процеженной воды бывают мут-

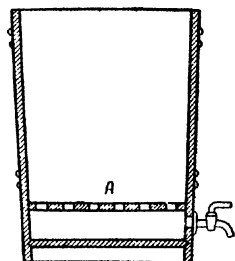


Рис. 245. Бак для фильтрования воды через песок.

ные, 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 спускают всю воду, металлическим совком снимают верхний засорившийся слой толщиной в 2 см и выбрасывают. Поверхность песка выравнивают, и фильтр снова готов к работе. Таким способом можно чистить фильтр несколько раз, пока толщина слоя песка не уменьшится почти вдвое. Тогда добавляют слой свежего промытого речного песка до первоначальной толщины. Лучшее действие оказывает фильтр уже проработавший 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.

Очень хорошие результаты дает фильтрование воды через уголь. Можно соединить песочный фильтр с угольным. Для этого под слоем мелкого песка в резервуаре помещают слой хорошо прокаленного, отсеянного от угольной пыли твердого древесного угля (например, березового), раздробленного до величины зерен 0,3—0,5 см.

Изготовление и использование фильтра имеет не только утилитарное, но и познавательное значение для учащихся при изучении процессов очистки воды, фильтрования и т. п.

Фильтрование не всегда лишает воду желтого цвета, так как некоторые органические вещества в коллоидном состоянии удерживаются фильтрами плохо. Для полного обесцвечивания воды приходится прибегать к химической очистке — коагуляции. Для этого к воде до фильтрования прибавляют небольшое количество концентрированного раствора сульфата алюминия, который вступает в реакцию с содержащимся в воде гидрокарбонатом кальция. При этом выделяется оксид углерода CO_2 и получается коллоидный гидроксид алюминия, который постепенно собирается в хлопья, коагулирует. Эти хлопья адсорбируют и, оседая, увлекают взвешенные и растворенные органические примеси, сообщаемые воде мутный вид и желтую окраску, а кроме того, и большую часть бактерий. После фильтрования через песочный или иной фильтр получается бесцветная вода. Количество сульфата алюминия определяется из опыта и зависит от содержания в воде карбонатных солей. Если вода очень мягкая и хлопьевидного осадка получается недостаточно для ее очищения, то образование осадка вызывается искусственно: вслед за сульфатом алюминия к воде прибавляют соответствующее количество извести или соды, избегая, конечно, избытка реактивов, чтобы не вводить лишнего количества солей. Вместо сульфата алюминия можно взять квасцы.

Осветленную таким образом воду можно не фильтровать, а дать

ей отстояться в баке с краном или большой бутылки и слить затем через кран или сифон.

Действенным способом очистки воды от растворенных электролитов является пропускание ее через ионообменные смолы. Этим способом широко пользуются для умягчения жесткой воды в технике. Колонки, снаряженные катионитами и анионитами, производятся также и для учебных целей. При пропускании предварительно осветленной (если в этом есть необходимость) воды через такую колонку содержащиеся в ней ионы солей обмениваются на водородные и гидроксильные ионы. (Указания об удалении поглощенных ионитами ионов и о «перезарядке» колонки имеются в прилагаемых к прибору инструкциях.)

Но даже при отсутствии колонок, если применять изложенные выше способы очистки питьевой воды, потребность в дистиллированной воде значительно сокращается. Однако весьма важно, чтобы растворы солей тяжелых металлов и все

растворы, хранящиеся более или менее длительное время, были приготовлены на дистиллированной воде. При невозможности иметь хотя бы самодельный дистиллятор дистиллированную воду можно приобрести в аптеке. Но при наличии электрического тока и несложных приспособлений изготовление самодельного дистиллятора не представляет больших трудностей. Ниже описано несколько конструкций автоматически действующих дистилляторов.

На рисунке 246 изображен перегонный аппарат непрерывного действия (конструкция Чернышева). Вода из водопроводного крана 1 поступает в холодильник 2 и из него при помощи тройника 3 в регулятор уровня воды 10 и колбу-кипятыльник 5. Излишек воды в регуляторе 10 через трубку 4 уходит в раковину. В колбе-кипятыльнике 5 водопроводная вода нагревается спиралью (от электроплитки) 6. Пар из кипятыльника 5 уходит по трубке 7, конденсируется в холодильнике 2 и собирается в приемник 8. Во избежание короткого замыкания на спираль 6 и медные пружинки

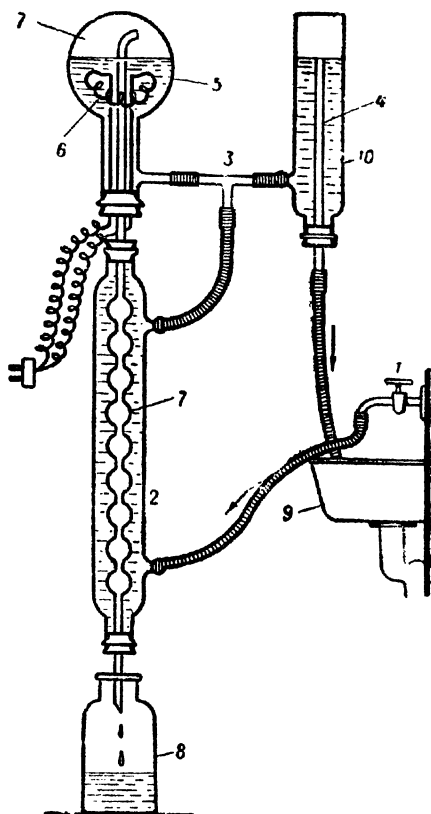


Рис. 246. Прибор для дистилляции воды.

(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 прибор в осветительную сеть. С момента появления дистиллированной воды в приемнике 8 прибор работает автоматически. Вместо шарикового холодильника 2 можно поставить обычный холодильник Либиха с прямой трубкой. При отсутствии водопровода воду наливают в бак, бутылку или ведро, которое обязательно следует установить так, чтобы дно сосуда было выше уравнильной трубки 10. Для поступления воды в холодильник в сосудах (ведре, бутылки) устанавливают сифонную трубку с винтовым зажимом для регулирования тока воды. При таком устройстве вода должна поступать в холодильник медленнее, чем из водопроводного крана. Для регулирования стока воды из уравнильной трубки 10 на сливную резиновую трубку также ставят винтовой зажим.

Можно отрегулировать зажимы так, что скорость поступления воды в холодильник и из него в кипятильник 5 будет лишь немного больше (за счет испарения), чем скорость слива, однако скорость

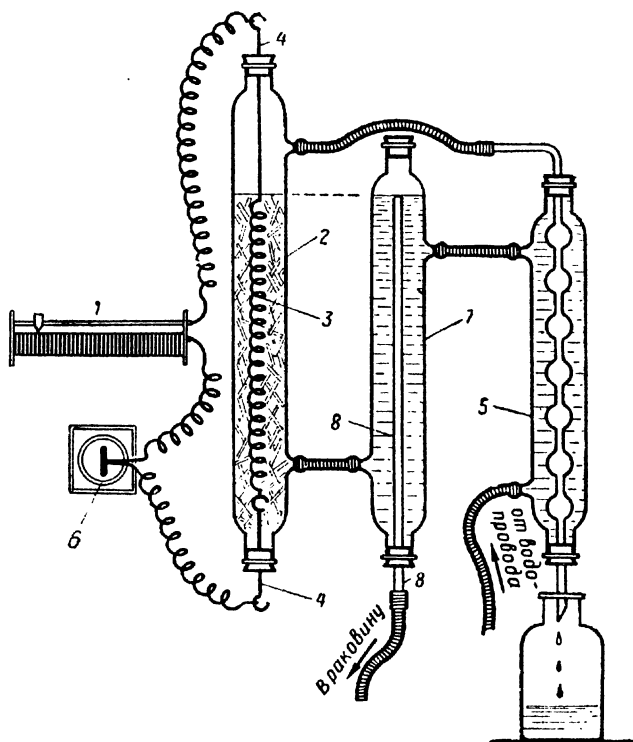


Рис. 247. Аппарат непрерывного действия для дистилляции воды.

слива должна быть такой, чтобы вода в кожухе холодильника не перегревалась. Воду в ведро (бутыл) нужно периодически подливать. Одного ведра воды достаточно для работы аппарата в течение 40 мин от момента появления капель в приемнике. За это время можно получить около 0,5 л дистиллированной воды. Мощность нагревателя около 350 *вт*. По такому же принципу, по несколько иной конструкции можно сделать аппарат, изображенный на рисунке 247 (конструкция М. А. Афанасьева).

Аппарат состоит из двух кожухов от холодильника Либиха и шарикового холодильника, укрепленных на одном штативе. Холодильник 2 служит для нагревания воды. Вода нагревается спиралью 3 от электрической плитки. Концы спирали соединены с медными проволоками 4—4 сечением 1,5—2 мм. К медным проволокам присоединен провод с вилкой 6 для включения в осветительную сеть. Для регулирования степени накала спирали включают движковый реостат 1.

В кожух холодильника 2 вокруг спирали помещают 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 уровень воды в кожухе холодильника не следует держать высоко. Избыток притекаемой из холодильника 5 воды стекает по трубке 8 в раковину.

Закипание воды в верхнем слое, поступление пара в холодильник и образование 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. При отсутствии водопровода можно использовать приспособления, предложенные выше. Мощность аппарата до 600 *вт*.

Можно воспользоваться также упрощенным аппаратом из оцинкованного или луженого железа, изготовить который нетрудно любому жестянщику (рис. 248). Аппарат состоит из цилиндриче-

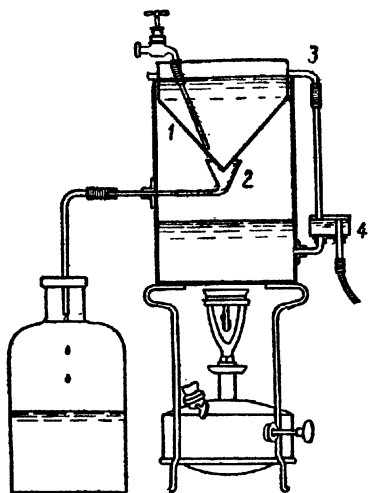


Рис. 248. Простейший перегонный аппарат.

ского резервуара, в котором кипит вода, из конуса 1, который изнутри охлаждается током воды. Пары воды конденсируются на наружных стенках конуса, и вода стекает в помещенную под конусом воронку 2, из которой по трубке направляется в приемник.

Вытекающая из конуса (по трубке 3) несколько подогретая вода при помощи приспособления 4, устройство которого понятно из рисунка, питает резервуар прибора, в котором таким образом вода держится на постоянном уровне.

Конус 1 и трубка 2 должны быть хорошо вылужены и запаяны оловом. Размеры резервуара: диаметр около 20 см, высота около 25 см (или более).

Для нагревания резервуар ставят на электрическую плитку или примус. Во избежание излишней потери тепла стенки резервуара на 2/3 высоты от дна можно обернуть листом асбеста или обмазать асбестовым тестом (стр. 291). При отсутствии водопровода воду в конус 1 нужно подливать с помощью сифона (как указано выше для стеклянных дистилляров) или другим способом.

5. Приготовление растворов

В демонстрационных и лабораторных опытах, практических занятиях учащихся, а также при многих работах по приготовлению исходных веществ большую часть реактивов применяют в виде водных (реже в других растворителях) растворов.

На операции приготовления, разбавления растворов, необходимую чистоту и соблюдение нужных концентраций следует обращать весьма серьезное внимание. Применение растворов случайных концентраций, загрязненных является не только причиной неудачи опытов, но свидетельствует о небрежной работе учителя химии.

Для качественных опытов в большинстве случаев нет необходимости в особенно точном отweighивании и отмеривании веществ для приготовления растворов, достаточно точности взвешивания до 0,1 г и отмеривания воды обыкновенными мензурками (измерительными цилиндрами).

Для обычных опытов можно готовить растворы той или иной процентной концентрации или концентрации, показывающей соотношение между количеством частей массы растворяемого вещества и числом объемов воды. Например, выражение 5 : 100 означает, что раствор приготовлен растворением 5 мас. ч. вещества (граммов) в 100 г (в данном случае в 100 мл) воды. В некоторых случаях первая цифра показывает число объемов жидкости, растворенной в соответствующем числе объемов воды, такое выражение применяется для растворов кислот. Например, раствор серной кислоты 1 : 5 (1 объем 96-процентной серной кислоты на 5 объемов воды) готовят для получения водорода и других опытов.

Приготовление таких растворов технически проще, чем молярных (нормальных), так как не требует применения мерных колб.

Растворы молярных (нормальных) концентраций (обычно растворы кислот и щелочей) приходится готовить для опытов или специальных работ, связанных с определением концентрации титрованием. При описании опытов в соответствующих главах (т. II) указывается концентрация исходных растворов.

В ряде случаев сведения о концентрации применяемого раствора имеют существенное познавательное значение для учащихся; например, для получения водорода нельзя применять концентрированную 96-процентную кислоту, так как в ней практически нет ионов водорода, оптимальная концентрация этой кислоты для получения водорода 1 : 5 — около 20%; концентрированная и разбавленная серные кислоты по-разному реагируют с цинком, так как в соответствующих условиях проявляется действие различных окислителей. Поэтому сообщение учителем соответствующих сведений в нужных случаях способствует осознанному усвоению химических знаний.

В необходимых случаях пересчет процентной концентрации на нормальную или молярную, когда не требуется высокой точности, не представляет какой-либо трудности, если известна плотность раствора, которую можно найти в справочных таблицах или определить ареометром (стр. 94). Такие пересчеты иногда нужны для растворов кислот и щелочей, а для растворов солей и других веществ необходимости в этом обычно нет.

В практике школ иногда приходится работать с 0,1 н., 1 н. и 2 н. растворами кислот, поэтому очень важно уметь быстро приготовить растворы требуемых концентраций.

Растворы кислот и щелочей точных нормальных концентраций от 1 н. до 0,1 н. и менее с точностью до 0,0001 г-экв на 1 л удобно готовить с помощью фиксаналов. Фиксаналы представляют собой запаянные стеклянные ампулы с находящимися в них растворами кислот и щелочей, содержащими обычно 0,1 г-экв вещества. Для приготовления раствора точной концентрации, например 0,1 н., ампулу разбивают, ударяя ее дном (обычно имеющим специальную вмятину) о вставленный в воронку стеклянный стержень с шариком, затем заостренной (оттянутой) стеклянной палочкой пробивают боковое (или верхнее) отверстие в вмятине на ампуле, после чего все содержимое ампулы выливают в мерную колбу. Для смывания раствора со стенок ампулы и воронки вводят в отверстие ампулы конец оттянутой трубки промывалки и струей дистиллированной воды, стекающей в колбу, вымывают ампулу и воронку. После этого доводят (при осторожном взбалтывании) уровень жидкости в колбе до черты. Если взята колба объемом 1000 мл, концентрация раствора в ней (при содержании вещества в фиксанале 0,1 г-экв) будет 0,1 г-экв/л; при объеме колбы 100 мл — 1 экв/л, т. е. соответственно 0,1 н. и 1 н. растворы и т. д.

Фиксаналы кислот (серной, соляной, азотной) хранятся долгое время, фиксаналы щелочей довольно быстро портятся, мутнеют (щелочь реагирует со стеклом). Помутневшие фиксаналы щелочей

использовать можно, но без гарантии обозначенной точности концентрации раствора.

Растворы кислот и щелочей, приготовленные из фиксаналов, удобно использовать для опытов и работ, связанных с титрованием. При отсутствии фиксаналов растворы кислот нормальных концентраций готовят из продаваемых кислот, концентрации которых обозначены на этикетках с точностью, не превышающей 1%. Поэтому в необходимых случаях нужна проверка и установление точной концентрации приготовленного раствора кислоты по фиксаналу раствора щелочи или другим способом¹.

При растворении твердых веществ их иногда предварительно измельчают в фарфоровой ступке, чтобы растворение шло скорее. Вещества, легко растворяющиеся, как едкие щелочи, хлорид кальция и т. п., нет надобности измельчать.

Для перенесения 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 совком. Вещество берут широким концом совка, а затем постепенно сыпают в сосуд осторожно постукивая по совку пальцем. Для насыпания порошков существуют специальные воронки с коротким концом и широким отверстием (стр. 122, рис. 127, 7). Их с успехом можно заменить колбой с обрезанным дном и горлом, утилизируя для этого битые колбы. Можно пользоваться также жестяными воронками, но они, конечно, пригодны не для всех веществ.

Некоторые твердые реактивы при хранении слеживаются в плотные комки, которые трудно извлекать. Поэтому, прежде чем взять реактив из банки, нужно при закрытой пробке потрясти банку, ударить по ней слегка рукой или, вынув пробку, измельчить верхний слой вещества толстой стеклянной палочкой.

При насыпании в тонкостенную посуду крупных кусков какого-нибудь вещества следует соблюдать предосторожности, указанные на странице 126 (рис. 134).

Растворение обыкновенно ускоряют взбалтыванием, а в некоторых случаях нагреванием. При этом, если нагревание ведется в тонкостенной посуде, не следует высыпать все подлежащее растворению вещество сразу. Нагревание нужно вести непременно на сетке (стр. 124), 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 дать трещину.

Если раствор готовится не спешно, то для ускорения растворения взамен перемешивания и нагревания можно прибегнуть к такому приему. Вещество завертывают в кусок марли. Полученный мешок обвязывают веревочкой, на которой подвешивают его к палке. Палку кладут на края банки с водой так, чтобы мешок с веще-

¹ См. пособия по количественному объемному анализу.

ством погружался на небольшую глубину в воду. Образующийся раствор, будучи тяжелее воды, опускается книзу — идет автоматическое перемешивание жидкости, пока все вещество растворится.

Для приготовления насыщенного раствора лучше всего отвешивать несколько большее количество вещества, чем может раствориться, например, при комнатной температуре. Нужные значения следует находить в справочных таблицах. При нагревании до температуры на несколько градусов выше комнатной избыточное количество вещества растворяется, а при охлаждении до комнатной температуры выпадает в осадок. Раствор над осадком будет насыщенным. Сохраняют насыщенные растворы, не сливая их с выпавшего осадка, это позволит сохранить насыщенность раствора при временных повышениях температуры в помещении. При налипании таких растворов из склянок в пробирки и т. п. нужно следить, чтобы осадок со дна не попал в наливаемый сосуд. Лучше в таких случаях пользоваться пипеткой (стр. 92).

Если раствор получился мутный, его следует профильтровать. Чтобы приготовить обыкновенный фильтр, квадратный кусок фильтровальной бумаги (рис. 249, 1) складывают вчетверо (перегибают пополам, параллельно одной из сторон, а затем еще раз пополам). Свободный угол полученного квадрата 2, состоящего из четырех слоев бумаги, срезают ножницами по дуге круга (показано на рис. 249 пунктиром). Отделив один слой бумаги, расправляют готовый фильтр, который принимает вид конуса 3, одна половина его состоит из трех слоев бумаги, другая — из одного. Фильтр, правильно сложенный, хорошо прилегает к обыкновенной стеклянной воронке, имеющей угол 60° . Фильтр не должен быть выше края воронки (рис. 249, 4). Прежде чем начать фильтрование, вложенный в воронку фильтр смачивают водой.

Если остающийся на фильтре осадок не нужен и он невелик, то для ускорения фильтрования пользуются плоеным (складчатым) фильтром. Для приготовления плоеного фильтра сначала, как и в предыдущем случае, складывают бумагу вчетверо (рис. 250) и срезают угол 1, чтобы получился круг (плоеный фильтр, как и обыкновенный, не должен быть выше края воронки). Затем сложенный вдвое круг 2 кладут на стол и к среднему перегибу *oa* пригибают края *об* и *ов*, но не вплотную, а немного отступя, так чтобы

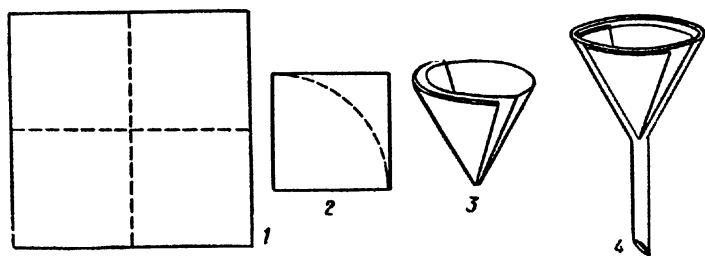


Рис. 249. Подготовка простого фильтра.

изгиб oa был виден между $об$ и $ов$ (3). Получаются два новых перегиба $од$ и $ое$. Расправив полукруг, край $ов$ перегибают к $од$ (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) 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 долей (7). Полученные перегибы все загнуты в одну и ту же сторону. Теперь нужно перегнуть каждую долю 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) прижимают к перегибу $ои$ (8) 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 шести слоев бумаги) прижимают вплотную к $од$, затем снова складывают по перегибу $од$, снова пригибают край к следующему перегибу $оз$ и таким обра-

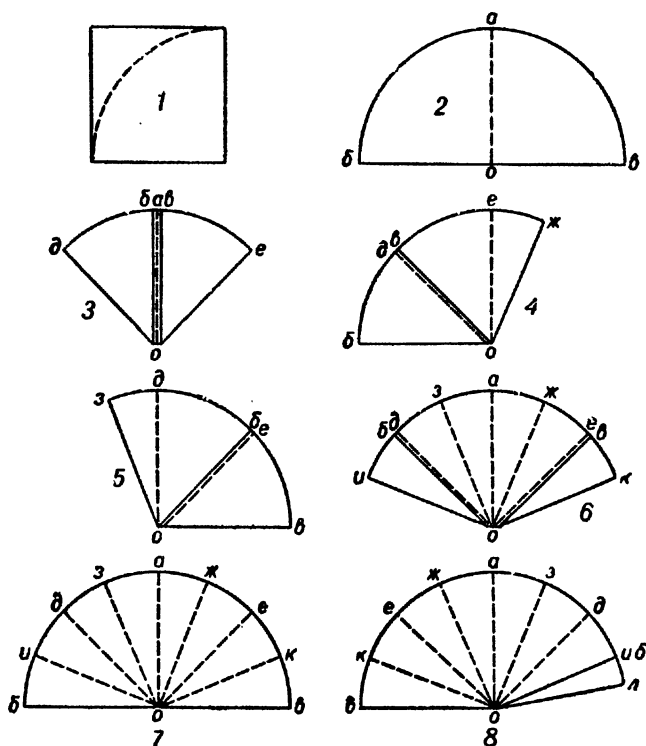


Рис. 250. Приготовление плоеного фильтра.

зом, перегибая бумагу то в одну, то в другую сторону, весь полукруг складывают в один сектор, состоящий из 32 слоев бумаги.

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. 251). Фильтр готов: остается только расправить его, придать ему форму воронки. Для того чтобы разъединить слои бумаги, на фильтр сильно дуют сверху, а затем окончательно расправляют его пальцами, и он принимает вид, изображенный на рисунке 252. Все складки оказываются правильно согнутыми, за исключением двух, находящихся на диаметрально противоположных сторонах фильтра, которые согнуты в одном и том же направлении. Их можно теперь согнуть отдельно (причем дольки получаются более узкие, чем остальные), а можно и не сгибать.



Рис. 251. Фильтр
пленый сложенный.

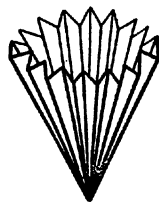


Рис. 252. Фильтр
пленый рас-
правленный.

Кончик пленого фильтра получается не острый, а закругленный, вследствие того что при изготовлении первых восьми долек края сгиба подгоняются не вплотную к ранее сделанному перегибу, а немного отступя. Если бы этого не делать, все перегибы сходились бы в одной точке и кончик фильтра получился бы менее прочным, так как бумага при перегибании несколько ломается.

Делая перегибы, следует хорошо заглаживать их пальцем, сложенный же окончательно фильтр протаскивают несколько раз между пальцами, чтобы все складки были загнуты равномерно.

Вся операция приготовления пленого фильтра при некотором навыке занимает меньше одной минуты времени, и при фильтровании значительных количеств жидкости обыкновенно прямой расчет затратить это время на приготовление пленого фильтра, так как фильтрование через него идет значительно быстрее, чем через обыкновенный фильтр: пленый фильтр работает всей поверхностью, обыкновенный же — только концом. Пленые фильтры разных размеров лучше изготовлять заранее и иметь их в запасе.

Вместо использования пленого фильтра можно подкладывать в воронку под обыкновенный фильтр тонкие стеклянные палочки, несколько оттянутые и хорошо оплавленные на одном конце и загнутые на другом.

Для фильтрования можно приобретать и готовые фильтры разных размеров (обеззоленные). Они различаются по плотности фильтровальной бумаги. Внешне это различие указывают по цвету бумажной ленты, которой склеивают упаковку готовых фильтров.

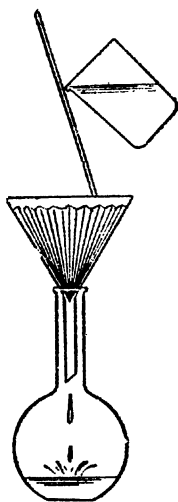


Рис. 253 Наливание по палочке.



Рис. 254. Воронка Бюхнера с колбой Бунзена.

Приняты следующие условные обозначения: розовая (или черная) лента — быстрофильтрующие фильтры (диаметр пор 10 $\mu\text{м}$); белая лента — бумага средней проницаемости (диаметр пор 3 $\mu\text{м}$); синяя лента — плотные (баритовые) фильтры (диаметр пор менее 3 $\mu\text{м}$).

Вливать жидкость в воронку (а в ряде случаев и переливать из одного сосуда в другой) следует по стеклянной палочке (рис. 253). Это предотвращает разбрызгивание, стекание жидкости по стенкам стакана (из которого выливают), а также возможный прорыв фильтра (особенно складчатого), поэтому при фильтровании следует наливать на фильтр жидкость небольшими порциями и направлять струю не на середину, а на стенки фильтра.

В тех случаях, когда фильтрование идет очень медленно, его ведут через воронку Бюхнера с использованием колбы Бунзена (рис. 254). Фарфоровые воронки Бюхнера имеют преимущества 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. 255). 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.

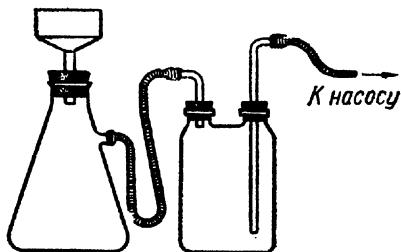


Рис. 255. Фильтрация при разрежении.

Когда кружок уложен в воронку, его смачивают дистиллированной водой или той жидкостью, которую будут фильтровать. Смочив кружок, открывают водоструйный насос или кран аспиратора. Если фильтр положен правильно, слышится спокойный шумящий 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. Между колбой Бунзена и насосом полезно поставить предохранительную склянку (рис. 255) во избежание попадания в колбу воды из насоса, что может произойти при сильных разрежениях. При использовании аспиратора вместо насоса необходимость в предохранительной склянке отпадает. Отсасывание ведут до тех пор, пока с носика воронки не перестанет капать жидкость. Тогда (не очень быстро) закрывают насос или кран аспиратора, воронку вынимают, а осадок (если он нужен) вытряхивают на фильтровальную бумагу и подсушивают.

Фильтрация некоторых растворов (белковых и т. п.) проводят через целлюлозную массу. Для этого нарезают или разрезают на небольшие кусочки хорошую белую фильтровальную бумагу, затем кладут их в стакан или фарфоровую чашку и заливают таким количеством дистиллированной воды, чтобы можно было набухшую бумагу перемешать стеклянной палочкой. Жидкость 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 воронку Бюхнера и равномерно распределяют ее по дну. Рекомендуется вначале на дно воронки положить кружок фильтровальной бумаги или марлю, которые препятствуют вымыванию волокон бумаги в фильтрат. Открывая водоструйный насос или кран аспиратора,

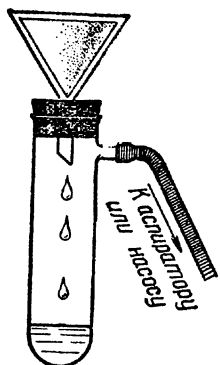


Рис. 256. Фильтрация под вакуумом в пробирке.

производят возможно полное отсасывание воды из бумажной массы. Лепешка из целлюлозной массы толщиной до 10 мм может долгое время служить для фильтрации.

Если скорость фильтрации через полученный фильтр замедлится вследствие забивания его отфильтрованными осадками, его можно регенерировать путем повторной разварки с большим количеством несколько раз сменяемой воды. Промытую целлюлозную массу снова переносят в воронку и отсасывают воду.

Для фильтрации некоторых жидкостей, разъедающих фильтр (например, щелочей), можно воспользоваться вместо бумажного фильтра тряпочкой из плотной материи (например, бумазен), помещая ее на воронку или на деревянную рамочку. Но очень кон-

центрированный раствор щелочи может разъесть и материю. В таком случае жидкость профильтровывают через асбестовую или стеклянную вату, поместив неплотный комок ее в воронку. Чтобы вата не всплывала, ее придерживают стеклянной палочкой.

За последние годы ассортимент фильтрующих материалов значительно расширился. Появились, например, фильтры из стекловолоконистой бумаги и коротковолокнистого асбеста, которые называют «абсолютными фильтрами». Стекловолоконистую бумагу используют для фильтрации радиоактивных и химически агрессивных веществ.

Для фильтрации концентрированных кислот и щелочей применяют теперь фильтры из поливинилхлорида, фиксолитовые (политетрафторэтиленовые), политеновые (полиэтиленовые) и из некоторых других химически стойких пластиков. Все эти виды фильтров применяют тогда, когда обычные фильтры непригодны из-за их чувствительности к концентрированным кислотам или щелочам и некоторым другим агрессивным жидкостям. При фильтрации органических жидкостей или их растворов через органические фильтры следует учитывать, что эти материалы не всегда устойчивы по отношению к растворителям и могут или растворяться в них, или же набухать. Кроме того, органические фильтры можно применять только в определенных границах температуры, обычно не выше 100 °C.

Для быстрого фильтрации небольших количеств жидкостей используют водоструйный насос или аспиратор (стр. 255). Фильтрацию проводят в пробирке с боковым отростком или в небольшой колбе Вюрца, склянке с резиновой пробкой, обычной воронке с хорошо прилегающим к ее краям простым фильтром (рис. 256).

Глава VII

ПРИБОРЫ И АППАРАТЫ ИЗ СТЕКЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, СОБИРАНИЯ, ХРАНЕНИЯ, ОСУШКИ И ОЧИСТКИ ГАЗОВ

1. Приборы непрерывного действия

Простейшие приборы

Простейший прибор для получения газов представляет собой сосуд — склянку, банку, пробирку, колбу Вюрца и т. п., с пробкой и газоотводной трубкой (рис. 257—261). Если реакция протекает с нагреванием, то сосуд должен быть тонкостенный, в некоторых случаях — из тугоплавкого стекла; если без нагревания, он может быть и толстостенный. В последнем случае применяют самые разнообразные сосуды, даже из домашнего обихода (аптечные склянки, молочные бутылки и т. п.). Если в одном из таких простейших приборов газ получается при действии 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 259, жидкость налита в помещенную в банку пробирку. При наклонении банки жидкость выливается в нужном количестве. Газоотводная трубка должна быть присоединена на длинном каучуке.

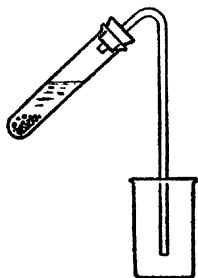


Рис. 257. Простейший прибор из стакана для получения и собирания газов вытеснением воздуха.

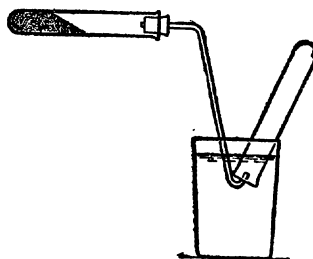


Рис. 258. Простейший прибор, состоящий из пробирки и стакана для получения и собирания газов под водой.

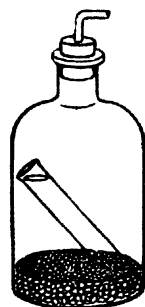


Рис. 259. Простейший прибор для получения газов из склянки и пробирки с жидкостью.

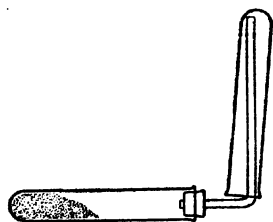


Рис. 260. Простейший прибор из двух пробирок для получения газов.

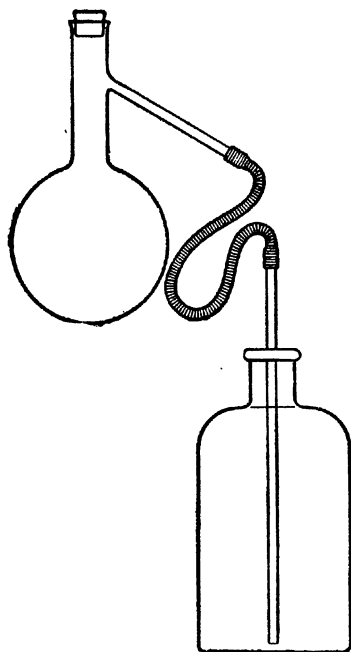
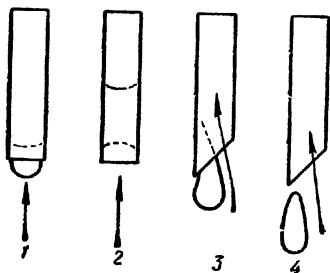


Рис. 261. Простейший прибор из колбы Вюрца и склянки для получения и собирания газов.



Газоотводная трубка изгибается различно, в зависимости от того, собирают ли газ над водой, как на рисунке 258, только пропускают в жидкость, собирают вытеснением воздуха, как на рисунке 257 (газ тяжелее воздуха) и рисунке 260 (газ легче воздуха). Часть газоотводной трубки иногда удобно делать каучуковой, чтобы трубкой легче было маневрировать, не трогая самого прибора (рис. 261).

Внутренний конец газоотводной трубки стачивают напильником (стр. 220) наискось, чтобы капли конденсирующейся в конце трубки жидкости не увлекались током газа, а легко могли стекать обратно. Это относится вообще ко всем приборам для получения газов, если в приборе находятся пары жидкости. На рисунке 262 показано, как образовавшаяся на конце прямой обрезанной трубки капля проталкивается давлением газа в трубку (1 и 2). На том же рисунке изображено, как висят на скошенном конце трубки капля не препятствует току газа и, увеличившись за счет стекающей по стенкам трубки жидкости, падает вниз (3 и 4).

При получении газов нагреванием твердых или жидких веществ вместо пробирок, колб и т. п. иногда пользуются ретортами. 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

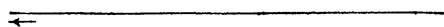


Рис. 262. Газоотводные трубки с прямым и скошенным концом.

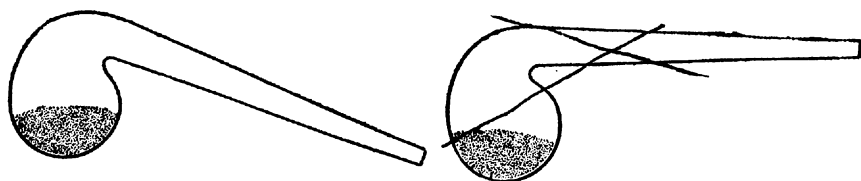


Рис. 263. Правильное и неправильное положение реторты.

не стекает обратно и не попадает на горячие стенки реторты. Нужно только, чтобы реторта была правильно установлена (рис. 263, 1 и 2).

При употреблении вместо реторты круглодонной колбы, что приходится иногда делать за неимением реторты, ее следует укрепить наклонно, как на рисунке 264.

Нередко случается, что прибор для опытов с газами, правильно собранный, с хорошо подогнанными пробками, оказывается, однако, непригодным вследствие того, что газ проходит через какую-нибудь незаметную щелку. Поэтому никогда не следует забывать произвести испытание прибора.

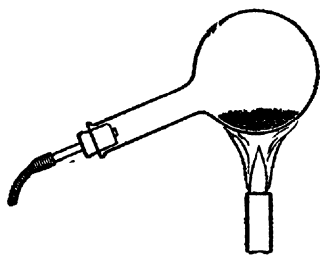


Рис. 264. Замена реторты круглодонной колбой.

Предварительное испытание производят так: 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 некоторого предела. Если сделать пробу со всасыванием, то при герметичности 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 (стр. 219).

Более точное испытание обыкновенно производят другим способом. Опустив открытый конец трубки собранного прибора в воду, согревают прибор рукой (рис. 265). Если прибор держит, то из трубки должны выходить пузырьки воздуха. Когда же прибор после этого охладится, то вода поднимается в трубке на некоторую высоту и столб ее не опускается сам собой. Эту пробу необходимо производить и для более сложных приборов. Если во время опыта, для которого собран прибор, конец трубки должен быть сухим, то при указанном испытании можно присоединить к нему на каучуке обрезок стеклянной трубки, который и погрузить в воду.

Если при испытании сложного прибора окажется, что прибор

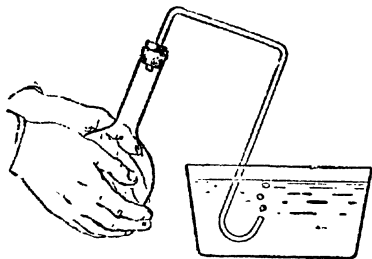


Рис. 265. Испытание — держит ли прибор.

не держит, нужно отыскать место, где он пропускает (пробка или каучуковая трубка), постепенно отделяя различные части прибора и каждый раз производя испытание. Газ может проходить через незаметное отверстие в каучуке, между каучуком и стеклянной трубкой, на которую он надет (каучук сидит слишком слабо или внутренняя поверхность каучука шероховатая, с трещинками и т. п.); может пропускать и пробка, если

она пориста; газ может проходить между пробкой и трубкой, которая в нее вставлена, через притертую пробку, если она не смазана, даже через едва заметную трещину в стекле, хотя это случается редко.

После каждого испытания прибору следует давать охладиться. Сильно нагревать, например, не рукой, а горелкой, не рекомендуется. При очень быстром расширении воздух 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 дефект можно и не заметить.

Для испытания приборов, соединенных с промывными склянками, можно пустить ток газа через промывные склянки и затем закрыть кран или зажим на резиновой трубке, проводящей газ. Если после этого уровень жидкости в промывных склянках, помещенных до и после прибора, не изменится, значит, прибор держит. Если прибор сложный или если газ в нем будет находиться под некоторым давлением, например должен проходить через несколько промывных склянок, то для испытания прибора недостаточно прогревать его рукой, приходится прибегать к другим приемам, которые могут быть весьма разнообразны и зависят от устройства прибора.

Например, если в приборе имеется склянка с предохранительной воронкой (стр. 256), то вдвуют воздух ртом в трубку прибора, пока жидкость в воронке не поднимется на некоторую высоту, и затем, зажав конец газоотводной трубки, наблюдают, не изменится ли через некоторое время уровень жидкости в предохранительной воронке.

Если для получения газа служит какой-нибудь автоматический прибор (стр. 260) или газ поступает в прибор из газометра (стр. 277), то к последней трубке прибора присоединяют стеклянную трубку, погружая ее в воду и, приоткрыв на несколько времени кран прибора, чтобы вытеснить из трубки воду, снова закрывают его: вода в трубке не поднимается — прибор «держит».

Прибор можно проверить аспиратором (рис. 266), который обычно используется для просасывания воздуха. В таком случае

к аспиратору присоединяется отводная трубка проверяемого прибора. Если прибор «держит», то через некоторое время вода перестанет вытекать из аспиратора.

Можно применять 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 не выйдет, а если газ ядовитый, то это и опасно.



Рис. 266. Аспиратор.

Неисправный участок 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.

Негерметичность каучуковой трубки можно обнаружить, смочив ее водой (лучше мыльной), по пузырькам, проходящим через воду. Этим же способом можно открыть и утечку газа через пробку. Иногда, если пропускает каучук, можно перевязать его, а пробку залить, замазать и т. п., но ко всем этим средствам следует прибегать только в крайнем случае, так как они не всегда надежны. Лучше всего переменить пробку, стеклянную трубку или каучук.

Все исправления прибора нужно делать до того, как прибор пущен в действие, так как исправить его на ходу редко удастся.

При работе с любыми приборами необходимо предварительно удостовериться, что газоотводная трубка прибора ничем не закупорена, не перегнулась (если она каучуковая) и хорошо пропускает газ (продуть ее предварительно ртом). Не следует вставлять пробку (особенно резиновую) в горло склянки (колбы) слишком туго, тогда, если давление газа в приборе от какой-нибудь непредвиденной причины чрезмерно повысится, из прибора может выбросить пробку. Конечно, пробка, хотя и не очень туго вставленная, должна все-таки хорошо «держаться».

Приборы с воронками

Если для получения газа пользуются реакцией между твердым веществом и жидкостью, то удобно добавлять жидкость во время опыта. Для этого в пробке, вставленной в сосуд, просверливают, кроме отверстия для газоотводной трубки, второе отверстие, в которое вставляют воронку для приливания жидкости. На рисунке 267 изображены такие приборы, собранные из различных сосудов с воронками. Простейшие воронки — это изображенные на рисунке 267, 1, 2 и 3. Воронку вставляют таким образом, чтобы конец ее доходил почти до самого дна сосуда (1 и 2). Тогда налитая в сосуд жидкость заполняет конец воронки, и газ может выходить

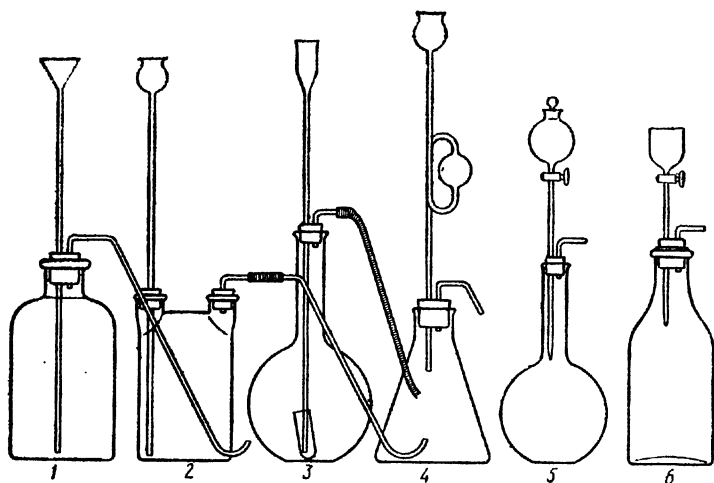


Рис. 267. Приборы с воронками.

из сосуда только через отводную трубку. Длина воронки находится в зависимости от сопротивления, которое должен преодолеть газ при выходе через газоотводную трубку: чем больше это сопротивление, тем выше поднимается жидкость в трубке воронки. Воронки, поступающие в продажу, имеют большей частью длину, вполне достаточную для обычных опытов (30—40 см).

За неимением длинной воронки можно сделать ее из обыкновен-

ной вороночки, наставив ее длинной трубкой на каучуке (рис. 268, 1) или на пробке (рис. 268, 2). Чтобы наставленная на каучуке вороночка держалась плотно, не наклоняясь, конец ее нужно укоротить. За неимением подходящей вороночки можно воспользоваться обрезанной склянкой или баночкой (рис. 268, 3). Пробку изнутри заливают парафином или воском, чтобы ее не разъело кислотой. Наконец, можно вставить в длинную трубку оттянутую на конце пробирку (рис. 269).

Длинные воронки служат в то же время и предохранительными

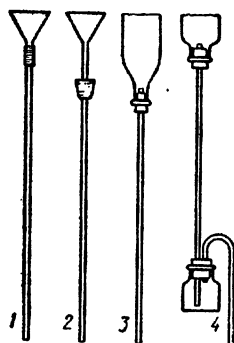


Рис. 268. Упрощенные воронки с длинной трубкой.

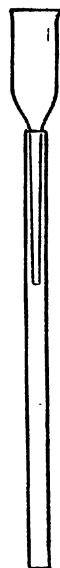


Рис. 269. Упрощенная воронка из оттянутой пробирки.

воронками: если газоотводная трубка закупорится, то давлением газа жидкость из сосуда поднимается в воронку. Неудобство заключается в том, что воронка не может вместить всей жидкости и, если газ не имеет выхода, жидкость в конце концов выльется и попадет на стол. Приспособление, изображенное на рисунке 267, 3, устраняет это неудобство. Конец воронки опущен в небольшую пробирочку, из которой жидкость, переливаясь через край, попадает в сосуд с твердым веществом. При возрастании давления внутри прибора в воронку вытесняется только та жидкость, которая находится в пробирочке, а затем по трубке воронки идет газ, который, проходя через жидкость в воронке, выходит наружу. Уровень жидкости в сосуде, конечно, не должен быть выше края пробирочки. Это приспособление необходимо в том случае, если в сосуде находится порошкообразное 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 вышеуказанного приспособления можно пользоваться особыми предохранительными воронками, трубка которых образует петлю с расширением (рис. 267, 4). В этой петле при налипании через воронку всегда остается часть жидкости, которая препятствует выходу газа. Если же газу нет выхода через отводную трубку, жидкость в воронке поднимется до верхнего шарика, наполнит его и пузыри газа выйдут кверху через жидкость. Чем большее давление должен преодолевать газ, тем длиннее должна быть часть трубки выше петли и тем больше должно быть шариковое расширение трубки. Оно должно вмещать такое количество жидкости, чтобы его хватило для наполнения части трубки, находящейся выше первой петли. В продаваемых предохранительных воронках это условие далеко не всегда бывает выполнено, и поэтому они не годятся в тех случаях, когда газ должен проходить через несколько промывных сосудов. Для школьных опытов предохранительные воронки требуются в редких случаях.

При вставлении в сосуд с твердым веществом пробки с длинной воронкой сосуд нужно сначала наклонить набок, чтобы находящееся в нем вещество ссыпалось со дна (рис. 270), иначе вещество будет мешать достаточно глубоко вставить пробку. Конец воронки не должен упираться в дно, так как это мешало бы свободному поступлению жидкости в сосуд.

Для многих опытов необходимо иметь капельные 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. 267, 6) и закрытые (рис. 267, 5), с притертой пробкой. В первые удобнее наливать

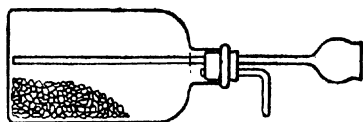


Рис. 270. Как вставить воронку с длинной трубкой в склянку с твердым веществом.

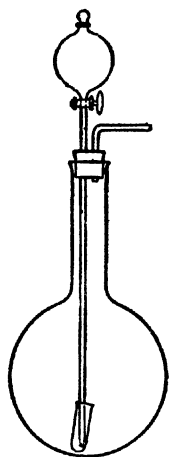


Рис. 271. Капельная воронка, опущенная в пробирочку.

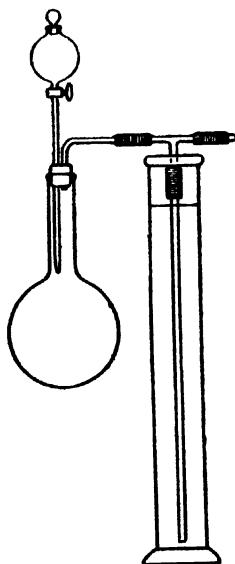


Рис. 272. Предохранительный цилиндр.

жидкость, вторые имеют то преимущество, что в них можно оставить на некоторое время налитую гигроскопичную (например, H_2SO_4) или выделяющую пары (например, HCl) жидкость, закрыв воронку пробкой. Поэтому лучше приобретать воронки второго вида, тем более что для наливания жидкости в них можно вставить небольшую обыкновенную воронку с обрезанным концом. Воронку с пробкой можно использовать как разделительную для отделения, например, эфира, бензина 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 отрегулировать ток жидкости. 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 присоединить к верхнему горлышку воронки каучук и, прежде чем вставлять воронку в реакционный сосуд, опустить конец ее в стакан с соответствующей жидкостью, затем, взяв каучук в рот, насосать жидкость в трубку воронки.

Для того чтобы трубка капельной воронки всегда оставалась наполненной жидкостью, можно опускать конец воронки в маленькую пробирочку, помещаемую в сосуд для получения газа (рис. 271). Это необходимо в тех случаях, когда выделение газа после приливания жидкости идет очень бурно. Применяя это приспособление, нужно 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 пробирке предохранительную трубку, опущенную в высокий цилиндр с жидкостью (рис. 272). Эта жидкость (например, раствор щелочи) может служить и для поглощения избытка газа по окончании опыта. На дно сосуда, кроме поглощающей жидкости, иногда наливают 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.

Сосуд прибора с воронкой должен иметь широкое горлышко, чтобы в пробке, которую в него вставляют, можно было свободно сделать два отверстия (рис. 273). С другой стороны, горлышко сосуда не должно быть слишком широкое, так как корковые пробки большого диаметра, как уже было сказано выше (стр. 137), не бывают такого хорошего качества, как маленькие, и их труднее подогнать. Чтобы не применять больших пробок, употребляют двугорлые склянки (рис. 267, 2), в которые обе трубки вставляют на маленьких пробках.

Узкогорлую склянку можно использовать при устройстве прибора для получения газов, вставив в пробку тройник. В него вставляют воронку, которую соединяют с тройником куском каучуковой трубки. Выделяющийся газ проходит через зазор между тройником и воронкой и выходит через боковую ветвь тройника (рис. 274).

В данных приборах, предназначенных для осуществления взаимодействий между твердым веществом и жидкостью, реакция с выделением газа протекает обычно до полного израсходования по крайней мере одного из исходных продуктов, поэтому они относятся к группе приборов непрерывного действия.

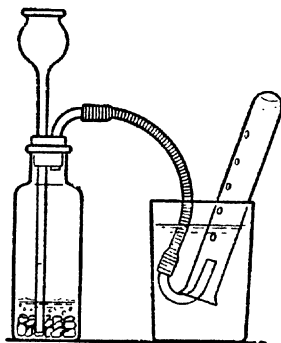


Рис. 273. Приборчик для получения газов.

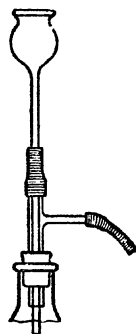


Рис. 274. Применение тройника при устройстве прибора для получения газов.

2. Приборы периодического действия

Приборы, в которых твердое вещество погружают в жидкость

Кроме указанных выше простейших приборов, в которых жидкость приливают к твердому веществу, можно использовать приборы другого типа, в которых, наоборот, твердое вещество погружают в жидкость и на время вынимают из нее. Это имеет то преимущество, что вещества не расходуются в то время, когда прибор не нужен, тогда как в вышеописанных приборах с воронками раз

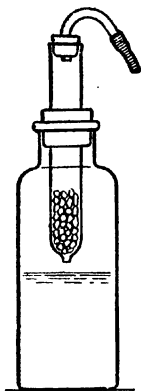


Рис. 275. Прибор с пробиркой для получения газов.

прилитая жидкость уже реагирует с твердым веществом до конца, независимо от того, нужен выделяющийся газ или нет.

На рисунке 275 изображен простейший из вышеуказанных приборов, состоящий из банки с жидкостью и пробирки с веществом. Пробирка держится в пробке, вставленной в горло склянки, и может быть погружена в жидкость. На конце пробирки сделано отверстие таких размеров, чтобы через него не могли проскочить помещенные в пробирку кусочки твердого вещества. На дно пробирки кладут несколько кусков стекла. Через 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. 220), спилив самую нижнюю часть дна (держат напильник перпендикулярно к оси пробирки). Но лучше «продуть» отверстие, нагрев дно пробирки на остром пламени паяльной горелки (стр. 230) или оттянуть конец пробирки и обрезать его. В последнем случае вместо пробирки можно воспользоваться трубкой подходящего диаметра.

Пробка, вставленная в пробирку, должна хорошо держать. Пробка же, в которой укреплен пробирка, наоборот, не должна прилегать слишком плотно к горлышку банки, чтобы жидкость в банке имела сообщение с атмосферой. Можно прорезать в пробке сбоку продольную щель. Если пробирка плохо держится в отверстии пробки и съезжает вниз, ее можно укреплять при помощи небольшого клина из спички и т. п.

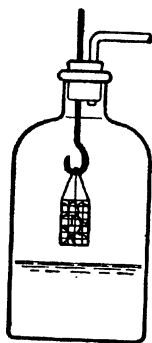


Рис. 276. Прибор с корзиночкой из медной сетки для получения газов.

Вместо пробирки можно воспользоваться сеткой из такого материала, на который не действует жидкость, служащая для получения газа. Например, при получении оксида углерода CO_2 взаимодействием мрамора с разбавленной соляной кислотой берут медную сетку, делают из нее мешочек или корзиночку (рис. 276), которую подвешивают на крючке из проволоки или стеклянной палочки. Крючок можно передвигать в пробке, вставленной в банку с жидкостью. Газ выходит через газоотводную трубку, находящуюся в той же пробке.

Автоматические приборы

Для получения газа взаимодействием жидкости с твердым веществом удобны автоматические приборы, в которых доступ жидкости к твердому ве-

шеству регулируют краном на газоотводной трубке. Это имеет большое преимущество, особенно если требуется ровная струя газа или во время опыта необходимо изменять силу тока газа, а также если газ бывает нужен в определенные промежутки времени. Пока газ не нужен, реакция не идет и вещества не расходуются без надобности.

Простейший небольшой прибор такого рода изображен на рисунке 277. Он отличается от данного на рисунке 275 прибора тем, что снабжен краном или зажимом на каучуке. При закрывании крана образующийся газ вытесняет жидкость из пробирки, и реакция прекращается. Таким образом, для прекращения реакции нет необходимости поднимать пробирку. (В пробке должен быть вырез 1.)

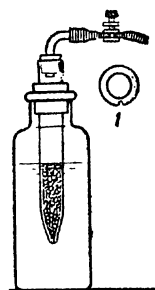


Рис. 277. Автоматический прибор для получения газов.

Чтобы прибор хорошо действовал, конец пробирки с твердым веществом лучше оттянуть подлиннее. Кусочки вещества не должны быть слишком мелкие, чтобы они не проваливались глубоко, в оттянутый конец пробирки, иначе после закрывания крана жидкость будет касаться твердого вещества и газ будет непрерывно выходить из пробирки. Если пробирка хорошо оттянута и куски твердого вещества достаточно крупные, то между твердым веществом и жидкостью будет оставаться слой газа, который и будет препятствовать их соприкосновению, пока прибор не работает.

В нижнюю часть пробирки можно положить куски стекла для лучшего разделения твердого вещества от жидкости в то время, когда кран закрыт. Обычно после закрывания крана некоторое количество газа выходит наружу (пробулькивает), пока идет реакция между твердым веществом и не успевшей стечь с него жидкостью. Если прибор не используют долгое время, пробирку с твердым веществом можно поднять, как в приборе, изображенном на рисунке 275.

Нижнее отверстие пробирки с твердым веществом должно быть достаточно велико (2—3 мм), так как через него во время действия прибора проходят два тока жидкости: вверх — реагирующая жидкость, вниз — более тяжелый раствор, содержащий продукты реакции между жидкостью и твердым веществом (обычно раствор соли).

На рисунке 278 изображен приборчик для получения газов. В одно из колен U-образной трубки в корзиночке из медной сетки помещены кусочки твердого вещества (цинк, мрамор и др.). В трубку наливают разбавленную кислоту. Когда зажим на газоотводной трубке закрыт, жидкость вытесняется в левое колено трубки и реакция прекращается. Открывая зажим больше

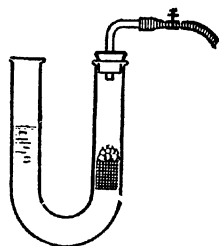


Рис. 278. Упрощенный прибор из U-образной трубки для получения газов.

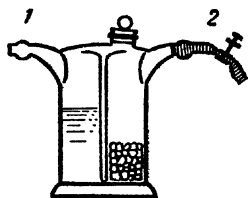


Рис. 279. Слянка Ти-
щенко как прибор для
получения газов.

или меньше, регулируют выход водорода из прибора. Приборчик укрепляют в зажиме штатива или у стойки для пробирок (стр. 67).

В качестве автоматического прибора можно использовать слянку Тищенко (рис. 279). Кусочки твердого вещества должны быть в этом случае достаточно мелки, чтобы они проходили в узкое горлышко слянки. Для наполнения кислотой слянку наклоняют почти горизонтально и кислоту наливают через воронку с узким,

оттянутым и изогнутым концом, который входил бы в боковой отросток слянки. Зажим 2 (рис. 279) при этом должен быть закрыт. Можно также сначала налить в слянку через горлышко кислоту, затем присоединить к отростку 1 слянки каучук, через который ртом высасывать воздух, пока кислота не перейдет в левую половину слянки, после чего зажать каучук (пальцами или зажимом), всыпать через горлышко цинк, вставить в слянку пробку и снять каучук с отростка 1.

Слянку Тищенко следует выбрать с возможно малым отверстием в перегородке. Большое преимущество такого прибора — устойчивость и простота обращения при работе.

Для лабораторных опытов учащихся очень удобны небольшие автоматические приборы, имеющиеся в продаже (рис. 280, 1), а также самодельные — из большой пробирки или широкой стеклянной трубки (рис. 280, 2, 3). Твердое вещество (цинк, мрамор и пр.) помещают в этих приборах на резиновый кружок с вырезами

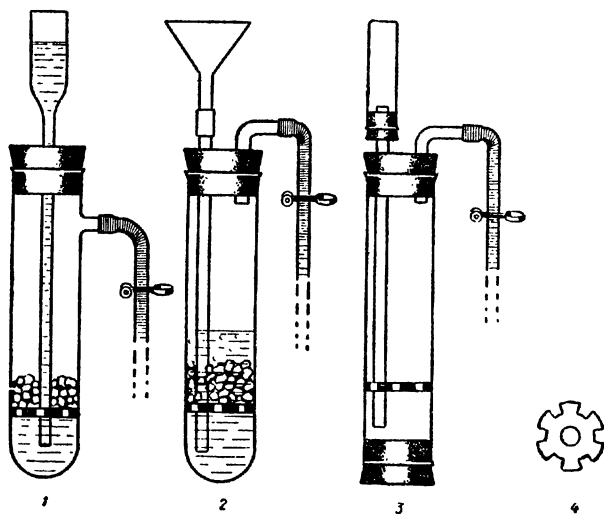


Рис. 280. Автоматические приборы для получения газов.

(рис. 280, 4), надетый на трубку воронки и свободно входящий в пробирку (кусочки твердого вещества не должны проваливаться в вырезы и в зазор между кружком и стенками реакционного сосуда). Жидкость наливают через воронку при открытом (винтовом) зажиме в таком количестве, чтобы слой ее над твердым веществом был высотой 2—3 см. При перекрытии резиновой газоотводной трубки зажимом жидкость давлением газа вытесняется в воронку, стекает с твердого вещества через вырезы в резиновом кружке, и реакция прекращается. Для возобновления ее достаточно открыть зажим.

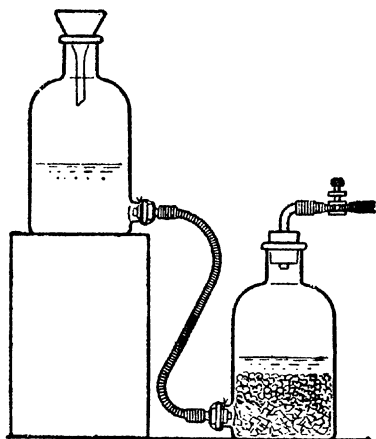


Рис. 281. Прибор Сен-Клер-Девилья.

Все эти приборы употребляют главным образом для получения небольших количеств газов при лабораторных опытах учащихся. Чтобы получать большие количества газа, который выходил бы из прибора сильной струей, пользуются общеизвестными приборами Сен-Клер-Девилья и Киппа.

Прибор Сен-Клер-Девилья изображен на рисунке 281. Он состоит из двух склянок с тубулусами (в 1—4 и более литров), соединенных каучуковой трубкой. В одной склянке находится твердое вещество, в другую наливают жидкость. Склянку с жидкостью помещают выше склянки с твердым веществом, но жидкость попадает к твердому веществу только в том случае, если открыт край или зажим на газоотводной трубке и жидкость может вытеснить из склянки с твердым веществом находящийся в ней газ (при начале работы — воздух). После закрывания крана или зажима образующийся газ вытесняет жидкость обратно в стоящую выше склянку, и реакция прекращается.

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 Сен-Клер-Девилья по сравнению с большинством других приборов для получения газов при взаимодействии жидкости с твердым веществом.

При устройстве прибора Сен-Клер-Девилья на дно склянки, предназначенной для твердого вещества, насыпают сначала слой битого стекла, фарфора, стеклянных бус, крупного гравия, черепков от глиняной посуды и т. п., а затем уже насыпают твердое вещество, участвующее в реакции получения газа. Если твердое вещество помещать прямо на дно склянки, то реакция между ним

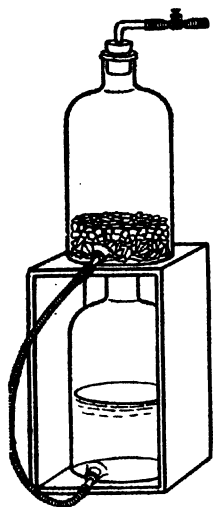


Рис. 282. Прибор Сен-Клер-Девилья на подставке-ящике.

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 имеет еще то преимущество, 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 выделяться 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 соединительную трубку и через слой жидкости в верхней склянке. Газ выходит обыкновенно большими пузырями, что сопровождается сильным бульканьем, отвлекающим внимание учащихся от опыта. Чтобы избежать этого, следует не сразу закрывать кран, а несколько раз приоткрывать его, чтобы выпустить избыток газа, если позволяют условия опыта.

При прохождении пузырей газа через слой жидкости в верхней склянке из нее могут вылетать брызги жидкости, поэтому в склянку с жидкостью вставляют небольшую воронку (рис. 281), которая служит также и для наливания свежей жидкости. Пробки к нижним тубулусам склянок для аппарата Сен-Клер-Девилья должны быть обязательно резиновые, их необходимо привязывать (стр. 267). Длина каучуковой трубки, соединяющей склянки большого объема, 50—60 см, наружный диаметр около 1 см, а толщина стенок 1,5—2 мм. Стекланные трубки, вставленные в нижние пробки и служащие для надевания соединяющего склянки каучука, должны быть хорошо оплавлены, концы их могут выставляться из пробок не более чем на 3—4 см. Соединительную резиновую трубку следует к ним привязать, для чего на концах стекланных трубок желательно сделать небольшие перетяжки, как на соединительных и переходных трубках (стр. 236).

Для регулирования выхода газа применяют стекланный кран, согнув одну из трубок его под прямым углом, но можно удовольствоваться и винтовым зажимом, как на рисунке 281.

Пока прибор не нужен, склянку с кислотой ставят ниже склянки с твердым веществом: прибор в таком положении может храниться долгое время.

Для удобства пользования и хранения полезно сделать для прибора Сен-Клер-Девилья деревянный ящик, открытый с одной стороны (рис. 282). При хранении прибора можно склянку с жид-

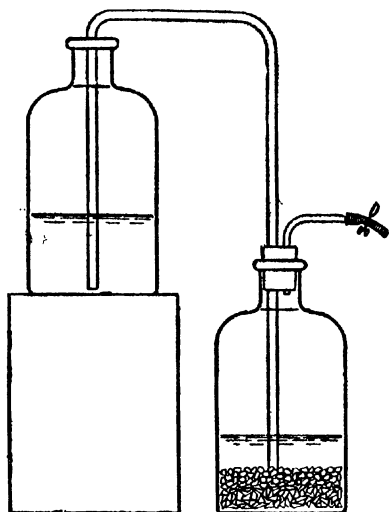


Рис. 283. Упрощенный прибор Сен-Клер-Девилья.

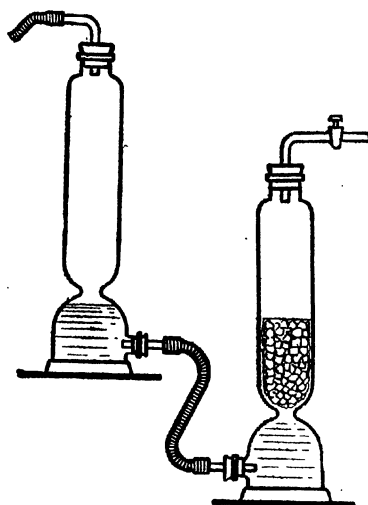


Рис. 284. Прибор из двух колонок.

костью ставить внутрь ящика, а с твердым веществом — наверх. В таком виде прибор занимает мало места.

При снаряжении прибора твердого вещества обыкновенно накладывают побольше, чтобы не приходилось очень часто переснаряжать его. (Но следует иметь в виду, что, чем больше твердого вещества, тем больше будет выделяться газа после закрывания крана.) Жидкости наливают не более половины склянки.

Если образующийся газ горюч, то каждый раз после добавления в прибор твердого вещества вытесняют из прибора весь воздух, чтобы не образовалась взрывчатая смесь (стр. 168).

При отсутствии склянок с тубулусами можно сделать прибор Сен-Клер-Девилья из обычных склянок (бутылок) достаточного объема (рис. 283). В таком приборе жидкость переливается в реакционную склянку с помощью сифонной трубки и вытесняется в верхний сосуд давлением газа при перекрывании газоотводной трубки зажимом.

Небольшой удобный прибор типа аппарата Сен-Клер-Девилья можно изготовить из двух поглотительных колонок. Устройство и действие его понятно из рисунка 284.

Прибор Киппа изображен на рисунках 285 и 286. Он 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 *1* закрыт, жидкость вытесняется в воронку и реакция прекращается (рис. 285). При открывании крана *1* жидкость перетекает в нижний

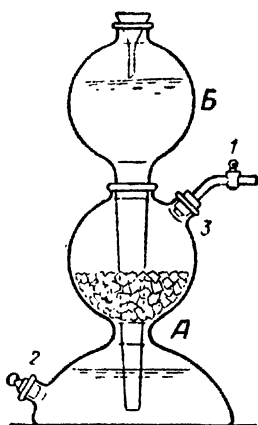


Рис. 285. Прибор Киппа, собранный не в действии.

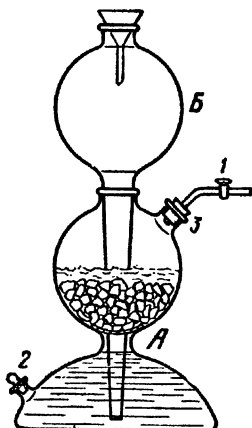


Рис. 286. Прибор Киппа, собранный в действии.

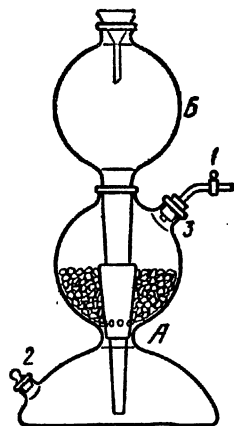


Рис. 287. Прибор Киппа с трубкой внутри (часть твердого вещества, наполняющего прибор, показана удаленной).

сосуд, доходит до твердого вещества, и газ начинает выделяться (рис. 286).

Твердое вещество помещают в средней части сосуда, отделенной от нижней перетяжкой, благодаря чему оно не соприкасается с остающейся на дне прибора жидкостью, когда прибор отключен.

Нижняя часть сосуда в приборе Киппа играет ту же роль, что и пространство между кусками индифферентного вещества в приборе Сен-Клер-Девилья (стр. 263).

Воронка *Б* вставлена в прибор на шлифе, газоотводная трубка *1* с краном или зажимом — на пробке, лучше каучуковой.

Нижний тубулус *2* служит для выливания отработавшей жидкости. Твердое вещество вносят через тубулус *3*.

Чтобы твердое вещество не проваливалось вниз, отверстие между средним шаром и нижней частью прибора 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.

Иногда приборы Киппа делают с соответствующим приспособлением из стекла в виде вставленной в перетяжку сосуда *А* широкой трубки с отверстиями (рис. 287). 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 и через трубку воронки пробулькивает в верхний

шар большими пузырями, вызывая напрасный расход реактивов и разбрызгивание кислоты из отверстия (рекомендуется поэтому всегда держать в верхнем отверстии шара небольшую воронку). Если вставная трубка (рис. 287) имеет очень маленькие или слишком низко расположенные отверстия, то лучше удалить ее совсем, заменив резиновым или пластмассовым кружком, или вставить в отверстие перетяжки свернутую в трубку пластмассовую сетку, из которой обычно делают сейчас прокладки для пластинок свинцовых аккумуляторов.

Прежде чем снаряжать прибор, следует смазать вазелиновой мазью (стр. 143) все шлифованные части. Нижнюю и верхнюю (с краном) пробки необходимо привязать медной проволокой. Очень удобны для этого тонкие электрические многожильные провода в пластмассовой изоляции. Если пробки притертые, то сначала обматывают в 3—4 витка провод у толстого ранта тубулуса, наложив провод так, чтобы остались два одинаковых длинных конца. Эти концы скручивают (рис. 288, 1), перекидывают скрученную часть на головку пробки, охватывая ее проводом с двух сторон (рис. 288, 2), снова скручивают концы и перекидывают провод к ранту тубулуса, охватывая горло его с двух сторон (рис. 288, 3), и опять скручивают концы.

Во избежание потери времени на развязывание и привязывание пробки, что приходится делать при каждой перезарядке, удобнее сделать для нее запор, изображенный на рисунке 289. Для устройства этого запора горло тубулуса обвивают проволокой, на которой делают две петли — одна против другой. В одну петлю вставляют конец длинной медной или лучше алюминиевой пластинки и огибают ее вокруг проволоки так, чтобы полоска могла откидываться на петле, как на шарнире. Пластика должна быть вырезана и выгнута так, как показано на рисунке, чтобы она охватывала пробку с обеих сторон двумя боковыми отростками, оставленными посередине пластинки. Свободный конец пластинки выгибают в виде крючка, который может быть притянут ко второму сделанному на проволоке кольцу при помощи колечка, отрезанного от каучуковой трубки (на рисунке — *P*). Проволоку и пластинку лучше всего взять алюминиевые. Тогда приспособление будет служить много лет. Придется только иногда менять резиновое колечко.

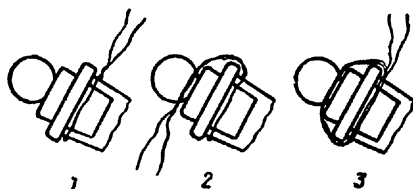


Рис. 288. Привязывание стеклянной пробки.

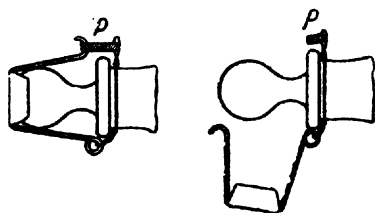


Рис. 289. Запор тубулуса прибора Киппа.

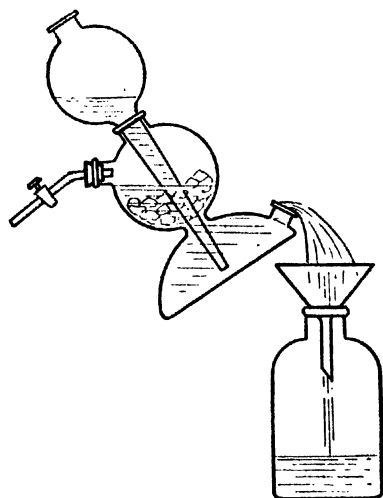


Рис. 290. Выливание жидкости из прибора Киппа.

Вместо стеклянных пробок можно пользоваться резиновыми, они даже удобнее, так как лучше держат. Резиновая пробка также должна быть привязана, для чего можно воспользоваться приемами, показанными на рисунке 288, или применить запор (рис. 289).

При выливании отработавшей 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 верхний кран, а затем пробку нижнего тубулуса (рис. 290).

Если необходимо добавить твердое вещество, то жидкость должна быть вытеснена в верхний шар,

отверстие его плотно закрывают пробкой и, вынув из тубулуса пробку с газоотводной трубкой, добавляют твердое вещество.

При окончании работы с аппаратом Киппа кран *I* закрывают и вся жидкость вытесняется в шар *Б*. Газ еще некоторое время продолжает выделяться за счет жидкости, смачивающей твердое вещество, и пузыри газа начинают выделяться через воронку *Б* и разбрызгивают жидкость из воронки *Б*. Во избежание этого, после того как кран *I* закрыт, следует выждать некоторое время, пока сосуд *А* наполнится газом, выпустить часть газа и снова закрыть кран. Кроме того, чтобы брызги жидкости не могли вылетать из верхнего шара, в нем следует всегда оставлять воронку, через которую наливают жидкость.

Предохранительной воронкой с одним (рис. 267, 4, стр. 256) или двумя шариками для этих целей пользоваться не следует: попавшая в шарик кислота при пробуккивании газа может быть выброшена наружу.

В аппарат Киппа нельзя наливать слишком много жидкости, так как иначе после закрытия крана она может вылиться из воронки. Во избежание порчи стола, на случай если бы жидкость вылилась, прибор Киппа можно поставить на фарфоровый поддонник или тарелку.

Преимущества аппарата Киппа состоят в том, что он надежен в работе, занимает мало места, его удобно переносить, жидкость в нем не приходит в соприкосновение с каучуковыми трубками. Но в нем нельзя получить такого давления газа, как в приборе Сен-Клер-Девилья. Он стоит дорого, и в случае повреждения какой-нибудь из частей прибора весь прибор выходит из строя.

При покупке прибора Киппа его следует внимательно осмотреть. Не следует брать прибор, у которого слишком тонкая или узкая трубка воронки *Б* и если она не доходит до дна.

Вместо приборов Сен-Клен-Девилья и Киппа можно воспользоваться прибором, представляющим комбинацию того и другого (конструкция В. Н. Верховского). Устройство прибора понятно из рисунка 291. Применение его может быть удачным выходом из положения, если шарообразная воронка аппарата Киппа окажется разбитой. Преимущества прибора по сравнению с прибором Киппа заключаются в том, что в нем можно получать значительное давление газа, он не имеет притертых частей и после закрывания зажима (крана), газ не перебрасывается в верхний сосуд, так как для него имеется достаточный по объему резервуар ниже перетяжки.

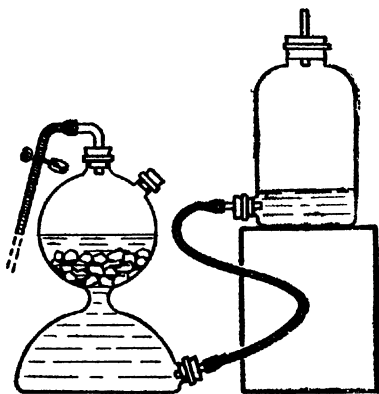


Рис. 291. Комбинированный прибор для получения газов из частей аппаратов Киппа и Сен-Клер-Девилья.

3. Приборы для осушки и очистки газов

Выделяющийся при реакции и выходящий из прибора газ большей частью не бывает вполне чистым. Он может содержать мельчайшие капельки воды, пары или капельки кислот и других жидкостей, служащих для получения газа, а также 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 помещают в соответствующие приборы 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 инертного твердого материала, помещаемые в прибор (стекло, фарфор, пемза и т. п.).

Простейший прибор для жидкостей — промывная склянка — представляет собой склянку, банку, колбу и т. д. с пробкой, в которую вставлены две трубки (рис. 292, 1): одна — длинная, входящая почти до дна сосуда (через нее газ входит), и другая — короткая (через нее газ выходит).

Обычные материальные стеклянные банки для приготовления промывных склянок мало пригодны, так как они имеют слишком узкое горло, и потому в подходящей к ним пробке трудно сделать

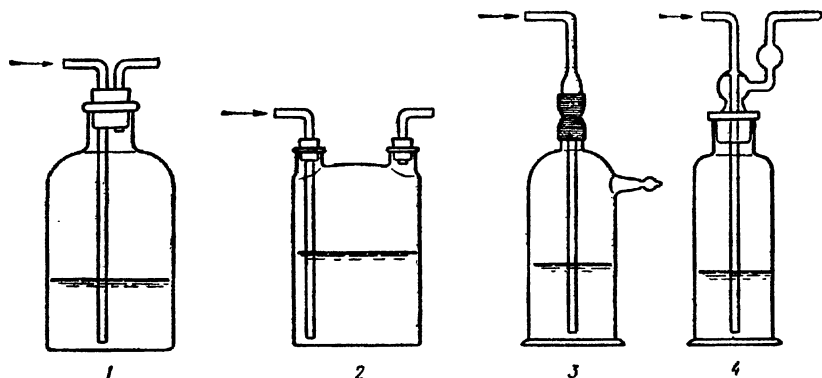


Рис. 292. Промывные склянки.

два отверстия. Банки невыгодны потому, что у них, наоборот, слишком широкое горло, и требуется большая пробка, которая хуже держит, чем маленькая пробка. Удобнее для этих целей двугорлые склянки (рис. 292, 2).

Главный недостаток промывных склянок состоит в том, что в случае уменьшения давления внутри прибора ниже атмосферного жидкость из склянки легко перетягивается (перебрасывается) в соседнюю склянку и даже в реакционный сосуд. Последнее особенно опасно, если реакция получения газа протекает при нагревании или переброшенная из промывной склянки жидкость (например, концентрированная H_2SO_4) может вызвать в сосуде новую реакцию с сильным разогреванием, разбрызгиванием, взрывом.

Указанным недостатком обладают и другие виды промывных склянок (рис. 292, 3, 4).

Наиболее удобной для школьных установок является изображенная на рисунке 293 толстостенная промывная склянка (склянка Тищенко). В принципе отличная от всех, упомянутых выше, она очень устойчива, жидкость в нее легко наливается и не соприкасается ни с чем, кроме стекла. Склянка разделена пополам вертикальной перегородкой, имеющей внизу небольшое отверстие. Если в одно отделение впускать газ, то он вытесняет жидкость в другое отделение и проходит через нее пузырьками. Очевидно, жидкость ни в каком случае не может переброситься. 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 существ-

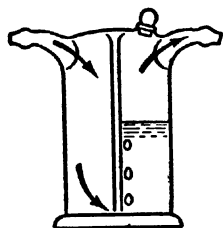


Рис. 293. Промывная склянка Тищенко.

венного значения, и практически 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 250 мл.

Склянки Тищенко могут быть использованы также для других работ: при продувании воздуха через легко испаряющуюся жидкость (например, карбюрирование бензина для горелок, стр. 192, получение смеси паров аммиака или хлороводорода с воздухом и т. д.), как автоматический прибор для получения газов (стр. 262). В случае утери стеклянной пробки от склянки ее можно заменить резиновой. При необходимости заменой склянки Тищенко могут служить U-образные трубки достаточного диаметра, которые также позволяют пропускать газ в обе стороны, а поэтому исключена опасность засасывания и перебрасывания жидкости в другой сосуд (рис. 294). 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.

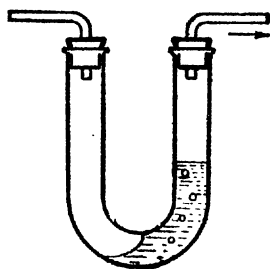


Рис. 294. Применение U-образной трубки для очистки и осушки газов.

Жидкость в промывные склянки наливают не более, чем до $1/2$ высоты, в склянки же Тищенко — до $1/4$, 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 (рис. 292, 4) и притертые пробочки в склянках Тищенко следует всегда смазывать вазелином.

При пропускании газа через промывные склянки нужно следить, чтобы он шел не слишком быстро. Обыкновенно его пускают с такой скоростью, чтобы можно было считать проходящие через жидкость пузырьки.

Для осушки и очистки газов часто пользуются измельченными твердыми веществами, как хлорид кальция, натронная известь, оксид фосфора P_2O_5 и т. п. Эти вещества помещают в приборы, через которые пропускают 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, существующее в нескольких промывных склянках, соединенных последовательно. 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 достаточный объем, газ можно пропускать быстрее.

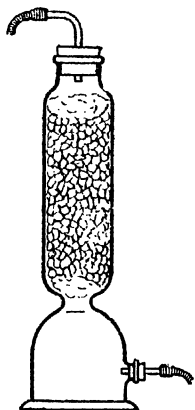


Рис. 295. Колонка для осушки газов.

На практике при сушении газов нередко пользуются и жидкими, и твердыми веществами одновременно, пропуская газ сначала, например, через промывную склянку с серной кислотой, которая поглощает основную часть влаги, а затем через прибор с твердым веществом, которое в этом случае не так быстро расходуется.

Так как серная кислота более полно поглощает влагу, чем хлорид кальция, иногда ею пользуются в тех же приборах, что и для твердых веществ, смачивая кислотой куски стекла, бусы, пемзу и т. п. Благодаря этому получается очень большая поверхность соприкосновения газа с серной кислотой, и он хорошо высушивается. Для очистки газа этим способом можно, конечно, воспользоваться и другой жидкостью или раствором.

Приборы для сушения и очистки газов твердыми веществами устраивают так, чтобы газ проходил через большой слой твердого вещества. Поэтому подобные приборы обыкновенно представляют собой различной длины трубки или цилиндры.

Для демонстрационных опытов очень удобны колонки для осушки газов (рис. 295), которые делают из толстого стекла. При снаряжении колонки сначала подбирают к ней пробки (лучше каучуковые). Затем перетяжку колонки закрывают рыхлым комком ваты (если высушивающее вещество на обыкновенную вату может действовать, то берут асбестовую или стеклянную вату) или закладывают отверстие кусками пемзы, стекла, фарфора или более крупными кусками высушивающего вещества. Вещество насыпают возможно плотно и равномерно, постукивая по колонке сбоку ладонью. Сверху высушивающее вещество прикрывают клочком ваты, чтобы при наклонении прибора оно не попало в газоотводную трубку.

Колонки особенно удобны для сушения газов концентрированной серной кислотой, которой смочены куски твердого вещества, так что избыток кислоты может стекать в нижнюю часть прибора, ниже перетяжки. Для наполнения колонки пользуются разбитой на кусочки пемзой или стеклянными бусами. Пемзу пропитывают кислотой отдельно в фарфоровой чашке при нагревании, чтобы вытеснить из ее пор воздух. Когда пузырьки воздуха перестают подниматься, кислоту сливают и удаляют избыток ее нагреванием (под очень хорошей тягой!), но можно обойтись и без этого. Бусы обливают кислотой прямо в колонке. Прежде чем закрывать колонку пробкой, следует тщательно вытереть кислоту, которая могла остаться на горлышке.

Газ впускают в колонку обычно снизу. Тогда расплывающееся твердое вещество или кислота стекают вниз, а газ, поднимаясь,

встречает более чистое вещество (принцип противотока). Если не очень влажный газ сначала пропускают через промывную склянку, то можно впускать его в колонку и сверху. Такое расположение удобнее, если газ тяжелее воздуха. Направляясь сверху вниз, он скорее вытеснит воздух из колонки.

Колонки бывают разных размеров. Для осушки газов достаточно иметь 2—3 шт. в 20 и 30—35 см высотой. Однако нужно иметь в виду, что такие колонки необходимы для изготовления различных приборов, в том числе и приборов для получения газов (рис. 284, стр. 265) и многих других (см. т. II).

Для твердых веществ (но не для наполнения пемзой и т. п. веществами, смоченными жидкостью) очень удобны склянки Тищенко для сухих веществ (рис. 296), устроенные по тому же принципу, что и промывные склянки — с перегородкой посередине. Склянку закрывают снизу большой пробкой, на которой она стоит. Для наполнения склянки ее переворачивают кверху и, вынув пробку, сначала вкладывают в отводные трубочки по клочку ваты, чтобы в них не попало твердое вещество, затем насыпают вещество и, снова заложив ватой, закрывают. Шлиф должен быть смазан вазелиновой мазью.

Кроме вышеописанных приборов, для осушки и поглощения газов применяют хлоркальциевые трубки с шариком (стр. 345). Их можно иногда ставить перед большими поглотительными приборами, чтобы основная часть влаги и т. п. задерживалась в трубке, которую перезаряжать легче, чем склянки и колонки.

За неимением подходящих приборов для сушения твердыми веществами можно поместить поглощающее твердое вещество в прямую широкую трубку, закрытую с двух сторон пробками с вставленными в них трубочками. Такая трубка может заменить хлоркальциевую. 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. 270), с двумя трубками: одной — доходящей до дна сосуда и другой — короткой (рис. 297).

Вещество насыпают в подобный сосуд не доверху, и прежде чем закрывать пробку, немного выдвигают из нее длинную трубку, чтобы она не упиралась в веществ-

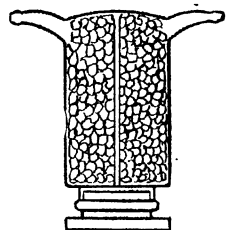


Рис. 296. Склянка Тищенко для сухих веществ.

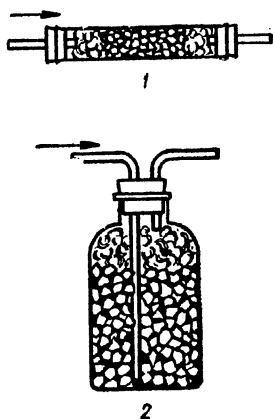


Рис. 297. Простейшие приборы с твердыми веществами для осушки и поглощения газов: 1 — стеклянная трубка; 2 — склянка.

во при вставлении пробки. Затем, вставив пробку, склянку наклоняют или даже переворачивают вверх дном и вдвигают почти до дна длинную трубку.

Твердые вещества для осушки и очистки газов (хлорид кальция, натронная известь) следует применять гранулированные в виде зерен величиной с горошину или немного больше. 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 закрытое многоэтажное сито (рис. 68, стр. 71), разделив твердое вещество по величине зерна на отдельные порции (самый мелкий порошок скопится внизу, крупные куски остаются наверху). Все операции, особенно измельчение веществ в ступке, нужно производить возможно быстрее, чтобы вещество не успело поглотить много влаги (или оксида углерода CO_2) из воздуха. Просеянное вещество и остатки следует сейчас же ссыпать в банки и залить пробки парафином (стр. 153).

Хранить снаряженные приборы для осушки и очистки газов следует тщательно закрытыми, для чего на концы газоотводных трубок надевают обрезки каучуковой трубки, заткнутые стеклянными палочками или запаянными трубочками. Можно также соединить каучуковой трубкой оба отвода сосуда. На приборы наклеивают этикетки с обозначением, какое в них находится вещество и когда прибор снаряжен.

Насколько часто нужно переснаряжать приборы, сказать трудно, но если ставят 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 отметить первоначальный уровень) увеличится; хлорид кальция и т. п. — когда слой, ближайший к входному отверстию, начнет расплываться. Переснаряжая приборы, можно в целях экономии воспользоваться и бывшим в употреблении веществом. Для этого берут часть вещества, лежавшую ближе к выходному отверстию. Во вновь снаряженном приборе бывшее в употреблении вещество помещают ближе к тому отверстию, через которое газ входит.

При удалении отработавших хлорида кальция или натронной извести нет надобности 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 осушки различных газов во избежание загрязнений, а иногда это может привести к несчастным случаям, например при осушке водорода и кислорода (стр. 168).

4. Приборы для собирания и хранения газов

Собирание и хранение газа над водой

Для собирания газа над водой при демонстрационных опытах необходимо иметь какой-нибудь большой сосуд или пневматическую ванну. Для демонстрационных опытов сосуд этот должен быть непременно стеклянный, не металлический, чтобы учащиеся могли хорошо видеть опыт.

Ванну нужно иметь из цельного стекла (рис. 298), удобен размер 18×40 см, но можно обойтись ванной и меньших размеров, например 15×30 см.

Широко применяют в качестве пневматических ванн стеклянные конические чашки и толстостенные кристаллизаторы достаточных размеров (рис. 122, стр. 119), а для лабораторных опытов — стаканы и бокалы (стр. 259).

В ванне обычно находится висячий мостик для помещения наполняемых сосудов. Отверстия в мостике не должны быть очень маленькие. Если мостик металлический, то желательно снизу, под отверстиями, припаять небольшие раструбы, чтобы пузыри газа не проскакивали мимо отверстия. Вместо обычного мостика можно поставить на дно сосуда нечто вроде скамейки (рис. 299), выгнутой из куса алюминиевой, медной или хотя бы жестяной пластинки. Полукруглые вырезы в отогнутых книзу частях мостика придают ему устойчивость. Можно воспользоваться крышкой от жестянки, обрезанной консервной банкой и т. п., сделав в ней отверстие сверху и выемку для ввода трубки сбоку. Преимущество такой подставки заключается в том, что газоотводную трубку не надо загибать кверху.

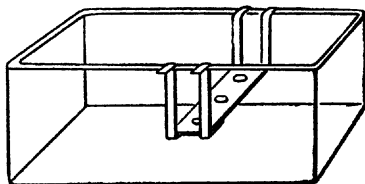


Рис. 298. Пневматическая ванна.



Рис. 300. Мостик-подставка из пробки.



Рис. 299. Мостики жестяные.

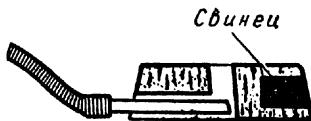


Рис. 301. Мостик-подставка из пробки (разрез).
свинец

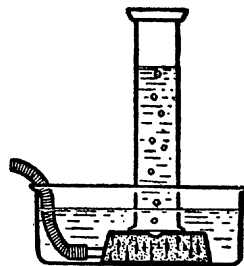


Рис. 302. Собирание газа с использованием мостика-подставки из пробки.

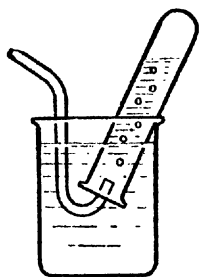


Рис. 303. Наполнение газом пробирки в стакане.

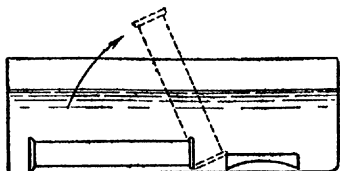


Рис. 304. Наполнение цилиндра водой в ванне.

Можно устроить очень удобную подставку-мостик из большой плоской пробки, утяжеленной свинцом. Для этого в нижней части пробки делают вырез перпендикулярно просверленному вертикальному отверстию в центре (рис. 300—302). В этот вырез вкладывают газоотводную стеклянную трубку, конец которой оказывается при этом как раз напротив вертикального отверстия трубки.

Небольшое количество газов можно собирать над водой в пробирку, погруженную в наполненный водой стакан (или бокал), играющий роль пневматической ванны (рис. 303).

Для соби́рания значительных количеств газов пользуются обыкновенно особыми цилиндрами с отшлифованным краем, чтобы их можно было закрывать стеклянными пластинками. Цилиндры следует иметь разных размеров, например по несколько штук высотой 15 см, диаметром 2,5 см, а также 15×4 см, 20×3 см, 25×4 см, 30×5 см и 35×6 см.

Для наполнения водой цилиндр, если он помещается в пневматической ванне, проще всего положить в воду и затем повернуть, не приподнимая отверстия из воды (рис. 304). Если же цилиндр 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 вверх, если легче — пластинкой книзу.

Пластинки к цилиндрам (стр. 210) должны быть всегда в запасе. Перед уроком их следует класть около каждого цилиндра. Нет необходимости, чтобы пластинки были круглые и особенно тщательно шлифованные; можно пользоваться и четырехугольными пластинками матового стекла, которые легко изготовить (стр. 210). Если пластинки достаточно правильные и опыт с газом производят вскоре после того, как его собрали, то смазывать их ничем не надо. Остающаяся на шлифе вода достаточно хорошо запирает газ. Если же после соби́рания газа он должен довольно долго стоять в цилиндре, то лучше смазать шлиф вазелиновой мазью (стр. 143). Стеклянные пластинки можно заменить кружочками картона, хорошо проваренными в парафине.

За неимением цилиндров для соби́рания газов можно пользо-

ваться банками, склянками, молочными бутылками и т. д. Их удобнее закрывать картонными пластинками. Если же желательнее воспользоваться стеклянными пластинками, то край горла у этих сосудов нужно отшлифовать (стр. 211).

При собирании газов, получаемых при нагревании, или газов, при получении которых выделяется теплота, нужно по окончании опыта сейчас же вынимать конец газоотводной трубки из воды, так как при охлаждении прибора в него может втянуть воду из пневматической ванны, и прибор может дать трещину.

Собирание и хранение газа в газометре

Если полученный газ, не растворяющийся в воде, надо сохранять и расходовать по частям, то его собирают в стеклянный газометр (рис. 305). Он состоит из сосуда для собирания и хранения газа и воронки с жидкостью, обычно служащей для вытеснения газа через трубку верхнего тубулуса сосуда.

Перед наполнением газометра все краны и шлиф воронки смазывают вазелином, нижний тубулус закрывают пробкой и в газометр наливают воду почти до верхнего тубулуса. Можно наливать воду, вынув воронку газометра, через обычную воронку, вставленную в горло сосуда (рис. 306). После того как вода налита до нужного уровня, вставляют воронку газометра при открытом кране, наливают в нее небольшое количество воды (при этом кран газоотводной трубки на верхнем тубулусе должен быть закрыт), после чего открывают кран на газоотводной трубке и немедленно вдвывают в нее воздух (можно вдвуть воздух ртом, через резиновую трубку, надетую на газоотводную), создавая внутри газометра повышенное давление. При этом вода поднимается в трубке воронки и вытесняет оставшийся в ней воздух (рис. 307). Эта операция при заполнении газометра водой обязательна, так как если в трубке воронки остается воздух, то собранный в газометр газ будет находиться под меньшим давлением. Пузырь воздуха, оставшийся выше уровня воды в газометре, также необходимо удалить. Для этого наклоняют газометр в сторону, противоположную направлению газоотводной трубки, осторожно открывают ее кран (при открытом кране воронки), поступающая из воронки вода вытесняет воздух наружу (рис. 308). При этом надо следить, чтобы вода не попала в газоотводную трубку (своевременно закрыть на ней кран).

Можно удалять оставшийся в верхней части газометра воздух, осторожно приподнимая во-

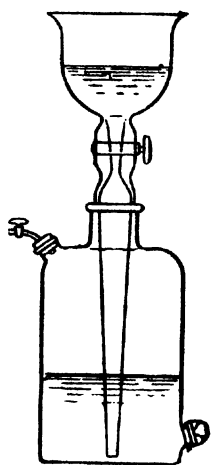


Рис. 305. Стеклянный газометр.

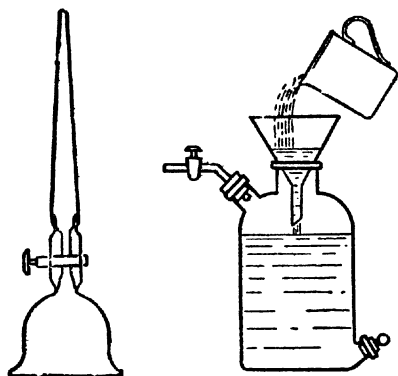


Рис. 306. Наливание воды в газометр.

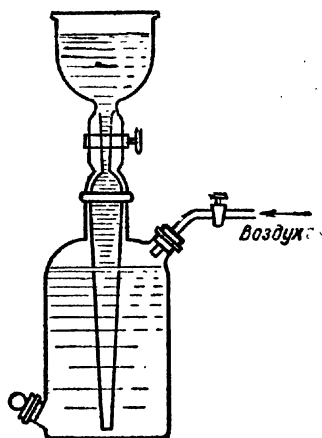


Рис. 307. Вытеснение воздуха из трубки воронки газометра.

ронку (при открытом кране), но это менее удобно и, кроме того, в этом случае вода может попасть на шлифованные части.

Воду для заполнения газометра следует выдерживать в течение суток при комнатной температуре, чтобы удалить избыток растворенного в ней воздуха. Выделившийся из свежей холодной (например, водопроводной) воды воздух загрязняет газ в газометре и может сделать его непригодным для некоторых опытов (см. т. II).

После того как газометр наполнен водой, закрывают все краны и, поместив газометр на краю стола над раковиной или над ведром,

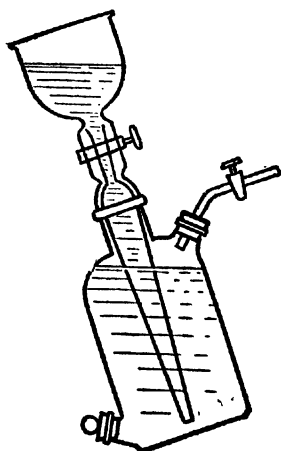


Рис. 308. Удаление пузыря воздуха из верхней части газометра.

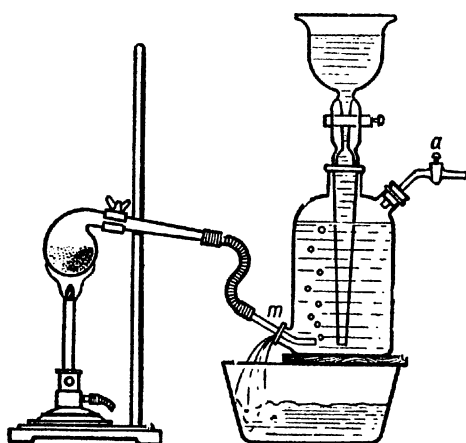


Рис. 309. Наполнение газометра.

открывают нижний тубулус (если все краны хорошо притерты и смазаны, вода не выливается из газометра) и вводят в него трубку, по которой идет газ (рис. 309). Газ вытесняет воду через тубулус. Как только вода перестанет вытекать из газометра, трубку немедленно вынимают и закрывают тубулус пробкой. При наполнении газометра воздухом открывают кран *a* и выпускают воду через нижний тубулус.

Если после открывания тубулуса вода вытекает из него при закрытых кранах, 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 смазать краны. Если это не поможет, необходимо внимательно осмотреть остальные части газометра.

Иногда обнаружить дефект бывает трудно. Обычно начинают с того, что выливают из газометра воду и, наполнив водой воронку доверху, открывают кран и наблюдают, не слышен ли свист выходящего воздуха. Затем можно смочить места соединений деталей прибора мыльной водой и понаблюдать, не проходят ли через них пузырьки воздуха.

Пробку нижнего тубулуса стеклянного газометра следует привязывать, а еще лучше делать к ней такой же запор, как для аппарата Киппа (стр. 267). Таким же образом полезно укрепить при помощи двух резиновых колечек и газоотводную трубку в верхнем тубулусе газометра, если она вставлена в тубулус на шлифе, а не на каучуковой трубке. На краны газоотводной трубки и воронки нужно надеть резиновые колечки (отрезать от широких каучуковых трубок), охватывающие шейку крана и трубку. Такие колечки предохраняют краны от случайного выпадения, при котором они могут разбиться, что особенно опасно для верхнего крана, так как подобрать новый кран к воронке практически невозможно.

Чтобы вода при наполнении газометра газом стекала в подставленный сосуд (ведро и т. п.) или раковину и не подтекала по поверхности тубулуса под газометр, на нижний тубулус надевают сложенный желтком лист бумаги. Сильного тока газа при наполнении газометра следует избегать.

При хранении газа в газометре необходимо открывать верхний кран воронки, чтобы газ был под давлением и в газометр не мог проникнуть воздух. Кроме того, на газометр необходимо наклеить этикетку, на которой указано, какой газ в нем содержится.

В школьной лаборатории никогда не следует собирать в газометр водород, ацетилен, так как они в смеси с воздухом, а особенно с кислородом дают крайне опасный взрыв. Если по необходимости придется наполнять газометр каким-либо другим газом, кроме кислорода (даже азотом или смесью азота с водородом, см. т. II), или собирать в него небольшие количества метана, то, вытеснив полностью ранее находившийся в газометре газ, нужно наполнить его хорошо прокипяченной охлажденной до комнатной темпера-

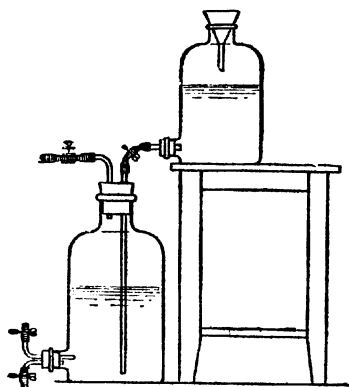


Рис. 310. Упрощенный газометр.

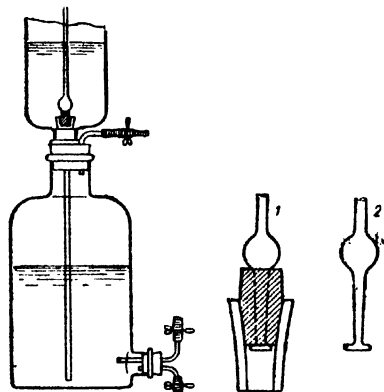


Рис. 311. Газометр с воронкой из бутылки.

туры (но не долго стоявшей) водой и такую же воду наливает в воронку. Сколько-нибудь продолжительное время хранить такие газы в газометре не следует. По окончании соответствующего опыта остаток газа или смеси газов нужно немедленно полностью вытеснить из газометра водой, затем воду из газометра вылить, так как в ней может быть растворен находившийся в газометре газ, который при последующем наполнении газометра кислородом может выделиться из воды и образовать с ним взрывчатую смесь. Хранить в газометре в течение продолжительного времени можно только воздух, кислород, азот, т. е. негорючие газы. Перед каждым наполнением газометра воду в нем меняют.

Газометр никогда не следует оставлять с водой на долгое время, особенно в помещении, где вода может замерзнуть.

В школьном кабинете желательно иметь по крайней мере два газометра: на 8 и 15—20 л.

При необходимости стеклянный газометр можно заменить двумя склянками с тубулусами, одну из которых помещают выше другой на полке, табурете и т. п. Тубулус нижней склянки снабжен пробкой с двумя трубками, как показано на рисунке 310. Через верхнюю трубку газометр наполняют газом, через нижнюю при этом вытекает вода. Последняя трубка должна быть широкая. (Остальное понятно из рисунка.)

На рисунке 311 изображен самодельный газометр, который не менее удобен, чем стеклянные газометры. На трубку, доходящую до дна склянки, при помощи пробки надета обрезанная склянка. Конец трубки несколько расширен. Расширенный конец трубки запирается при помощи куска толстостенного каучука, надетого на стеклянную палочку (рис. 311, 1). Форма палочки показана на рисунке 311, 2. Если нет возможности сделать такую палочку, то ее можно выстрогать из дерева. Место соединения двух склянок для прочности заливают гипсом. (Остальное понятно из рисунка.)

Собирание газа вытеснением воздуха

Газы, которые хорошо растворяются в воде (аммиак, хлороводород и т. п.), обыкновенно собирают вытеснением воздуха. При собирании газов вытеснением воздуха сильную струю газа впускают в открытый сосуд, причем газоотводная трубка должна доходить почти до дна посуды для собирания газа. Если газ приблизительно той же плотности, что и воздух, или тяжелее его, то сосуд ставят отверстием вверх, если же газ легче воздуха — отверстием вниз (рис. 312 и 313).

Приводящая газ трубка не должна быть очень тонкой, так как при поступлении газа сильной струей он больше перемешивается с воздухом (желательна трубка с расширенным концом, как на рисунке 313).



Рис. 312. Собирание газа вытеснением воздуха (газ легче воздуха).

Обращение с горючими газами

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 от прибора горелке или лампочке и, отняв палец, быстро внести отверстие пробирки в пламя.

Собирать для опытов и особенно зажигать газ можно лишь после того, как он 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.

Пробу на чистоту необходимо всегда неизменно и педантично выполнять при опытах со всеми горючими газами и притом не только с первыми порциями получаемого газа, но и после каждого перерыва в пользовании автоматическим прибором.

Необходимо помнить, что малейшая неосторожность может повлечь за собой непоправимое несчастье.

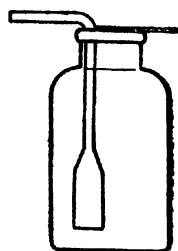


Рис. 313. Собирание газа вытеснением воздуха (газ тяжелее воздуха).

Глава VIII.

ЛАБОРАТОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Как бы не было скромно хозяйство школьной лаборатории, необходимо с самого начала установить в нем определенный порядок. Только в таком случае оно не потребует дополнительных хлопот и не будет отнимать у учителя лишнего времени.

В кабинете должны быть две книги учета оборудования: инвентарная и материальная. В инвентарную книгу, которая должна быть пронумерована и прошнурована, вносят все предметы, не подлежащие быстрому износу и расходованию: мебель, весы, газометры, штативы, горелки, приборы, модели, коллекции, таблицы, крупные инструменты и т. п. Материалы, посуду, мелкие инструменты, реактивы вносят в материальную книгу.

Внесенные в инвентарь предметы следует сохранять до проверки даже в тех случаях, когда они испорчены и непригодны. Списать их можно только с составлением акта комиссией при инвентаризации. Все заказы на оборудование, наглядные пособия, реактивы вписывают 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. Ко всем более или менее сложным приборам фабричного изготовления обычно прилагаются паспорта, чертежи, описания, инструкции к пользованию. Для подшивки документов необходимо иметь отдельную папку, иначе их легко потерять.

Для записи недостающих веществ, пособий, 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 этой тетради легко составить список предметов и материалов, которые нужно приобрести. При заказах следует руководствоваться каталогами и списками того учреждения, которому дается заказ.

Для поддержания порядка и чистоты в кабинете и лаборантской очень важно соблюдать определенный порядок и в работе.

После окончания урока лучше всего сейчас же сгруппировать все предметы на демонстрационном столе: что нужно вымыть, что оставить до следующего урока, что поставить в шкаф, чтобы лаборант мог сразу же привести все в порядок. Следует указать, какие приборы после мытья должны остаться в собранном виде, какие вещества нельзя выбрасывать в канализацию, как уничтожить опасные вещества и т. п. В лаборантской также следует отвести особое место для грязной посуды (о хранении реактивов см. стр. 151). Уходя из химического кабинета, необходимо проверить, закрыты ли все газовые и водяные краны, не оставлен ли где-нибудь огонь, открытая склянка с реактивом и т. п.

В конце учебного года в лаборатории проверяют имущество, посылают заказы, составляют требования на ремонт, приводят в полный порядок кабинет и лаборантскую: пол, столы и мебель моют, протирают, применяя доступные синтетические средства, мастики (можно пользоваться также керосином, чистым скипидаром или олифой, смешанными с водой).

Все приборы и посуду моют и расставляют на места, штативы и т. п. чистят и красят, осматривают притертые и залитые пробки у реактивов, банки с летучими веществами ставят по возможности в тень, опасные вещества запирают в особый шкаф и т. д. Приборы, посуду, склянки с растворами, оставляемые на столах, на шкафах, следует накрыть от пыли полиэтиленовой пленкой. Шкафы с реактивами не только запирают, но и печатают.

К началу учебного года следует приготовить необходимые растворы, переменить, где нужно, этикетки, рассортировать и расставить по местам новое оборудование и реактивы.

Ниже даны некоторые рецепты и советы, которыми может руководствоваться учитель при работе в школьном кабинете.

Паяние

Одной из важных вспомогательных операций при изготовлении различных приборов, особенно приборов для опытов с электрическим током, является лужение и пайка. Приходится опаять концы проводов, припаивать проводники к электродам, спаивать провода и пластинки, а иногда запаивать небольшие отверстия в металлической посуде.

Выше (стр. 77) было указано, как можно паять при помощи тиноля. Тиноль удобен только для самых мелких поделок, при более же значительных работах применяют при пайке олово или оловянный припой, состоящий из 2 частей олова и 1 части свинца. Припой продают готовым, но его легко можно приготовить сплавлением чистых олова и свинца. Для этого в железной чашке расплавляют сначала свинец, а затем к нему прибавляют олово. Когда смесь расплавится, сплав тщательно перемешивают и затем переносят в сделанный в доске желобок или в согнутый под углом кусок железного листа. Как металлы, так и форма должны быть совер-

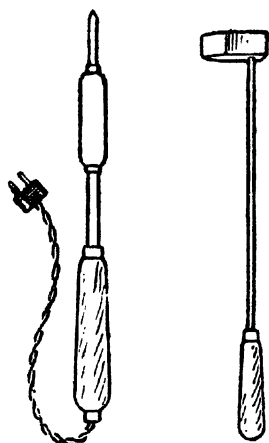


Рис. 314. Паяльники:
1 — электрический; 2 — обычный.

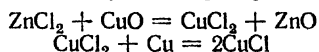
шенно сухие, так как иначе при вылипании происходит разбрызгивание сплава, который может причинить серьезные ожоги.

При пайке для разогревания припоя и спаиваемых поверхностей пользуются паяльником. На рисунке 314 изображены электрический паяльник 1 и простой паяльник 2, 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. 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.

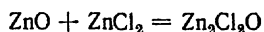
Очистку производят напильником, наждачной бумагой, ножом и т. п. Чистить металл нужно до полного блеска, чтобы не оставалось и следов оксидов или грязи. При пайке оловом или оловянным припоем в качестве вещества, растворяющего оксиды металлов и очищающего их поверхность при нагревании, применяют обыкновенно хлорид цинка¹, который получают взаимодействием цинка с соляной кислотой (концентрированную кислоту разбавить одной частью воды) или порошка оксида цинка с соляной кислотой до прекращения реакции. К полученному «паяльному раствору» (его называют иногда «травленая кислота») прибавляют нашатырь (на 3 части взятого цинка берут 2 части NH_4Cl), но можно этого и не делать. Проще всего пользоваться готовым хлоридом цинка. (В 100 мл воды растворяют 4 г хлорида цинка и 15 г нашатыря.)

Чтобы олово пристало к нагретому паяльнику, очищенный заостренный конец его опускают на несколько секунд в паяльный

¹ При взаимодействии оксидов с хлоридом цинка образуются хлориды металлов, которые, как известно, летучи. Например:



CuCl улетучивается; оксид цинка реагирует с хлоридом цинка, образуя хлороксид цинка:



Хлороксид 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 нагретые поверхности.

раствор, а затем прикасаются острым концом к порошку нашатыря¹. Очищенным таким образом паяльником прикасаются к кусочкам олова или припоя, которые при этом плавятся и в расплавленном виде пристаю к паяльнику. Не давая паяльнику остыть, концом его медленно проводят по спаиваемому месту, смоченному предварительно паяльным раствором (наносить паяльный раствор можно при помощи лучинки или перышка).

Паяльник должен быть нагрет достаточно сильно, но не докрасна, так как при красном калении окисляется покрывающий конец паяльника припой и паяльник придется снова чистить и лудить. Чем больше паяльник, тем, очевидно, он дольше не остывает, но тем труднее его нагреть. 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 залуживают.

Спаиваемые части должны быть плотно прижаты друг к другу при помощи тисков, щипцов, проволоки и т. п. Небольшие кусочки можно прижимать острым концом напильника или деревянной палочкой. Если между спаиваемыми поверхностями остаются местами значительные промежутки, более 0,5 мм, то их не всегда можно закрыть припоем. Для нанесения большого слоя олова можно во время пайки прижимать время от времени к концу паяльника палочку припоя или накладывать кусочек припоя на спаиваемое место.

Небольшие детали можно спаивать оловом и без паяльника. Спаиваемое место смазывают паяльной жидкостью, на него накладывают кусочки припоя (палочку припоя можно расплющить 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 деталь нагревают на горелке или на спиртовой лампочке.

Спаянные детали следует сейчас же промыть водой (под краном). Нет надобности ожидать, пока они остынут. Если на спае останется паяльная жидкость, металл может потом от этого ржаветь.

Вышеописанным способом можно паять все обычные металлы, за исключением алюминия, который из-за прочной пленки оксида, 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 сей-

¹ NH_4Cl диссоциирует при высокой температуре на NH_3 и HCl . Образующийся HCl дает с оксидом меди $CuCl_2$, последний с медью дает $CuCl$, который улетучивается.

час 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 винном спирте, можно припаивать обычным способом проводники, накладывать заплатки из жести, меди или латуни. При соединении алюминия с алюминием обе спаиваемые поверхности должны быть залужены, как указано выше.

В качестве припоя можно применять чистое олово или припой следующего состава: 1) 1,5 мас. ч. олова, 1 мас. ч. свинца; 2) 2 мас. ч. олова, 1 мас. ч. свинца.

Вместо хлорида цинка можно употребить 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 хлорид цинка.

Очень легкоплавкий припой (темп. пл. 124 °С) получается из сплава равных частей олова, свинца и висмута.

Приготовление индикаторов

Приготовление раствора лакмуса. Натуральным растительным лакмусом в настоящее время пользуются редко. Вместо него применяют синтетический краситель лакмоид¹ (резорциновый синий), изменяющий окраску при действии кислот на красную и при действии щелочей на синюю почти при тех же значениях рН, что и естественный лакмус (в интервале от 4 до 6,4). Лакмоид в воде растворяется плохо, для приготовления раствора его обычно переводят в натриевую соль. Для этого 0,1 г порошка лакмоида растирают с 3,7 мл 0,05 н. раствора едкого натра и разбавляют водой до 250 мл. Полученный синий раствор подкисляют (в 0,05 н. растворе серной или соляной кислоты смачивают кончик стеклянной палочки и взбалтывают ею раствор лакмоида) до получения фиолетовой окраски. Проще приготовить раствор лакмоида растворением 0,1—0,2 г порошка в 100 мл 50-процентного раствора этилового спирта. В спирте или ацетоне можно приготовить и более концентрированные растворы, которых к испытываемому раствору кислоты или щелочи достаточно приливать по 1—2 капли.

Если имеется уже готовая натриевая соль лакмоида (это должно быть указано на этикетке или в инструкции по применению), то водный раствор индикатора готовят непосредственно, растворяя порошок в воде из расчета 0,1 г на 100—250 мл воды.

Приготовление лакмусовой бумаги. Концентрированный раствор лакмоида, окрашенный в красный (осторожным прибавлением небольшого количества разбавленной кислоты) или синий (прибавлением с той же предосторожностью разбавленного раствора

¹ Л а к м о и д — смесь нескольких красителей типа индофенолов с преобладанием красителя состава $C_{12}H_9O_3N$, получаемого из резорцина.

щелочи) цвет, наливают в плоскую ванну (кристаллизатор, фото-графическая кювета) и куски тонкой, но плотной белой фильтровальной бумаги, нарезанные по ширине сосуда, проводят через жидкость, чтобы она их смочила. Дав стечь избытку жидкости, бумагу вешают на протянутую через комнату нитку так, чтобы каждый кусок висел отдельно, не касаясь соседнего. Каждый кусок перегибают для этого не пополам, а лишь настолько, чтобы он держался на нитке. Чтобы бумага была окрашена равномерно, накапливающиеся на нижнем краю бумаги капли раствора время от времени снимают в подставленную кювету, проводя по краю бумаги стеклянной палочкой.

Сушку бумаги лучше всего производить не в кабинете, где всегда могут быть кислые пары, а в какой-нибудь другой комнате. Если же бумага сушится в кабинете, то это следует делать в такое время, когда там не производится никаких работ. Пол под высушиваемой бумагой лучше покрыть старыми газетами. Нельзя сушить лакмусовую бумагу на солнце, так как она от этого выгорает.

Сухую лакмусовую бумагу нарезают узкими полосками и хранят в плотно закрытых стеклянных банках. Если при длительном хранении синяя лакмусовая бумага от постепенного действия кислых паров заметно порозовела, ее снова можно сделать синей, подержав у открытого отверстия склянки с концентрированным раствором аммиака. Синюю лакмусовую бумажку можно сделать красной, подержав ее некоторое время в парах концентрированной (ледяной) уксусной кислоты.

Нейтральную лакмусовую бумагу готовят пропитыванием фильтровальной бумаги раствором 1,25 г лакмоида в 100 мл дистиллированной воды, подкисленным фосфорной кислотой до фиолетового окрашивания. Цвет бумаги — бледно-сиреневый, от щелочей она синеет, от кислот краснеет.

Приготовление раствора фенолфталеина. 0,1—0,2 г порошка фенолфталеина растворяют в 100 мл 90-процентного раствора этилового спирта. Растворимость фенолфталеина в спирте составляет при комнатной температуре 20 г на 100 мл растворителя, более концентрированные растворы его готовить не следует, так как фенолфталеин в воде растворяется плохо (всего 0,2 г на 100 мл воды) и при приливании к испытуемому водному раствору может появиться помутнение, отвлекая внимание учащихся от основного явления (особенно при испытании кислых растворов, в которых данный индикатор остается бесцветным).

Для приготовления фенолфталеиновой бумаги растворяют в 100 мл спирта около 2 г фенолфталеина. Полученным раствором пропитывают фильтровальную бумагу и после высушивания разрезают ее на узкие полоски, которые сохраняют в банке с корковой пробкой или полиэтиленовой крышкой.

При отсутствии фенолфталеина можно для приготовления раствора индикатора использовать пурген в таблетках, содержащих фенолфталеин, смешанный с сахаром.

Приготовление раствора метилового оранжевого. В 100 мл воды растворяют 0,2 г порошка метилового оранжевого (иногда его продают в виде оранжево-желтых кристаллических чешуек). В спирте этот индикатор не растворяется.

Приготовление раствора красителя конго. 0,2 г темно-красного порошка красителя конго растворяют в 100 мл воды (при легком подогревании). Цвет раствора ярко-красный, от прибавления капли уксусной кислоты и других слабых органических кислот он становится фиолетовым, в растворах щелочей имеет красный цвет, в растворах минеральных кислот — синий (изменение окраски — от сине-фиолетовой до красной в интервале рН от 3 до 5,2). При приливании значительного количества красного раствора конго к растворам сильных кислот выпадает синий осадок.

Индикаторную бумагу готовят пропитыванием раствором конго фильтровальной бумаги с последующим высушиванием. Нарезанные полоски бумаги хранят в стеклянной банке или картонной коробке, оберегая их от действия кислотных паров.

Приготовление универсального индикатора. Рецептов приготовления универсальных индикаторов общего и специального (например, для определения кислотности почвы и т. д.) назначения известно много. Их изготавливают смешиванием разных индикаторов и применяют для колориметрического определения по изменению окраски рН растворов в пределах от 0 до 14 или в более узких интервалах. Одним из самых распространенных является универсальный индикатор ЗИВ-1 производства Рижского завода «Реагент». Его продают в комплекте с набором индикаторов в ампулах (в комплект входят фенолфталеин, метиловый оранжевый, метиловый фиолетовый, феноловый красный и другие).

Содержание ампулы с универсальным индикатором растворяют в 100 мл 70-процентного раствора этилового спирта. Изменение окраски (в пределах от 2 до 10 рН) дает широкий диапазон цветов:

рН	Цвет
2	красно-розовый
3	красно-оранжевый
4	оранжевый
5	желто-оранжевый
6	лимонно-желтый
7	желто-зеленый
8	зеленый
9	сине-зеленый
10	фиолетовый

Используя концентрированный раствор универсального индикатора, можно приготовить индикаторную бумагу (см. выше).

Приготовление индикаторной иодокрахмальной бумаги. К 150 мл раствора крахмала (приготовление см. ниже) приливают 1—2 мл 5-процентного свежего раствора иодида калия (окраска при этом

не должна изменяться), пропитывают им фильтровальную бумагу и высушивают. Хранят индикаторную бумагу в хорошо закрытой банке темного стекла или обернутой черной бумагой, оберегая от действия окислителей. После длительного хранения (3—4 месяца) бумага не пригодна. При значительно большем прибавлении раствора иодида калия, чем это указано выше, или при прибавлении более концентрированного раствора его к раствору крахмала индикаторная бумага не синее от окислителей, а становится зеленой или коричневой (выделение большого количества иода маскирует синюю окраску).

Приготовление раствора крахмала для индикации. Около 0,5 г растворимого крахмала или обыкновенной крахмальной муки растереть в ступке или чашке (пальцем) с очень небольшим количеством воды, чтобы получилась жидкая кашлица. Эту кашлицу вылить затем в стакан со 150 мл воды, которую предварительно довести до кипения. После этого кипятить еще несколько минут. Раствор получается мутноватый, но фильтровать его не нужно.

Из всех сортов крахмала картофельная мука наиболее подходит для приготовления раствора. Растворимый крахмал, который поступает в продажу, дает с иодом менее характерное окрашивание.

Крахмальный клейстер должен быть приготовлен незадолго до урока или на уроке: через несколько дней он уже не годится.

Для получения раствора крахмала, который может долго сохраняться (годами), к 0,5 л крахмального раствора, приготовленного вышеуказанным способом, прибавляют несколько граммов хлорида цинка. Раствору нужно дать хорошо отстояться в цилиндре или высоком стакане. Когда взвесь осядет, слить прозрачный раствор в склянку.

Приготовление раствора индиго. Для приготовления раствора индиго лучше всего употреблять индигосерноокислый натрий или так называемый индигокармин, который представляет собой густую мазь, легкорастворимую в воде. Можно пользоваться и более чистым индигосерноокислым натрием в виде порошка, также легкорастворимым в воде.

За неимением указанных продуктов можно воспользоваться и обыкновенным индиго, которое растворяется в дымящейся серной кислоте.

Для приготовления раствора индиго на 1 часть порошка (5—10 г) берут 4—6 частей кислоты. Прибавляют его к кислоте постепенно, небольшими порциями, избегая разогревания. Получается довольно густая смесь. Ее хорошо размешивают палочкой и оставляют дня на три при обыкновенной температуре. Затем разбавляют, добавляя 20 и более объемов воды, и фильтруют. Полученный раствор очень крепок, и для употребления его приходится разбавлять. Для получения интенсивно окрашенного раствора достаточно несколько миллилитров этого крепкого раствора на склянку в 250 мл. Слабый раствор при продолжительном хранении постепенно обесцвечивается.

Приготовление раствора фуксина. 0,3 г кислого или основного фуксина (блестящие темно-зеленые кристаллы) растворяют в 100 мл воды при нагревании. От прибавления соляной кислоты раствор становится желтым.

Приготовление раствора флуоресцеина. Около 0,2 г желто-коричневого порошка флуоресцеина растворяют в 100 мл подщелоченной воды. Раствор разбавляют по потребности. От прибавления кислот флуоресценция раствора исчезает, от прибавления щелочей вновь появляется.

Приготовление известковой воды. Известковую воду готовят обыкновенно в большой (на 3—4 л) бутылки. В нее насыпают чистую (лучше свежепогашенную) гашеную известь слоем 3—4 см. Склянку почти доверху заполняют водой и жидкость сильно взбалтывают. Когда раствор через несколько дней отстоится¹, прозрачную жидкость осторожно сливают в чистую склянку (лучше с помощью сифона), а склянку с осадком доливают водой. Если, сливая раствор с осадка, каждый раз не забывать доливать в склянку воды, то в запасе всегда будет отстоявшийся насыщенный раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Хранить известковую воду лучше всего в склянке с подогнанной корковой пробкой. Через каучуковую пробку углекислый газ сравнительно легко диффундирует, и поэтому в данном случае она менее пригодна, чем корковая. Если пользуются притертой стеклянной пробкой, то ее необходимо смазать.

Приготовление замазок и клеев

В настоящее время в промышленности изготовляют большое количество клеев и замазок, которые можно использовать в химических лабораториях для разных целей. Однако самостоятельное изготовление таких вспомогательных материалов может оказаться не только полезным, но и весьма необходимым.

Менделеевская замазка. Для приготовления менделеевской замазки берут на 1000 частей канифоли 250 частей желтого воска, 400 частей безводного оксида железа (краски «мумия») и от 3 до 10 частей растительного 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 (иногда она называется «гарпиус»). Для менделеевской замазки лучше брать светлую канифоль.

Воск берут натуральный, чистый (в крайнем случае, технический).

¹ Если известковая вода нужна срочно, то, конечно, можно и отфильтровать раствор, но он будет далеко не насыщенным.

Сухую мумию можно свободно приобрести в специализированных лакокрасочных магазинах. По своему составу и свойствам к ней приближается «железный сурик» — прокаленная натуральная охра. Для замазки химический состав прибавляемого порошка безразличен: можно брать толченую пемзу и другие индифферентные порошки, только перед употреблением нужно прокалить их до темно-красного каления на железном листе или сковороде, чтобы выделить воду и летучие примеси. После прокаливания порошок надо растереть и просеять через мелкое сито: крупные частицы и комочки очень вредят качеству замазки.

Сначала в железной чашке расплавляют воск. Во время приготовления замазки температура может быть очень высокой, 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, помешивая, чтобы он не подгорел, скорее плавился, а не перегревался. Затем прибавляют, помешивая, понемногу канифоль. Если сразу всыпать всю канифоль, то застынет большой комок и не скоро прогреется. Расплавившись, канифоль сильно пенится; поэтому сосуд надо брать просторный, по крайней мере двойной вместимости по сравнению с объемом готовой замазки. Огонь уменьшают, чтобы пена не пошла через край, и продолжают нагревание, пока пена не опадет. После этого прибавляют мумию. Пена снова появляется, но быстро исчезает. Тогда прибавляют масло. Чем больше масла, тем мягче получается замазка. Обыкновенно берут 4 части масла. После его прибавления надо продолжить нагревание и считать работу оконченной лишь тогда, когда совершенно жидкая замазка совсем не дает пены. Тогда дают ей охладиться при помешивании, чтобы порошок не осел на дно, и отливают в плоские коробочки 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 связывают или подклеивают 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 (стр. 71).

Хорошо прогретая замазка плавится без пузырей и хорошо заливает щели.

Замазка, стойкая против кислот и щелочей. В 2 мас. ч. жидкого стекла (силикат натрия) замешивают смесь тонких порошков асбестовой муки (2 мас. ч.) и сульфата бария (1 мас. ч.). Замазка может быть использована для обмазывания металлических трубок, частей стеклянных сосудов как теплоизолятор.

Замазка для аквариума. Сухой цемент смешивают с масляным

лаком и растирают до получения однородной пластической массы, которую используют по назначению.

Замазка для пазов и щелей в деревянных деталях. Расплавляют 1 мас. ч. канифоли и 2 мас. ч. воска, затем всыпают 2 мас. ч. охры и хорошо перемешивают. Для замазывания трещин и щелей в древесине приготавливают также тесто из 1 мас. ч. извести и 2 мас. ч. ржаной муки, которое замешивают на разбавленном растворе силикатного клея.

Водоупорная замазка. Порошок гашеной извести замешивают на рыбьем жире (замазка твердеет в течение суток).

Клей для плексигласа (для склеивания деталей, пластинок из органического стекла и пр.). Стружки, опилки, обрезки плексигласа (их собирают при обработке деталей) растворяют в дихлорэтано (1 : 10), ацетоне или в смеси дихлорэтана с ацетоном до образования однородной массы (нужно не менее 3—4 суток).

Клей для целлофана. 10 мас. ч. крахмала растирают с 10 мас. ч. насыщенного раствора хлорида цинка, подогревают и разводят в 10 частях дистиллированной воды.

Клей для бумаги (типа фотоклея). В 70 мл воды растворяют 8,5 г сахара, 2,5 г квасцов, 50 г декстрина, добавляют 3,5 г раствора тимола (1 : 10), размешивают, нагревают до кипения, пока жидкость не станет прозрачной, после чего разливают ее по банкам.

Клей канифольный для стекла. Канифоли 175 г, воска чистого, желтого 75 г, масла растительного 25 г, гуттаперчи мелко нарезанной 25 г. Гуттаперчу распускают, нагревая в горячей расплавленной канифоли. Прибавляют масло, потом воск. Нагревают, тщательно охраняя массу от пламени (при нагревании непосредственно на огне необходимо покрывать чашку металлической сеткой). При размешивании сплава во время нагревания соблюдать особую осторожность (*огнеопасно!*).

Клей столярный негустеющий. Этот клей всегда готов к употреблению и держит так же крепко, как столярный. Клеит он, помимо древесины и картона, стекло, кость, металл с древесиной, не размокает от масла и керосина. Склеенные вещи сохнут долго. Для приготовления его столярный клей, поступающий в продажу, размачивают в воде до полного разбухания (не ранее, чем через 12 ч). Сливают воду, расплавляют студень на водяной бане, снимают пленку и прибавляют понемногу крепкой уксусной кислоты до тех пор, пока капля, помещенная на стекло, после охлаждения останется жидкой. Выпаривают клей до желаемой густоты и прибавляют крепкого винного спирта (малыми порциями при помешивании). Держат клей закрытым, следя, чтобы клей не попадал на горлышко и не приклеил пробку. Если он загустеет, поставить в горячую воду. Склеенная вещь просыхает через 24 ч.

Клей из желатины. 1. В горячий раствор, содержащий 4 части желатины и 4 части крепкой уксусной кислоты, прибавляют 1 часть спирта и немного квасцов.

2. Распускают 100 частей размоченной в воде желатины в смеси из 50 частей воды и 50 частей глицерина, подогреваемой на водяной бане, затем прибавляют 150 частей спирта и 0,5 части фенола (3-процентный водный раствор). Клей пригоден для наклеивания фотографий, этикеток и пр.

Приготовление крахмального клейстера. 1 мас. ч. крахмала размешивают в 10—15 мас. ч. воды, затем при постоянном помешивании приливают к 100—150 мл кипящей воды, кипятят 2—3 мин и охлаждают. От долгого хранения клейстер портится. Для придания ему большей устойчивости к воде при заваривании клейстера прибавляют около 1 г буры.

Клейстер, пристающий к металлу и стеклу, готовят смешивая 4 г крахмала, 32 г порошка мела в 200 мл холодной воды, после чего прибавляют 20 мл 20-процентного раствора едкого натра и нагревают.

Приготовление картонажного клея. Приготавливают концентрированный раствор декстрина (при нагревании) и добавляют к нему немного борной кислоты.

Клей для этикеток. Тщательно перемешивают 50 г белой муки, 1 г квасцов, 1 г буры с 50 мл воды, прибавляют затем 5 г 37-процентной соляной кислоты и нагревают, перемешивая, до образования прозрачной массы. Холодный клей перед употреблением немного разбавляют водой.

Клей водоупорный. Погружают в воду столярный клей и держат до разбухания, после чего вынимают из воды и подогревают в растительном масле на слабом огне до получения студня.

Клей для приклеивания кожи к стеклу, металлу, древесине. К крепкому раствору столярного клея прибавляют 1/20 часть (по объему) концентрированной азотной кислоты и хорошо перемешивают. Приготовленный клей хранят в хорошо закрытых склянках (банках) в темном месте.

Декстриновый клей. Для приготовления берут 1 мас. ч. декстрина на 1 мас. ч. воды. Воду нагревают в жестянке или стакане почти до кипения, всыпают декстрин и размешивают до полного растворения, а затем в горячем виде фильтруют через марлю. Чтобы клей не плесневел, прибавляют к нему 1—2 капли раствора салициловой кислоты. Хорошо закупоренный клей может храниться долгое время. Намазывать его следует равномерно, не слишком жирно, жесткой кистью или пальцем.

Клей для резины и каучука. 25 г натурального каучука режут на мелкие кусочки, помещают в склянку и заливают 50 г бензина (огнеопасен!). Склянку закрывают пробкой и время от времени встряхивают. Когда все кусочки каучука растворятся, клей можно считать готовым.

Приготовление карандашей для надписей на стекле

Для нанесения надписей (временных и др., стр. 156) на стекло лучше иметь карандаши разных цветов. Исходными веществами для приготовления их являются воск, животный жир и соответствующий краситель.

Синий карандаш готовят сплавлением 20 частей воска, 10 частей животного сала и красителя (синего). Вначале расплавляют в железной чашке воск и жировые вещества, затем всыпают краситель, хорошо перемешивают и разливают в бумажные трубки. (Можно взять стеклянные трубки около 1 см диаметром.) После остывания массы стеклянную трубку снаружи осторожно подогревают и палочкой выталкивают стержень, разрезают его на куски длиной 10—12 см, которые обвертывают тонкой алюминиевой фольгой.

Для красного карандаша берут 25 частей пчелиного воска, 100 частей спермацета, 15 частей сала и 150 частей сурика.

Можно использовать следующий рецепт: 4 части стеарина, 3 части сала, 2 части воска расплавляют, прибавляют 6 частей сурика и 4 части безводного (прокаленного) поташа. Нагревают в течение получаса смесь, перемешивая. Начавшую остывать массу разливают в бумажные или стеклянные трубки. По другому рецепту сплавляют 4 части спермацета, 3 части сала, 2 части воска, добавляют 6 частей сурика и 1 часть едкого кали, нагревают при размешивании полчаса и разливают в бумажные или стеклянные трубки.

Приготовление краски для надписей на стекле

К 15—18 мас. ч. дистиллированной воды добавляют 12 мас. ч. раствора жидкого стекла, 10 мас. ч. сульфата бария и 1 мас. ч. кремниевой кислоты (последнюю получают при добавке кислот к раствору жидкого стекла). Осадок промывают, просушивают и измельчают. К смеси прибавляют какой-нибудь минеральной краски (сухой) и тщательно перемешивают.

В некоторых случаях надписи на стекле можно делать черным асфальтовым лаком тонкой кистью.

Приготовление негашеной извести

Куски мрамора помещают в электрический муфель, прокаливают в течение нескольких часов (чем крупнее куски, тем дольше).

Обработка пробок для придания им большей стойкости к кислотам и щелочам

В 100 г воды, нагретой до 40—50 °С, растворяют 30 г желатины и после этого добавляют 50 г глицерина. Хорошо вымытые (если нужно — обжаты и просверленные) корковые пробки кладут

в приготовленный раствор на 15—20 мин (температура 40—50 °C). Затем пробки снова моют, сушат и на 15—20 мин помещают (все время поворачивая стеклянной палочкой) в расплавленную смесь 42 г парафина и 12 г вазелина.

Для этой же цели пробки вываривают в парафине или смеси парафина с церезином (10 : 1). При более высокой температуре или более продолжительной обработке пробки сильно разбухают и становятся слишком мягкими.

Герметизация корковых пробок

4 г желатины растворяют в 52 мл кипящей воды, после фильтрования прибавляют 1 г бихромата аммония. Раствор охлаждают в темноте, помещают в него приготовленные (отжатые и просверленные) пробки и выдерживают их в течение двух дней на свету.

Для усиления стойкости корковых пробок к повышенным температурам выдерживают их в смеси силикатного клея с порошком мела.

Если нельзя применить корковые или резиновые пробки, делают пробки из смеси асбеста и растворимого стекла. Для высыхания их требуется длительное время.

Приготовление цветных мелков

Для приготовления цветных мелков необходимо иметь мел в порошке, мелкоразрубленный алебастр и красители, применяемые для окраски тканей. Для отливки мелков из бумаги делают коробочки или трубки (уголки можно закрепить канцелярскими скрепками).

Вначале тщательно перемешивают (на листе бумаги или встряхивают в колбе) некоторое количество краски (по желаемой интенсивности окраски мелка) и по 1 мас. ч. мела и алебастра. Смесь постепенно высыпают в стакан с небольшим количеством воды, хорошо размешивают до густоты сметаны, разливают в трубки или коробочки и оставляют до затвердевания. Сформированные мелки сушат в теплом месте.

Иногда белые мелки вымачивают в подогретом растворе краски, чернил и т. п. в течение 1—2 суток, затем высушивают, но качество таких мелков значительно ниже.

Изготовление диапозитивов

В настоящее время диапозитивы (цветные и черно-белые) готовят фотографическим способом. Однако иногда следует использовать самодельные контурные и штриховые диапозитивы на стекле, изготовленные к изучению той или иной программной темы.

Из стекла нарезают квадраты обычного диапозитивного размера (8,5×8,5 см) или берут освобожденные от эмульсии старые негативы (9×12 см). В склянке готовят раствор канифоли в бензине (не очень густой). Когда раствор отстоится, его кисточкой или тампоном из ваты, навернутой на лучинку, наносят на

стекло ровным слесем с одной стороны; дают стеклу полежать горизонтально, пока бензин испарится и тонкий слой канифоли затвердеет. Рисунок можно взять из любой книги. Стекло накладывают на рисунок слоем канифоли вверх и тонким пером с тушью или мягким карандашом обводят все линии рисунка. На готовый рисунок накладывают второе чистое стекло, склеивают края пары стекол полосками бумаги.

Наносить рисунок можно и непосредственно, не пользуясь книгой (формулы, чертежи, схемы и пр.).

Вместо раствора канифоли в бензине можно взять 3—4-процентный раствор желатины. В нагретом состоянии этот раствор наносят на стекло (застывает быстро).

Для нанесения на стекло основы для рисунков можно использовать яичный белок. Его взбивают в пену, затем разбавляют водой до исчезновения вязкости (1 часть белка на 100—120 частей воды) — белок наносят тонким слоем на стекло и дают ему высохнуть.

Легко приготовить стекла для диапозитивов из старых негативных пластинок. Для этого негатив сначала ослабляют.

Для приготовления ослабителя растворяют 1 г железосинеродистого калия (красная кровяная соль) в 200 мл воды. Раствор хранят в бутылке из темного стекла. Затем растворяют в 200 мл воды 12 г тиосульфата натрия (гипосульфита) и сохраняют раствор отдельно.

Перед употреблением смешивают равные объемы обоих растворов и опускают в ванну негатив желатинным слоем кверху. Ослабление ведут до полного исчезновения изображения. Негатив хорошо промывают и высушивают, после чего он становится пригодным для нанесения рисунков на желатиновый слой.

Чистка заржавевших предметов

Ржавчину с железных предметов проще всего удалять стальной щеткой. Если предмет очень сильно заржавел, то его следует смазать предварительно раствором парафина в керосине¹. Для того чтобы ржавчина лучше отстала, полезно оставить смазанный предмет на сутки, смазывая его еще несколько раз.

Еще лучше удалять ржавчину раствором хлорида олова (IV) и винной кислоты. Этот раствор совершенно не действует на железо, но 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 , или 135 г $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Хлорид олова (IV) прибавляют постепенно, небольшими порциями, при сильном взбалтывании. Винную кислоту растворяют отдельно: 2,5 г в 1 л воды. Полученный раствор приливают к охлажденному раствору хлорида олова SnCl_4 и к смеси затем прибавляют еще

¹ В бутылку с керосином положить стружки парафина и так оставить на несколько дней, чтобы получился насыщенный раствор.

около 20 мл раствора индиго (стр. 289). Предмет, с которого нужно удалить ржавчину, погружают в раствор на сутки и более, а затем промывают в воде, причем ржавчина легко отделяется при помощи щетки или даже просто тряпки. Хорошо промытый предмет следует вытереть и высушить в теплом месте.

Мелкие, сильно заржавевшие предметы, например железные чашки, для удаления ржавчины погружают на некоторое время в разбавленную серную кислоту, а затем тщательно промывают.

Почерневшую полированную медь чистят имеющимися в продаже средствами для чистки металлов. Наиболее просто приготовить для этой цели кашицу (пасту) из зубного порошка и 10-процентного раствора аммиака.

Чистка напильников

Сильно забитые деревом, пробкой, свинцом, красной медью и т. п. напильники лучше всего чистить при помощи стальных щеток из кордовой ленты (употребляемой для чесальных машин). Кусок ленты прикрепляют гвоздями к дощечке, выстроганной 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.

Отмывание грязи и пятен от рук

Для мытья рук нужно иметь прежде всего хорошую травяную щетку («докторскую»), при помощи которой легко смыть 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 иода лучше всего смывать концентрированным раствором тиосульфата натрия (гипосульфита). Пятна от индиго, чернил смывать слабой хлорной водой, пятна от перманганата калия — щавелевой кислотой, от фуксина — лимонной кислотой. Для того чтобы удалить с рук черные пятна от ляписа, их следует смазать сначала раствором иода, а затем смыть концентрированным раствором гипосульфита. Можно также воспользоваться свежесмешанными концентрированными растворами красной кровяной соли и гипосульфита.

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 покоребился. Тогда, очевидно, его следует сначала выстрогать рубанком.

Снятие со стекла старых этикеток и засохших каучуковых трубок

Старые, ненужные этикетки со склянок и банок лучше всего удалять ножом. Держа сосуд за горлышко, ножом много раз проводят сверху вниз, каждый раз немного поворачивая сосуд. Оставшиеся несрезанными небольшие кусочки бумаги затем легко удаляют мокрой тряпкой.

Совершенно так же срезают со стеклянных трубок присохшие к ним затвердевшие каучуковые трубки.

Вторая часть

ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Глава I

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

1. Физические свойства веществ

Агрегатные состояния

Отличие пара от тумана. К колбочке около 100 мл вместимостью подобрать пробку. В пробку вставить слегка оттянутую на конце трубочку диаметром 6 мм, около 5 см длиной (рис. 315). Кончик не должен быть оттянут слишком тонко, чтобы в колбочке не получилось большого давления (*возможность взрыва!*).

Влить в колбочку немного воды, поставить ее на сетку в кольцо штатива и нагреть до сильного кипения. Обратит внимание, что близ отверстия трубочки пар невидим, так же и внутри колбочки. Выше видно облачко капелек сконденсировавшегося пара — туман. Дальше туман опять рассеивается — капельки испаряются.

Чтобы кипение шло ровнее, в воду следует бросить суровую нитку или положить запаянные стеклянные капилляры (стр. 225).

Опыт относится к курсу природоведения, но практика показывает, что неверное представление о водяном паре удерживается долго, и показать опыт в курсе химии очень полезно.

Видимые и невидимые пары. Заготовить две большие склянки. В одну из них налить немного воды, в другую — столько же брома (об обращении с бромом необходимо прочесть на стр. 167).

На уроке обратить внимание учащихся, что как над бромом, так и над водой воздух насыщен парами этих веществ, разница только в том, что паров воды мы не видим, а пары брома видим. Для сравнения можно взять еще склянки со спиртом, бензином или эфиром, пары которых мы хотя и не видим, но узнаем по запаху.

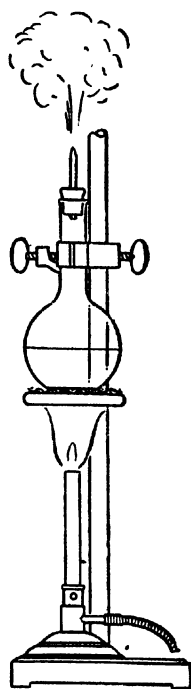


Рис. 315. Пар и туман.

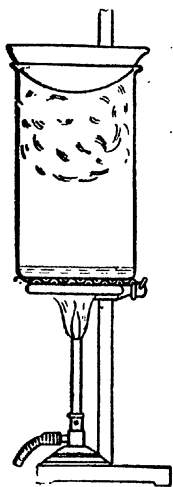


Рис. 316.

Конденсация паров в туман (модель образования облаков). Для опыта берут спирт, пары которого конденсируются легче паров воды.

В большой (1—2 л) тонкостенный стакан налить немного (слоем 1—2 см) винного спирта, чистого или денатурата. Стакан поместить на таган или кольцо штатива, подложив под него асбестированную сетку. Подставить под стакан горелку. Когда спирт начнет закипать, стакан наполнится парами спирта, которые невидимы. Поставить на стакан чашку со льдом, снегом или холодной водой. Тотчас у дна чашки образуется облако тумана (рис. 316), который постепенно заполнит весь стакан и начнет собираться на дне чашки в капли. Капли затем будут падать на дно стакана. Чтобы пары спирта не сгущались раньше, чем будет поставлена чашка, следует сначала прогреть стенки стакана, а затем уже нагревать спирт.

Вместо большой чашки можно взять тарелку или колбу.

Испарение твердого вещества и конденсация паров в кристаллы (возгонка, сублимация).

1) В колбу на 1—2 л и более насыпать заранее немного (около 0,5 г) иода и заткнуть ее комком ваты. Поставить колбу на фоне белого экрана. Чтобы фиолетовый оттенок паров иода был заметнее, полезно рядом поместить такую же колбу без иода.

Нагревать осторожно, так чтобы иод не плавился. Колбу все время встряхивать, чтобы было видно (и слышно), что иод остается твердым. Колба наполняется интенсивно окрашенными фиолетовыми парами. Под конец можно нагреть сильнее, чтобы весь иод обратить в пары. При остывании колбы стенки ее покрываются кристаллами иода.

Напомнить учащимся, что так же испаряются и другие твердые вещества, в частности лед, что испарение льда можно наблюдать на практике: белье высыхает даже в сильные морозы.

Иод в колбе после урока растворить в спирте (нужно около 50 мл). Раствор пригодится для опытов и как иодная настойка.

2) Учащиеся могут выполнить опыт в пробирке, взяв 1—2 кристаллика иода.

3) Бензойная кислота очень легко сублимируется при нагревании и образует возгон, напоминающий хлопья снега.

В колбу объемом 1—3 л всыпают одну чайную ложку бензойной кислоты, закрывают плотным комком ваты и нагревают на асбестированной сетке сначала осторожно, потом сильнее. Кислота начинает испаряться, и в стакане появляется облако кристаллов, подобных снежинкам. Кристаллы носятся в воздухе, постепенно

образуя большие хлопья, оседают на холодных стенках колбы. Вату из колбы не следует вынимать до тех пор, пока колба вполне не остынет, так как бензойная кислота, если пары ее попадут в значительном количестве в воздух комнаты, раздражает носоглотку и вызывает кашель. Если в колбу до опыта поместить веточку елки, то она покрывается кристаллами, как инеем.

Вместо бензойной кислоты можно воспользоваться чистым нафталином. Кристаллики нафталина получаются более крупные, но не такие пушистые, как кристаллики бензойной кислоты, и меньше напоминают снег. За неимением большой колбы опыт можно показать в тонкостенном стакане (1—1,5 л). Нагревают бензойную кислоту и в тигле, вставленном в отверстие куса асбестового картона и накрытом большим толстостенным (батарейным) стаканом (рис. 317).

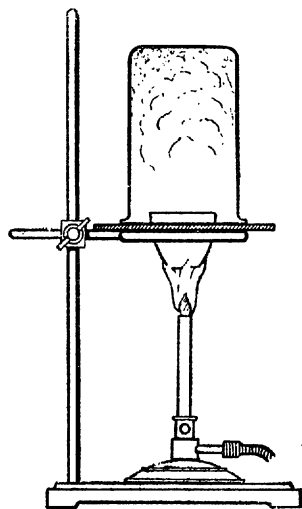


Рис. 317. Возгонка бензойной кислоты.

Плотность веществ, электропроводность, температуры кипения, плавления, замерзания, теплопроводность

1) Поместить на чашки технических весов одинаковые по размерам (например, в виде палочек) куски алюминия, меди, полиэтилена и другие, сравнить их плотности и найти соответствующие величины в справочнике.

2) В три стакана (или пробирки) с одинаковым количеством воды прилить растительное масло, бензин, эфир, хлороформ, четыреххлористый углерод. Отметить жидкости тяжелее и легче воды.

3) На две чашки весов поместить одинаковые по объему (например, на 100 мл) и толщине стенок стаканы с 50 мл воды в одном и с 50 мл 96-процентной серной кислоты в другом. Сравнить плотности жидкостей. Осторожно доливать воду в стакан со взятой вначале водой, пока чашка весов начнет опускаться вниз. Отметить, сколько для этого пришлось прилить воды в стакан.

4) В цилиндр с достаточным количеством воды опустить соответственно градуированный (от 1 и более, вплоть до 1,84) ареометр (стр. 94). Отметить, до какого деления погружается ареометр в воду. Вынув ареометр, вытереть его и опустить в цилиндр с концентрированной серной кислотой (если ареометр имеет нижнюю точку на шкале меньше 1,84, взять соответственно разбавленную серную кислоту). Вымыв ареометр, опустить его в цилиндр со спиртом (погружается ниже верхнего деления), затем последова-

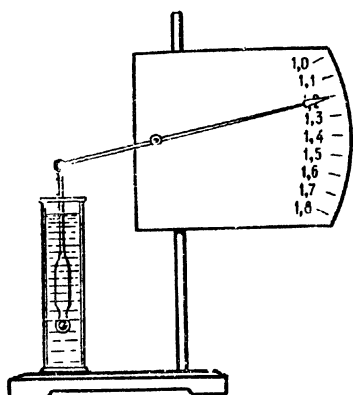


Рис. 318. Демонстрационная шкала к ареометру.

тельно в растворы поваренной соли, калийной селитры и т. д. разных концентраций. Сделать вывод о плотности этих жидкостей. Для демонстрационных опытов весьма полезно изготовить к ареометру дополнительное приспособление, устройство которого понятно из рисунка 318 (Кайгородова Г. А., Полосин В. С.).

За неимением ареометра можно показать сравнение плотностей воды и серной кислоты с помощью пробирки, наполненной песком. В цилиндр с водой погружают примерно на $3/4$ длины обычную пробирку и, придерживая ее в этом положении, осторожно на-

сыпают на дно сухой песок, пока пробирка окажется уравновешенной и будет плавать в вертикальном положении, погруженной на указанную длину. После этого пробирку закрывают корковой пробкой и на границе ее с водой наносят какой-либо краской метку. При опускании пробирки в цилиндр с концентрированной серной кислотой она погружается на значительно меньшую глубину (можно также нанести соответствующую метку кислотоупорным лаком). Пробирку следует сохранять (лучше в вертикальном положении), чтобы не готовить каждый раз новую.

5) Пользуясь набором для опытов с электрическим током (стр. 111) или приборами, изображенными на рисунке 319, испытать электропроводность металлов, стекла, серы, графита. Испытанные вещества в виде палочек помещают концами в дужки на верхних полукольцах стоек прибора 1, или вставленными в пробку со стеклянной палочкой (держалка) металлическими электродами прикасаются к куску испытуемого вещества, или погружают их в стакан с какой-либо жидкостью (например,

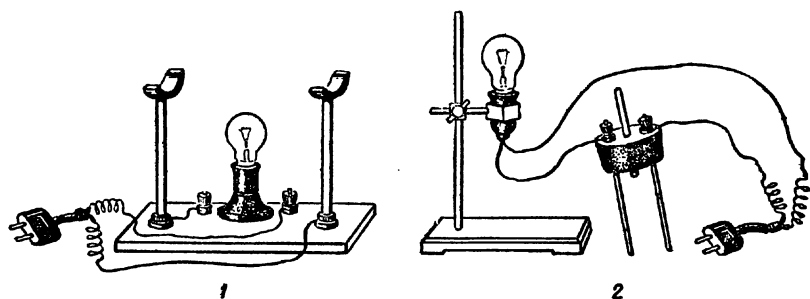


Рис. 319. Приборы для обнаружения электропроводности.

для доказательства практического отсутствия электропроводности воды и наличия электропроводности некоторых водных растворов).

6) В большую пробирку с отростком (рис. 320) или колбочку Вюрца на 100 мл налить воды (около $\frac{1}{4}$ объема) и вставить термометр на корковой пробке с широким продольным вырезом, так чтобы резервуар его находился от уровня воды на расстоянии 2—3 см (рис. 320). Пробку в отверстие пробирки (горло колбы) вставить без усилия, в воду бросить несколько кусочков пемзы или неглазурованных фарфоровых черепков. Нагреть воду до кипения, и когда ртуть в термометре перестанет подниматься, отметить температуру (обязательно отметить также наружное давление по барометру).

Кроме воды, определить температуру кипения спирта и сравнить результаты.

7) В пробирку налить 1 мл серного эфира, вставить в держалку и погрузить в стакан с горячей (не кипящей) водой (60—70 °C). Через некоторое время эфир закипает (темп. кип. 35 °C), и пары его можно поджечь у отверстия пробирки.

8) На стеклянные пластинки нанести по 2—3 капли (пипеткой) воды, бензина, эфира. Наблюдать за скоростью испарения, отметить сравнительную летучесть взятых жидкостей. Опыт может быть выполнен учащимися на рабочих местах или показан на экране с помощью проекционного фонаря или кодоскопа (стр. 17—18).

9) В три пробирки поместить: 3—4 г кристаллов фенола (темп. пл. около 40 °C), кусочек сплава Вуда (темп. пл. около 80 °C, см. т. II) и кусочек серы (темп. пл. 119 °C). Погрузить пробирки в кипящую воду и, время от времени вынимая их, показывать учащимся. Сначала плавится фенол, затем сплав Вуда. Сера не плавится при температуре кипения воды, ее нужно расплавить, нагревая пробирку в пламени спиртовки.

10) Погрузить термометр в тающий лед. Отметить температуру таяния (плавления воды).

11) В тающий лед поместить пробирку с 2—3 мл этилового спирта и вторую пробирку с таким же количеством бензола. Спирт не замерзает при такой температуре, бензол замерзает (темп. замерз. 6 °C).

12) Приготовить охлаждающую смесь (на 4 части толченого льда или снега взять 1 часть поваренной соли). Погрузить в нее пробирку с 3—4 мл воды и пробирку с 3—4 мл спирта. Вода замерзает довольно быстро (температура смеси около -20 °C), спирт остается без изменения.

13) Стеклопалочку, толстую медную и толстую железную проволоки длиной до 15 см обернуть посередине смочен-



Рис. 320.
Определение
температуры
кипения.

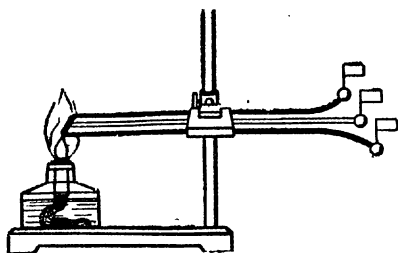


Рис. 321. Различная теплопроводность стекла и металла.

ной водой асбестовой лентой (шириной до 3 см) и высушить. Затем проволоки и палочку складывают вместе и вновь обвертывают асбестом и закрепляют в зажиме штатива. Концы металлических проволок скручивают и располагают их возможно ближе к стеклянной палочке. Вторые концы проволок отгибают в стороны, как показано на рисунке 321. На

эти концы и на конец стеклянной палочки насаживают маленькие шарики из парафина¹ с воткнутыми на тонких проволочках флажками. Скрученные концы проволок и стеклянную палочку нагревают в пламени спиртовой лампочки. Первым падает флажок на медной проволоке, затем на железной, флажок на стеклянной палочке не падает, даже если нагревать ее ближе к асбестовой обертке или после нее.

14) Пробирку наполнить на $\frac{3}{4}$ холодной водой и, держа за дно, нагревать воду в верхней части (осторожно, не перегревать стекло). Через некоторое время вода вверху закипает, в нижней части остается холодной.

Опыт еще более убедителен, если в пробирке заморозить воду и нагревать, как указано выше. Лед в верхней части плавится, и вода закипает. Пристывший к стенкам лед не поднимается вверх и в нижней части пробирки не плавится.

Смеси веществ, разделение смесей, способы очистки веществ

Некоторые из указанных выше опытов и дополнительные пояснения к ним позволяют сделать вывод о том, что только чистые вещества имеют при данных условиях постоянные свойства: при возгонке иода, если он загрязнен, на дне сосуда остаются нелетучие примеси; плотность водного раствора, равно как и температура его кипения и замерзания (раствор поваренной соли не замерзает при температурах ниже нуля и т. д.), существенно отличаются от соответствующих значений для чистой воды и т. д.

Приведенные ниже примеры опытов со смесями и их разделением дают основание для вывода, что в механических смесях (к ним не относятся растворы) свойства веществ, образующих смесь, сохраняются, и на этом основано их разделение.

Разделение смесей отстаиванием. В цилиндрах с резиновыми или притертыми пробками взболтать с водой тонкий

¹ Для этой цели сплавляют парафин с небольшим количеством вазелина, чтобы придать ему большую мягкость.

порошок мела (можно взять зубной порошок) или глины с песком и растительного масла с водой. Показать, что смеси неоднородны, поставить цилиндры для наблюдения в течение урока. Отметить постепенность процесса отстаивания (расслаивания): сначала крупные частицы, затем более мелкие и т. д., и сохранение на долгое время мелких взвешенных частиц (мути).

Разделение смесей жидкостей делительной воронкой. 1) В небольшую бутылку налить по 50 мл воды и керосина, хорошо взболтать, вылить в делительную воронку (стр. 122, рис. 127, 6), дать отстояться и слить отделившиеся слои в разные стаканы.

При необходимости простейшую делительную воронку можно изготовить из оттянутой пробирки (стр. 228) или стеклянной трубки длиной около 10 см, диаметром до 1,5 см. К трубке подобрать две резиновые пробки. В одну из них вставить стеклянную трубочку длиной около 5 см, так чтобы конец ее выходил из узкого конца пробки не более чем на 1 мм. На второй конец трубочки надеть кусок резиновой трубки (не более 3 см) с оттянутым стеклянным наконечником и пружинным зажимом (рис. 322).

Такие воронки можно использовать для лабораторных опытов учащихся, а также при работах с небольшим количеством жидкостей.

Надо иметь в виду, что резиновые пробки от керосина, бензина и других органических растворителей разбухают, поэтому оставлять их надолго в соприкосновении с этими веществами не следует. После опытов пробки необходимо вымыть водой и хранить не вставленными в трубку.

2) В мутную эмульсию растительного масла в воде, налитую в делительную воронку, прилить около 2 мл (или более, по размерам воронки) серного эфира или чистого бензина, хорошо взболтать, дать отстояться, слить сначала в стакан нижний (водный) слой, затем слить верхний слой в фарфоровую чашку или на часовое стекло (стр. 120), следя при этом, чтобы не попали капли воды. Оставить чашку (стекло) на воздухе до полного испарения растворителя (для быстрого испарения можно поставить на водяную баню, стр. 169). Рассмотреть оставшиеся капельки масла (разделение экстрагированием).

Разделение смесей фильтрованием (стр. 248).

Разделение смесей твердых веществ. 1) *Песок и пробка.* Приготовить смесь пробковых опилок с песком. Опилки можно заготовить при помощи напильника.

Предложить учащимся определить, что это за порошок, а затем бросить смесь в воду и взболтать. Учащиеся убеждаются, что это неоднородная смесь, которую можно разделить на основании разной плотности ее составных частей.



Рис. 322.
Простейшая
самодельная
делительная
воронка.

2) *Медный купорос и сера.* Тщательно растертую в ступке смесь равных частей предварительно хорошо измельченных кристаллов медного купороса и серы (лучше взять серный цвет) учащиеся принимают нередко за однородное вещество, называют ее медным купоросом.

Всыпать большую часть порошка в стакан и взболтать; медный купорос растворяется, а сера частично всплывает.

Когда медный купорос растворится, можно отделить серу на фильтре и показать учащимся. Они убеждаются, что это была смесь разных веществ. Преподаватель демонстрирует первоначальный порошок, насыпав его кучкой на лист бумаги между такими же кучками серы и купороса.

3) *Крахмал и сахар.* Смесь картофельной муки с сахаром (или с солью) легко разделить растворением в воде и фильтрацией. Сахар обнаруживают по вкусу, крахмал — по синему окрашиванию от иода (см. т. II).

4) *Сера и железо.* Сравнение свойств серы и железа, приготовление и разделение их смеси имеет важное значение в формировании понятия о различии смеси и химического соединения и о реакции соединения (стр. 322), поэтому предварительные опыты рассматриваются подробно.

Приготовить в банках: серу в порошке (серный цвет), серу в палочках (черенковая сера), порошковое железо¹ и смесь серы с железом. 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).

Показать серу и железо, насыпав их на лист бумаги двумя кучками. Показать, что железный порошок тонет в воде, для чего бросить немного порошка в стакан с водой, что железо притягивается магнитом. Показать, что сера горит, для чего поместить немного ее на железную ложечку (для сжигания веществ в кислороде) или на кусок жести и нагревать в пламени горелки, пока сера загорится. Чтобы пламя было виднее, лучше держать ложечку с горячей серой на черном фоне. Бросить в стакан 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 стакан бросить кусок серы (плотность 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 стакан 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,

¹ Железные опилки для опыта соединения серы с железом мало пригодны.

в которой и дать ей остыть. Когда через несколько дней призматическая сера превратится в октаэдрическую¹, осторожно разбить пробирку. Получается палочка серы с гладкой, блестящей поверхностью. После опускания такой палочки в воду ясно видно, что вода пристаёт к ней только на отдельных участках, большая же часть поверхности серы остаётся совершенно сухой (воду лучше взять подкрашенную 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 (принцип флотации, см. т. II).

Можно показать, что не только сера, но и более тяжёлое железо может плавать на воде, если оно не смачивается водой. Для этого тонкую иглу покрывают слоем жира и осторожно кладут на поверхность воды, держа строго горизонтально. Игла плавает на воде. Вместо иглы можно взять лезвие безопасной бритвы, смазанное тонким слоем вазелина, оно также плавает на воде.

Смешать в фарфоровой ступке произвольные количества серы и железа (лучше взять побольше серы), перемешав их так, чтобы смесь казалась однородной.

Показать смесь, для чего насыпать её кучкой между кучками серы и железа на тот же листок бумаги. Бросить некоторое количество смеси в стакан с водой и разболтать палочкой: часть порошка тонет, часть всплывает на поверхность. Всплывшая часть более желтая и, следовательно, содержит больше серы, осевшая на дно более темная, в ней больше железа. Следовательно, порошок не представляет однородного вещества.

То же самое доказать при помощи магнита. Для этого прикоснуться к смеси магнитом и затем встряхнуть магнит над листом бумаги. Отпадающая часть смеси более светлая, оставшаяся на магните более темная. Чтобы не затрачивать время на отделение приставшего к магниту железного порошка, лучше положить на смесь лист бумаги и приложить к нему магнит: железо пристаёт к бумаге. Не отнимая магнит, перенести его вместе с бумагой к другому листу бумаги и отнять магнит, железный порошок падает на бумагу, магнит остаётся чистым.

Выделение твёрдого вещества из раствора выпариванием. 1) Раствор калийной селитры поставить в фарфоровой чашке на водяную баню с кипящей водой и выпарить досуха.

2) Раствор медного купороса, насыщенный при комнатной температуре и профильтрованный, оставить в фарфоровой чашке на открытом воздухе в месте, защищенном от пыли. Край чашки смазать вазелином, чтобы кристаллы не вылезали. По мере испарения на дне чашки образуются крупные кристаллы. Когда раствора в чашке останется немного, его сливают, а кристаллы высушивают фильтровальной бумагой.

¹ См. т. II, гл. «Сера и её соединения».

Очистка поваренной соли (выполняется учащимися как практическая лабораторная работа).

а) Около 5 г технической поваренной соли (бузуна) всыпать в стакан и влить туда около 20 мл воды (одну полную пробирку). Размешать соль в воде стеклянной палочкой до полного растворения.

б) Собрать прибор для фильтрования (стр. 248).

в) Отфильтровать раствор соли, соблюдая правила фильтрования (стр. 247).

г) Вылить отфильтрованную жидкость в фарфоровую чашку, которую поместить на кольцо штатива, и осторожно нагревать пламенем спиртовой лампочки. Во избежание слишком сильного кипения и разбрызгивания жидкости установить кольцо с чашкой на такой высоте, чтобы пламя только слегка касалось чашки (можно накрыть чашку воронкой). Во время выпаривания не наклоняться близко к чашке, чтобы брызги не попали в лицо. Довести упаривание до конца — в чашке остается сухая соль.

д) Высыпать полученную сухую соль из чашки на лист бумаги, отметить отличие ее от взятой для работы соли.

Об очистке жидкостей перегонкой и твердых веществ перекристаллизацией будет рассказано в главах «Водород» и «Растворы» (см. т. II).

Изменение свойств веществ при нагревании

Для демонстрации изменения свойств некоторых веществ при нагревании (изменение агрегатного состояния и пр.) следует использовать опыты, данные выше (стр. 299). Кроме того, рекомендуются нижеследующие опыты.

Накаливание стекла. Внести в пламя горелки стеклянную палочку. Обратить внимание учащихся на красный цвет накаливаемого стекла и на то, что при остывании оно снова становится бесцветным.

Почернение оксида ртути при нагревании. Приготовить две пробирки с небольшим количеством оксида ртути и такую же пустую. Нагреть пробирку с оксидом ртути до почернения последнего, но не до разложения. Пересыпать нагретый оксид ртути в холодную пробирку и обратить внимание учащихся на то, что при охлаждении он принимает прежний цвет.

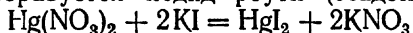
Нагревание сульфида кадмия. Сульфид кадмия при обыкновенной температуре желтого цвета, при нагревании же делается бурокрасным. Сульфид кадмия можно приготовить, пропуская сероводород (см. т. II) через раствор какой-нибудь соли кадмия. Промытый осадок высушивают и растирают в ступке.

Изменение цвета оксида железа (III) при нагревании. Красный оксид железа Fe_2O_3 (крокус) при нагревании чернеет, при охлаждении опять краснеет.

Нагревание оксида цинка. Оксид цинка при обыкновенной температуре белого цвета, при сильном же нагревании желтого. Опыт

менее показателен, чем предыдущие. Нагревать лучше на куске жести.

Теплочувствительная краска. Особенно чувствительна к изменениям температуры комплексная соль $\text{Ag}_2[\text{HgI}_4]$ (теплочувствительная краска). Эта соль ярко-желтого цвета, от самого незначительного нагревания делается ярко-красной. Ее нетрудно приготовить. Для этого раствор нитрата ртути (II) осаждают раствором иодида калия, образуется иодид ртути (осадок красного цвета):



Осадок растворяется в избытке иодида калия с образованием комплексной соли $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$. К раствору этой соли приливают раствор нитрата серебра. Выпавший желтый осадок промывают и высушивают.

Нагретое докрасна железо становится мягким. Держа толстую железную 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.

Железо, накалившее до ярко-красного каления, не притягивается магнитом. Положить кусок железной проволоки на кольцо штатива, таган и т. п., показать, что магнит притягивает конец проволоки. Накалить конец проволоки до ярко-красного каления (выше 760°C). Пока железо достаточно накалилось, оно не пристает к магниту (аллотропное превращение α -железа в β -железо). Как только температура железа понизится, проволока снова начинает притягиваться магнитом.

Для того чтобы положение проволоки было яснее видно издали, можно на конец ее, противоположный нагреваемому, приклеить бумажку-указатель.

Олово при 200°C делается хрупким. Показать, что палочка, отлитая из олова, при обыкновенной температуре легко гнется. Затем внести конец палочки в пламя горелки и нагревать до тех пор, пока олово 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, отломить еще несколько кусочков. Когда олово остынет, оно перестает ломаться и снова начинает гнуться.

Отломанные кусочки следует собрать. Их можно потом расплавить и снова отлить, 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 (см. т. II).

Стекло при нагревании размягчается. Производят опыты по сгибанию, оттягиванию нагретой стеклянной трубки, выдуванию шарика и т. п. (стр. 221).

Диффузия газообразных и растворенных веществ

На первой ступени обучения опыты по диффузии имеют существенное познавательное значение для формирования первоначальных представлений о корпускулярной структуре вещества. Наблюдая различную скорость диффузии газов, границы в местах их соприкосновения и продвижение веществ в процессе диффузии против действия силы тяжести, учащиеся убеждаются в наличии у частиц вещества (молекул и других) собственного движения, связь скорости движения частиц с их массой. При объяснении опытов не во всех случаях следует однозначно пользоваться терминами «молекула», «молекулы», так как далеко не все вещества состоят из молекул.

1) *Диффузия паров брома в водороде и воздухе.* Для опыта нужны два одинаковых цилиндра высотой 25—30 см со шлифованными краями и притертыми пластинками. Прежде чем ставить опыт, необходимо вспомнить правила обращения с бромом (стр. 167).

Притертые к цилиндрам пластинки поместить рядом под тягой. На пластинки поставить два маленьких фарфоровых тигля (на 5 мл) или две крышки от тиглей (колечки от них отломать плоскогубцами). Наполнить один из цилиндров водородом по способу вытеснения воздуха из аппарата для получения водорода. Прикрыть цилиндр стеклом и, не переворачивая, поставить его рядом с одной из притертых пластинок. Рядом с другой пластинкой поставить вверх дном второй цилиндр. Налить в тигельки небольшие количества брома (по несколько капель) капельной пипеткой (стр. 227); пипетку сразу же опустить в раствор тиосульфата натрия (стр. 167). Накрыть тигли на пластинках цилиндрами с водородом и воздухом (одновременно или сначала взять цилиндр с воздухом, потом — с водородом, рис. 323). Поместить сзади белый экран или лист бумаги. В цилиндре с водородом бром диффундирует значительно быстрее, чем в цилиндре с воздухом. Через некоторое время пары брома равномерно заполняют оба цилиндра.

За неимением притертых пластинок можно воспользоваться куском матового или обыкновенного стекла, на которое поставить оба тигля, но тогда края цилиндров лучше смазать вазелиновой мазью (стр. 143).

За неимением тиглей можно положить на пластинки два комка ваты, на которые налить по несколько капель брома. Можно изготовить также маленькие стаканчики из обрезанных аптечных скляночек и ампул с плоским дном.

2) *Взаимная диффузия оксида азота NO_2 и водорода.* Для получения оксида азота NO_2 удобнее всего воспользоваться нитратом свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Его нагревают в пробирке с длинной газоотводной трубкой, кото-

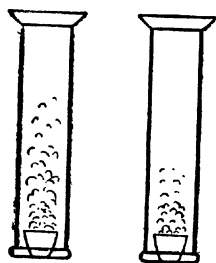


Рис. 323. Диффузия паров брома.

рую можно опустить до дна цилиндра (цилиндр лучше наполнить до урока). То, что при разложении нитрата свинца оксид азота (IV) получается в смеси с кислородом, опыту не мешает. Цилиндр с оксидом азота закрывают стеклом, смазанным вазелином.

Второй такой же цилиндр может быть наполнен водородом на уроке (по способу вытеснения воздуха). Его ставят вверх дном на цилиндр с оксидом азота, вынимают стекло и плотно соединяют цилиндры отверстиями.

Когда окраска в цилиндрах станет более или менее однородной, снимают верхний цилиндр, а нижний, быстро перевернув, подносят к пламени горелки: происходит вспышка, доказывающая, что водород перешел из верхнего цилиндра в нижний.

Можно заготовить второй цилиндр с оксидом азота NO_2 , для того чтобы показать, что это вещество вспышки не дает.

3) *Диффузия оксида серы SO_2 , паров уксусной кислоты, аммиака в воздухе.* Большой цилиндр закрыть куском картона, к которому булавкой или ниткой прикреплена длинная лента фильтровальной бумаги, пропитанная концентрированным раствором синего лакмуса. В картоне должен быть сделан сбоку вырез для опущенной до дна цилиндра длинной воронки (рис. 324).

Налить в цилиндр раствор сернистой кислоты, полученной при пропускании оксида серы (IV) в воду (см. т. II), или концентрированный раствор уксусной кислоты (30-процентный или выше). Конец бумажной ленты не должен касаться кислоты.

В зависимости от концентрации кислоты покраснение лакмуса распространяется более или менее быстро.

Кроме кислот, можно взять аммиак, смочив концентрированным раствором нашатырного спирта приколотый к пробке комковаты и взяв красный лакмус вместо синего (аммиак легче воздуха, и поэтому наливать раствор аммиака в цилиндр не имеет смысла). Вместо лакмуса при диффузии аммиака можно воспользоваться бумажкой, пропитанной раствором фенолфталеина. Бумажную полоску навивают спиралью на стеклянную палочку, закрепленную в пробке (рис. 325).

4) *Диффузия водорода через пористые стенки.* Опыт показывает большую скорость диффузии водорода по сравнению со скоростью диффузии газов воздуха, а также доказывает, что давление на стенки сосуда является результатом движения молекул газа.

Наиболее удобный прибор для опыта изображен на рисунке 326. Основной частью прибора является пористый цилиндр (стакан) из неглазурованного фарфора или фаянсовой глины. Такие цилиндры, смонтированные на эбонитовом основании, с вставленной в него стеклянной трубкой имеются в магазинах наглядных пособий.



Рис. 324.
Диффузия
паров уксус-
ной кисло-
ты.



Рис. 325.
Диффузия
аммиака.



Рис. 326.
Прибор для
демонстрации
диффузии водо-
рода через
пористый ци-
линдр.

Иногда они нуждаются в дополнительной герметизации. Для этого следует залить участок соединения цилиндра с основанием и место выхода стеклянной трубки менделеевской замазкой. Для изготовления прибора можно воспользоваться также пористыми цилиндрами от старых гальванических элементов. Такой цилиндр ставят в подходящего размера воронку, место соединения его со стеклом заливают несколькими слоями замазки и присоединяют резиновой трубкой к склянке с подкрашенной водой и двумя трубками (рис. 326). К трубке цилиндра на пластмассовом основании можно присоединить изогнутую пипетку, наполненную подкрашенной водой и укрепленную в зажиме штатива, как показано на рисунке 327.

Для опыта необходимо иметь стакан, который должен быть значительно больших размеров, чем пористый цилиндр, и прибор для получения водорода. Перед демонстрацией опыта разъяснить учащимся устройство прибора и обратить их внимание на то, что молекулы газов воздуха свободно проходят через поры цилиндра внутрь его и с такой же скоростью в обратном направлении, поэтому давление внутри цилиндра равно атмосферному. После этого наполнить стакан водородом и надеть его на пористый цилиндр, как показано на рисунке 327¹.

Уровень воды в пипетке или склянке начинает сейчас же изменяться, и жидкость бьет из трубки фонтаном. Объясняется это тем, что быстро движущиеся молекулы водорода проникают внутрь цилиндра с гораздо большей скоростью, чем выходят оттуда молекулы кислорода и азота. Число молекул газа внутри цилиндра возрастает, число ударов о стенки и о поверхность жидкости увеличивается, т. е. создается большее давление газа, в результате чего жидкость выбрасывает из пипетки.

Через некоторое время снять стакан с цилиндра. Наблюдается обратное явление. Молекулы водорода быстро удаляются из цилиндра, и внутри его создается пониженное давление. Поэтому воздух входит через цилиндр по трубке, проходя пузырьками через жидкость в пипетке или склянке.

Если нет пористого цилиндра, то можно приклеивать к воронке менделеевской замазкой пористую глиняную пластинку, а снизу

¹ При небольших размерах стакана трубку, подводящую водород, лучше не вынимать, а держать ее почти у самого дна стакана, чтобы водород подавался непрерывно во время опыта.

к трубке воронки присоединить изогнутую стеклянную трубку с подкрашенной жидкостью, служащую манометром (рис. 328).

Изменение уровня жидкости в манометре видно отчетливо.

5) *Скорость истечения газов через узкое отверстие.* Как известно, скорость диффузии газов и скорость истечения их из узких отверстий обратно пропорциональны корням квадратным из их плотностей (закон Грэма). Эту зависимость нетрудно доказать при помощи прибора, изображенного на рисунке 329. Опыт с количественными расчетами следует использовать в старших классах при изучении плотности газов.

Прибор можно приготовить из делительной воронки (на 100—200 мл) и большого стакана. К отверстию делительной воронки менделеевской замазкой прикрепляют тонкую медную или алюминиевую пластинку, в которой острием иглы делают небольшое отверстие. На воронке эмалевой краской или карандашом для писания по стеклу делают отметки в тех местах, где цилиндрическая часть переходит в закругление.

Воронку укрепляют в зажиме штатива и погружают в большой батарейный стакан или банку с водой. Воронка должна находиться на такой глубине, чтобы уровень воды в стакане был на высоте нижней части крана воронки. Воздух постепенно выходит из воронки, и

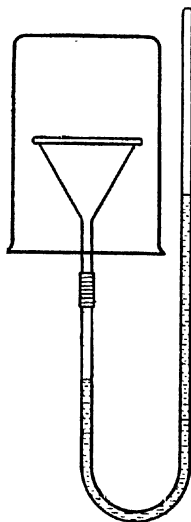


Рис. 328. Диффузия водорода через пористую пластинку.

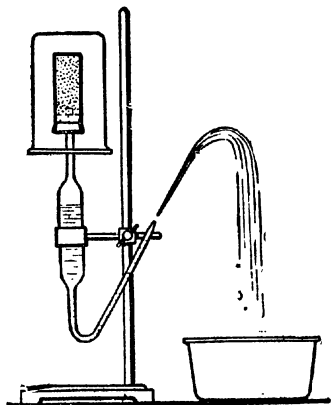


Рис. 327. Диффузия водорода.

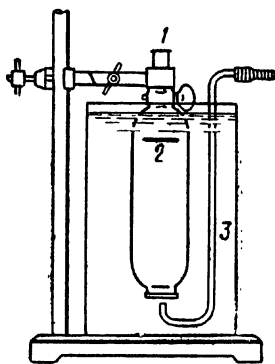


Рис. 329. Истечение газов через узкое отверстие.

она заполняется водой почти до самого крана (избегать попадания воды в кран, он должен быть сухим).

Кран закрывают, и прибор выставляют на демонстрационный стол. Для опыта нужен метроном, часы с секундомером или хотя бы часы с секундной стрелкой.

Перед демонстрацией воронку можно приподнять (при закрытом кране) на $3/4$ высоты, чтобы не создавать большого сопротивления току газов при наполнении. Вначале воронку наполнить кислородом из газометра, погрузить ее в воду на ту же глубину. Пустить в ход метроном (секундомер), открыть кран и, когда вода в воронке дойдет до нижней метки, начать отсчет (считать число ударов метронома, нажать кнопку секундомера или отсчитывать секунды по часам) и вести его до тех пор, пока уровень воды в воронке поднимется до верхней метки. Дать воде подняться до крана (но не допускать попадания ее в кран), записать отсчет (ударов метронома или количество секунд). В таком же порядке повторить опыт, наполнив воронку водородом. Число ударов метронома или количество секунд должно быть приблизительно в 4 раза меньше, чем при опыте с кислородом, так как плотность кислорода:

$$D = \frac{M}{2} = \frac{32}{2} = 16$$

Плотность водорода = 1. Отсюда $\sqrt{16} = 4$, $\sqrt{1} = 1$.

$$\text{Поэтому } \frac{\text{скорость истечения кислорода}}{\text{скорость истечения водорода}} = \frac{1}{4}$$

Диаметр отверстия в пластинке подбирают на опыте. Следует приготовить несколько пластинок с различным диаметром отверстий и выбрать такую пластинку, при которой кислород выходил бы в течение 4—5 мин. Предварительные опыты можно проделывать с воздухом, скорость истечения которого немного меньше кислорода.

Если отверстие подобрано хорошо, кран и пластинка сухие и газы достаточно чистые, то опыт дает вполне удовлетворительные результаты. Время истечения водорода почти в 4 раза меньше кислорода.

6) *Различная скорость диффузии аммиака и хлороводорода.* Как известно (стр. 313), скорость диффузии газов обратно пропорциональна корням квадратным из их плотностей.

Плотность аммиака по водороду равна 8,5, хлороводорода — 18, 25. Корни квадратные из этих величин относятся как 2,93 : 4,27 или как 1 : 1,46. Округляя это отношение до 2 : 3 и беря обратное отношение 3 : 2, мы можем считать, что, пока аммиак продиффундирует на $3/5$ какого-то расстояния, хлороводород продвинется только на $2/5$. Это можно подтвердить при помощи очень простого опыта. Для опыта нужна широкая (диаметром 3—4 см) стеклянная трубка длиной 30—35 см (рис. 330). Можно использовать для этой цели перегоревшую трубчатую лампу дневного света, обрезав ее цоколи (стр. 216). Внутреннее покрытие трубки легко смывается

обыкновенным ершиком. Трубку укрепляют строго горизонтально в штативе или помещают концами на деревянные подставки и выравнивают до строго горизонтального положения. В концы трубки вставляют одновременно два комка ваты, из которых один смочен концентрированным раствором аммиака, другой — концентрированной соляной кислотой. (Комки ваты удобнее всего при-

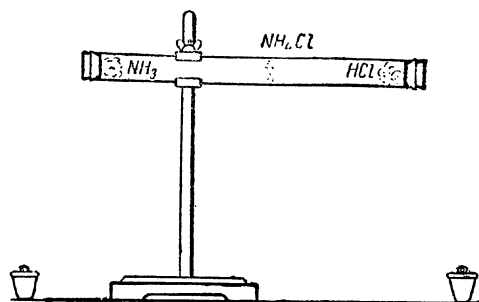


Рис. 330. Различие в скоростях диффузии хлороводорода и аммиака.

крепить булавками к двум пробкам.) Через некоторое время в трубке появляется облачко хлорида аммония (рис. 330). Облачко находится ближе к вате, смоченной соляной кислотой. Если измерить длину отрезка трубки между комками ваты, то кольцо хлорида аммония находится на расстоянии примерно $\frac{3}{5}$ этой длины от ваты, смоченной раствором NH_3 , и $\frac{2}{5}$ от ваты, смоченной раствором HCl .

Растворы NH_3 и HCl заготавливают в достаточных для смачивания комков ваты количествах (около 1 мл) в тигельках (баночках, стаканчиках), прикрытых крышками.

Этот опыт, как и предыдущий с количественным расчетом, можно использовать только в старших классах при изучении плотности газов. В седьмом же классе достаточно общего представления: одни газы диффундируют медленнее, другие быстрее, что данными опытами и подтверждается.

7) *Диффузия различных веществ в воде.* Для демонстрационных опытов берут большие цилиндры для собирания газов 25—30 см высотой. При отсутствии их можно использовать широкие стеклянные трубки, закрытые с одного конца корковыми пробками с мendeleeвской замазкой, а также отрезанные вместе с цоколем части трубчатых ламп дневного света (стр. 216). Цоколь служит дном цилиндра, наружными контактами цоколя цилиндр можно вставить в проколотые шилом отверстия в деревянной подставке. Одновременно ставят еще несколько цилиндров с другими веществами, диффундирующими с различной скоростью. Цилиндры помещают на шкафу или на какой-нибудь полке в классе на месяц и более, чтобы учащиеся могли наблюдать постепенную диффузию веществ.

Воду лучше налить в цилиндры за день до опытов, так как из воды, взятой непосредственно из водопровода, постепенно выделяются пузырьки воздуха, которые перемешивают жидкость. Можно использовать кипяченую воду.

Вещества для опытов частично берут в жидком виде или в растворе, частично — в твердом виде. Жидкости наливают в цилиндры



Рис. 331.
Диффузия в
жидкостях.

с водой через длинные воронки с оттянутым концом, упирающимся в дно цилиндра. За неимением воронки, изображенной на рисунке 331, можно к оттянутой на конце стеклянной трубке присоединить куском резиновой трубочки небольшую обычную воронку «на стык».

Налитая жидкость должна образовать отчетливый слой, резко отделяющийся от вышележащей воды. Для этого воронку следует опускать в цилиндр заранее, чтобы в воде не было конвекционных токов.

Воронки после вливания жидкости лучше всего не вынимать из цилиндров, чтобы не перемешивать слои и не окрашивать раствором воду в цилиндре, что почти неизбежно при вынимании воронки. Можно также, влив жидкость, слегка приподнять воронку и промыть ее небольшим количеством воды. Тогда ее можно вынуть, не окрасив водного слоя в цилиндре.

Вместо воронок иногда используют пипетки с длинным оттянутым в тонкий капилляр концом. Пипетки лучше всего приготовить из стеклянных трубок, можно без вздутия. Раствор через капилляр вытекает медленно, но зато слой образуется очень отчетливый. Пипетку можно осторожно вынуть, всосав в нее немного воды, после того как кончик покажется из слоя окрашенной жидкости.

Чтобы вода из цилиндров при стоянии не испарялась, их прикрывают стеклом или кусками картона с вырезом для воронки или наливают поверх воды слой парафинового или другого масла. Очень удобно закрывать цилиндры полиэтиленовой пленкой. Для этого один или два слоя пленки накладывают на цилиндр, так чтобы края пленки можно было охватить рукой и прижать к наружной стенке цилиндра. Затем предварительно нагретым металлическим шпателем (или широкой стороной кухонного ножа) обводят пленку по краю цилиндра, держа нож или шпатель под углом около 45° и все время прижимая свисающую часть пленки рукой к цилиндру. Пленка в местах прикосновения горячего шпателя (ножа) плавится, свисающая часть ее падает, а круг, лежащий на отверстии цилиндра, остается приклеенным к его краям. Этим способом удобно закрывать полиэтиленовой пленкой пробирки с образцами нелетучих сухих веществ (для коллекций и т. п.).

Окрашенные растворы готовят обычно утяжеленные другими веществами (см. ниже). Рекомендуются следующие вещества:

Индиго (стр. 289) — концентрированный раствор в насыщенном растворе поваренной соли (этот раствор значительно тяжелее воды).

Флуоресценции растворяют в насыщенном растворе поваренной соли, подщелоченном едким натром.

Перманганат калия KMnO_4 — насыщенный раствор в насыщенном растворе селитры KNO_3 . На 250 мл воды следует взять 17 г KMnO_4 и 65 г KNO_3 . Перманганат калия диффундирует наиболее

быстро, поэтому очень желательно использовать его для опыта.

Удобно подводить окрашенный тяжелый раствор под воду снизу. Для этого в бюретку с краном наливают воду, заполняют ею кончик бюретки, так чтобы в нем не было воздуха. К кончику бюретки присоединяют резиновую трубку с воронкой, в которую наливают окрашенную жидкость. Соединительная трубка должна быть также наполнена жидкостью и не содержать пузырьков воздуха. Для проверки опускают воронку до уровня крана бюретки, осторожно снимают резиновую трубку с кончика бюретки, затем, держа конец трубки в руке, осторожно приподнимают воронку. Жидкость начинает вытекать из конца трубки, вместе с ней выйдет и оставшийся в трубке воздух. (Под конец трубки поставить стакан, на руки надеть резиновые перчатки, чтобы концентрированный раствор перманганата калия не попадал на кожу, стр. 297.) Установив уровень жидкости в воронке на одной высоте с концом резиновой трубки, надевают ее снова на кончик бюретки; воронку с жидкостью поднимают выше уровня воды в бюретке и закрепляют кольцо штатива. Осторожно открывая кран бюретки, пускают окрашенную жидкость под слой воды, затем закрывают кран, после чего соединительную трубку можно снять с бюретки, опустив перед этим воронку ниже крана.

Медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, никелевый купорос $\text{Ni}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, хромовые квасцы $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, бихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ берут в виде крупных кристаллов, которые опускают в цилиндры сверху. Кристаллы бихромата калия нужно обязательно смазать перед этим вазелином, так как они с поверхности растворяются быстро и, пока достигнут дна цилиндра, успевают заметно окрасить раствор. Если крупных кристаллов бихромата калия нет, нужно готовить насыщенный раствор его в растворе селитры и вливать через воронку, как сказано выше. Из перечисленных веществ наиболее медленно диффундируют квасцы.

В процессе диффузии в одном и том же цилиндре одно вещество может даже обогнать другое. Если опустить в цилиндр с водой сначала кристаллы хромовых квасцов, а затем смазанные вазелином кристаллы бихромата калия, то на дне цилиндра образуется раствор темного цвета. По мере протекания диффузии над темным слоем появляется оранжевый, который намного обгоняет слой растворенных квасцов.

Для демонстрации диффузии одного вещества снизу вверх и одновременно сверху вниз можно использовать фенолфталеин в щелочном растворе. Для этого в цилиндр с водой опускают длинную воронку без оттянутого конца. Конец трубки воронки не должен доходить до дна цилиндра на 1 см (воронка своей широкой частью висит на краях цилиндра). По трубке воронки на дно цилиндра опускают кусочки аптечного пургена (чистый фенолфталеин плохо тонет в воде из-за адсорбированного на поверхности воздуха, стр. 306). Когда кусочки реактива опустятся на дно, оставляют цилиндр без движения на час, чтобы небольшие

пузырьки воздуха, заключенные в таблетках, успели оторваться и всплыть. После этого осторожно промывают трубку воронки водой, чтобы вытеснить из нее пылинки фенолфталеина, и опускают на дно цилиндра по трубке кусочек едкого натра. (Если внутри трубки при этом появляется окрашивание, значит, она была промыта плохо; промывать ее теперь нужно с очень большой осторожностью, чтобы не перемешать раствор на дне цилиндра.) При растворении едкого натра на дне цилиндра образуется яркий окрашенный слой. Воронку после промывания вынимают. На поверхность воды в цилиндре наливают немного концентрированного раствора аммиака (легче воды) и приливают несколько капель спиртового раствора фенолфталеина. Образуется слой красного цвета. Окрашенные слои будут диффундировать навстречу друг другу.

Вместо раствора аммиака можно налить поверх воды немного подделоченный и разбавленный водой этиловый спирт, в котором фенолфталеин также краснеет.

Можно приготовить для такой демонстрации растворы фуксина. Утяжеленный раствор фуксина в калийной селитре (фуксин растворяют при нагревании) наливают под слой воды в цилиндр по воронке. После промывания (как указано выше) воронку вынимают, а поверх слоя воды наливают спиртовой раствор фуксина той же интенсивности окраски, что и нижний слой.

2. Химические превращения

Приводимые ниже примеры химических явлений должны рассматриваться в сравнении с физическими по характерным признакам.

Изменения металлов при прокаливании. Приготовить блестящие (вычистить наждачной бумагой) пластинки железа и меди.

При внесении в пламя горелки железо и медь чернеют. Окалину с меди можно стереть бумагой. При нагревании меди окалина опять образуется.

Горение магния. Приготовить кусок магниевой ленты около 15 см длиной. Если лента старая окислившаяся, то вычистить ее наждачной бумагой, чтобы магний приобрел металлический блеск. Лента должна быть прямая, нескрученная. (Расправить ее можно, протаскивая между пальцами и прижимая ногтем.) Взяв ленту щипцами или пинцетом, поджечь на горелке и держать над куском жести, черной бумагой. Стряхнуть оставшийся в щипцах оксид и показать учащимся. Желательно также показать образец жженой магнезии.

За неимением ленты пользуются стружками магния. Горят они столь же ярко, но кусочки горящего металла при этом могут отпадать, поэтому нужно следить, чтобы они не попадали на стол, бумагу и пр.

Пристально смотреть на пламя горящего магния не следует (предупредить учащихся!), это вредно для зрения.

С меньшим эффектом сгорает порошок магния (без добавки окислителей). Около 1/2 чайной ложки порошка насыпают кучкой на асбестированную сетку, кладут сверху две спичечные головки (непосредственно горящей лучинкой зажечь порошок удастся не всегда быстро) и поджигают.

Можно взять порошок магния в чистую ложечку для сжигания веществ (стр. 71) и нагревать в пламени спиртовой лампочки до загорания. Полученный белый порошок оксида магния показать учащимся.

С быстрой ослепительной вспышкой сгорает магниевый порошок, если к нему прибавить измельченную бертолетову соль (не более 1/4 части объема взятого порошка металла). Смесь готовят непосредственно перед демонстрацией (см. правила, стр. 170): вставляют в середину кучки небольшой кусок магниевой ленты, согнутой в верхней части под прямым углом (в виде буквы Г), и зажигают ее длинной лучинкой. Горящая лента воспламеняет смесь. Большая часть образовавшегося при вспышке оксида магния улетает в виде клуба белого дыма.

Обугливание сахара и других веществ. Кусочек сахара истолочь в фарфоровой ступке и пересыпать в пробирку. Захватить пробирку держалкой или лучше зажать в вынутый из штатива зажим и внести ее в пламя горелки. Нагревать сначала осторожно, показать учащимся, что сахар плавится. Затем нагревать сильнее. Когда начнется выделение «белого дыма», поднести к отверстию пробирки зажженную лучинку, показать, что выделяющийся белый дым горит. Продолжать нагревание, пока не прекратится выделение дыма. Разбить пробирку в ступке и показать образовавшийся уголь.

Разложение бихромата аммония. 1) Около 1/2 столовой ложки мелкого оранжевого порошка бихромата аммония (при необходимости измельчения его в ступке делать это в вытяжном шкафу или надеть марлевую повязку) насыпать горкой на асбестированную сетку или керамическую пластинку. Сильно накалив в пламени спиртовки стеклянную палочку и вставить ее в середину горки порошка. Разложение вещества начинается сразу же и протекает очень красиво, напоминая извержение миниатюрного вулкана.

Для усиления эффекта можно прибавить к бихромату аммония немного порошка магния (на указанное выше количество бихромата — не более половины емкости ложечки для сжигания, иначе получается сильное разбрасывание вещества). Тогда при реакции вместе с зеленым порошком оксида хрома выбрасываются яркие искры горящего магния.

2) В пробирку (лучше широкую) насыпать слоем в 3—4 см кристаллы бихромата аммония. Осторожно прогреть соль до начала разложения:



Разложение идет очень бурно. Из отверстия пробирки извергается масса темно-зеленого оксида хрома (III).

3) В куске асбестового картона сделать отверстие, в которое вставить фарфоровый тигелек так, чтобы он лишь немного возвышался над поверхностью (вокруг тигля можно насыпать горкой сухой песок). Наполнить тигель порошком бихромата аммония (можно с добавкой магнезия, как сказано выше), немного засыпать его песком и нагреть снизу пламенем горелки. Внешне картина весьма напоминает извержение вулкана. Вокруг отверстия тигля образуется конус из оксида хрома (III).

4) Кучку порошка бихромата аммония на асбестированной сетке или керамической пластинке облить небольшим количеством спирта и зажечь. Ко времени выгорания спирта начинается разложение соли.

Образовавшийся твердый продукт реакции — зеленый порошок оксида хрома, если он не будет загрязнен песком, как в опыте 4, нужно собрать в банку. Его можно использовать для чистки и полировки поверхности металлических изделий (особенно из меди и ее сплавов), для приготовления зеленой краски и как катализатор для некоторых опытов (см. т. II).

Почернение фотобумаги от света. Опыт может служить примером химического превращения под влиянием света. Листок фотобумаги вынуть из конверта, прикрыть часть его каким-нибудь непрозрачным предметом (ножницами, щипцами, ключом, вырезанной из картона фигуркой и т. п.), выставить на солнечный свет или поднести поближе зажженную ленту магнезия. Бумага заметно темнеет, а закрытые участки ее остаются белыми.

Действие азотной кислоты на металлы. Несколько кусочков цинка или медных стружек облить в высоком цилиндре или большой колбе концентрированной азотной кислотой (не более 3—4 мл). Происходит энергичная реакция, сосуд наполняется бурым оксидом азота NO_2 (белый фон). С указанными количествами исходных веществ опыт можно выполнить вне вытяжного шкафа, но реакционный сосуд (цилиндр, колбу) по окончании реакции нужно закрыть стеклянной пластинкой или пробкой.

Образование нового вещества при смешивании двух твердых веществ. Насыпать в ступку по ложечке нашатыря и гашеной извести, растереть пестиком. Образование нового вещества — газа аммиака — обнаруживается по характерному запаху.

Порошки можно растирать ложкой или деревянной лопаточкой в чашке, а в небольших количествах даже на листе бумаги.

Образование новых веществ при сливании растворов. Слить в стаканах или пробирках растворы, дающие либо яркую окраску, либо осадок. Например, растворы:

1) фенолфталеина (несколько капель спиртового раствора на стакан воды) и аммиака — красное окрашивание;

2) медного купороса и аммиака (в избытке) — интенсивное синее окрашивание от образующейся комплексной соли $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$;

3) хлорида бария и сульфата натрия или другой растворимой соли серной кислоты — белый осадок BaSO_4 ;

4) нитрата ртути и иодида калия — красный осадок иодида ртути HgI_2 , растворяющийся затем в избытке иодида калия (образование комплексной соли $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$);

5) танина и железного купороса — образование черного раствора (чернила);

6) желтой кровавой соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и хлорида железа — появление синего окрашивания (образование берлинской лазури).

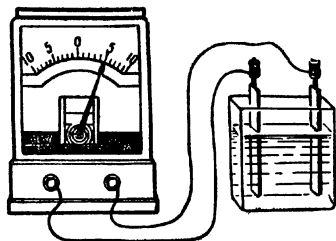


Рис. 332. Возникновение тока при химической реакции.

Взрыв смеси бертолетовой соли с серой. Немного кристаллической серы (2—3 кусочка величиной со спичечную головку) хорошо растереть в чистой фарфоровой ступке (лучше для этого опыта иметь постоянную ступку, которую не используют для других опытов), так чтобы сера пристала к стенкам. Внести в ступку с серой примерно такое же количество бертолетовой соли и осторожными движениями пестика без надавливания распределить ее по стенкам ступки в местах, где пристала сера. Перевернуть ступку, чтобы высыпать остаток порошка, не приставший к стенкам, после чего сильно потереть пестиком последовательно в нескольких местах ступки, повернув ее открытой частью от себя (правую руку можно обернуть полотенцем). Происходят довольно сильные, но безопасные взрывы. (Другие примеры подобных опытов со взрывами см. в т. II.)

Возникновение электрического тока при химических реакциях.

1) В плоскую высокую банку или стакан налить раствор серной кислоты (1 : 10). В раствор опустить медную пластинку с припаянным к ней проводником, второй конец которого присоединить к демонстрационному гальванометру. Вторым электродом может быть железная пластинка с припаянным проводником. Вторым концом проводника присоединяют к другой клемме гальванометра. При погружении железной пластинки в банку с кислотой стрелка гальванометра заметно отклоняется (рис. 332).

2) К только что погруженным в раствор серной кислоты (1 : 5) с прибавленным к нему раствором бихромата калия (деполяризатор) медной и цинковой пластинкам приложить провода, вторые концы которых припаяны к лампочке для карманного фонаря, рассчитанной на напряжение 1,2 в. Нить лампочки заметно накаливается.

3) Показать учащимся батарею для карманного фонаря с горящей от нее лампочкой и объяснить (без раскрытия химизма процессов), что ток здесь возникает тоже за счет химических реакций.

Выделение теплоты при химической реакции. Примером реакции, протекающей с выделением теплоты, является гашение извести. На фарфоровое блюдо положить 1—2 крупных куска негашеной (жженой) извести и небольшими порциями приливать к

ней воду. Происходит сильное разогревание и образуется гашеная известь, которая рассыпается в порошок.

Поглощение теплоты при химической реакции. В пробирку с газоотводной трубкой, конец которой опущен в стакан с известковой водой (стр. 326), поместить немного зеленого порошка основного карбоната меди. Укрепив пробирку наклонно в сторону пробки, нагревать в ней вещество, наблюдая при этом образование черного оксида меди CuO , воды (на стенках пробирки) и оксида углерода CO_2 (помутнение известковой воды). Отметить, что при прекращении нагревания реакция не протекает.

Признаки химических реакций и условия их осуществления

Описанные опыты дают возможность сделать первоначальные выводы о признаках химических реакций: изменение цвета, выделение газа, образование осадка, поглощение или выделение теплоты (подразделение реакций на эндо- и экзотермические), выделение света, возникновение электрического тока, а также об условиях, необходимых для их осуществления: соприкосновение веществ, нагревание, удар или трение, действие света.

Дополнительным примером к этому разделу может быть опыт, показывающий действие электрического тока как причину протекания химической реакции. Для иллюстрации следует использовать пример электролиза водного раствора хлорида меди (II) в приборе, изображенном на рисунке 111 (стр. 107). Раствор хлорида меди наливают в U-образную трубку, туда же опускают угольные электроды и включают постоянный ток от выпрямителя. Через некоторое время электрод, заряженный отрицательно, покрывается слоем меди. При переключении полюсов (поменять местами проводники на электродах) и повторном включении тока слой меди на угольном (теперь уже положительном) электроде исчезает.

Включение в цепь амперметра и вольтметра можно не производить, включение реостата весьма желательно, но если у выпрямителя есть регулятор (выпрямитель ВС-24 или ВС4-12, стр. 104), можно обойтись без реостата.

Учащимся сообщают, что это эндоэнергетический процесс, так как с выключением тока выделение меди (на катоде) и хлора (на аноде) сразу же прекращается.

Типы химических реакций

Реакция соединения. 1) *Соединение серы с железом.* Показать, что приготовленная ранее смесь серы с железом (стр. 306) неоднородна и может быть разделена (бросить в воду, испытать магнитом и пр.).

Получить соединение серы с железом. Для этого насыпать смесь в обыкновенную пробирку (приблизительно до половины). Пробирку со смесью укрепить в зажиме штатива или взять держал-

кой и, держа наклонно, сначала осторожно прогреть на горелке всю смесь, а затем — сильнее на одном участке, пока начнется реакция, после чего прекратить нагревание и держать пробирку до окончания реакции над фарфоровой ступкой, куском асбестового картона, жести и т. п. (пробирка может треснуть). После охлаждения (можно погрузить в чашку или стакан с водой) разбить пробирку пестиком, удалить щипцами или пинцетом осколки стекла. Часть сульфида железа оставить, чтобы показать классу, остальное растереть в ступке (не слишком мелко), бросить в стакан с водой. Порошок тонет (иногда всплывает тоненькая пленка смеси сульфида железа с избытком серы). Немного сульфида железа в небольшом стакане (чашке или пробирке) облить соляной кислотой (кислоту плотностью 1,19 разбавить пополам водой) и дать учащимся понюхать выделяющийся сероводород (опыт рассматривается как знакомство со свойством сульфида железа без написания уравнения реакции).

Полученный при демонстрации и лабораторных опытах сульфид железа собрать и хранить как реактив (он будет необходим для получения сероводорода).

2) *Соединение цинка и алюминия с серой.* Отвесить в отдельных стаканчиках или баночках 6 г цинка в порошке и 3 г порошка серы. 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 выполняется так же. Берут 2,7 г алюминия и 4,8 г серы. Вещества перед опытом нужно хорошо высушить в сушильном шкафу (стр. 203) и сохранять в эксикаторе (см. т. II).

3) *Соединение меди с серой.* В зажиме штатива укрепить в вертикальном положении широкую (2,5—3 см диаметром) пробирку, в которую положить несколько кусков черенковой серы. Под пробирку, на случай если она треснет, поставить чашку с песком.

Прогреть пробирку (сначала осторожно) на большой горелке (если есть только спиртовая лампочка, взять пробирку поменьше) и затем продолжать нагревание, пока сера закипит. Когда пробирка почти доверху наполнится парами серы, опустить в нее при помощи щипцов тонкую ленту или пучок тонкой медной проволоки от электрического провода (прикрутить к толстой железной проволоке). Медь загорается в парах серы без предварительного нагревания. Вынув ленту из пробирки, показать полученное соединение меди Cu_2S , поместив его на блюдце, в чашку и т. п. Если пары серы вспыхнут, закрыть пробирку крышкой от тигля, куском картона и т. п.

4) *Соединение брома с алюминием.* Прежде чем выполнять опыт, необходимо прочитать правила обращения с бромом (стр. 167).

Широкую пробирку около 2 см в диаметре поместить в стеклянный (лучше батарейный) стакан, пропустив ее в отверстие толстой картонной крышки. Пробирка должна входить в отверстие крышки с некоторым усилием и прочно держаться в нем. Подобрать к пробир-

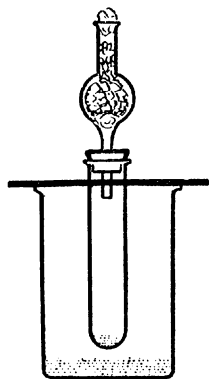


Рис. 333. Прибор для демонстрации соединения брома с алюминием.

ке поглотительную (хлоркальциевую) трубку, наполнить ее активированным (из противогаса) или хорошо прокаленным и отсеянным от пыли древесиной углем (в нижнюю и верхнюю широкую часть вложить комки ваты, чтобы уголь не высыпался) и на резиновой пробке вставить ее в отверстие пробирки (рис. 333). На дно стакана насыпать тонкий слой сухого песка. (Трубку с углем и пробиркой в отверстии крышки стакана можно закрепить в зажиме штатива.)

От проволоки или пластинки алюминия толщиной около 2 мм отрезать кусочки по 0,5 см; следует приготовить также несколько тонких алюминиевых стружек.

Вынув пробку с поглотительной трубкой, налить в пробирку около 1,5 мл брома, быстро бросить туда же 2 кусочка алюминиевой проволоки, затем несколько тонких стружек алюминия и сразу же вставить в пробирку пробку с поглотительной трубкой. Через 15—20 сек

начинается взаимодействие брома сначала со стружками (появляется яркое искрение), а затем и с алюминиевой проволокой. Кусочки алюминия плавятся и в виде раскаленных добела шариков «бегают» по поверхности брома. Через слой угля прорывается некоторое количество белого дыма (твердые частицы бромида алюминия углем не поглощаются, но в основном задерживаются ватой). Улетающие из пробирки ядовитые пары брома полностью задерживаются углем, поэтому опыт можно проводить без тяги. Если пробирка треснет, содержимое ее останется в стакане. Тяжелые пары брома не успевают выйти в помещение, пока прибор выносят наружу или ставят его в вытяжной шкаф. По окончании реакции, если пробирка не дала трещину, надо дать ей остыть, а затем, вынув поглотительную трубку, быстро налить в пробирку воду (обязательно под тягой или на открытом воздухе); при этом может произойти легкое разбрызгивание (остерегаться попадания брызг на кожу рук). Образовавшийся в пробирке раствор (бромную воду) используют для опытов. Уголь из поглотительной трубки (если опыт не будет повторен в течение нескольких дней) высыпать и прокалить в вытяжном шкафу или выбросить. Сохранять использованный один раз уголь можно только в трубке (в течение короткого времени), закрытой резиновой пробкой и колпачком из резиновой трубки (с узкого конца, стр. 274).

5) *Соединение хлороводорода с аммиаком.* Приготовить два одинаковых средней величины цилиндра для собирания газов. Один из них наполнить газообразным хлороводородом, другой — аммиаком (до урока). Для этого нет необходимости собирать специальные приборы для получения указанных газов. В склянку Тищенко или самодельную промывалку типа изображенной на рисунке 292

(стр. 270) нужно налить немного 25-процентного раствора аммиака, присоединить к выходному отверстию промывалки длинную резиновую трубку со стеклянным наконечником и опустить ее до дна цилиндра. Через входное отверстие склянки (промывалки) вдвухать воздух (резиновым баллоном, из газометра или другим способом). Наполнять цилиндры удобнее в вытяжном шкафу. Когда можно будет предположить, что цилиндр наполнился, вынуть трубку и быстро закрыть цилиндр притертой пластинкой, смазанной вазелином. Таким же способом наполнить второй цилиндр хлороводородом, для чего в склянку (промывалку) налить концентрированную соляную кислоту.

При наполнении хлороводородом держать цилиндр отверстием вверх, при наполнении аммиаком — отверстием книзу. Для каждого раствора взять отдельные промывные склянки и трубки. Вторым цилиндром наполнять в стороне от первого. Промывалки во время продувания воздуха полезно держать в теплой воде.

Наполненные цилиндры следует поставить на некотором расстоянии и сделать на них пометки. При демонстрации опыта поставить цилиндр с аммиаком отверстием вниз (не отнимая пластинки) на закрытый цилиндр с хлороводородом. Затем вынуть одновременно обе пластинки, закрывающие цилиндры, и плотно прижать один цилиндр к другому. Внутри цилиндров должен появиться обильный белый дым (нашатырь), который оседает на стенках цилиндров в виде налета.

При отсутствии цилиндров опыт можно произвести в двух стаканах. Для этого в один стакан непосредственно перед демонстрацией наливают немного раствора аммиака, наклонив его, чтобы смочить жидкостью стенки, затем избыток жидкости выливают и закрывают стакан картонной или стеклянной пластинкой. Во второй стакан (обязательно в стороне) наливают немного концентрированной соляной кислоты и далее поступают, как сказано выше.

Можно также смочить изнутри стенки стакана (лучше батарейного) или банки из-под варенья раствором аммиака и закрыть стеклом. Перед демонстрацией опыта смочить конец толстой стеклянной палочки или трубки концентрированной соляной кислотой (обмакнуть в склянку с кислотой и помешать ею в стакане). Появляется обильный белый дым.

6) *Соединение оксида кальция с водой* (см. опыт гашения извести, стр. 321).

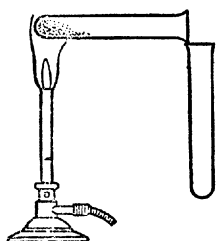
Реакция разложения. 1) *Разложение основного карбоната меди.* В пробирку поместить немного основного карбоната меди и укрепить в держалке или зажиме штатива с небольшим наклоном в сторону отверстия¹. Нагреть ее в пламени газовой горелки или

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, порошок соли сползает к отверстию пробирки.

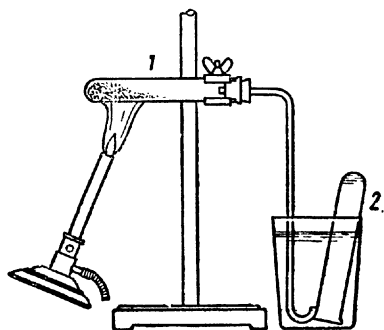
спиртовой лампочки. Показать образование нового вещества черного цвета (оксида меди) и появление капелек воды на стенках пробирки. Ввести в отверстие пробирки тонкую горящую лучинку, которая гаснет в атмосфере оксида углерода CO_2 .

Для подтверждения выделения этого газа провести опыт в приборах, изображенных на рисунке 334. В варианте 1 выделяющийся оксид углерода (IV) собирают в пробирку вытеснением из нее воздуха и испытывают известковой водой. В варианте 2 газ собирают в пробирку над водой. Для демонстрационного опыта можно взять большую пробирку с большим количеством вещества и наполнить газом 1—2 небольших цилиндра в пневматической ванне (стр. 275) с последующим испытанием. В варианте 3 оксид углерода CO_2 отводят по газоотводной трубке в стакан (при демонстрационном опыте наполняют один стакан для испытания газа горящей лучинкой, во втором стакане газ пропускают через известковую воду).

Если опыт является первым случаем, когда учащиеся собирают газ над водой, то следует дать некоторые указания: как собирать прибор, как убедиться, что прибор держит (стр. 254), как укреплять пробирку в зажиме штатива, как следует опускать в стакан пробирку для собирания газа, наполненную водой (стр. 276), как вынимать газоотводную трубку из воды после прекращения нагревания (стр. 277), как нагревать пробирку (сначала прогреть слегка всю пробирку по направлению от отверстия к донышку, а затем греть спокойно, не водя непрерывно горелкой, как часто склонны делать уча-



1



2

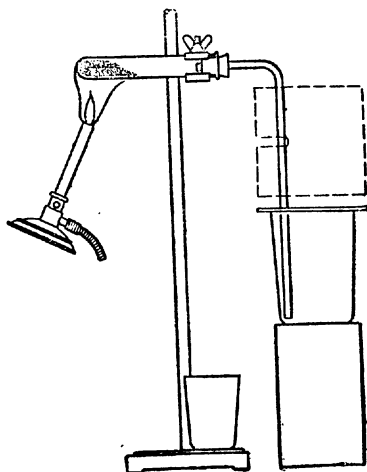


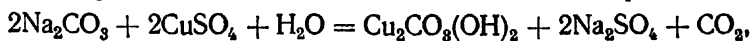
Рис. 334. Разложение карбоната меди.

щиеся). Можно использовать химические доказательства, что образовавшиеся на стенках пробирки капельки жидкости (а при демонстрационном опыте значительное количество жидкости, стекающей к пробке) — действительно вода, применяя для этого безводный сульфат меди (см. т. II), который от действия воды синее. Но особой необходимости в этом нет. Такое испытание на первоначальной ступени обучения представляет известную сложность, так как оно связано с неизвестным учащимся явлением. Достаточно, вынув пробку с газоотводной трубкой, осторожно прогреть пробирку там, где скопились капли воды. По выделяющемуся из отверстия пробирки водяному пару, образующему видимый туман (стр. 299), легко заключить, что это вода. При этом следует подержать у отверстия пробирки холодное стекло, перевернутый стакан, где капли воды отчетливо конденсируются.

В оставшемся в пробирке черном веществе учащиеся нередко предполагают уголь. Но так как черный порошок при прокаливании на воздухе не сгорает (можно прокалить небольшое количество CuO и угольного порошка на железных пластинках, прибавив для ускорения процесса несколько крупинок бертолетовой соли), то предположение оказывается неверным. По аналогии с черным порошком, снятым с медной пластинки, после ее прокаливании на воздухе (стр. 318), легко узнать в продукте реакции оксид меди (II).

Можно поместить немного полученного оксида меди в пробирку и налить туда разбавленной (1 : 1) соляной кислоты. В две другие пробирки поместить: в одну — черный порошок, снятый после прокаливании медной пластинки, во вторую — немного карбоната меди — и тоже обработать соляной кислотой. Показать, что во всех трех пробирках образовались растворы одинакового цвета. Опустить в каждый раствор вычищенные железные гвозди и показать, что на них выделяется медь (стр. 330). Опыт следует использовать также при изучении реакции замещения и при первоначальном формировании понятия о химическом элементе (т. II). Оставшийся от опытов оксид меди собрать, прокалить в фарфоровой чашке и по охлаждению сыпать в банку: он будет нужен для многих опытов.

Если основного карбоната меди почему-либо нет, его легко приготовить. Для этого растворяют 50 г медного купороса в 150 мл воды и 21 г карбоната натрия в 120 мл воды. Растворы нагревают в отдельных стаканах до 80°C , затем при постоянном помешивании сливают вместе. При этом протекает реакция с образованием основного карбоната меди в виде мелкого зеленого порошка:



который оседает на дно.

Стакан с осадком и находящейся над ним жидкостью ставят в водяную баню с температурой воды не выше 80°C (при более высокой температуре основной карбонат меди разлагается) и выдерживают около 30 мин при периодическом помешивании. Затем

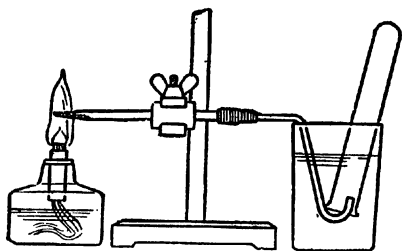


Рис. 335. Разложение оксида ртути.

осадок отделяют на фильтре (лучше при отсасывании, стр. 249), несколько раз промывают водой и высушивают в сушильном шкафу (при температуре не выше 80°C), на водяной бане, а в крайних случаях отжимают фильтровальной бумагой и высушивают на воздухе.

2) Разложение оксида ртути.

При наличии газа или другого источника высокотемпературного пламени разложение оксида ртути легко осуществить в обычной по размерам, но тугоплавкой пробирке. Выделяющийся кислород собирают в небольшой цилиндр или пробирку над водой. Нагревание оксида ртути до разложения в открытой пробирке производить нельзя. Предлагать выполнение опыта учащимися как лабораторного запрещено. Однако отказываться от постановки опыта в демонстрационном варианте не следует, так как он имеет большое значение для формирования понятия о составе веществ и реакции разложения. Другого, приемлемого в школьной практике твердого вещества, при нагревании которого образуется два простых, легко обнаруживаемых вещества, к сожалению, нет. При соблюдении необходимых правил в опытах с небольшими количествами оксида ртути (равно как и необходимые опыты с использованием растворов нитрата ртути) опасность отравления исключена.

В небольших количествах разложение оксида ртути можно осуществить при нагревании на спиртовой лампочке в запаянной с одного конца стеклянной трубке с внутренним диаметром 0,5 см с закругленным или оттянутым дном, собирая выделяющийся кислород в маленькую пробирку над водой (рис. 335). Трубку вставляют в отверстие корковой пробки, которую закрепляют в зажиме штатива. Газоотводную трубочку присоединяют к реакционной трубке куском резиновой трубки «на стык». При внесении в трубку оксид ртути не трогать руками, а набирать его непосредственно трубкой (стр. 160). Конец трубки вытереть ватой и опустить вату в закрывающуюся пробкой баночку с раствором сульфида натрия. Когда прибор собран и установлен, нагревать оксид ртути сначала осторожно, потом 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 поместить пробирку, наполненную водой.

Нагревание вести до полного разложения оксида ртути, собирая кислород в пробирку. Когда весь оксид ртути разложится, снять пробирку с конца газоотводной трубки, закрыть отверстие пробирки пальцем и вынуть ее из воды. Другой рукой вынуть из воды газоотводную трубку (приподнять штатив вместе с реакционной

трубкой) и погасить горелку. Испытать кислород в пробирке. Когда реакционная трубка остынет, показать учащимся блестящий налет ртути на стенках. После этого снять соединительную резиновую трубку и опустить реакционную трубку в пробирку с разбавленной (1 : 1) азотной кислотой (в вытяжном шкафу или на открытом воздухе)¹. Когда вся ртуть в трубке растворится, слить раствор из пробирки и трубки в склянку, промыть трубку и пробирку водой. Раствор из склянки можно использовать для удаления налета ртути из трубки несколько раз. Когда серия опытов во всех классах будет закончена (это придется делать только один раз в учебном году), к раствору в склянке прилить сначала раствор щелочи (не допуская выпадения осадка оксида ртути), а затем раствор сульфида натрия. Выпавший при этом черный сульфид ртути, не представляющий опасности отравления (не растворяется ни в воде, ни в разбавленных кислотах), выбросить в канализацию.

3) *Разложение хлорида меди CuCl_2 электрическим током.* Для опыта можно использовать прибор с U-образной трубкой и угольными электродами (стр. 107). Дополнительные пояснения к его применению даны на странице 322. Схема прибора с использованием выпрямителя на диодах приведена также на странице 107. Когда прибор собран, включить ток и обратить внимание учащихся на выделение пузырьков газа у анода и на постепенное покраснение катода. По окончании опыта вынуть электроды, промыть водой, показать учащимся катод с выделившимся на нем слоем меди, предложить понюхать электрод, на котором выделялся хлор. При отсутствии U-образной трубки угольные электроды, закрепленные в пластмассовой крышке или с помощью пробок в куске картона, можно опустить в стакан с раствором хлорида меди.

4) *Разложение воды электрическим током* (см. т. II).

5) *Разложение нитрата свинца.* Несколько кристалликов нитрата свинца² поместить в пробирку и нагреть в пламени спиртовой лампочки. Пробирка наполняется бурым газом — оксидом азота NO_2 . Кроме оксида азота, выделяется еще кислород, что можно легко обнаружить по вспыхиванию тлеющей лучинки. Пробирку по окончании реакции закрывают пробкой, чтобы ядовитый оксид азота не выходил в воздух, и дают ей остыть. После этого, вынув пробку, наливают в пробирку на 1/4 воды, снова закрывают пробкой и встряхивают. Бурый газ растворяется в воде оставшийся на дне пробирки твердый остаток в воде не растворяется: это оксид свинца. Для сравнения растворить в таком же количестве воды 2—3 кристаллика нитрата свинца.

¹ Собирать такое количество ртути нет смысла и вытряхнуть приставший к стенкам трубки слой невозможно.

² Лучше взять безводный нитрат свинца, чтобы выделяющаяся при нагревании кристаллогидрата вода не усложняла явление, но при небольших количествах исходного вещества выделяющаяся вода практически незаметна.

При нагревании нитрата свинца произошло разложение его с образованием трех новых веществ: оксида свинца, оксида азота и кислорода.

Реакция замещения. Для первоначального понятия о реакции замещения достаточно простейших опытов, так как учащиеся еще не знают состава кислот, оснований, солей, не имеют представления о сложных кислотных остатках.

1) *Вытеснение меди из раствора хлорида меди CuCl_2 другими металлами.* а) В стакан наливают раствор хлорида меди (хорошо заметно голубое окрашивание). В раствор опускают вычищенный наждачной бумагой нож с широким лезвием (типа кухонного) и через несколько секунд вынимают: на лезвии ножа виден красный налет меди. Нож промывают водой и чистят (после урока) наждачной бумагой. Можно использовать для опыта вычищенные лезвия безопасных бритв.

б) В стакан с раствором сульфата меди набросать чистых железных стружек (предварительно промыть стружки чистым бензином) и взбалтывать с ними жидкость стеклянной палочкой. Голубой цвет раствора постепенно становится чуть зеленоватым от образовавшегося сульфата железа (II). После сливания раствора в другой стакан на поверхности стружек виден налет меди.

в) В стакан с небольшим количеством (около 30 мл) раствора хлорида меди насыпать зерненного цинка и взбалтывать до полного обесцвечивания. На поверхности цинка выделяется медь, а в растворе остается бесцветный хлорид цинка. Для сравнения выпарить на стекле по 2—3 капли раствора хлорида меди и полученного раствора хлорида цинка, сравнить цвет сухих остатков.

г) В стакан с раствором хлорида меди опустить вычищенную и выскобленную ножом пластинку алюминия. На ее поверхности выделяется медь.

д) В пробирку с раствором хлорида меди опустить вычищенный до блеска железный гвоздь, или гирлянду мелких гвоздей, кнопок (промыть предварительно бензином) на нитке, или гирлянду канцелярских скрепок (протереть тряпочкой, смоченной бензином). После окончания опыта покрытые медью детали промыть водой, высушить и использовать по назначению.

2) *Вытеснение свинца цинком из растворов его солей.* Приготовить разбавленный раствор (0,4%) ацетата свинца $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$. На 250 мл раствора прибавить несколько капель уксусной кислоты, чтобы не выпадала основная соль. Раствор налить в стакан, банку и т. п.

Цинк можно взять в виде палочки или лучше пластинки (листовой цинк). Из последней можно вырезать и выгнуть подобие ветвистого дерева, фигурки и т. д.

Фигурку, пластинку или палочку цинка подвесить к лучинке, которую положить на края сосуда. Опущенный в сосуд цинк не должен доходить до дна по крайней мере на 5 см.

В качестве сосуда можно взять стакан, батарейный стакан, банку в зависимости от того, в каком масштабе предполагается поставить опыт.

Лучше всего, если возможно, опустить цинк в раствор в самом начале урока и оставить спокойно стоять, не передвигая. В течение часа успевает выделиться заметное количество кристаллов в виде пушистого налета на цинке. Если оставить опыт на несколько дней, то кристаллы свинца вырастают до самого дна сосуда, причем отдельные кристаллики получают вид блестящих табличек.

Если полученное «сатурново дерево» вынуть из жидкости, то оно теряет свой вид и кристаллы слипаются в комок.

Комок снять с цинковой пластинки, хорошо отжечь между листами фильтровальной бумаги, поместить в тигель, нагреть до плавления, вылить на кусок жести и дать остыть. Попробовать резать ножом полученный слиток свинца и кусочек цинка, сравнить их твердость.

Обратить внимание на пластинку цинка, она как бы разъедена по краям; на палочке изменения менее заметны.

3) См. опыты получения водорода, восстановление водородом оксида меди, реакции взаимодействия металлов с растворами кислот и солей (т. II).

Реакция обмена (см. т. II, глава «Важнейшие классы неорганических соединений»).

Глава II

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАССЫ ВЕЩЕСТВ

Существуют разные методические подходы к использованию эксперимента при изучении закона сохранения массы веществ. Возможно вначале поставить перед учащимися вопрос, сохраняется ли масса при химических реакциях¹, поскольку из одних веществ получаются другие. Создав таким образом проблемную ситуацию, на основании анализа результатов опытов как бы вывести и обосновать закон. С другой стороны, если иметь в виду, что закон сохранения массы изучается на основе уже известных учащимся положений атомно-молекулярного учения о неразрушимости атомов при химических реакциях, к выводу его можно подойти логически и подтвердить это экспериментом.

Химическая сущность используемых в том и другом случае опытов не всегда будет понятна учащимся, кроме весьма ценных в познавательном отношении уже знакомых реакций, когда можно дать характеристику исходных и полученных веществ, например, при разложении основного карбоната меди (стр. 326). Объяснять химическую сущность незнакомых реакций нет необходимости, достаточно показать только самый факт химического превращения.

Опыты с растворами

Опыты сливания двух или более заранее уравновешенных на весах растворов, в результате чего происходит изменение цвета, выпадение или растворение осадка, т. е. проявляются характерные признаки химических реакций, являются одними из самых убедительных для доказательства практического сохранения массы. Сливание можно производить в открытых стаканах, помещенных на пружинные весы (стр. 79), уравновешенных на технических весах, в пробирках, подвешенных к коромыслу ручных аптечных

¹ Речь на первом этапе обучения может идти, конечно, о практическом постоянстве массы в пределах точности весовых измерений, а не об абсолютном ее сохранении.

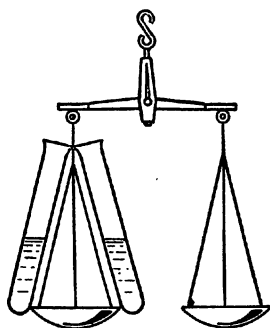


Рис. 336. Сохранение массы при реакции между растворами.

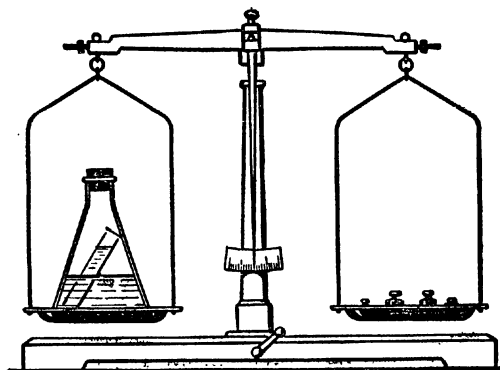


Рис. 337. Выливание раствора из пробирки в колбу, закрытую пробкой.

весов со штативом (рис. 336), в закрытых сосудах (рис. 337, 338) или в имеющемся в продаже специальном приборчике, удобном для подвешивания (рис. 339).

Для опытов можно использовать растворы: а) щелочь (разбавленный раствор) и фенолфталеин (приготовление водно-спиртового раствора см. стр. 287);

б) хлорид бария и сульфат натрия;

в) хлорид железа (III) и роданид калия (или аммония);

г) хлорид меди и щелочь;

д) нитрат свинца и иодид калия (или натрия);

е) щелочь (разбавленная) с фенолфталеином и серная кислота (разбавленная) — при сливании раствор должен обесцветиться;

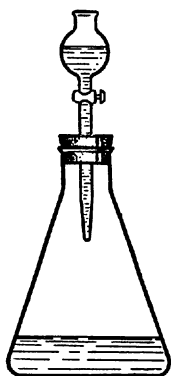


Рис. 338. Выливание раствора из капельной воронки в колбу.

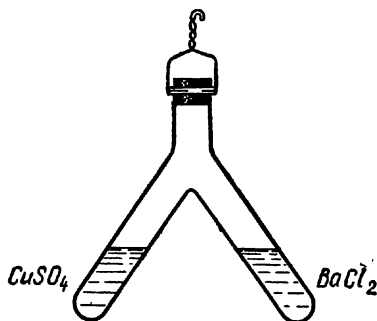


Рис. 339. Приборчик для сливания растворов.

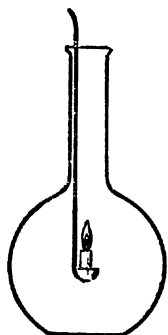


Рис. 340. Горение свечи в колбе.

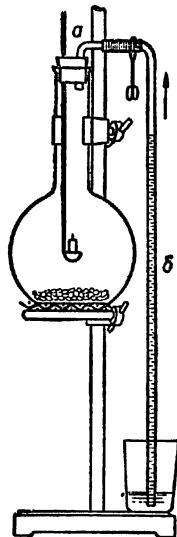


Рис. 341. Уменьшение объема воздуха при горении свечи.

ж) нитрат серебра и хлорид натрия, а также гидроксиды (в виде студенистых осадков) меди, железа, никеля, растворимые в разбавленных кислотах.

При сливании сосуда нужно держать чистыми и сухими руками (лучше брать их через фильтровальную бумагу). Выделение газа или заметное разогревание при реакциях должно быть исключено.

Для сравнения ставят опыт сливания растворов соды (можно с прибавлением фенолфталеина) и кислоты в открытых сосудах. Масса при этом не сохраняется, так как при реакции улетучивается газообразное вещество.

Опыты с горением веществ

Горение свечи в открытой колбе. В колбу или склянку вместимостью 1—2 л опустить на ложечке огарок свечи (рис. 340). Обратит внимание на образование «росы» на внутренней поверхности стенок колбы. Когда свеча погаснет, прилить в колбу немного известковой воды и взболтать. Помутнение указывает на присутствие оксида углерода CO_2 . Если прилить известковой воды слишком мало, помутнения может не быть, образуется растворимая в воде кислая соль.

Свечу следует держать в колбе так, чтобы пламя находилось приблизительно в середине колбы.

Горение свечи в колбе с натронной известью. Колбу или склянку на 2 л и больше закрыть хорошо подобранной каучуковой пробкой, в которую вставлена ложечка с огарком свечи (рис. 341) и изогнутая стеклянная трубка *a* (диаметром 5—6 мм). К ней на каучуке присоединена другая, также изогнутая трубка *б*. Длинное колено ее (60—70 см) опущено в стакан с подкрашенной, например, раствором индиго водой (стр. 289). На каучук надеть зажим (пружинный или винтовой, стр. 70).

На дно колбы насыпать натронной извести. Колбу укрепить в штативе. Для успеха опыта особенно важно, чтобы прибор хорошо держал (испытать! стр. 254). Свечу вместе с пробкой и трубками вынуть из колбы, зажечь и, опустив в колбу, снова плотно вставить пробку в горло колбы¹, слегка поворачивая ее. Конiec трубки *б* одновременно погрузить в стакан с подкрашенной водой. Когда свеча погаснет, дать колбе остыть и открыть зажим.

¹ Полезно перед этим нижнюю часть пробки слегка смочить водой (пронести несколько раз по окружности мокрыми пальцами).

Вода обыкновенно поднимается до самого горла колбы, а иногда может ворваться в нее; последнее лучше не допускать (вовремя закрыть зажим), чтобы не смачивать поглощающую продукты горения (CO_2 и H_2O) натронную известь. При соблюдении этой предосторожности прибор можно использовать много раз без перезарядки. Для длительного хранения прибора трубку *б* из каучука вынуть, а конец его закрыть куском стеклянной палочки.

За неимением натронной извести можно взять мелко истолченный 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 эстетичен, но удастся очень хорошо, если пробка хорошо держит. Опыт может быть произведен и со взвешиванием. Для этого снаряженную колбу без трубки *б* с хорошо закрытым на каучуке зажимом предварительно помещают на пружинные бытовые (стр. 79) весы или уравнивают на грубых чашечных весах, затем снимают с весов и ставят на стол. Горящую свечу следует внести в колбу быстро и сейчас же плотно вставить пробку, иначе из колбы может уйти значительная часть расширяющихся при нагревании газов. Когда свеча погаснет, дать колбе остыть и вновь поместить на весы, отметить неизменность массы. После этого укрепить колбу в штативе, присоединить к каучуку трубку *б* и, открыв зажим, показать, как поднимается окрашенная жидкость (см. выше).

Горение свечи на весах с поглощением продуктов горения. Традиционный опыт горения свечи на весах с поглощением продуктов горения требует довольно громоздкого оснащения, однако отказываться от него не следует, так как увеличение массы поглотителя при горении свечи (объем ее при этом заметно уменьшается) подтверждает связывание кислорода, входящего в состав продуктов горения.

В продаже имеются специально изготовленные стеклянные трубки с небольшой перетяжкой в нижней части, с сеткой внутри и приспособлениями для подвешивания (рис. 342). За неимением их можно оборудовать самодельные поглотительные приборы из лаковых цилиндров (широкие, 5—6 см в диаметре, стеклянные трубки длиной 20—25 см), из больших стекол для керосиновых ламп, снабдив их подвесами из проволоки с кольцами и сеткой, на которую помещают поглощающие вещества (гашеная известь и едкий натр). Устройство приспособления понятно из рисунка 343. В крайнем случае используют высокую стеклянную банку с обрезанным дном, которую ставят на проволочный или другой таган (стр. 66), установленный на чашке весов. Внутри банки на сетку насыпают поглощающие вещества (рис. 344).

Поглощающие вещества — гашеная известь (в нижней части цилиндра) и едкий натр — должны быть в достаточно крупных кусках и лежать рыхло, чтобы был свободный ток воздуха. Можно взять и один едкий натр, но тогда он быстро насыщается водой, и

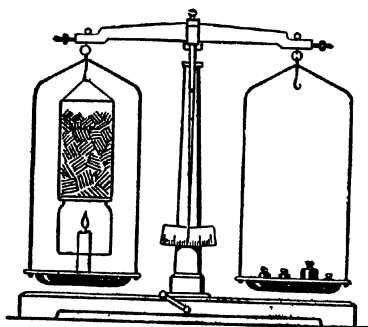


Рис. 342. Горение свечи на весах с поглощением продуктов реакции.

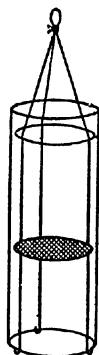


Рис. 343. Подвес для поглощительного цилиндра.

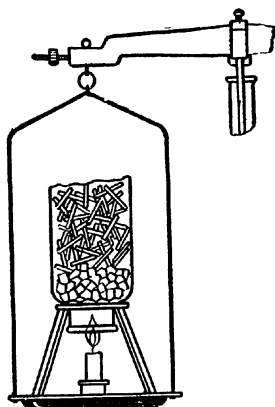


Рис. 344. Использование обрезанной банки для устройства поглотителя.

образующийся раствор стекает и капает на свечу и на чашку весов. Можно использовать для поглощения свежую натронную известь в крупных гранулах, отсеянную от мелких зерен и пыли.

Перед опытом поглотительный цилиндр вместе с огарком свечи уравнивают на весах (рис. 342). Фитиль свечи должен находиться внутри цилиндра, немного выше его нижнего края. Через 3—5 мин после зажигания свечи, в зависимости от чувствительности весов, чашка, где горит свеча, заметно перетянется.

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. Поэтому для большей убедительности опыта иногда делают два одинаковых прибора, которые уравнивают один другим, устанавливая окончательно равновесие при помощи дробы и т. п. Очевидно, что этим исключается влияние влаги воздуха; но вряд ли для демонстрационного эксперимента необходимо такое усложнение.

В перерывах между опытами поглотительные приспособления хранят в плотно закрывающихся сосудах (в банках с пробками, залитыми парафином, стр. 153).

Неизменность массы при сжигании фосфора в закрытом сосуде. Для демонстрации опыта в приборе, изображенном на рисунке 345, сухой красный фосфор помещают в хорошо вычищенную (для обеспечения электрического контакта) ложечку для сжигания веществ (не более $\frac{1}{4}$ ее объема). В подобранную к колбе пробку, кроме ложечки, вставляют кусок толстой проволоки, к концу которой внутри колбы прикручивают тонкую стальную или медную прово-

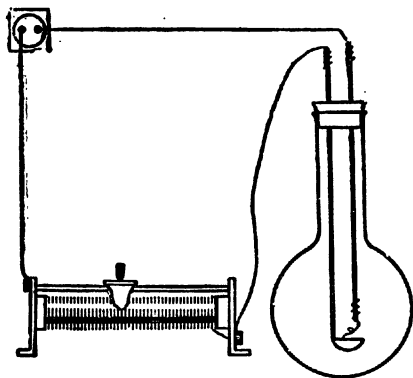


Рис. 345. Прибор для демонстрации сжигания красного фосфора в колбе.

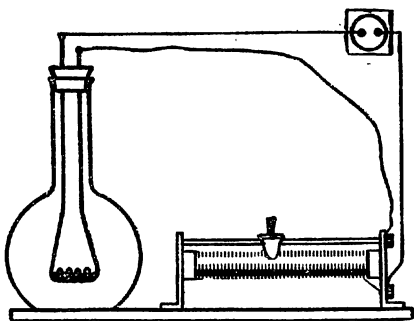


Рис. 346. Сжигание фосфора внутри спирали.

локу, свернутую в небольшую спираль. Второй конец спирали упирается в дно ложечки. Колба должна быть круглодонная, объемом не более 0,5 л. К наружным концам ложечки и толстой проволоки присоединяют электрический провод с вилкой. При включении тока спираль из тонкой проволоки накаливается, зажигает фосфор и при этом обычно перегорает, не принося вреда предохранительным пробкам, однако лучше включать в цепь реостат, как показано на рисунке 345.

При демонстрации опыта сначала взвешивают снаряженную колбу, сняв с концов проволоки и ложечки наружные провода, затем ставят колбу на стол, присоединяют провода, включают вилку в сеть и постепенно выводят реостат. Как только фосфор загорится, выключают ток, снимают провода. По охлаждении колбу вновь помещают на весы.

При другом варианте опыта (В. С. Полосин) немного красного фосфора завертывают в тонкую бумагу и помещают внутрь куска спирали от электроплитки. Концы спирали присоединяют к двум толстым проволокам (лучше медным), проходящим через резиновую пробку (рис. 346). Порядок демонстрации опыта такой же, как и у предыдущего. Включение в цепь реостата обязательно.

Колбу можно наполнить кислородом, а внутрь спирали поместить кусочки угля. От раскаленной спирали уголь загорается и ярко тлеет.

В простейшем варианте не более половины спичечной головки сухого красного фосфора помещают в круглодонную колбу объемом 100—150 мл на маленьком кусочке асбеста и закрывают колбу резиновой пробкой. Колбу взвешивают в подвешенном положении и нагревают в том месте, где находится асбест, до воспламенения фосфора. Фосфор на асбесте сгорает спокойно; растрескивание колбы исключено, однако перед демонстрацией на уроке ее надо испытать и в дальнейшем использовать только для этого опыта.



Рис. 347.
Вспышка
глицерина в
закрытой
банке при
окислении
его перман-
ганатом ка-
лия.

Воспламенение глицерина и фосфора в закрытом сосуда при действии окислителей (В. С. Полосин). 1) В толстостенную склянку объемом до 250 мл опускают пробирку, на дне которой насыпано примерно 0,5 г хорошо истертого в ступке перманганата калия. Склянку закрывают резиновой пробкой (пробку лучше закрепить, например привязать ее проволокой к горлу склянки). Через резиновую пробку проходит длинная пипетка с небольшим количеством глицерина (рис. 347). Глицерин не должен содержать воды. Если он долго стоял на воздухе и впитал влагу, опыт не выйдет.

Уравновесив собранный прибор на весах, осторожно выпускают из пипетки в пробирку 2—3 капли глицерина. Через 30—40 сек глицерин окисляется перманганатом калия, и возникает яркая вспышка. Масса прибора не изменяется.

2) Используя указанный выше прибор (рис. 347), можно вызвать воспламенение фосфора хлором.

В пробирку насыпают 0,5 г перманганата калия, а в пипетку набирают концентрированной соляной кислоты. Обтерев пипетку фильтровальной бумагой, на конец ее (немного выше оттянутой части) приклеивают несколько крупинок красного фосфора (какой-либо синтетический клей намазать на стенку пипетки очень тонким слоем и, не давая высохнуть, посыпать это место сухим красным фосфором).

Опыт проводят так же, как и с глицерином. Соляная кислота попадает из пипетки на перманганат калия и взаимодействует с ним; выделяется хлор, в котором фосфор загорается.

Взаимодействие газов

Взаимодействие хлороводорода с аммиаком. Две колбы по 150—200 мл с резиновыми пробками и прямыми широкими (до 0,8—1 см в диаметре) газоотводными трубками, соединенными толстой резиновой трубкой с зажимом посередине (рис. 348), наполняют: одну — аммиаком, другую — хлороводородом (стр. 325, а также т. II)

Наполненные газами, плотно закрытые колбы при закрытом (винтовом) зажиме уравнивают на весах, затем открывают зажим и несколько раз переворачивают колбы, держа колбу с хлороводородом вверх. В колбах появляется белый дым. Повторное взвешивание не показывает изменения массы.

Взаимодействие ацетилена с хлором. В небольшую тонкого стекла пробирку (дно пробирки можно дополнительно раздуть при нагревании, чтобы сделать стенки его совсем тонкими, стр. 229) осторожно опускают кусочек свинца, затем заполняют ее хлором

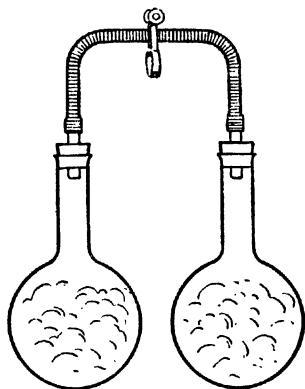


Рис. 348. Взаимодействие газов в сообщающихся колбах.

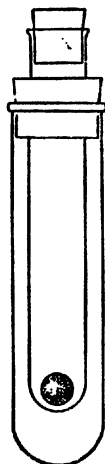


Рис. 349. Прибор для демонстрации взаимодействия ацетилена с хлором.

(см. т. II) и вставляют в заранее приготовленное отверстие в резиновой пробке, подобранной для большой пробирки. Последнюю заполняют над водой ацетиленом и плотно закрывают резиновой пробкой, с проходящей через нее небольшой тонкостенной пробиркой, наполненной хлором (рис. 349). Перед демонстрацией прибор взвешивают, затем встряхивают, так чтобы кусочек свинца разбил дно тонкой пробирки и ацетилен смешался с хлором. При реакции на внутренних стенках большой пробирки образуется черный слой сажи (иногда бывает легкая вспышка). Повторное взвешивание не показывает изменения массы.

Окисление металлов

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 она не портилась от раскаленного оксида железа. К магниту поднести на бумажке железный порошок, который пристает к нему (рис. 350). Несколько раз дотронуться бумажкой с порошком до магнита, пока он не перестанет притягивать железо. Все уравновесить гирями или дробью.

Свеживающуюся бахромку железа нагреть снизу горелкой, пока железо 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 перевеши-

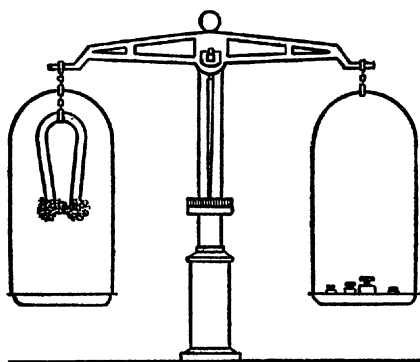


Рис. 350. Увеличение массы при горении железа.

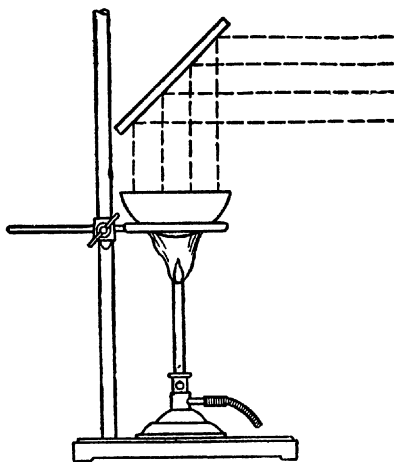


Рис. 351. Применение зеркала при демонстрационном опыте.

вать. Когда оксид железа остынет, его можно снять с магнита в чашку и показать классу.

Весы должны быть достаточно чувствительны, а магнит должен удерживать необходимое количество железа. Железо лучше поднести к магниту перед демонстрацией, а не заранее, но тогда опыт отнимет немного больше времени. Железные опилки для этого опыта малопригодны.

2. *Опыт с железом без магнита.* За неимением магнита можно поместить железный порошок в железную чашку, жестяную коробку, 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.

Чтобы показать учащимся тлеющее железо, не наклоняя чашки, можно воспользоваться зеркалом, держа его над чашкой под углом около 45° (рис. 351). Этим приемом можно пользоваться и при демонстрации других опытов (стр. 17).

Для лабораторного опыта используют тигель или большую железную или жестяную коробочку.

3. *Опыт с медью.* Чтобы показать увеличение массы при прокаливании, в фарфоровой чашке, железной коробочке, крышке от банки и т. п. сильно прокаливают мелкий порошок меди (полученный, например, при восстановлении оксида меди водородом, т. II). Медный порошок предварительно взвешивают (вместе с сосудом для прокаливания) и после прокаливания, когда вся медь превратится в черный оксид меди CuO , по охлаждении взвешивают

вновь, отмечая увеличение в массе. Полученный оксид меди сохраняют для последующих опытов.

Окисление металлов в закрытом сосуде со взвешиванием. Цель опытов — показать, что: 1) при превращении металла в окалину расходуется воздух; 2) увеличение в массе, получаемое при этом (см. предыдущие опыты), происходит за счет воздуха; 3) это увеличение массы равно потере в массе воздуха.

Для опыта лучше всего воспользоваться железом в порошке, но можно взять цинк в порошке или восстановленную медь. Железо имеет то преимущество, что при указанных условиях загорается, и это видно издали.

Для опыта нужна реторта (на 400—500 мл). Она может быть и нетугоплавкая. В реторту поместить немного (пол-ложечки) порошка железа, на конец ее надеть обрезок каучука длиной 12—15 см. Каучук на расстоянии 2—3 см от конца зажать винтовым или пружинным зажимом. К горлу реторты каучук полезно привязать. Реторту поместить на чашку технических весов, укрепив конец ее у дужки весов проволочным крючком (рис. 352). Уравновесить реторту разновесками, дробью или сухим песком. Осторожно снять реторту, 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 работе с ретортой делать это так, чтобы железо не высыпалось 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. 353). 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.

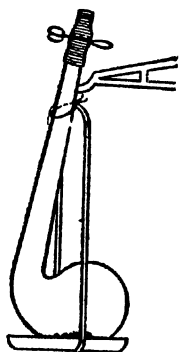


Рис. 352. Взвешивание железа в реторте.

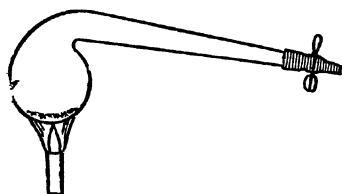


Рис. 353. Прокаливание железа в реторте.

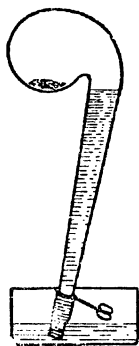


Рис. 354. Уменьшение объема воздуха после прокаливании железа.

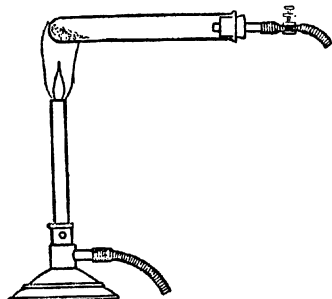


Рис. 355. Прокаливание металла в пробирке.

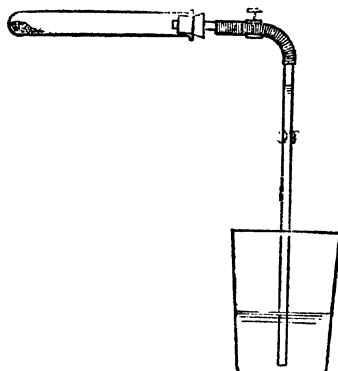


Рис. 356. Уменьшение объема воздуха после прокаливании металла.

Как только порошок железа почернеет, прекратить нагревание, укрепить реторту в зажиме штатива и дать ей остыть. (Нельзя класть реторту на стол, а особенно на какой-нибудь металлический предмет, так как она легко может треснуть.) Когда реторта 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 горло реторты (рис. 354).

Для успеха опыта необходимо, чтобы прибор хорошо «держал». За неимением реторты можно воспользоваться круглодонной колбой соответствующих размеров (плоскодонная может не выдержать давления). К колбе подбирают каучуковую пробку, в пробку вставляют изогнутую под прямым углом трубку и на конец трубки надевают отрезок каучука с зажимом. В таком виде колбу помещают на весы и производят вышеописанный опыт. Чтобы показать, что количество воздуха в колбе уменьшается, присоединяют к ней длинную изогнутую трубку, как на рисунке 341. Эту трубку погружают в воду и открывают зажим.

Для лабораторного опыта можно воспользоваться пробиркой с хорошей пробкой и газоотводной трубкой с зажимом. Устройство прибора и последовательность операций понятны из рисунков 355 и 356.

Окисление железа в закрытом сосуде без взвешивания. 1. Опыт с колоколом. Вместо опыта с ретортой можно показать опыт, доказывающий только то, что при окислении железа расходуется воздух. Для опыта нужен колокол или большая (5—6 л) склянка диа-

метром на 8—10 см больше, чем колокол, а глубиной равная приблизительно $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ его высоты.

Вместо кристаллизационной чашки можно использовать соответствующий сосуд, обрезав склянку или банку подходящих размеров (стр. 217). Колокол не должен плотно стоять на дне чашки. Для этого к нижнему краю его приклеивают менделеевской замазкой три кусочка пробки или надевают три проволоочные дужки, вставленные в обрезки каучуковой трубки (рис. 357 и 358).

К горлу колокола подобрать каучуковую пробку с отверстием, которое закрыть хорошо оплавленным обрезком стеклянной палочки или запаянной трубочки (рис. 357). Через отверстие продеть прочную, но тонкую нитку, к которой привязан подковообразный магнит. Если отверстие, через которое проходит нитка, плотно закрыто стеклянной палочкой, нитка должна удерживать магнит на любой высоте. Укрепив горло колокола в зажиме штатива, опустить магнит на нитке вниз и, закрепив нитку в этом положении, поднести к магниту на листке бумаги железный порошок. Когда магнит притянет столько железа, сколько может удерживать, поднять его почти до верха колокола и снова укрепить нитку в пробке стеклянной палочкой. Магнит должен находиться на таком расстоянии от верха колокола, чтобы не препятствовать открывать и отводить в сторону пробку, на которой он подвешен.

Укрепив магнит, поставить колокол в кристаллизационную чашку с водой, налитой до $\frac{1}{2}$ или $\frac{2}{3}$ ее объема. Приоткрыть пробку, чтобы уровень воды внутри колокола был на той же высоте, что и в чашке. Воду можно подкрасить раствором индиго.

Вынуть и отвести в сторону пробку. Поднять колокол и зажечь железо на магните горячей длинной лучинкой (или свечкой на проволоке), быстро вынув лучинку (свечку), опустить колокол в воду и плотно закрыть пробку. По мере того как железо тлеет, уровень воды в колоколе постепенно поднимается.

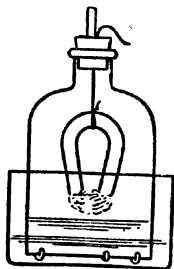


Рис. 357. Уменьшение объема воздуха при горении железа.

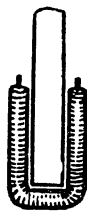


Рис. 358. Приспособление к колоколу.

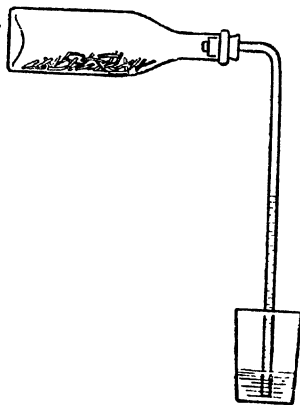


Рис. 359. Уменьшение объема воздуха при ржавлении железа.

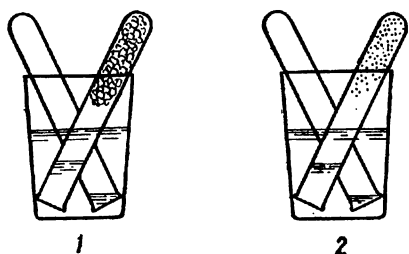


Рис. 360. Уменьшение объема воздуха при ржавлении железа.

2. *Опыт с бутылкой.* К бутылке или склянке на 1—2 л больше подобрать хорошую пробку, в которую вставить трубку (рис. 359). Из листа железа (нелуженого) нарезать полоски, которые входили бы в горлышко склянки. Полоски должны быть изогнуты, чтобы в бутылке они лежали неплотным слоем. Железо следует протереть грубой наждачной бумагой, чтобы снять с него слой окалины. Нет необходимости

очищать его до 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.

На уроке смочить полоски железа водой, для чего налить в бутылку воды, встряхнуть и вылить всю воду. Плотнo вставить пробку с трубкой (пробка должна хорошо держать). Укрепить бутылку на штативе и конец трубки погрузить в стакан с водой, подкрашенной индиго или чернилами (рис. 359).

Если железо хорошо отчищено, то за час оно успевает немного заржаветь, и вода в трубке поднимется на заметную высоту. На следующий день вода уже начинает заполнять бутылку.

3. *Опыт в пробирках.* Для опыта нужна железная (не стальная) проволока толщиной около 0,3 мм или тоньше. Проволока не должна быть жирная или покрытая окалиной (черная). Лучше всего вычистить ее грубой наждачной бумагой или поскрести ножом. Проволоку нарезают кусками в 30—40 см длиной.

Кусок железной проволоки свернуть в неплотный комок и продвинуть палочкой в пробирку так, чтобы он в ней держался плотно. Вложенное в пробирку железо смочить водой (смоченное железо быстрее ржавеет). Поместить пробирку отверстием книзу в стакан с водой (рис. 360, 1). Рядом с этой пробиркой поместить для сравнения другую такую же пробирку, но без железа. Убедиться, что вода в обеих пробирках, если их опустить до дна стакана, стоит примерно на одном уровне.

Оставить прибор до следующего урока. На уроке погрузить пробирки до дна и сравнить уровни, на которые вода поднимется в пробирках.

Результат сказывается гораздо быстрее (через час), если вместо проволоки взять железо в порошке. Пробирку смачивают внутри водой, которую затем выливают. В пробирку насыпают железный порошок. Порошок пристает к мокрым стенкам пробирки.

Пробирку помещают в стакан рядом с контрольной пробиркой, как сказано выше (рис. 360, 2).

Неизменность массы при реакции разложения

Разложение нитрата свинца в закрытом сосуде. В круглодонную колбу или большую пробирку поместить несколько кристаллов нитрата свинца. Плотнo закрыть сосуд резиновой пробкой и осторожно нагревать до разложения соли. Пробирка (колба) наполняется бурым оксидом азота. Предварительное и последующее (после охлаждения) взвешивание показывает, что масса не изменилась.

Нагревание основного карбоната меди с поглощением продуктов разложения. Приготовить пробирку (средней величины) с хорошо подогнанной пробкой, в которую вставить хлоркальциевую трубку (рис. 361, 1), наполненную натронной известью (смесь едкого натра и извести). Натронную известь взять мелкую, просеянную, с зернами 2—3 мм в поперечнике. В трубку сначала положить небольшой комочек ваты, затем насыпать натронной извести почти доверху, прикрыть опять ватой и вставить пробку с небольшим отверстием, закрытым стеклянной палочкой или запаянной стеклянной трубочкой.

В пробирку насыпать немного зеленого порошка основного карбоната меди, вставить пробку с хлоркальциевой трубкой и испытать, держит ли прибор. Поместить снаряженный прибор на весы и уравновесить. Снять прибор 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.

Если нагревать сразу слишком сильно, то прибор может окататься легче, так как натронная известь не успевает поглотить быстро выделяющиеся газы.

По окончании реакции дать прибору остыть и, вставив стеклянную палочку, снова поместить его на весы, отметить, что масса не изменилась.

За неимением хлоркальциевой трубки можно присоединить к пробирке прямую трубочку (например, обрезанную пробирку), закрытую с обеих сторон пробками (рис. 361, 2).

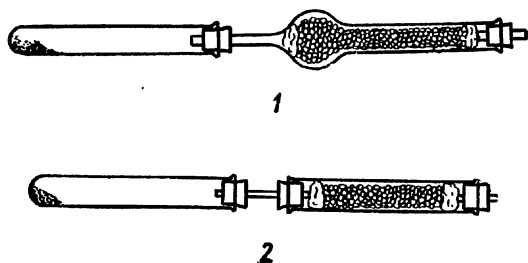


Рис. 361. Разложение основного карбоната меди с поглощением продуктов разложения.

Определение потери при прокаливании основного карбоната меди

1. *Опыт в пробирке.* Насыпав в пробирку средней величины немного зеленого порошка основного карбоната меди (не более 1/4 объема пробирки), тарировать пробирку с веществом на весах, затем осторожно нагреть ее до полного разложения карбоната меди (держат при этом пробирку с легким наклоном в сторону отверстия) и по охлаждении снова поместить на весы. Отметить существенное уменьшение массы.

2. *Опыт в тигле.* Опыт дает возможность определить убыль в массе при разложении вещества количественно и сравнить полученный результат с вычисленным по уравнению реакции.

Взвесить сухой чистый (лучше заранее прокаленный) тигель. В тигель насыпать до 1/2 его высоты основной карбонат меди и снова взвесить (правила взвешивания см. стр. 84). Найти массу взятой соли. Поместить тигель на треугольник (стр. 72), положенный на кольцо штатива, и, осторожно нагрев, подставить под него горелку. Прокаливать до полного разложения вещества (исчезновение зеленой окраски). Тигель должен находиться в самой жаркой части пламени (верхняя треть пламени); прокаливать нужно около 15 мин.

Дать тиглю остыть, не снимая его со штатива. Когда тигель уже не будет теплым на ощупь (ни в коем случае не раньше!), определить его массу (*a*). Еще раз прокалить тигель в течение 5 мин, дать остыть и снова определить массу (*b*).

Если $b = a$ — разложение дошло до конца.

Если $b > a$ — при первом взвешивании были неверно записаны разности; в таком случае следует работу начать снова, с самого начала.

Если $b < a$ — в первый раз соль была недостаточно прокалена. Нужно ее снова прокалить и опять взвесить, и так поступать до получения постоянной массы.

Если прокаливание проводилось правильно, то постоянная масса обнаруживается уже после второго взвешивания, т. е. получается $b = a$.

Если разность между двумя взвешиваниями не превышает 0,02 г, то массы можно считать равными.

Записать массу оксида углерода CO_2 и воды, выделившихся при разложении карбоната меди (по разности в массе).

Рассчитать по уравнению реакции:



сколько оксида меди CuO должно получиться при разложении взятого количества основного карбоната меди, и сравнить с фактически полученным результатом.

При тщательном взвешивании на точных весах и при соблюдении всех правил работы ошибка опыта не должна превышать 0,2%.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ, РЕАКТИВЫ ДЛЯ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

Общее лабораторное оборудование¹

Наименование	Количество ² в шт.
Штативы лабораторные металлические с двумя кольцами и одним зажимом	20
Штативы лабораторные с двумя кольцами и тремя зажимами	5
Зажимы к штативам запасные (разные) с муфтами	20
Штативы деревянные или пластмассовые для пробирок	20
Держалки для пробирок деревянные и металлические	50
Штативы демонстрационные для пробирок и пипеток	3
Тагань металлические (разные)	5
Насосы водоструйные металлические и стеклянные	3
Зажимы металлические пружинные (Мора)	30
Зажимы металлические винтовые (Гофмана)	30
Пробкомалки	3
Ложечки для сжигания веществ	50
Ершики для мытья посуды (разные)	10
Щетки для мытья посуды (разные)	5
Сверла пробочные (комплект)	5
Ножи для точки сверл (точилки)	2
Ступки чугунные с пестиком (разных размеров)	2
Сетки железные асбестированные (разных размеров)	30
Столики подъемные для демонстрационных опытов	2
Щипцы тигельные	30
Пинцеты металлические (кроме пинцетов для разновесок)	20
Экраны черно-белые (разные)	4
Экраны защитные из оргстекла	2
Подставки для приборов (разные)	20
Треугольники фарфоровые для тиглей	20
Ложечки роговые фарфоровые или пластмассовые для реактивов (разные)	10
Шпатели фарфоровые, металлические, пластмассовые	30
Баллоны (груши) каучуковые (типа парикмахерских)	5

¹ Описание ряда приборов и установок дано в соответствующих темах (см. т. II) и в специальных пособиях.

² Из расчета на 40 учащихся в VII—X классах одноклассной школы.

Наименование	Количество в шт.
Тигли железные (разные)	5
Тигли медные	2
Тигли свинцовые	2
Чашки железные (разные)	2
Реторты металлические (для термическ. разложения каменного угля)	2
Доска для сушки посуды (с колышками)	1
Подушки кислородные	2
Машинка для сверления пробок	1
Трубки паяльные металлические	5
Скальпели медицинские	3
Стеклорез	1
Стеклорез электрический самодельный	1
Ящик универсальный для демонстрации опытов с подставкой	1
Пульверизатор (типа парикмахерского)	2
Секундомер демонстрационный	1
Зеркало в специальной (деревянной и т. п.) оправе для демонстрации опытов с отражением	1
Магниты подковообразные и прямые	10
Метроном	1
Мех ножной	1
Весы ручные (типа аптечных) со штативом	20
Весы химико-технические	2
Весы бытовые пружинные чашечные (до 5 кг)	1
Весы аналитические	1
Разновесы (набор) к весам ручным, химико-техническим, аналитическим и т. д. ¹	4

Нагревательные приборы

Наименование	Количество в шт.
Лампочки спиртовые (100 мл)	40 ²
Лампочки спиртовые (350 мл)	5
Лампочки спиртовые с плоским фитилем	2
Горелки газовые (Бунзена и Теклу) с насадками для плоского пламени	50
Лампы Бартеля бензиновые	2
Лампа паяльная	1
Горелка паяльная для стеклотрубочных работ с питанием от бензинового карбюратора (типа медицинск. паяльного аппарата), газовой сети или газового баллона (заводского изготавл. или самодельная с приспособлением для острого пламени)	1
Баллоны со сжиженным пропаном или пропан-бутановой смесью (типа бытовых или туристских) с редуктором	4—5 ³

¹ В том числе к аналитическим весам — 1, к химико-техническим — 2, к бытовым — 1.

² Для газифицированных кабинетов соответственно меньше.

³ Для газифицированных кабинетов — 2—3 шт.

Наименование	Количество в шт.
Плитки электрические на 200 <i>вт</i> (ученические)	10 ¹
Плитки электрические на 400—600 <i>вт</i>	3
Бани водяные электрические	4
Баня воздушная электрическая	1
Баня песочная электрическая	1
Колбонагреватели электрические	3
Воронки для горячего фильтрования электрические	2
Печь тигельная электрическая	1
Печь муфельная электрическая	1
Печь трубчатая электрическая	1
Термостат электрический с терморегулятором	1
Шкафы сушильные электрические № 2—3	2
Кипятильник электрический	1
Дистиллятор для воды электрический	1
Обогреватель электрический для получения горячего воздуха	1

Электрооборудование и электроизмерительные приборы

Наименование	Количество в шт.
Щиты распределительные с пакетниками для питания электроприборов, подачи тока на столы (с самостоятельным включением и выключением по секциям, в том числе с подачей тока пониженного напряжения, до 40—60 <i>в</i> на рабочие места учащихся)	2
Моторы вентиляционные с вентилятором типа «Сирокко» и пускателями с отдельным выключением	1—2
Выпрямители тока селеновые типа ВС 4-12	2
Выпрямители тока селеновые типа ВС-6 и ВС-12	10
Выпрямители тока алюминиевые (самодельные)	10
Индукторы высоковольтные ИВ-50 и ИВ-100	2
Реостаты ползунковые от 1 до 6 <i>а</i>	5
Амперметры лабораторные для постоянного и переменного тока со шкалой от 1 до 5 <i>а</i>	3
Вольтметры лабораторные для постоянного и переменного тока со шкалой от 10 до 50 <i>в</i>	3
Вольтметр переменного тока щитковый от 0 до 250 <i>в</i>	1
Гальванометр демонстрационный	1
Регуляторы напряжения лабораторные от 0 до 250 <i>в</i>	2
Автотрансформатор от 0 до 250 <i>в</i> (ЛАТР)	1
Моторы электрические лабораторные от 30 до 100 <i>вт</i>	2—3
Элементы и батареи сухие (разные) от 1,5 до 60 <i>в</i>	2—10
Электроарматура для монтажа приборов и установок: розетки штепсельные, вилки, выключатели, патроны электрические, рубильники настольные, клеммы разные и пр. (комплект)	4

¹ В газифицированных кабинетах соответственно меньше.

Наименование	Количество в шт.
Термопара хромоникелевая или другая с гальванометром или лаго- метром	1—2
Индикатор напряжения (ручной, с неоновой лампой)	1
Вентиляторы электрические настольные	2
Пылесос электрический	1
Воздуходувка (типа фена)	1
Паяльники электрические	2
Штатив с угольными электродами для получения электрической дуги	1
Набор для опытов с электрическим током (конструкция Черняка)	1
Электролизер демонстрационный	1
Электролизеры (приборы для электролиза) из U-образных трубок со штативами (для учебных опытов)	10
Микрокомпрессоры (типа аквариумных) для дутья	4

Химическая стеклянная посуда

Наименование	Количество в шт.
Банки материальные на 50 мл	50
» » на 100 мл	50
» » на 250 мл	30
» » на 1000 мл	10
» » на 500 мл	20
» » на 2000 мл	5
Банки для сжигания веществ в кислороде и хлоре (на 1000 мл)	5
Банки с притертой пробкой от 100 до 500 мл	20
Склянки для растворов (белого стекла) от 100 до 200 мл	100
Склянки для растворов (темного стекла) от 100 до 200 мл	20
Склянки для растворов (белого стекла) на 500 мл	30
» » » » на 1000 мл	10
» » » » на 2000 мл	5
Склянки с притертой пробкой и колпаком от 100 до 250 мл	10
Склянки тубулированные для дистиллированной воды и для прибо- ров от 500 до 5000 мл	10
Склянки дву- и трехгорлые от 250 до 500 мл	10
Воронки с длинной трубкой (типа «Тюльпан»)	20
Воронки 60° диаметром 5—6 см	40
» » 8—15 см	10
» » 18 см и более	3
Колбы плоскодонные с тонким рантом от 100 до 500 мл	50
» » » » от 750 до 2000 мл	20
Колба плоскодонная от 3000 мл и более (для демонстраций)	1
Колбы плоскодонные с толстым рантом от 500 до 1000 мл	5
Колбы круглодонные от 100 до 500 мл	20
» » от 750 до 1000 мл	10
» » от 250 до 500 мл с длинным горлом	5
Колбы конические (Эрленмейера) от 50 до 250 мл	30
» » от 500 до 1000 мл	10

Наименование	Количество в шт
Колбы Бунзена на 250—500 мл (для фильтрования под уменьшенным давлением)	3
Колбы Вюрца от 100 до 500 мл (круглые и плоскодонные)	20
Колокол стеклянный 15 × 20 см и более (объем от 1 до 3 л) с открытым и закрытым горлом	2
Реторты обыкновенные от 100 до 200 мл	10
» с тубулусом от 100 до 250 мл	5
» тугоплавкие до 500 мл	2
Стаканы батарейные круглые толстостенные от 0,5 до 2 л	20
Стаканы химические от 100 до 500 мл	100
Стаканы химические от 500 до 1000 мл	10
Чашки стеклянные конические толстостенные (простоквашницы) диаметром от 12 до 20 см	10
Бокалы реактивные от 100 до 250 мл	10
Бутыли стеклянные тубулированные (для аспиратора) до 10 л	2
Стекла часовые диаметром от 5 до 12 см	30
Цилиндры стеклянные с толстым рантом и притертой пластинкой объемом от 100 до 300 мл	5
Цилиндры стеклянные с толстым рантом на 500—1000 мл	3
Цилиндры стеклянные тонкостенные (без градуировки) до 300 мл	20
Кристаллизаторы разные тонкостенные диаметром 15 см	10
Кристаллизаторы толстостенные (разные) диаметром до 30 см	2
Чашки Петри	10
Бюксы стеклянные (разные)	10
Пробирки химические обыкновенные	1000
» тугоплавкого стекла	50
» демонстрационные	20
» центрифужные	20
Аллонжи (разные)	20
Трубки шариковые (типа хлоркальциевых)	20
Трубки U-образные (разных размеров)	20
Тройники стеклянные (разные)	20
Пробирки с боковыми (одним и двумя) отростками	20
Трубки соединительные (разные)	30
Трубки стеклянные:	
1) с наружным диаметром до 5 мм (в кг)	5
2) » » до 6 мм »	8
3) » » до 8 мм »	4
4) » » до 10 мм »	3
5) » » до 20 мм »	2
Трубки стеклянные тугоплавкие диаметром до 16 мм	5
Трубки стеклянные разные (комплект школьных наборов)	5—6
Трубки стеклянные с шариком посередине обычные и тугоплавкие	10
Палочки стеклянные разные (в кг)	3
Банки стеклянные четырехугольные высокие от 0,5 до 3 л	5
Сосуды аквариумные от 5 до 10 л (круглые)	2
Ванны пневматические	2
Капельницы стеклянные для индикаторов	5
Склянки коллекционные (для образцов)	50

Химическая фарфоровая посуда

Наименование	Количество в шт.
Воронки Бюхнера (разные)	3
Вкладыши к эксикаторам	5
Стаканы фарфоровые от 50 до 500 мл	10
Кружки фарфоровые от 500 до 1000 мл	3
Чашки выпаривательные от 5 до 15 см диаметром (разные)	30
Тигли фарфоровые (разные)	30
Лодочки фарфоровые для сжигания веществ	5
Трубки фарфоровые разных диаметров (длина от 20 до 50 см)	5
Столбы фарфоровые толстостенные с пестиками диаметром от 7 до 20 см	5
Поддонники фарфоровые для приборов и аппаратов диаметром от 10 до 20 см	10

Стекланные приборы и аппараты общего назначения

Наименование	Количество в шт.
Аппараты Киппа (объем среднего шара до 500 мл)	2
Аппарат Киппа { » » » до 1000 мл)	1
Аппарат Киппа { » » » до 2000 мл)	1
Холодильники водяные (Либиха)	3
Холодильники водяные шариковые	2
Приборы для электролиза воды (аппараты Гофмана)	2
Озонаторы (конструкции Парменова, Верховского)	3
Приборы для электролиза растворов (со штативом)	10
Приборы для определения электропроводности	10
Приборы для демонстрации закона сохранения массы	3
Приборы для получения газов (стандартные лабораторные фабричного изготовления) периодического действия	20
Дефлегматоры (разные)	2
Газометры (объем до 10 л)	2
Газометр (объем до 20 л)	1
Дистиллятор стеклянный с электрическим нагревом	1
Эксикаторы (разные)	4
Склянки Тищенко для сухих веществ	5
Склянки Тищенко для жидкостей	5
Склянки поглотительные (Дрекслея) разных объемов	5
Колонки поглотительные (Фрезениуса) разных объемов	5
Воронки предохранительные	5
Воронки делительные разных объемов	5
Воронки капельные	10
Эвдиометры стеклянные с впаянными электродами фабричного изготовления	2
Аспираторы (объем сосуда до 15 л)	2
Краны стеклянные (разные)	30
Сосуды Дюара (стакан, колба от 0,5 до 2 л)	3
Мензурки конические с носиком от 50 до 200 мл	10
Цилиндры измерительные с носиком от 100 до 250 мл	10

Стекланные измерительные приборы

Наименование	Количество в шт.
Цилиндры измерительные до 1000 мл	2
Колбы мерные от 100 до 250 мл	10
Колбы мерные 500—1000 мл с притертой пробкой	4
Пипетки от 1 до 5 мл	5
Пипетки от 10 до 20 мл	30
Ареометры для жидкостей (пл. 0,7—1)	Набор
Ареометры для жидкостей (пл. 1—2)	Набор
Термометры химические от —10 до +120 °С	15
Термометр обыкновенный	1
Бюретки с краном на 25 мл	10
Бюретки с краном на 50 мл	2
Бюретки с зажимом на 25 мл	10
Бюретки с зажимом на 50 мл	2
Трубки измерительные для газов (с делениями от дна) объемом 25—50 мл	2

Некоторые постоянные приборы для демонстраций опытов по отдельным темам программы¹

Наименование	Количество в шт.
Вискозиметр	1
Газоанализатор лабораторный	1
Прибор для демонстрации сжижения оксида серы SO ₂	1
Ионообменная колонка	1
Прибор для термоокислительного пиролиза метана	1
Горелка для демонстрации водородно-кислородного пламени	1
Прибор для демонстрации диффузии водорода (с пористым цилиндром)	1
Спектроскоп школьный, ручной	5
Трубки спектральные (набор)	1
Трубки катодные (с защитой, набор)	1
Прибор для демонстрации горения свечи на весах с улавливанием продуктов горения	1
Прибор для демонстрации свойств хлора при отсутствии тяги	1
Прибор для синтеза хлороводорода	1
Прибор для демонстрации растворимости хлороводорода и аммиака в воде	1
Прибор для демонстрации последовательного вытеснения галогенов друг другом	1
Прибор для синтеза аммиака	1
Прибор для каталитического окисления аммиака	1
Прибор для демонстрации горения аммиака в кислороде	1
Прибор для демонстрации каталитического окисления SO ₂ в SO ₃	1
Прибор для демонстрации принципа реакции в кипящем слое	1

¹ Покупают или изготавливают на месте.

Наименование	Количество в шт.
Приборы для демонстрации электропроводности растворов, расплавов (разные варианты)	
Приборы для испытания электропроводности металлов и неметаллов (разные варианты)	
Приборы для демонстрации направленного движения ионов (разные варианты)	
Приборы для электролиза растворов и расплавов (разные варианты)	
Прибор для демонстрации обратимости химических реакций . . .	1
Прибор для получения азотной кислоты	1
» » » оксида азота NO в электрической дуге . . .	1
» » демонстрации рассеяния света коллоидами (конуса Тиндалля)	1
» » для демонстрации количественного вытеснения водорода из этилового спирта натрием	1
» » для разложения метана	1
» » для каталитического окисления парафинов	1
Прибор для демонстрации хлорирования метана	1
» » » получения бромистого этила	1
» » » каталитического гидрирования этилена	1
» » » фракционной разгонки нефти	1
» » » каталитического крекинга керосина	1
» » » термического разложения каменного угля	1
» » » » » древесины	1
» » получения диэтилового эфира дегидратацией этилового спирта	1
» » » экстрагирования масел из семян	1
» » » определения кислотности среды	1
Спиртарископ	1
Прибор для демонстрации реакции поликонденсации	1
Установка для получения сложных эфиров	1
» » гидролиза жиров	1
» » гидрогенизации жиров	1
» » получения искусственного волокна	1

Технические средства обучения

Наименование	Количество в шт.
Телевизор	1
Магнитофон стационарный	1
Кинопроектор («Школьник», «Украина» и др.)	1
Кодоскоп	1
Эпидиаскоп	1
Диaproектор	1
Микроскоп (биологический)	1
Лупа бинокулярная	1
Лупы препарировальные	10
Секундомер ручной	1

Инструменты

Наименование	Количество в шт
Доска магнитная	1
Фотоаппарат с комплектом для увеличения	1
Нож (типа кухонного)	2
Бруски для точки ножей	2
Напильники (трехгранный, плоский, круглый, надфили)	10
Ножницы для бумаги	2
Ножницы для резки металла	1
Отвертки (разные)	3
Плоскогубцы	1
Круглогубцы	1
Кусачки	1
Шило	1
Иглы крупные с деревянными ручками	8
Молотки металлический и деревянный	2
Скальпели	2
Иголки примусные (для ламп Бартеля)	20
Тиски настольные	1
Пила-ножовка по металлу	1
» по дереву	1
Дрель ручная с набором сверл	1
Лобзик с набором пилок	1
Точило наждачное (ручное)	1

Различные материалы

Наименование	Количество
Пробки резиновые всех размеров	20 кг
Пробки корковые всех размеров	8 кг
Пробки корковые прессованные для банок разных размеров	5 кг
Трубки резиновые разные (внутр. диам. 4—5 мм, толщина стенок 1 мм; внутр. диам. 6,5 мм, толщина стенок 1,5 мм и др.)	20 кг
Стекля предметные для выпаривания	100 шт.
Свечи стеариновые (разные)	0,5 кг
Стекло синее, красное, зеленое (пластинки)	4—5 шт
Вата гигроскопическая	1—2 пачки
Вата асбестовая	500 г
Вата стеклянная	100 г
Бинты марлевые	3—4 шт.
Асбест листовой	2—3 кг
Асбестовый шнур	1 кг
Сетка медная	1 м ²
Сетка железная	0,5 м ²
Сетка латунная	0,5 м ²
Бумага наждачная	2—3 листа

Наименование	Количество
Бумага писчая	1 пачка
Бумага фильтровальная	2 кг
Картон	1 кг
Бумага чертежная для этикеток	3—4 листа
Фильтры стандартные (разные)	5—8 пачек
Порошок наждачный (разных марок)	до 300 г
Лента изоляционная липкая	1 моток
Бумага лакмусовая (красная, синяя, фиолетовая)	по 20 пачек
Бумага индикаторная разная (фенолфталеиновая, нодо-крахмальная, конго и др.)	10 пачек
Провода электрические (разные)	30—40 м
Проволока стальная (струна)	3—4 пачки
Проволока железная, медная, алюминиевая	по потребности
Трубки железные, медные, алюминиевые (разных диаметров)	по потребности
Доски деревянные для резки и сверления пробок	3—4 шт.
Дробь свинцовая для тарирования	0,5 кг
Дробь фарфоровая » »	0,5 кг
Пластинки разных расцветок	1 набор
Вазелин и мазь вазелиновая	200 г
Пемза	200 г
Угли прессованные (стержни) разной толщины	20 шт.
Замзка менделеевская	1 кг
Парафин	1 кг
Лак этикеточный	200 г
Канифоль	100 г
Металлы разные: железо (жесть), медь, алюминий, олово, свинец, цинк и др. в листах, проволоке, пластинках, палочках	по потребности
Клей синтетический, силикатный и др.	по потребности
Иглы инъекционные разные (для вдвухания воздуха в пламя)	10 шт.
Карандаши для стекла	20 шт.
Этикетки стандартные разные с клеем и без клея	по потребности
Материалы из пластмасс: плексиглас, гетинакс, карболит, текстолит, полиэтилен и др. в блоках, листах, трубках, гранулах и пр	по потребности

Противопожарное оборудование и оборудование по технике безопасности

Наименование	Количество в шт.
Огнетушители углекислотные сухие	2
Одеяла асбестовые или пропитанные, огнезащитные	2
Очки предохранительные	5
Респираторы (маски)	3
Перчатки резиновые, типа хирургических (пары)	4
Фартуки защитные клеенчатые	3
Ящики деревянные с песком	4
Противогазы	2
Аптечки первой помощи (комплектация по стандарту с дополнениями: раствор соды 2% -ный, мазь от ожога, раствор CuSO_4 , KMnO_4) . .	2

ТАБЛИЦЫ, КОЛЛЕКЦИИ И ДРУГИЕ ПОСОБИЯ¹

Таблицы по лабораторному оборудованию и указания
по обращению с ними

Нагревательные приборы и обращение с ними
Обращение с жидкими веществами
Обращение с твердыми веществами
Фильтрование
Собирание газов
Меры предосторожности при работе по химии

Таблицы по общей химии

Распространение важнейших элементов в земной коре
Растворимость солей, кислот и оснований в воде
Кривые растворимости различных солей
Химические знаки и атомные массы важнейших элементов
Взаимосвязь между важнейшими классами неорганических соединений
Получение и применение углекислого газа
Получение и применение кислорода
Получение и применение водорода
Электрохимический ряд напряжения металлов
Химические свойства металлов
Состав воздуха (диаграмма)
Строение пламени
Номенклатура важнейших кислот и солей
Кристаллогидраты
Портреты выдающихся химиков (серия)
Обратимые и необратимые химические реакции
Углерод и его соединения
Фосфор и его соединения
Щелочные металлы

¹ В списке указаны таблицы, имеющиеся в продаже и рекомендуемые для самостоятельного изготовления.

Растворы. Теория электролитической диссоциации

Классификация дисперсных систем

Применение растворов

Влияние давления и температуры на растворимость газов

Диссоциация солей, кислот и оснований

Ступенчатая диссоциация многоосновных кислот

Характер диссоциации гидроксидов, в зависимости от заряда и размера центрального иона

Механизм гидролиза различных солей

Степень диссоциации кислот, оснований и солей

Зависимость степени диссоциации электролита от концентрации раствора

Механизм образования иона гидроксония

Обозначение и название положительных и отрицательных ионов

Качественные реакции некоторых катионов и анионов

Ионообменные колонки

Круговорот веществ в природе

Круговорот азота в природе

Круговорот фосфора в природе

Круговорот углерода в природе

Круговорот кальция в природе

Круговорот серы в природе

Периодическая система химических элементов

Д. И. Менделеева. Строение атома. Химическая связь

Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Разрезная периодическая таблица химических элементов

Характеристика элементов главных подгрупп периодической системы

Характеристика элементов побочных подгрупп периодической системы

Свойства простых веществ и типичных соединений в зависимости от положения элементов в периодической системе

Строение атомов элементов I—IV периодов

Формы электронных облаков

Периодическая система химических элементов с указанием расположения электронов на уровнях

Периодичность изменения свойств элементов и их соединений

Типы химической связи

Механизм образования ионной связи

Механизм образования ковалентной связи. Полярная и неполярная связь

Кристаллические решетки

Строение и свойства органических соединений

Пространственное и электронное строение органических веществ

Зависимость свойств органических веществ от их строения

Химические свойства предельных углеводородов

Физические свойства непредельных углеводородов этиленового ряда

Теория химического строения. Изомерия

Физические свойства одноатомных спиртов жирного ряда

Строение аминокислот

Взаимосвязь между различными классами органических соединений

Высокомолекулярные синтетические вещества

Химические и металлургические производства

Карта полезных ископаемых СССР

Добыча и переработка нефти

Коксохимическое производство

Производство этилового спирта (гидратация этилена)

Производство водорода и ацетилена из природных горючих газов (серия)

Производство ацетилена

Производство суперфосфата

Производство алюминия

Очистка природной воды

Доменный процесс

Производство стали

Производство аммиака

Производство серной кислоты

Применение продуктов химической промышленности

Диапозитивы

Алюминий

Азотная кислота

А. М. Бутлеров

Железо

Каменный уголь и продукты его переработки

Кислород

Кремний и его соединения

Ломоносов — основатель современной химии

Д. И. Менделеев

Химические волокна

Пластмассы

Получение водорода и его применение

Применение инертных газов

Производство серной кислоты

Производство извести

Производство азотной кислоты

Производство чугуна, железа и стали

Производство и применение ацетилена

Стекло и цемент

Строение атомов

Теория электролитической диссоциации

Типы химической связи

Диафильмы

Выдающиеся химики и их важнейшие открытия

Водород

Дисперсные системы

Добыча и переработка нефти

Ломоносов и его работы по химии

Менделеев — великий русский химик

Металлы и их сплавы (Общие свойства металлов. Сплавы)

Нефть и газы — важнейшее химическое сырье для органического синтеза

Основные способы промышленного получения металлов

Производство минеральных удобрений

Синтетические волокна и каучуки

Химическое равновесие, скорость химической реакции

Полимеры

Электронное строение органических веществ

Типы химической связи

Кинофильмы

По каталогам местных фильмотек

Коллекции

Алюминий
Волокна
Каучук
Каменный уголь и продукты его переработки
Сера
Металлы и сплавы
Минералы и горные породы
Минеральные удобрения
Микроудобрения, гербициды и стимуляторы роста
Пластмассы
Топливо
Чугун и сталь
Стекло (образцы сырья и готового продукта)
Катализаторы

Модели

Ванна для электролитического получения алюминия
Известково-обжиговая печь
Контактный аппарат
Кристаллическая решетка алмаза
» » поваренной соли
» » графита
» » меди
» » магния
Молекулярная кристаллическая решетка льда
Модели заводов по производству серной кислоты
Модель форсунки для сжигания жидкого топлива
Набор для составления моделей молекул веществ
Модель установки для формования волокна из расплава
Модель заводской установки для синтеза аммиака
Модель заводской установки для синтеза азотной кислоты

Химические реактивы

Наименование	Классификация	Количество ¹ в кг
Простые вещества (металлы, неметаллы, сплавы)		
Алюминий металлический в порошке	техн.	0,150
Алюминий металлический в стружке	»	0,400
Активированный уголь (в гранулах)	»	0,250
Бром	»	0,150
Железо металлическое в опилках	»	0,750
Железо восстановленное в порошке	»	0,250
Иод кристаллический	»	0,050
Калий металлический	»	0,025
Кальций металлический в стружке	»	0,050
Магний металлический в тонкой ленте	ч	0,075

¹ Годичная потребность для VII—X классов в однокомплектной школе.

Наименование	Классификация	Количество в кг
Магний металлический в порошке	ч	0,120
Медь металлическая в стружке	—	0,300
Медная фольга	ч	0,050
Медь металлическая в порошке	ч	0,050
Натрий металлический	—	0,050
Олово металлическое гранулированное	—	0,150
Свинец металлический	очищ.	0,100
Сера черенковая	»	0,150
Сера в порошке	»	0,150
Ртуть металлическая (образец)	»	0,100
Фосфор красный	очищ.	0,050
Цинковая пыль	ч	0,025
Цинк металлический гранулированный	»	2,000
Сурьма металлическая	очищ.	0,010
Сплав Вуда	ч	0,010
Висмут металлический	»	0,050
Кадмий металлический	»	0,050

Оксиды. Гидроксиды

Алюминия оксид	ч	0,050
Бария оксид	»	0,100
Водорода пероксид 30-процентный (пергидроль)	»	0,350
Железа оксид (III)	»	0,250
Кальция оксид	»	0,500
Кремния оксид (IV)	»	0,250
Марганца оксид (IV) в порошке	»	0,100
Марганца оксид (IV) в гранулах	»	0,500
Меди оксид (II) в порошке	»	0,250
Меди оксид (II) в гранулах	»	0,100
Магния оксид	»	0,050
Натрия пероксид	»	0,050
Ртуту оксид (желтый)	»	0,025
Свинца оксид (II и IV)	техн.	0,100
Фосфора оксид (V)	ч	0,250
Аммиак (25-процентный раствор)	»	1,000
Бария пероксид	»	0,050
Алюминия гидроксид	»	0,010
Бария гидроксид	»	0,100
Ванадия оксид (V)	»	0,025
Гашеная известь	»	1,000
Железа гидроксид (III)	»	0,050
Кали едкое в гранулах	»	1,000
Натр едкий в гранулах	»	1,500
Натронная известь в гранулах	техн.	1,000
Хрома оксид (VI)	техн.	1,000
Термит	»	0,500
Сурик свинцовый	ч	0,050

Наименование	Классификация	Количество в кг
Соли ¹		
Алюминия хлорид	ч	0,350
Алюминия сульфат	»	0,500
Алюмокалиевые квасцы	»	0,250
Аммония карбонат	ч	0,500
Аммония фосфат (трехзамещенный)	»	0,100
Аммония хлорид	»	1,000
Аммония ацетат	»	0,200
Аммония сульфат	»	0,050
Аммония дихромат	»	0,250
Аммония роданид	»	0,150
Аммония нитрат	»	0,500
Бария нитрат	»	0,250
Бария карбонат	»	0,100
Железа хлорид (II)	»	0,100
Железа хлорид (III)	»	0,350
Железа сульфид	»	0,250
Железа сульфат (III)	»	0,250
Железа сульфат (II)	ч	0,600
Известь хлорная	техн.	1,500
Кальция фторид	ч	0,050
Кальция хлорид (гранулированный)	»	1,000
Кальция фосфат двузамещенный	»	0,250
Кальция фосфат однозамещенный	»	0,250
Кальция нитрат	»	0,500
Кальция сульфат (гипс)	мед.	1,000
Кальция карбонат	ч	0,250
Кальция карбид	техн.	0,500
Калия бромид	ч	0,250
Калия роданид	»	0,050
Калия хлорид	»	0,750
Калия хлорат (бертолетова соль)	»	0,250
Калия хромат	»	0,050
Калия дихромат	»	0,500
Калия карбонат	»	0,500
Калий железосинеродистый	»	0,050
Калий железистосинеродистый	»	0,100
Калия фосфат (однозамещенный)	»	0,100
Калия фосфат (двузамещенный)	»	0,100
Калия сульфат	»	0,250
Калия гидросульфат	»	0,250
Калия иодид	»	0,150
Калия перманганат	»	0,1000
Калия нитрат	»	1,000
Калий нитрит	»	0,200
Калий-натрий виннокислый (сегнетова соль)	»	0,100
Кадмия хлорид	ч	0,100
Лития карбонат	»	0,050
Меди карбонат (основной)	»	0,250
Бария хлорид	»	0,500

¹ Для кристаллогидратов количества указаны с учетом кристаллизационной воды.

Наименование	Классификация	Количество в кг
Меди нитрат (II)	»	0,200
Меди хлорид (II)	»	0,250
Меди сульфат (II)	»	1,500
Магния карбонат (основной)	»	0,150
Магния хлорид	»	0,150
Магния сульфат	»	0,200
Марганца сульфат	»	0,150
Марганца хлорид	»	0,650
Натрия силикат	»	0,250
Натрия нитрат	»	0,750
Натрия бромид	»	0,500
Натрия ацетат	»	0,500
Натрия сульфид	»	0,100
Натрия фторид	»	0,050
Натрия хлорид	гчищ.	3,000
Натрия иодид	ч	0,050
Натрия сульфит	ч	0,500
Натрия гидросульфит	»	0,050
Натрия фосфат	»	0,500
Натрия карбонат кристаллический	»	0,750
Натрия гидрокарбонат	»	0,70
Натрия карбонат безводный	»	0,70
Сода кальцинированная	техн.	2,500
Натрия сульфат (безводн. и кристал.)	ч	0,750
Натрия борат (бура)	»	0,200
Натрий серноватистокислый (гипосульфит)	»	0,500
Никеля сульфат	»	0,250
Ртуты нитрат	»	0,050
Серебра нитрат	»	0,200
Стронция нитрат	»	0,150
Свинца ацетат	»	0,150
Свинца сульфат	»	0,250
Цинка сульфат	»	0,500
Цинка хлорид	»	0,100
Мрамор	техн.	5,000
Хромово-калиевые квасцы	ч	0,250
Хрома хлорид	ч	0,100

Кислоты

Азотная кислота, плотн. 1,42	ч	1,500
Борная кислота	»	0,100
Бромистоводородная кислота	»	0,1
Иодистоводородная кислота	»	0,1
Муравьиная кислота	ч	0,200
Ортофосфорная кислота	»	2,65
Серная кислота, пл. 1,84	»	4,0
Соляная кислота, пл. 1,19	»	3,0
Уксусная кислота	»	0,7

Органические вещества

Ацетон	очищ.	0,3
Анилин	ч	0,100
Анилин солянокислый	»	0,100

Наименование	Классификация	Количество в кг
Анилин сернокислый		0,100
Ацетилцеллюлоза	»	0,100
Бензол	очищ.	0,400
Бензин	ч	0,500 ¹
Вазелин (технический)	—	0,100
Глицерин	ч	0,500
Глюкоза	»	0,250
Гексан	»	0,100
Дихлорэтан	»	0,500
Диэтиловый эфир (серный)	»	0,250
Декстрин	»	0,050
Дифениламин	»	0,050
Желатина	»	0,050
Индиго	»	0,005
Кислота лимонная	»	0,050
Кислота н-масляная	»	0,100
Кислота бензойная	»	0,050
Кислота стеариновая	»	0,150
Кислота пальмитиновая	ч	0,150
Кислота олеиновая	ч	0,100
Кислота акриловая	»	0,050
Кислота аминоексусная (гликоколь)	»	0,050
Кислота щавелевая	»	0,050
Каучук натуральный	»	0,100
Каучук бутадиеновый	»	0,050
Каучук бутадиенстирольный	»	0,050
Крахмал картофельный	»	0,250
Капролактам	»	0,050
Капроновая крошка	»	0,100
Ксилол	»	0,100
Мочевина	»	0,150
Метилметакрилат	»	0,250
Масло автоловое	»	0,100
Масло веретенное	»	0,050
Масло вазелиновое	»	0,250
Масло льняное	»	0,100
Масло оливковое	»	0,100
Масло хлопковое	»	0,100
Масло кукурузное	»	0,100
Молочный сахар	»	0,050
Монохлоруксусная кислота	»	0,050
Нитробензол	»	0,050
Нефть (сырая)	»	0,750
Полиэтиленовая крошка	»	0,050
Полистирол (гранулы)	»	0,150
Парафин	»	0,500
Перекись бензоила	»	0,005
Спирт этиловый	ч	1,500 ²
Спирт метиловый	»	0,150
Спирт н-бутиловый	»	0,100

¹ Бензин реактивный, кроме горючего.² Спирт реактивный, кроме горючего.

Наименование	Классификация	Количество в кг
Спирт изоамиловый	»	0,150
Спирт изобутиловый	»	0,100
Стирол	»	0,150
Сахароза	»	0,200
Саломас	техн.	0,050
Скипидар	очищ.	0,150
Толуол	»	0,100
Углерод четыреххлористый	»	0,100
Уксусный ангидрид	»	0,100
Уксусная кислота ледяная	»	0,500
Уксусноэтиловый эфир	»	0,100
Уксусноизоамиловый эфир	»	0,050
Уротропин	»	0,075
Фенол	»	0,075
Фуксин	»	0,005
Фруктоза	»	0,050
Хлороформ	»	0,150
Хлористый метилен	»	0,050
Этиленгликоль	»	0,100
Циклогексан	»	0,050

Индикаторы

Бумага лакмусовая (книжки)		36
Конго красный	ч	0,001
Лакмус сухой (лакмоид)	»	0,003
Лакмус в растворе	»	0,175
Лакмус в хлороформе	ч	0,035
Метиловый оранжевый	ч	0,035
Универсальный индикатор (коробки)	—	2
Хром черный Т (для определения жесткости воды трилоном Б)	—	0,005
Фенолфталеин	ч	0,008

Фиксаналы

Натр едкий (коробки)	—	1
Кали едкое (коробки)	—	1
Соляная кислота (коробки)	—	1
Серная кислота (коробки)	—	1

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Значение эксперимента в обучении химии	5

П е р в а я ч а с т ь

Химический кабинет средней школы и его оборудование

Г л а в а I. Помещения химического кабинета	30
1. Расположение и планировка помещений	—
2. Общее оборудование и отделка помещений	35
3. Вода, газ, электропроводка, освещение	38
4. Мебель	43
Г л а в а II. Вентиляция школьного химического кабинета	52
1. Общая характеристика вытяжной вентиляции	—
2. Устройство и действие вытяжных шкафов	56
3. Средства временной замены вытяжной вентиляции	62
Г л а в а III. Оборудование школьного химического кабинета	65
1. Вспомогательные лабораторные принадлежности, инструменты и средства защиты	—
2. Измерительные приборы	79
Весы	—
Стекланная измерительная посуда. Термометры. Ареометры	90
3. Источники и преобразователи электрического тока. Приборы для опытов с электрическим током	95
Г л а в а IV. Химическая посуда, трубки, пробки	115
1. Стекланная посуда	—
2. Фарфоровая и глиняная посуда	123
3. Трубки, палочки, пробки	131
Стекланнные трубки и палочки	—
Каучуковые и пластмассовые трубки	132
Корковые пробки	137
Стекланнные пробки	142
Каучуковые пробки	144
Г л а в а V. Химические реактивы	148
1. Классификация химических реактивов	—
2. Хранение реактивов и правила обращения с ними	149

Глава VI. Приемы работы в химическом кабинете	163
1. Правила техники безопасности при работах в химической лаборатории	—
2. Способы нагревания. Нагревательные приборы	173
Нагревание на спирте	—
Нагревание на газе	180
Нагревание на бензине и керосине	188
Электронагревательные приборы и их использование	197
3. Основные приемы обработки стекла	209
Обработка плоского стекла	—
Разрезание стеклянных трубок, склянок, бутылок	214
Термическая обработка стекла, изготовление стеклянных деталей для приборов	220
4. Очистка воды	237
5. Приготовление растворов	242
Глава VII. Приборы и аппараты из стекла для получения, собирания, хранения, осушки и очистки газов	251
1. Приборы непрерывного действия	—
Простейшие приборы	—
Приборы с воронками	255
2. Приборы периодического действия	259
Приборы, в которых твердое вещество погружают в жидкость	—
Автоматические приборы	260
3. Приборы для осушки и очистки газов	269
4. Приборы для собирания и хранения газов	275
Собирание и хранение газа над водой	—
Собирание и хранение газа в газометре	277
Собирание газов вытеснением воздуха	281
Обращение с горючими газами	—
Глава VIII. Лабораторное хозяйство	282
Паяние	283
Приготовление индикаторов	286
Приготовление замазок и клеев	290
Приготовление карандашей для надписей на стекле	294
Приготовление краски для надписей на стекле	—
Приготовление негашеной извести	—
Обработка пробок для придания им большей стойкости к кислотам и щелочам	—
Герметизация корковых пробок	295
Приготовление цветных мелков	—
Изготовление диапозитивов	—
Чистка заржавевших предметов	296
Чистка напильников	297
Отмывание грязи и пятен от рук	—
Смазывание трущихся деревянных поверхностей	298
Снятие со стекла старых этикеток и засохших каучуковых трубок	—

Вторая часть

Техника эксперимента

Глава I. Первоначальные химические понятия	299
1. Физические свойства веществ	—
Агрегатные состояния	—
Плотность веществ, электропроводность, температуры кипения, плавления, замерзания, теплопроводность	301

Смеси веществ, разделение смесей, способы очистки веществ	304
Изменение свойств веществ при нагревании	308
Диффузия газообразных и растворенных веществ	310
2. Химические превращения	318
Признаки химических реакций и условия их осуществления	322
Типы химических реакций	—
Г л а в а II. Закон сохранения массы веществ	332
Опыты с растворами	—
Опыты с горением веществ	334
Взаимодействие газов	338
Окисление металлов	339
Неизменность массы при реакции разложения	345
Определение потери при прокаливании основного карбоната меди	346
П р и л о ж е н и е	347

Вадим Никандрович Верховский

Авенир Дмитриевич Смирнов

ТЕХНИКА ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Редактор Л. И. Соколова.

Художник Б. Л. Николаев.

Художественный редактор Е. Н. Карасик.

Технический редактор Л. Я. Медведев.

Корректор Н. И. Новикова.

Сдано в набор 28/III 1973 г. Подписано к печати 12/X 1973 г. 60×90¹/₁₆. Бумага сыктыв-кар. 1. Печ. л. 23,0. Уч.-изд. л. 24,53. Тираж 80 500 экз. А07218. Зак. 497.

Издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Росглавополиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, гор. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

Отпечатано с матриц на Калининском полиграфкомбинате детской литературы имени 50-летия СССР Росглавополиграфпрома Госкомиздата СМ РСФСР. Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.

Цена без переплета 74 коп., переплет 24 коп.,

