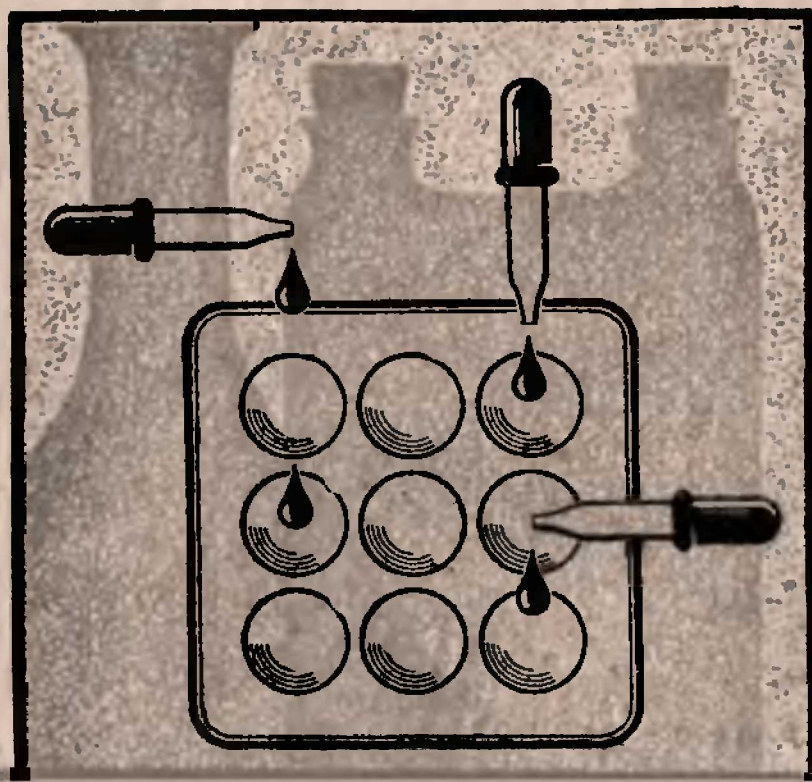




Библиотека учителя химии

Т.С.Назарова А.А.Грабецкий В.Н.Лаврова

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ШКОЛЕ





Библиотека учителя химии

Т. С. Назарова, А. А. Грабецкий, В. Н. Лаврова

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ШКОЛЕ

*Рекомендовано
Главным управлением
общего среднего образования
Министерства просвещения СССР*

МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
1987

ББК 74.265.7

Н19

Рецензент учитель-методист школы № 531 Москвы, кандидат пед. наук
О. С. Габриелян.

- Назарова Т. С. и др.
Н19 Химический эксперимент в школе/Т. С. Назарова,
А. А. Грабевский, В. Н. Лаврова.— М.: Просвещение, 1987.—
240 с.: ил.— (Б-ка учителя химии).

В пособии основное внимание авторы уделяют вопросам материального обеспечения школьного химического эксперимента, влиянию научно-технического прогресса на учебное оборудование, а также методике и технике проведения различных форм эксперимента по усовершенствованной программе с использованием традиционного и нового оборудования.

Н 4306010000—843
103(03)—87 подписное.

ББК 74.265.7

ВВЕДЕНИЕ

Преподавание основ химии в школе не может совершенствоваться без соответствующей организации школьного химического эксперимента.

Химический эксперимент — источник знания о веществе и химической реакции — важное условие активизации познавательной деятельности учащихся, воспитания устойчивого интереса к предмету, формирования диалектико-материалистического мировоззрения, а также представлений о практическом применении химических знаний.

В усовершенствованной программе по химии усилена роль всех видов школьного химического эксперимента, особенно ученического.

Реализация экспериментальной части программы требует от учителя химии высокой и всесторонней профессиональной подготовки, глубокого понимания роли химического эксперимента в учебно-воспитательном процессе, творческой активности в применении эффективных методов обучения.

Разумеется, для проведения эксперимента на высоком научно-теоретическом и методическом уровне необходимо разнообразное оборудование, в том числе и новейшие технические средства.

Наличие комплекса учебного оборудования, необходимого для реализации программы по химии, умение учителя рационально и эффективно его использовать, отобрать необходимые средства для урока, самостоятельно изготовить некоторые из них и грамотно включить в урок также составляют важнейшие условия организации химического эксперимента в школе.

В книге основное внимание уделяется вопросам материального обеспечения школьного химического эксперимента, влиянию научно-технического прогресса на современное оборудование, технику и методику проведения различных видов эксперимента с использованием традиционного и нового оборудования.

В пособии нашли отражение требования школьной реформы к эксперименту по химии, а именно: включить новое оборудование для химического эксперимента, разработанное с учетом научно-технических достижений и передового опыта школ; показать организацию и проведение химического эксперимента на основе комплектов и наборов унифицированных узлов и деталей для монтажа различных приборов и установок; предусмотреть вариативность постановки химического эксперимента, осуществляемого с помощью нового и модернизированного оборудования, а также с учетом локальных условий и требований, предъявляемых к самооборудованию, имеющему особенно важное значение в обучении химии; выявить возможности использования различного оборудования для осуществления межпредметных связей.

Все это направлено на оптимизацию обучения химии и предусматривает: сокращение времени на подготовку и проведение эксперимента; удобство, надежность, безопасность проведения хими-

ческих опытов; расширение дидактических возможностей учебного эксперимента.

В методической литературе химическому эксперименту уделено значительное внимание [5, 6, 7, 8, 26, 40, 41]¹. Характеристика химического эксперимента проводится в трех аспектах: оборудование школьного химического эксперимента; техника эксперимента; методика проведения эксперимента. Несмотря на некоторые различия этих трудов, в них рассматриваются техника и методика эксперимента одновременно.

В данном пособии для ознакомления учителей с современным арсеналом оборудования для химического эксперимента характеристика учебно-материальной базы демонстрационного и учебного эксперимента дана отдельно от методики и техники выполнения опытов, многие из которых могут быть проведены с помощью наборов и в приборах полифункционального назначения. Характеристика учебно-материальной базы химического эксперимента включает модернизированные, новые и наиболее важные перспективные разработки оборудования, создаваемые на основе практики школ, анализа советской и зарубежной литературы по данной проблеме, а также научно-исследовательской работы НИИ ШОТСО АПН СССР.

Поскольку вопросы оборудования школьной химической лаборатории достаточно полно изложены в книге «Кабинет химии» [13], в данном пособии будет обращено внимание лишь на те требования к кабинету и его оснащению, которые определяют включение нового и модернизированного оборудования.

Книга рассчитана на учителей химии, знакомых с техникой лабораторных работ. Поэтому в ней не содержится указаний по выполнению элементарных операций. В случае затруднений читатели смогут обратиться к многочисленным руководствам по технике лабораторных работ, например, к книге П. И. Воскресенского «Техника лабораторных работ» [9]. Тем не менее, когда рекомендуются новые опыты или опыты с модернизированным оборудованием, указания по их выполнению даются достаточно подробно. Во всех случаях обращено большое внимание на условия, обеспечивающие безопасное выполнение опытов.

В пособии представлены опыты, включенные в школьную программу по химии, а также выходящие за ее рамки. Учитель может использовать их на факультативных занятиях и во внеурочной работе. Предлагаемые варианты опытов дают возможность расширить использование эксперимента в различных условиях, изучить особенности химических процессов, представить их разнопланово. Такой подход позволит учителям более эффективно использовать химический эксперимент с учетом конкретных условий каждой школы.

¹ Цифры в квадратных скобках — номера литературных источников, приведенных в конце книги.

ФУНКЦИИ И ФОРМЫ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА. ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОМУ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

ФУНКЦИИ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Эксперимент позволяет выделить и изучить наиболее существенные стороны объекта или явления с помощью различных инструментов, приборов, технических средств в заданных условиях. Эксперимент может быть повторен исследователем в случае необходимости. Это в значительной мере определяет основную функцию научного эксперимента: получение достоверных данных об окружающей действительности. Учебный эксперимент отличается от научного тем, что результаты его известны, условия его проведения подобраны так, что в процессе проведения опытов или их наблюдения учащиеся должны обнаружить известные признаки реакции и прийти к ожидаемым результатам.

Учебный эксперимент технически более прост и, как правило, ограничен во времени. В школьном курсе химии эксперимент является своеобразным объектом изучения, методом исследования, источником и средством нового знания. Для него характерны три основных функции: познавательная — для усвоения основ химии, постановки и решения практических проблем, выявление значения химии в современной жизни; воспитывающая — для формирования материалистического мировоззрения, убежденности, идейной потребности к труду, ориентации учащихся на рабочие профессии; развивающая — для приобретения и совершенствования общенаучных и практических умений и навыков.

Химические реакции — основной объект изучения химии. Эксперимент и связанные с ним наблюдения необходимы уже при формировании первоначальных химических понятий. Их роль возрастает при изучении теоретических вопросов химии (закон сохранения массы веществ, закономерности течения химических реакций и др.), при определении свойств простых веществ и соединений элементов I—VIII групп периодической системы, важнейших классов органических веществ, а также при выявлении генетической связи важнейших классов неорганических и органических веществ.

Ознакомление с химическим экспериментом как методом научного исследования, овладение навыками химического экспериментирования для добывания новых знаний и применения их в практической деятельности играют важную роль для формирования материалистического мировоззрения учащихся, уяснения роли нау-

ки и научных фактов в строительстве коммунистического общества.

Важное учебно-воспитательное значение имеет школьный химический эксперимент и для политехнической подготовки учащихся: ознакомление их с основами химического производства, его особенностями, условиями протекания химических реакций, химизацией народного хозяйства.

На основе восприятия наблюдаемых явлений у учащихся формируются представления, а затем понятия. Такой индуктивный путь познания свойствен первоначальному этапу обучения химии. Постепенно этот сравнительно медленный путь познания дополняется другим — дедуктивным. После того как учащиеся вооружились теорией, приобрели практические умения и навыки, эксперимент становится не только источником знаний новых фактов, но и методом проверки суждений, нахождения неизвестного (например, при решении экспериментальных задач).

Один и тот же эксперимент на разном уровне подготовки учащихся используется неодинаково. Из этого следует, что химические опыты целесообразно повторять, обращая особое внимание на те их стороны, которые являются предметом изучения в данной учебной ситуации.

В одних экспериментах явление доступно непосредственному восприятию. В других — изучаемые предметы и явления не воспринимаются непосредственно органами чувств и могут быть обнаружены только с помощью приборов или специальных инструментов.

Для понимания сущности изучаемого предмета или явления химический эксперимент часто дополняют другими средствами наглядности — таблицами, моделями, экранными пособиями.

Таким образом, химический эксперимент пронизывает все темы школьного курса химии, способствуя раскрытию его содержания и являясь своеобразным методом обучения. Для успешного проявления познавательной, воспитывающей и развивающей функций химического эксперимента важную роль играют его техническое оснащение, рациональная организация постановки опытов и включения их в учебный процесс.

Очевидно, что эффективность эксперимента зависит от: постановки конкретной цели и задачи, которые должны быть решены с помощью опыта; построения рационального плана наблюдения; умения фиксировать результаты наблюдений; умения анализировать и обобщать полученные данные; наличия и рационального отбора инструментов и средств, с помощью которых учитель стимулирует и управляет наблюдением учащихся. Поэтому организация целенаправленного наблюдения, формирование навыка наблюдения, умения осмысливать результаты наблюдений и сохранять в памяти переработанную информацию составляют одну из важнейших задач химического эксперимента.

Осмысливание, понимание учебного материала предусматривают не только регистрацию и накопление данных наблюдений и экс-

периментов, но и их правильное толкование, установление причинно-следственных связей, закономерностей, сущности изучаемых предметов и явлений. Успех работы в значительной мере зависит от того, насколько правильно определены характер деятельности учителя и учащихся, место химического эксперимента, наиболее целесообразные формы и приемы его осуществления на уроках.

ФОРМЫ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В практике обучения химии традиционно принято деление химического эксперимента на демонстрационный, осуществляемый учителем, и ученический, выполняемый школьниками в виде лабораторных опытов, практических занятий, решения экспериментальных задач [28]. В основу этой классификации положена деятельность учителя и учащихся.

Демонстрации применяются прежде всего в тех случаях, когда учащиеся ранее не встречались с изучаемыми предметами и явлениями и не подготовлены к наблюдению. В этих случаях следует не только показать изучаемый объект, но и организовать наблюдение, направить его в нужное русло. Учащиеся не всегда воспринимают то, что необходимо, даже при хорошей видимости объекта или явления, если наблюдение не организовано.

Демонстрация необходима, если изучаемые объекты опасны или сложны и не могут быть, следовательно, использованы для самостоятельной работы учащимися.

Правильное проведение демонстраций на уроках химии — необходимая предпосылка для организации различного рода самостоятельных работ. В процессе демонстрации, особенно демонстрационного эксперимента, учитель организует наблюдение учащихся, показывает правильные приемы обращения с лабораторным оборудованием, фиксирует внимание учащихся на целесообразности и принципе действия его, условиях проведения опытов, технике безопасности.

Демонстрация является своеобразным наглядным инструктажем, на который учителю в процессе обучения приходится затрачивать немало времени. Наглядный инструктаж, основанный на подражании учителю, реализуемый с помощью различных пособий, в том числе приборов, таблиц, схем, экранных средств, сокращает время на формирование умений и навыков химического эксперимента и способствует правильному выполнению ученического эксперимента.

Ведущая роль демонстрации остается и в том случае, когда отведенное учебным планом время не позволяет организовать самостоятельную работу, на которую обычно затрачивается в два-три раза больше времени, чем на демонстрацию. Недостаток учебного оборудования для постановки ученического эксперимента, слабая организация химического кабинета, не позволяющая прово-

дить должным образом самостоятельные работы, также заставляя учителя обращаться к демонстрационным опытам.

Ученический эксперимент составляют лабораторные опыты, выполняемые фронтально или группой в процессе изучения, закрепления и проверки нового материала, а также практические занятия, решение экспериментальных задач по вариантам после изучения отдельных тем программы. Перспективной формой является практикум, проводимый в виде отдельных обобщающих работ после завершения всего курса химии. Особое место занимает эксперимент на факультативных занятиях и во внеурочной работе.

В химическом эксперименте, как демонстрационном, так и ученическом, используют различные массы взятых для опытов веществ в твердом, жидком и газообразном состоянии, для чего требуется соответствующее оборудование и умение с ним обращаться.

Условно различают следующие массы взятого для работы вещества: макроколичества (0,05—0,5 г), полумикроколичества (0,01—0,05 г), микроколичества (0,1—10 мг). В связи с этим говорят о макро-, полумикро- и микрометодах определения (анализа) вещества. Во всех этих случаях осуществляют одни и те же химические реакции, применяют одинаковые концентрации растворов, но в разных объемах и разной по габаритам аппаратуре. Так, в полумикрометоде используют объемы 0,1—1 мл раствора, для чего служат миниатюрные пипетки, бюретки, пробирки (конические), фарфоровые или стеклянные пластины с углублениями (для капельного анализа), реактивные бумажные полоски (например, индикаторные).

Как известно, в ученическом эксперименте традиционно используют макрометод, в котором применяют обычные пробирки и составляемые на их основе приборы. В последнее время наряду с макрометодом школьные кабинеты химии оборудуют приспособлениями для проведения опытов с малыми количествами веществ в пробирках малого размера, на стеклянных или фарфоровых пластинах с углублениями и др. [13].

Метод малых количеств веществ позволяет сочетать в ученическом эксперименте макрометод и капельный анализ, при этом достигается максимальная безопасность опытов и их наглядность. Твердые реагенты берут специальными ложками-дозаторами. Масса реагентов в среднем не превышает 1—1,5 г (один дозатор содержит в среднем 0,5 г сухого вещества). Отмеривание жидких веществ осуществляют с помощью пипеток, позволяющих брать от 1—2 капель до 5 мл (примерный объем целой пипетки — 1 мл).

Работа с малыми количествами веществ имеет преимущества перед макрометодом: сокращается время проведения опыта, уменьшается расход реактивов и материалов, открывается возможность использования дорогих и особо чистых реактивов.

Малые количества веществ используют также и в демонстрационном эксперименте, если проецировать опыты на экран (например, в чашках Петри с помощью графопроектора).

При характеристике эксперимента учитывают не только массы, но и особенности проведения физических, физико-химических и химических операций с твердыми, жидкими и газообразными веществами.

В школьной химической лаборатории при подготовке эксперимента на уроках, факультативных, кружковых занятиях учитель, лаборант, учащиеся проводят перечисленные выше операции. Знание этих операций и правильных приемов их выполнения необходимо для отбора оборудования, грамотного монтажа приборов и установок, безопасного выполнения опытов [21].

Операции с твердыми веществами: взвешивание, высушивание, возгонка (сублимация), измельчение, крекинг (сухая перегонка), нагревание, определение физических свойств и констант (диэлектрические свойства полимеров, плотность, температура плавления или затвердевания, тепловой эффект реакции, твердость, электрическая проводимость), прокаливание, разделение смесей, растирание (в ступке), разложение (пиролиз), смешивание, внесение в пламя (определение ионов лития, натрия, калия, кальция, бария, меди по окраске пламени).

Операции с твердыми веществами и газами: обжиг, окисление металлов, адсорбция газов (и паров), хроматография газовая.

Операции с жидкими веществами: выпаривание и упаривание, высушивание, перегонка, нагревание, очистка, определение плотности (ареометром и др.), определение температуры кипения, перемешивание, внесение в пламя (окрашивание пламени), определение активной кислотности (индикаторами и др.), получение абсолютного (безводного) спирта, разделение жидкостей (делительной воронкой, перегонкой, хроматографией), крекинг (пиролиз), определение электрической проводимости, электролиз (воды, солей, растворов), хранение и переливание жидкостей.

Операции с жидкостями и газами: растворение газов, выделение газов из жидкости, распыление жидкости потоком газа, промывание и осушка газов.

Операции с твердыми и жидкими веществами: адсорбция растворенных веществ, взвешивание, выпаривание, высушивание, диффузия, ионный обмен, кристаллизация из раствора, нейтрализация, приготовление растворов, растворение твердых веществ, плавление и затвердевание, осаждение, комплексообразование, разделение смесей (фильтрование, хроматография, экстракция), получение коллоидов, коагуляция.

Операции с газами: адсорбция, обращение с горючими газами, нагревание, очистка и поглощение газов, осушка газов, определение состава воздуха, получение, собирание газов (над водой, вытеснением воздуха), зарядка газометра, сжигание газов, взаимодействие газов с жидкостями и твердыми веществами, диффузия, термическое разложение газов, электрические разряды в газах, газовая коррозия металлов.

В данном пособии не рассматриваются оборудование и приемы выполнения перечисленных операций. Эти вопросы подробно

раскрываются в руководствах по лабораторной практике [7, 8, 9, 23, 40]. Многие из операций приводятся далее при описании различных опытов.

ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Требования к оборудованию для школьного химического эксперимента продиктованы содержанием и особенностями его организации в условиях кабинета химии. Поэтому прежде чем определить, каким должно быть школьное оборудование для химического эксперимента, необходимо рассмотреть общие и специфические требования к постановке демонстрационных опытов, организации лабораторных и практических работ, а также вопрос о рациональном сочетании этих видов эксперимента на уроках.

Наглядность, выразительность опытов — первое требование к химическому эксперименту. Поскольку любой химический опыт направлен на реализацию наглядности изучаемых предметов и явлений, следует определить, в какой форме он будет наиболее эффективен: в виде лабораторного опыта, обычной демонстрации, проекции на экран или в их определенном сочетании.

Учебно-материальная база должна обеспечить условия для рационального выбора необходимых форм химического эксперимента. Цель постановки и содержание опытов должны быть понятны каждому учащемуся. Эксперимент должен быть хорошо видимым, размеры приборов, деталей, их размещение на рабочем столе должны обеспечивать хорошую обзоримость наблюдаемых явлений.

Второе требование: химические опыты должны быть доступными для восприятия и всегда убедительными, не должны давать повод учащимся для неправильных толкований.

Учебное оборудование, следовательно, должно обеспечивать простоту, доказательность и достоверность химического опыта. При выборе прибора должны быть учтены его конструктивные особенности. Так, например, демонстрация взаимодействия натрия с водой в стакане или чаше кристаллизационной, как это обычно выполняется в школах, не позволяет выявить все признаки реакции: плавление натрия в результате выделяющейся теплоты реакции, превращение натрия в шарик, его движение по поверхности воды, выделение газа. Это затрудняет объяснение опыта и исследование свойств щелочного металла. Сочетание обычной демонстрации с проекцией на экран позволяет сделать опыт наглядным и достоверным.

Конструкция прибора или установки должна обеспечивать не только условия для проведения химической реакции, но и возможность для выявления и показа видимых и скрытых признаков протекающего процесса. При демонстрации реакции нейтрализации, например, путем приливания раствора кислоты в раствор щелочи с использованием лакмуса или фенолфталеина процесс нейтра-

лизации обнаруживают по изменению цвета индикаторов: синий лакмус становится фиолетовым, а малиновая окраска фенолфталеина становится бесцветной. Выделение теплоты остается скрытым от наблюдателя. Применение в демонстрационном эксперименте электротермометра позволяет охарактеризовать реакцию более доказательно.

Наглядность и достоверность показа опытов обусловлена доступной техникой его постановки.

В школьном химическом эксперименте раньше отсутствовали точные измерительные приборы. Однако сегодня без них невозможно ознакомление учащихся с научными методами. Для применения таких приборов достаточно умение правильно пользоваться ими, не вникая в детали их конструкции.

Это прежде всего электрические и электронные приборы, используемые при проведении целого ряда опытов по электрохимии, в том числе с применением тока высокого напряжения.

Каждый опыт, осуществляемый учителем или учащимся, должен быть безотказным, а оборудование для его выполнения — надежным. Неудавшаяся демонстрация нарушает ход урока, вызывает разочарование у учащихся и нередко порождает недоверие к учителю. Причины неудавшихся опытов разнообразны. Одной из них является техническое несовершенство приборов, а также отдельных их деталей и узлов.

Надежность приборов и установок зависит, таким образом, от их технического совершенства. Для этого необходимо иметь в каждом кабинете химии наборы унифицированной (по вместимости, диаметру горла) посуды в строго необходимом и достаточном количестве для осуществления различных видов химического эксперимента; комплекты универсальных узлов и соединительных деталей, обеспечивающих герметичность и удобство монтажа. К ним относятся разнообразные соединения: резиновые, стеклянные сочленения (шлифованные и моллированные), резиновые и пластмассовые уплотнители.

Надежность приборов и установок зависит также от их правильного хранения и транспортировки. Так, например, стеклянная посуда и принадлежности нередко выходят из строя из-за неправильного хранения их в кабинете (без укладок в шкафах).

Надежность и техническое совершенство приборов и установок должно обеспечивать соблюдение правил техники безопасности при осуществлении химического эксперимента. Реализация этого требования зависит, конечно, не только от состояния учебно-материальной базы кабинета химии, но и от того, насколько учитель овладел техникой химического эксперимента, от его знания всего арсенала учебного оборудования, необходимого для опытов, от аккуратности и культуры труда.

Приборы, в которых проводят опыты, должны быть заранее подготовлены, неоднократно испытаны, а руководства по эксплуатации или паспорта приборов и установок тщательно изучены учителем.

Безопасная работа определяется нормативными документами, в частности «Правилами по технике безопасности для кабинетов (лабораторий) химии общеобразовательных школ системы МП СССР» [27]. Следует заметить, что в большинстве случаев опасность бывает вызвана небрежностью экспериментатора, нарушением или прямым игнорированием инструкции по эксплуатации приборов или установок. Нагревание легковоспламеняющихся жидкостей на открытом пламени, неправильный выбор количеств, концентраций и объемов реагирующих веществ, хранение горючих и взрывоопасных газов в стеклянных газометрах, демонстрация взрыва газов в стеклянных сосудах, включение электроприборов, рассчитанных на низкое напряжение, в сеть, использование технически несовершенных самодельных электроприборов — наиболее часто встречающиеся причины возникновения опасных ситуаций.

В промышленных приборах и установках требования безопасности определены соответствующими нормативными документами и находят отражение в конструктивных особенностях данного прибора. Например, снабжение электроприборов защитными кожухами, полюсными вилками (предотвращающими включение прибора в обычную сетевую розетку), механическая блокировка розеток (фиксация в нужном положении) и т. д.

Самодельные приборы и установки могут использоваться в школе лишь в тех случаях, когда они технически надежны и безопасны. Одно из требований, предъявляемых к школьному химическому эксперименту, — его кратковременность, которая обуславливается ограниченным временем урока.

При постановке эксперимента на уроке должны быть учтены: целесообразность включения опытов в определенный этап урока, необходимость объяснения их (в том числе с использованием других средств обучения), возможность повторения эксперимента для корректировки наблюдения, получения достоверных результатов.

Рациональная конструкция приборов и установок, их правильное применение сообразно темпам и этапам урока обеспечивают достижение поставленных целей в точно рассчитанные сроки. Так, например, экономию учебного времени можно получить не только за счет сокращения вспомогательных операций при монтаже прибора или установки, но и за счет удобства и быстроты их выполнения. Этому в значительной мере способствует хорошо продуманная конструкция прибора. Например, нагревание является одной из наиболее часто повторяющихся операций. Следовательно, необходимо создание таких нагревателей, которые обеспечивали бы возможность работы в заранее заданных режимах.

Средняя продолжительность лабораторного опыта и отдельной демонстрации не должна превышать 5—6 мин урока, а при выполнении практических работ — 15—20 мин. Затягивание времени опыта сверх приведенных норм снижает интерес к эксперименту, нарушает ритм и структуру урока, не позволяет оформить результаты проведенного исследования.

Некоторые опыты (например, по коррозии металлов) требуют длительного времени. Такой эксперимент проводят поэтапно: на первом уроке обсуждают условия опыта и осуществляют его постановку, на последующих одном-двух уроках фиксируют полученные результаты. Для постановки таких опытов в параллельных классах требуется большее количество однотипного оборудования, которое может быть заменено аналогичным по назначению (например, вместо колб можно использовать химические стаканы).

Необходимо учитывать, что учебное оборудование для химического эксперимента может успешно функционировать, если в кабинете химии создать определенные условия; в частности, имеются соответствующие подводки коммуникаций, налажено газо-, водо- и электроснабжение, рационально организованы рабочие места учителя и учащихся, тщательно продумана система размещения и хранения учебного оборудования.

Эти и другие вопросы раскрыты в книге «Кабинет химии» [13]. Поэтому здесь рассмотрены преимущественно новые вопросы по реализации методических требований и правил техники безопасности при выполнении химического эксперимента. К ним в первую очередь относится современное электрооборудование кабинета химии, поскольку проведение опытов по электрохимии, а также работа электронагревателей требуют не только надежных, но и безопасных приборов, а также соответствующих условий для их использования в процессе обучения.

Состав электрооборудования и правила его эксплуатации в условиях школьного кабинета химии определяют следующие нормативные документы: «Типовые перечни учебно-наглядных пособий и учебного оборудования для общеобразовательной школы» на XII пятилетку (далее по тексту «Перечни-12»). Раздел: химия [33]; Правила техники безопасности для кабинетов (лабораторий) химии общеобразовательных школ Министерства просвещения СССР [27]; ГОСТ «Оборудование школьное. Общие требования безопасности».

Электрооснащение кабинета химии включает стационарное оборудование (комплекты электроснабжения для кабинета химии, КЭХ, щит силового ввода, аппарат для дистилляции воды) и переносное (различные электроприборы и установки, проекционная аппаратура). Все электроприборы по способу защиты от поражения электрическим током подразделяются на четыре класса: 0I, I, II, III. В кабинете химии учитель работает с электрооборудованием, относящимся к классам I, II, III.

К первому классу относят стационарные приборы и установки, которые требуют заземления. Ко второму классу принадлежат всевозможные электроприборы (плитки, демонстрационные нагреватели), которые включают в сеть, но они не заземляются, так как имеют двойную или усиленную изоляцию.

Третий класс включает приборы, которые не имеют ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением выше

42 В (нагреватели лабораторные типа НЛШ, НПУ, НПЭШ, см. с. 108, 109).

С приборами и установками первого и второго классов работают учителя и лаборанты. Учащиеся используют для лабораторных и практических работ только приборы, относящиеся к третьему классу.

В школах-новостройках стационарное оборудование, питающее трехфазным током, устанавливают строительные организации. Однако в большинстве школ специалистам еще только предстоит его установить. Наиболее удобной для этой цели является стена, примыкающая к лаборантской.

С помощью комплекта электроснабжения для кабинета химии (КЭХ) осуществляют питание демонстрационного стола учителя электрическим током переменного напряжения 220 В и 42 В и рабочих мест учащихся электротоком переменного напряжения 42 В. КЭХ снабжен устройством защитного отключения типа УЗОШ.

Для выполнения опытов по электрохимии, требующих напряжения постоянного тока до 12 В, следует использовать источник электропитания «Практикум» (из кабинета физики).

Для питания электроприборов на специализированном для кабинета химии демонстрационном столе устанавливают две розетки: 220 В и 42 В на расстоянии не менее 1,5 м от водопроводного крана (например, на боковой стенке демонстрационной части стола).

Для питания электроприборов на рабочих местах учащихся помещают одну розетку напряжением 42 В (например, на боковой панели стола). Она имеет щелевидные отверстия, расположенные перпендикулярно друг к другу и предназначенные для вилки с соответствующим расположением плоских штекеров.

Создавая и используя самодельные и промышленные приборы, необходимо помнить следующие требования безопасности (согласно вышеуказанному ГОСТу):

1. В закрытых токоведущих системах допустимым является напряжение для учащихся не выше 42 В переменного и постоянного тока; для учителя — 220 В переменного и 110 В постоянного тока.

2. В открытых токоведущих системах (в приборах с неизолированными частями проводников и при работе с электролитами) допускается напряжение не выше 12 В переменного и постоянного тока для учителя и учащихся.

3. При работе с электролитами в закрытых специальными приспособлениями (кожухами, крышками и т. д.) сосудах допускается напряжение для опытов учащихся до 42 В переменного и постоянного тока и для опытов учителя — 110 В.

4. Предельное значение потребляемой мощности электротока в кабинете химии не должно превышать 2,2 кВт (например, нельзя включать одновременно 20 нагревателей для пробирок, проекционный аппарат и аппарат для дистилляции).

Учитель должен принять к сведению, что в кабинете химии розетки (220 В) и выключатели согласно правилам устройства электроустановок должны находиться на высоте 1,8 м от пола.

Обязательным требованием при работе с электрооборудованием является предварительное тщательное изучение инструкций по его эксплуатации.

Необходимо также помнить, что на лабораторные столы учащихся электрический ток включают только во время проведения опытов. В нерабочее время рабочие места должны быть обесточены.

Включение электрического тока осуществляют с помощью распределительного щита, находящегося в лаборантском помещении. Щит снабжен общим выключателем питания и индикатором включения.

Для постановки всех видов эксперимента необходимо, чтобы в каждом кабинете были созданы комплекты приборов, установок, посуды и лабораторных принадлежностей, всегда готовые к использованию.

Оборудование, поступающее в школы согласно действующему «Перечню учебного оборудования», позволяет в каждом кабинете химии самостоятельно сформировать такие комплекты, если не удалось приобрести их в готовом виде.

Для успешной реализации химического эксперимента по новой программе необходимы следующие комплекты (наборы).

Для демонстрационного эксперимента: комплект малоинерционных электронагревателей жидкостей и твердых веществ до температуры 300 °С (в колбах, стаканах, тиглях, чашках); комплект посуды, деталей и узлов для монтажа приборов и установок, в которых осуществляются химические реакции при обычных условиях; комплект деталей и узлов для опытов с вредными веществами без тяги; комплект счетно-измерительный (измерение массы, температуры, времени, напряжения, рН и проведения арифметических расчетов на демонстрационном световом табло); комплект для осуществления каталитических реакций (набор каталитических трубок и нагревателей, катализаторов на носителях); комплект для опытов с газами (горючими и взрывоопасными); комплект для опытов с электрическим током высокого напряжения; комплект специализированных приборов и аппаратов (для получения и хранения газов, получения дистиллированной воды, иллюстрации некоторых законов и др.); комплект узлов и деталей для проецирования опытов на экран; комплект склянок на 250 мл для растворов реактивов; комплект склянок с нижним тубусом на 1—2 л для хранения запаса растворов реактивов.

Для ученического эксперимента: комплект для проведения лабораторных опытов и практических работ, включающий набор сухих реактивов в банках и их растворов в склянках для постоянного и эпизодического использования; набор принадлежностей небольшого размера; набор посуды малого объема (25—50 мл); набор сочленений и узлов для монтажа различных вариантов приборов; набор вспомогательных лабораторных приспособлений (про-

мывалки, банки для мусора, штативы для пробирок и лабораторные штативы для фиксации приборов, посуды и принадлежностей).

Эти комплекты должны обеспечивать возможность вариативного и безопасного выполнения учащимися лабораторных и практических работ различными способами: с применением макро- и микроколичеств реактивов, капельного метода, с использованием веществ в различных агрегатных состояниях.

Организуя рабочие места учащихся, учитель должен определить наиболее соответствующий его стилю работы вариант размещения оборудования: постоянно закрепленные на лабораторном столе наборы или выдаваемый раздаточный материал в лотках перед практической работой.

Система размещения реактивов, посуды и принадлежностей на лабораторных столах или при хранении в лаборантской должна обеспечивать учащимся быстрый и правильный отбор склянок с реактивами, необходимых узлов для монтажа приборов, порядок и удобство на рабочем месте.

Те же требования предъявляются к рабочему месту учителя, и прежде всего к демонстрационному столу [13].

Особое внимание должно быть обращено на организацию препаратного стола в лаборантской, хранение и размещение реактивов, посуды, принадлежностей, лотков с раздаточным материалом в секционных шкафах [13].

Посуду и стеклянные принадлежности необходимо хранить в укладках (из поролона или пенопласта), которые могут быть изготовлены учащимися под руководством учителей химии и трудового обучения [13].

Согласно требованиям реформы школы расширена номенклатура демонстрационных опытов (проецирование на экран опытов по хроматографии и др.) и ученического эксперимента (электролиз, получение озона и др.).

Требования научно-технического прогресса — поднять на более высокий уровень эксперимент как основу изучения химии, обеспечить его наглядность, доказательность, надежность, безопасность, показать с помощью учебного оборудования применение законов химии в химической технологии, а также связь химии с физикой и биологией — определяют основные направления развития учебного оборудования для школьного химического эксперимента:

создание полифункциональных приборов, обеспечивающих проведение нескольких опытов в одном приборе. Эти приборы включают унифицированные узлы и детали (модули), которые предоставляют учителю и учащимся возможность быстро и удобно монтировать необходимые установки для демонстраций и самостоятельных работ учащихся;

создание новых электроприборов: специализированных малоинерционных нагревателей; автоматических и вспомогательных устройств (для принудительной вентиляции, регуляции освещения, зашторивания и др.);

оптимальную миниатюризацию учебного оборудования, которая обеспечивает экономию материалов, позволяет учащимся рационально выполнять самостоятельные работы с малыми количествами веществ;

использование электронной техники для фиксирования не только качественных, но и количественных результатов опытов;

создание приборов и установок для осуществления межпредметных связей химии с физикой и биологией;

использование новых конструкционных материалов и технологий в производстве учебного оборудования: германиевых полупроводников, тензорезисторов, преобразующих давление газа в электрический сигнал, пластмасс, стеклянных деталей с моллированной поверхностью, в перспективе — жидких кристаллов, световолоконных материалов;

осуществление школьного химического эксперимента на основе типового, стандартного оборудования, обеспечивающего рациональную сочетаемость отдельных деталей и узлов, комплектов в целом и возможность быстрого и правильного монтажа разнообразных вариантов приборов и установок в условиях школьного кабинета химии.

В данном пособии авторы останавливаются главным образом на использовании нового и модернизированного оборудования, позволяющего усовершенствовать технику и методику школьного химического эксперимента.

ПОСТАНОВКА ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ОПЫТОВ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ОПЫТОВ

Типичные узлы и детали, наборы посуды и принадлежностей
для монтажа приборов и установок

В практике школ для постановки демонстрационного химического эксперимента используют различную химико-лабораторную посуду и лабораторные принадлежности (стеклянные и резиновые трубки, краны, зажимы винтовые и пружинные, прокладки огнезащитные, треугольники для тиглей и др.). Это оборудование служит для проведения как простых, так и более сложных опытов в приборах и установках. К первой группе опытов относят: разделение смеси веществ; взаимодействие воды с оксидами фосфора и кальция и испытание полученных гидроксидов индикаторами; возгонка иода; реакции обмена (получение нерастворимых гидроксидов и исследование их свойств, осадков солей и др.); отношение предельных углеводородов к раствору перманганата калия, щелочам, кислотам; взаимодействие глицерина с натрием; растворимость фенола в воде при обычной температуре и при нагревании; отношение стеариновой и олеиновой кислот к бромной воде и раствору перманганата калия и некоторые другие опыты. Для их постановки используют колбы, стаканы, цилиндры с пластинами, демонстрационные пробирки вместимостью 50 мл (тип ПХ-21), тигли, выпарные чаши и др.

Техника работы с этим оборудованием простая и хорошо известна учителю химии, и поэтому авторы ее не раскрывают.

Другая группа демонстрационных опытов (около 40) требует использования наряду с химической посудой и лабораторными принадлежностями специальных деталей и узлов, которые монтирует обычно сам учитель (лаборант), если в школе отсутствуют специальные наборы промышленного изготовления.

Подготовка таких деталей и узлов в виде комплектов различного назначения, рациональное размещение их в кабинете химии являются необходимыми условиями для успешного осуществления различных по сложности опытов.

К типичным составным частям учебных приборов и установок относят различные реакторы, устройства для передачи продуктов реакции (пробки с трубками, сочленения, алонжи, конусы и т. д.), приемники. Несколько реже используют сосуды для очистки, осушки газов, холодильники, воронку Бюхнера и колбу Бунзена для фильтрования под вакуумом (рис. 1).

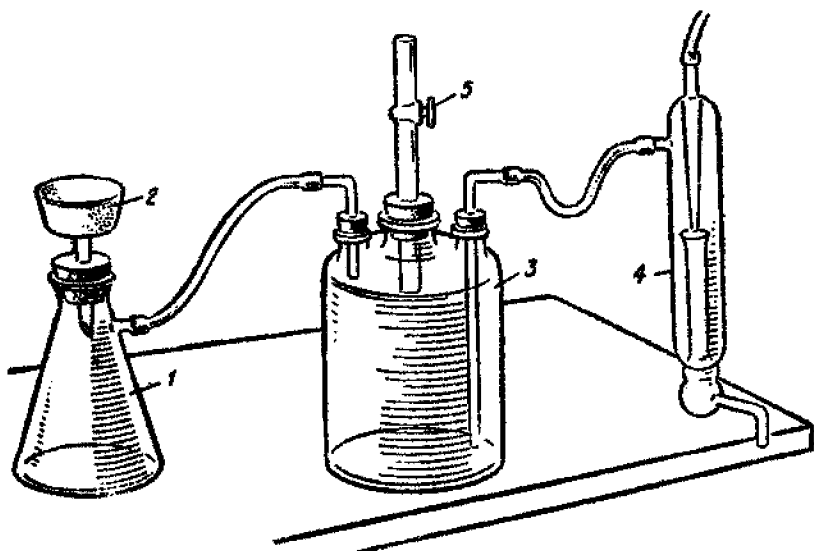


Рис. 1. Фильтрация под вакуумом:

1 — колба с отростком, 2 — воронка Бюхиера, 3 — трехгорлая склянка (Вульфа), 4 — водоструйный насос, 5 — кран.

Реакторы. Среди реакторов наиболее часто встречаются два типа: первый тип — реактор в виде различных колб (круглодонной колбы, колбы с отростком — колбы Вюрца и др.); второй тип — реактор в виде трубки, расположенной горизонтально или вертикально (см. форзац I).

В сложных установках иногда используют реакторы обоих типов.

На форзаце I представлены реакторы в виде различных колб с наиболее часто используемыми узлами: пробкой с трубками, воронкой, термометром. В приборах, собранных с использованием соответствующих деталей, можно поставить ряд демонстрационных опытов с получением газов или летучих веществ: получение хлора, хлороводорода, аммиака, оксида серы (IV), ацетилена карбидным способом, нитрование бензола и др. (см. форзац II).

Выбор колбы-реактора обусловлен характером демонстрационного эксперимента. Как правило, используют круглодонные колбы (емкость колбы 200—250 мл), поскольку они более прочные, выдерживающие осторожный нагрев непосредственно пламенем горелки. Для многих опытов (перегонка жидкости, получение газов и др.) удобны колбы с отростком (колбы Вюрца). Колбы должны плотно закрываться резиновыми пробками или пробками с нужными деталями.

Капельная воронка с пробкой (форзац I) — деталь, наиболее часто используемая при получении газов. Нередко для выравнивания давления внутри колбы и атмосферного давления конец воронки погружают в небольшую пробирку, находящуюся на дне

колбы-реактора. Однако наиболее удобной в работе является колба-реактор, снабженная шарообразной воронкой с газоотводной трубкой (форзац I). В двугорлой колбе используют воронку для работы с вредными веществами (тип ВВРВ) промышленного изготовления (форзац I). Наличие шлифа, к сожалению, ограничивает ее применение, поскольку воронка поступает в школы в комплекте с колбой, имеющей такой же шлиф.

В некоторых случаях (для перегонки жидкостей) требуется термометр, вставленный в пробку (форзац I). Пробка, соединенная с небольшой пробиркой посредством стеклянной и резиновой трубок, удобна для внесения в колбу-реактор небольших количеств порошкообразных веществ.

С использованием электроспирали можно проделать ряд опытов в колбах, например термическое разложение древесины, торфа, горючих сланцев, каменного угля, нефтепродуктов.

В качестве реактора могут быть использованы также различные виды трубок (см. форзац I): прямые, хлоркальциевые (с шаром и дугообразные), прямые реакционные трубки длиной 200 мм и диаметром 15—20 мм (для некоторых опытов требуются более длинные трубки — 400 мм с диаметром 25 мм) из термостойкого или кварцевого стекла, а также железные (прямые и изогнутые под прямым углом) и фарфоровые.

Целый ряд опытов можно поставить в обычных стеклянных трубках (трубчатых реакторах), используя нагревание открытым пламенем. В них проводят, например; демонстрации разложения основного карбоната меди; восстановление оксида меди (II) водородом; каталитическое окисление оксида серы (IV) до оксида серы (VI) и аммиака до оксида азота (II); количественный опыт: определение массы образовавшегося оксида серы (IV) при сжигании определенной массы серы по увеличению массы гидроксида натрия, поглотившего образовавшийся продукт реакции.

Трубчатые реакторы нужны, как правило, для высокотемпературных опытов, для реакций в потоке (газ, жидкость).

Далеко не во всех случаях можно пользоваться газовыми горелками; поэтому уже давно используют электронагреватели, описание которых дано в руководствах по химическому эксперименту [7, 40].

Для изготовления самодельных трубчатых печей с электрообогревом часто рекомендуют использовать асбест. Однако его применение в школьных кабинетах химии в последнее время запрещено. Электронагрев с помощью спирали можно использовать и без асбеста. В стеклянных трубках с электронагревом осуществляют некоторые опыты (окисление оксида серы (IV) в оксид серы (VI) в присутствии твердого катализатора, синтез аммиака, каталитическое окисление аммиака).

Электроспираль можно использовать и по-иному. Трубку, через которую протянута электроспираль (форзац II), заполняют катализатором. В таком реакторе окисляют аммиак до оксидов азота. В присутствии того же катализатора — оксида хрома (III)

на керамическом носителе в том же реакторе можно осуществить окисление оксида серы (IV) в оксид серы (VI).

К реакторам также следует отнести специальные устройства для сжигания газов друг в друге. К ним принадлежит универсальная горелка промышленного изготовления.

Устройства для передачи и собирания продуктов реакции. Для быстрой и надежной сборки и разборки приборов используют соединительные элементы в виде переходов, изгибов, муфт, алонжей, затворов, насадок. Из ограниченного числа таких деталей, особенно когда они имеют отшлифованные поверхности, можно собрать целый ряд приборов. Наиболее распространены взаимозамещаемые конусные шлифы. Конусы могут изготавливаться не только методами шлифовки, но и методом горячей калибровки — моллированием. Таким образом, различают конусы со шлифованной поверхностью (КШ) и конусы с нешлифованной поверхностью (КМ). Моллированные изделия имеют ряд преимуществ перед шлифованными: большая механическая прочность, не заклинивают и легко разъединяются, меньше загрязняются, могут работать даже без смазки, прозрачны.

Для очистки и осушки газов служат различные промывные склянки (см. форзац I). Их заполняют жидкими (наиболее часто используют концентрированную серную кислоту и раствор щелочи) или твердыми (гидроксиды натрия и кальция, хлорид кальция) поглотителями.

Для твердых поглотителей используют также хлоркальциевые трубки с шаром и поглотительные колонки. Последние могут быть приемниками продуктов реакции, например, хлороводорода и синтетической соляной кислоты. В качестве приемников можно применять и различную химическую посуду: пробирки, колбы, стаканы.

Склянки для жидких промывателей (Дрекселя, двугорлые и трехгорлые Вульфа) используют так же как предохранительные сосуды при фильтровании под вакуумом. Для выполнения этой операции необходимо иметь толстостенную колбу с отростком (Бунзена) и фарфоровую воронку с отверстиями (Бюхнера).

Типичные узлы для собирания газов и их растворения представлены на форзаце II.

В настоящее время все типичные детали и узлы для монтажа разнообразных приборов и установок укомплектованы в специальные наборы, выпускаемые промышленностью: набор химико-лабораторной посуды и принадлежностей для демонстрационных опытов по химии (НПХ) для неполной и полной средней школы и набор деталей и узлов для монтажа приборов, иллюстрирующих химические производства (НДХП-М) [1].

В состав этих наборов входит более 50 разнообразных деталей, обеспечивающих монтаж не только традиционных, но и специальных приборов и установок для постановки всех демонстрационных химических опытов по курсу химии неполной и полной средней школы.

Для постановки определенных демонстрационных опытов служат специализированные приборы, аппараты, установки. Как правило, это стационарные приборы: аппарат для получения газов (Киппа), газометр, прибор для электролиза, прибор для демонстрации зависимости скорости химических реакций от условий и др.

Установки собирают из приборов, деталей и узлов комплектов и наборов промышленного изготовления (наборы для опытов с электрическим током, комплекты для проецирования опытов на экран и др.).

1. Приборы для демонстрации опытов с вредными для здоровья веществами без вытяжных устройств. В школьном курсе химии имеется немало опытов по изучению свойств летучих веществ, вредных для здоровья (хлор, бром, хлороводород, сероводород, оксиды азота, аммиак, оксид углерода (II), некоторые органические вещества).

Получение этих веществ, ознакомление с их свойствами рекомендуется обычно проводить под тягой. Удаленность вытяжных шкафов от рабочих мест учащихся, наличие бликов на остекленной поверхности шкафа ухудшают видимость демонстраций, но обеспечивают их безопасность.

Одним из направлений совершенствования подобных демонстраций явилось создание приборов, замкнутых на поглотитель. Использование этих приборов достигается наглядность, безотказность, безопасность, доступность, простота демонстрационного эксперимента.

В связи с новой технологией изготовления стеклянных деталей и узлов с моллированными поверхностями появилась возможность реализации всех указанных требований и в том числе идеи вертикального монтажа учебных приборов по химии.

Следует заметить, что приборы и устройства, составляющие замкнутую на поглотитель систему, кажутся более сложными по сравнению с обычными приборами за счет введения деталей новых конструкций, но с методической стороны это является целесообразным.

Количество новых конструктивных элементов невелико, и они могут применяться во многих устройствах для проведения реакций с летучими веществами.

К числу конструктивных элементов, используемых при монтаже приборов для проведения реакций в замкнутой на поглотитель системе, относятся (рис. 63—65): двугорлая колба — реактор для жидких веществ и поглотитель, изготовленный в виде затвора с неплотно прилегающим колпачком (расширенная часть предотвращает переброс жидкости, так как эта часть имеет больший объем, чем объем жидкости, который может в нее засосаться), воронка для токсичных жидкостей, реактор для сыпучих поглотителей с колпачком, реактор с использованием принципа противотока.

При изучении свойств токсичных веществ, таких, как сероводород и галогены, возникает необходимость проведения нескольких реакций (например, получение веществ и исследование их свойств, сравнение химической активности и т. д.). Для этой цели служат полифункциональные приборы, монтируемые из указанных узлов и деталей: аппарат для проведения химических реакций (АПХР), прибор для получения растворимых веществ в твердом виде (ПРВ), прибор для проведения реакций между жидкостями и газами [17, 18].

2. Набор для демонстрации опытов по электрохимии. Для постановки электрохимических опытов предназначен универсальный «Набор для опытов по химии с электрическим током»¹, выпускаемый промышленностью (рис. 2).

В набор входят узлы и детали: металлический стержень с резьбой 1, на котором монтируют панель 2, две пары электродов 3 и 4, электрическая лампа 5, электролизер 6, металлический стержень 7, на $\frac{1}{2}$ покрытый серой, для исследования электрической проводимости металлов и неметаллов, электрические провода 8. Все детали уложены в ящик 9 с выдвижной крышкой 10, в которой имеются отверстия 11 для стержня 1 и штекерные гнезда 12.

На крышке осуществляют монтаж необходимых установок.

Набор позволяет осуществлять следующие опыты: исследование электрической проводимости различных веществ, сравнение

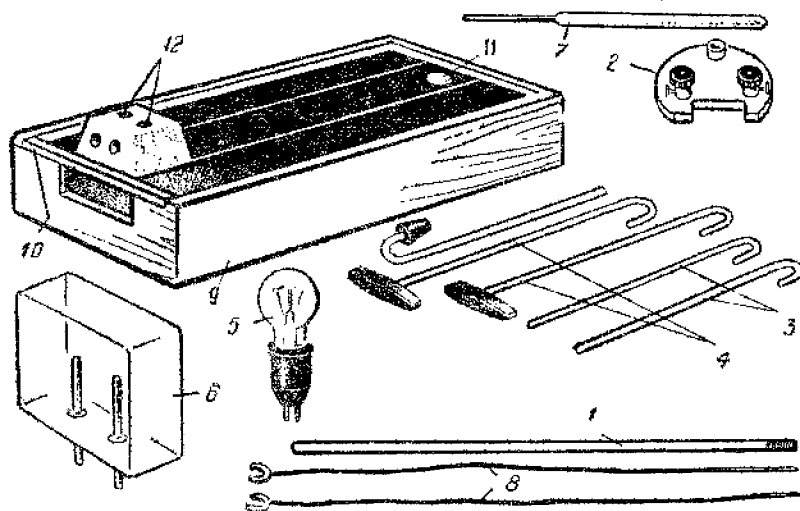


Рис. 2. Набор для опытов по химии с электрическим током:

1 — металлический стержень с резьбой, 2 — панель, 3 — 4 — электроды, 5 — электрическая лампочка, 6 — электролизер, 7 — металлический стержень, на $\frac{1}{2}$ покрытый серой, 8 — электрические провода, 9 — ящик, 10 — выдвижная крышка, 11 — отверстие для стержня 1, 12 — штекерные гнезда.

¹ Набор разработан И. А. Черняком.

электрической проводимости концентрированного и разбавленного раствора уксусной кислоты, электролиз воды и водных растворов солей, движение ионов в электрическом поле [19].

3. Приборы для демонстрации опытов с использованием электрического тока высокого напряжения. В курсе химии средней школы опыты с высоким напряжением заняли прочное место, обусловленное их познавательной и методической ценностью (синтез воды в эвдиометре, получение озона, оксида азота (II) из воздуха, разложение метана, демонстрация работы электрофильтра).

В книгах по технике и методике химического эксперимента (В. Н. Верховского, К. Я. Парменова, В. С. Полосина, А. Д. Смирнова, И. Н. Черткова и др.) рекомендовано немало интересных по конструкции приборов и установок, наглядность и безотказность которых обеспечили им долгую практику.

В связи с возросшими требованиями к технике безопасности при постановке опытов с высоким напряжением эти приборы (озонатор, эвдиометр, камера для демонстрации окисления атмосферного азота) были сняты с производства, так же как и сам источник тока высокого напряжения — высоковольтный индуктор (ИБ-50 и ИБ-100).

В школах используют высоковольтный преобразователь «Разряд-1» (см. форзац II). Прибор снабжен переключателем напряжений в диапазоне от 5 до 25 кВ. Входное напряжение постоянного тока — от 0 до 12 В. При подаче напряжения свыше 12 В прибор автоматически отключается от источника тока. Безопасность работы с прибором достигается также с помощью прозрачного защитного кожуха, при установке которого прибор автоматически включается. Однако данный источник тока позволил лишь частично решить проблему постановки опытов с высоким напряжением. Небольшая сила тока, возникающая при разряде в приборе, с одной стороны, обеспечивает его безопасность, а с другой — ограничивает его использование. Не все опыты проходят безотказно, например окисление атмосферного азота.

Своеобразной модификацией «Разряда-1М» (рис. 3), является «Источник высоковольтный управляемый» (ИВУ-30), обеспечивающий напряжение до 30 кВ и позволяющий произвести его замеры в случае необходимости. В отличие от «Разряда-1М» ИВУ-30 является более мощным прибором.

Это обстоятельство явилось основанием для разработки различных вариантов источника электрического тока высокого напряжения, который обеспечивал бы как безопасную, так и безотказную постановку опытов.

Результатом такой разработки явился набор по электрохимии — демонстрационный НЭД для опытов с током высокого напряжения (один из вариантов такого набора разработан В. Г. Прокопенко), составленный по принципу модульного конструирования.

Основной модуль набора — источник тока высокого напряжения — помещен в специальный корпус. Подключение к источнику тока различных функциональных приставок — смешных реакто-

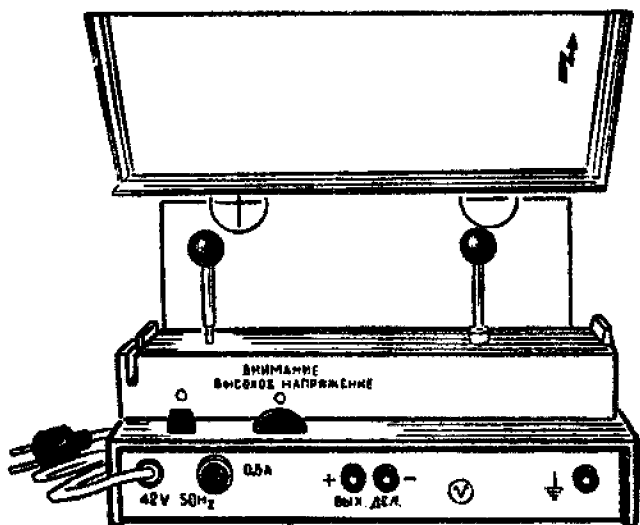


Рис. 3. Высоковольтный преобразователь типа «Разряд-1».

ров — осуществляется безопасно по принципу «вилка в розетку».

В качестве высоковольтного преобразователя использована катушка зажигания от автомашины. В отличие от установки, предложенной ранее Б. М. Крыгиным («Химия в школе», № 2, 1967), в данном наборе высоковольтный источник недоступен для прикосновения экспериментатора к токоведущим частям, что делает его безопасным. К сожалению, наглядность опытов в приборе не всегда достаточна из-за небольших размеров реакторов и наличия защитного кожуха [30].

4. Пьезоэлектрический источник высокого напряжения. В основу пьезоэлектрического источника тока (рис. 4) положены пьезоэлементы, преобразующие механическую энергию в электрическую, например «Пьезокерам». Небольшие габариты прибора дают возможность держать его в руке. Мощность источника электрического тока измеряется единицами микроватт. Нажимая на клавишу корпуса прибора, создают искру.

Использование бытового «Пьезокерама» в учебном химическом эксперименте осуществлено В. Г. Прокопенко. Специальные модули-насадки позволяют демонстрировать различные опыты, такие, как получение озона из воздуха, взрыв гремучей смеси, а также смеси метана с воздухом, ацетиленом с воздухом и др.

В настоящее время СКТБ при заводе «Аврора» предпринята удачная попытка создания высоковольтного преобразователя (рис. 5) на основе пьезотрансформатора, позволяющего получить ток высокого напряжения в непрерывном режиме. Высоковольтный пьезоэлектрический преобразователь является безопасным, более компактным, надежным, чем «Разряд-1» и «Разряд-1М», следова-

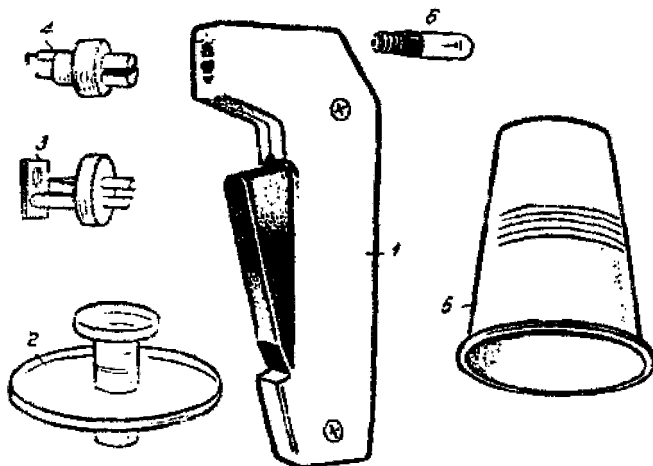


Рис. 4. Пьезоэлектрический источник тока:

1 — общий пнд. 2 — насадка для получения газов, 3 — насадка для получения озона, 4 — насадка для воспламенения газов, 5 — стакан, 6 — неоновая лампочка.

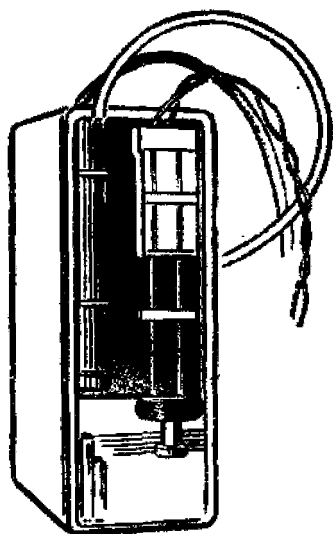


Рис. 5. Пьезоэлектрический преобразователь тока высокого напряжения.

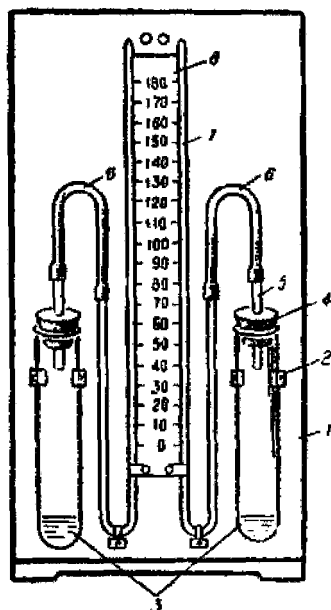


Рис. 6. Прибор для демонстрации зависимости скорости химической реакции от различных условий:

1 — панель-подставка, 2 — пружинящие хомутки, 3 — штатив, 4 — пробки с отверстиями, 5 — стеклянные трубки, 6 — резиновые трубки, 7 — манометрические трубки, 8 — шкала.

тельно, более удобным в обращении. Использование преобразователя в комплекте с эвдиометром, озонатором и другими приборами позволяет осуществить все перечисленные на с. 24 опыты. Внедрение этих источников в школу начнется после тщательной экспериментальной проверки.

5. Прибор для демонстрации зависимости скорости химической реакции от различных условий используют при изучении темы «Скорость химической реакции» и теплового эффекта химических реакций в VIII классе.

Прибор дает возможность выявить влияние на скорость химической реакции следующих факторов: природы реагирующих веществ, их концентрации, поверхности соприкосновения (степень измельчения твердых реагентов), температуры, катализатора, ингибитора.

Прибор (рис. 6) состоит из деревянной панели-подставки 1 с закрепленными на ней при помощи пружинящих хомутиков 2 двух пробирок 3 вместимостью 50 мл. Пробирки закрыты резиновыми пробками 4 с отверстиями, в которые вставлены стеклянные трубки 5. Свободные концы этих трубок соединены при помощи резиновых трубок 6 с манометрическими трубками 7. Между манометрическими трубками на панели нанесена шкала 8 для наблюдения уровня жидкости в трубках.

6. Приборы для получения галоидоалканов и сложных эфиров [17]. Приборы для получения галоидоалканов и сложных эфиров (с. 90) состоят из одних и тех же основных частей: колбы-реактора, воздушного холодильника и приемника. В качестве приемника могут быть использованы: воронка с краном, коническая воронка с резиновой трубкой и зажимом, дугообразная трубка, химический стакан, специальный приемник с градуировкой в приборе промышленного изготовления, который позволяет определить количество полученного продукта. Приемники (см. с. 90) изготовлены в виде затвора, что делает этот опыт безопасным.

7. Оборудование для проецирования опытов и предметов на экран. Для полного представления об изучаемых объектах и явлениях у учащихся использование посуды большой вместимости, увеличение количества реактивов часто бывает недостаточным. Отдельные признаки явления остаются и в этом случае незамеченными, вследствие чего теряется ценность демонстрации. Обычно учитель вынужден объяснять то, что учащиеся должны были наблюдать в опыте. Это сильно снижает активность школьников, затрудняет проведение аналитико-синтетической умственной работы (установление сходства, различий, обобщение полученных данных).

Возникает необходимость в таком приеме демонстрации, который позволяет отчетливо рассмотреть все детали предмета или явления. Это достигается благодаря проецированию на экран предметов и явлений, что создает также возможность их наблюдения не только в статике, но и в динамике. Применение проекции делает демонстрацию отчетливой и выразительной. При про-

скиции опытов требуются малые количества реактивов, чем обеспечивается безопасность так называемых опасных опытов.

Проецирование дает возможность сосредоточить внимание учащихся на главном, так как при этом отсутствуют детали, отвлекающие учащихся (не видно штативов, держателей и вспомогательных приспособлений). Немаловажное значение имеют и эстетическое оформление опытов, цвет, подвижность изображений на экране.

Проецирование экспериментов на экран особенно необходимо для организации целенаправленного наблюдения и руководства при проведении некоторых лабораторных работ, показа отдельных опытов.

Конечно, существуют ограничения для применения проекирования. Допускается и некоторая условность при проекировании: объемные явления, показываемые в пространстве, изображаются на плоскости. И тем не менее проекирование характеризуется широкими дидактическими возможностями. Достаточно широк и ассортимент образцов простых веществ и химических соединений, у которых выявляются их внешний вид, кристаллическое строение, цвет, а также опыты с газами, реакции в растворах и электрохимические процессы, в том числе требующие соблюдения особых мер предосторожности.

Проецирование используют при явных преимуществах перед обычными методами. Таких ситуаций оказывается достаточно много.

1. Небольшие размеры предметов, которые нельзя рассмотреть с рабочих мест.

2. Проведение опытов с малым количеством реактивов, позволяющих: сделать опыты безопасными (взаимодействие щелочных металлов с водой и др.); уменьшить возможность попадания вредных веществ в аудиторию (опыты с галогенами, оксидами азота, многими органическими веществами); проводить опыты с дорогими или дефицитными реактивами (например, с нитратом серебра); экономить время на уроке и поддерживать устойчивое внимание при наблюдении демонстрируемых явлений (например, при проведении медленных реакций с органическими веществами, при электрохимической коррозии металлов, электролизе).

3. Необходимость фиксирования различных явлений, возникающих в результате проведения опыта, заметных только при непосредственном рассмотрении для последующего объяснения их в ходе урока (выделение пузырьков газа, образование кристаллов, выделение веществ на электродах, образование оксидных пленок на металлах и др.).

Во всех случаях принимается во внимание, что показ самого явления или предмета, а не их изображений является наиболее целесообразным. Изображение, даже самое совершенное, не заменяет, а лишь дополняет натуральный объект. Но последний далеко не всегда может быть представлен, и тогда изображение его, в том числе на экране, необходимо.

Для проецирования опытов на экран используют различную аппаратуру: проекционный аппарат с оптической скамьей (ФОС-67), а также графопроекторы и эпипроекторы.

До последнего времени для проецирования опытов приспособляли промышленные проекторы типа «Свет» (что оказалось неудобным ввиду слабого светового потока), а также использовали специальные параллельные сосуды-кюветы и зеркала (для получения прямого изображения). Проекция осуществляется в проходящем свете, поэтому опыты могут быть проведены в прозрачных растворах (осадки, в том числе и окрашенные, дают на экране темные пятна). Для получения на экране нормального (неперевернутого) изображения при вертикальной проекции в пробирках, кюветах, стаканах необходима специальная система зеркал.

Отмеченных недостатков не имеет метод проецирования опытов с использованием графопроектора: нет необходимости использовать зеркала, а вместо кювет служат чашки Петри, но и в этом случае не должно быть непрозрачных веществ, так как преецирование осуществляется в проходящем свете. Весьма перспективно использование графопроектора для получения изображений непрозрачных объектов в отраженном свете.

Опыты с применением графопроектора осуществляют следующим образом. На рабочее окно помещают проецируемую посуду. Затем включают свет и регулируют яркость изображения. Требуемое увеличение изображения получают, изменяя расстояние между экраном и графопроектором. Реагенты прибавляют в сосуды при включенном свете. Такой эксперимент вызывает у учащихся больший интерес, чем подготовленный заранее. В нем можно наблюдать все признаки, сопровождающие химическую реакцию.

Для проецирования опытов на экран используют различную посуду: кюветы — простые и ячеистые, чашки Петри, часовые стекла, бюксы, стаканы, пипетки (прямые и изогнутые), капельницы, шприцы (дозаторы поршневые с прямой и изогнутой иглой), термометр (или термоскоп).

С помощью графопроектора можно провести большое число опытов: растворение, диффузия, взаимодействие металлов с водой, кислотами, осаждение, кристаллизация, изменение окраски реагирующих веществ, изменение скорости реакции под влиянием разных факторов, катализ, движение ионов в электрическом поле, электролиз водных растворов, электрохимическая коррозия металлов, качественные реакции на отдельные вещества.

Используя шприцы, можно проводить количественные опыты с газами и проецировать их с помощью графопроектора (рис. 7, а, б) на экран (рис. 7, в).

8. Приставка к графопроектору для демонстрации количественных опытов (рис. 7, в) имеет размеры: а) общие (320×410 мм); б) смотровое окно (205×250 мм); в) станок для фиксации пяти шприцев (70×130 мм); г) три гнезда для трехходовых кранов. Ее можно изготовить в школьной мастерской.

На приставке возле гнезда для кранов следует изобразить схе-

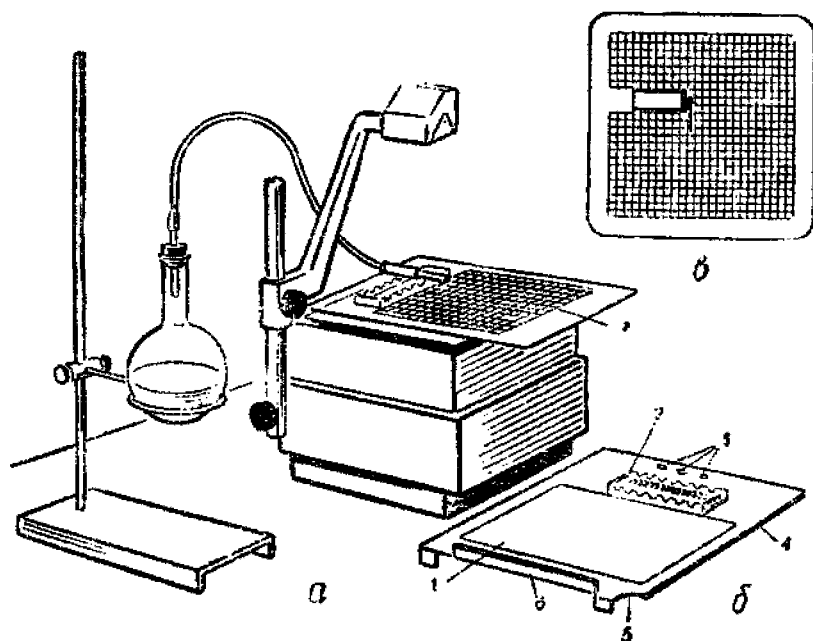


Рис. 7. Установка для проецирования опытов на экран:
а — общий вид; *б* — приставка с деталями: 1 — смотровое окно, 2 — станок для фиксации шприца, 3 — гнезда для кранов, 4 — бортик, 5 — гнездо для стержня графопроектора, 6 — упор для поршня шприца, 7 — сетка-табло; *в* — экран с сеткой-табло.

му работы трехходового крана, чтобы во время опыта можно было безошибочно манипулировать им:

Положение крана			
I	II	III	IV
р — закрыт ш — открыт	открыты р, ш	закрыты р, ш	р — открыт ш — закрыт

Во время демонстрации опытов приставку устанавливают на площадку графопроектора так, чтобы она упиралась в штатив (стержень) графопроектора гнездом. Смотровое окно должно приходиться на основной пучок света.

Перед проведением опытов необходимо проверить поршень шприца. Поршень комбинированного шприца в вертикальном положении должен плавно опускаться при открытой конуле и тот-

час же устанавливаться при закрывании отверстия конюли. Если этого не происходит, поршень необходимо разработать, используя водную эмульсию оксида хрома (III) как абразивного материала. Достаточно 10—15 полных движений с вращением поршня, чтобы шприц после просушивания можно было использовать в опытах. Чрезмерное увлечение шлифованием опасно, так как может нарушиться герметичность шприца.

На головку поршня шприца крепят стрелку-указатель с помощью пластилина или менделеевской замазки. Стрелки изготовляют из любого материала, который можно прикрепить к стеклянному поршню.

Чтобы улучшить наблюдение, на смотровое окно помещают сетку-табло с ячейками согласно градуировке шприца (рис. 7, б).

Для быстрой сборки установки целесообразно к трехходовым кранам присоединить с двух сторон резиновые трубки (см. с. 92). На конец одной трубки надевают конюлю от иглы, посредством которой будет присоединяться шприц. К концу другой трубки присоединяют прибор-реактор посредством стеклянной трубки или иглы, которые вставлены в резиновую пробку. В последнем случае можно обойтись без просверливания отверстий и сохранить пробку с иглами для многих опытов.

9. Измерительные приборы. В демонстрационном химическом эксперименте довольно часто возникает необходимость измерения массы, объема, плотности, температуры, реже — давления, а также, силы электрического тока и его напряжения.

Однако действующее учебное оборудование не может обеспечить самого главного требования демонстрации — наглядности: неразличимы шкалы технических весов, вольтметров, амперметров, градуировка мерной посуды, термометров и ареометров и т. д.

Необходимость проведения наглядных измерительных операций, с одной стороны, и отсутствие средств, приспособленных к требованиям такой демонстрации — с другой стороны, подсказали целесообразность разработки комплекта новых электронных приборов, в частности промышленного вольтметра-термометра (рис. 8, а) и электротермометра (рис. 8, б). Это физический прибор, предназначенный для точного измерения температуры и напряжения электрического тока. Он может быть использован также на уроках химии в опытах по определению тепловых эффектов реакций. В качестве индикатора используют специальный шуп или зонд, опускаемый в испытуемую среду. Показания индикатора высвечиваются на экране прибора.

Для учебных целей разработан счетно-измерительный комплект, один из вариантов которого предложил В. Г. Прокопенко.

В состав комплекта входят приставка для измерения массы, определения плотности газов, массовой доли вещества в растворе, иллюстрация закона сохранения массы веществ.

С помощью массметра (рис. 8, в) может быть определена масса известного объема жидкости или газа, а затем вычислена их плотность.

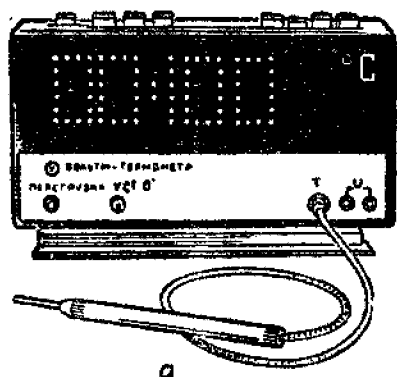
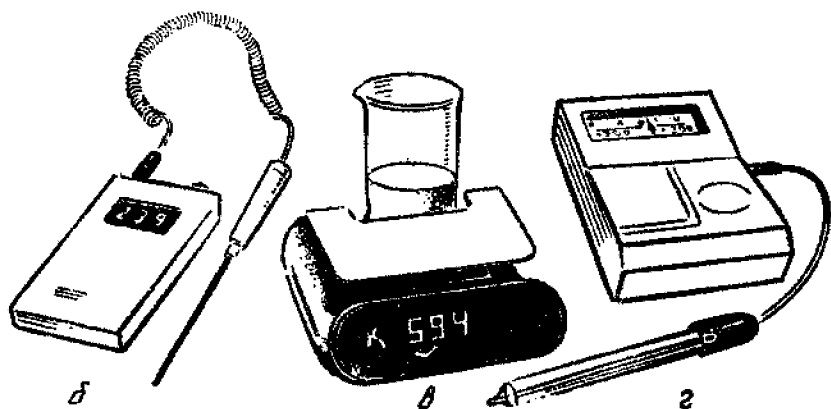


Рис. 8. Измерительные цифровые приборы:

а — вольтметр-термометр, б — цифровой электротермометр, в — электронный массметр, г — рН-метр.



Термометрическая приставка, выполняющая роль демонстрационного термометра, необходима для регистрации изменений температуры наблюдаемого процесса, например тепловых эффектов физико-химических процессов.

Активную кислотность жидкостей можно определить с помощью рН-метра (рис. 8, г). По плану такой комплект в школы начнет поступать в конце XII пятилетки.

10. Электронагревательные приборы. Баня комбинированная включает песочную и водяную бани, а также электроплитку с насадкой для нагревания колб. При повороте ручки соответственно в положение 1, 2, 3 электроплитку переключают на мощность 150, 300 и 600 Вт.

Водяная баня представляет собой алюминиевый сосуд вместимостью 2 л, на боковой поверхности которого имеются стеклянная водомерная трубка с воронкой и две пластмассовые ручки. При работе с водяной баней резервуар, наполненный водой, ставят на электрическую плитку и в зависимости от размера устанавливаемой на баню колбы вынимают кольца. В процессе рабо-

ты во избежание чрезмерного выкипания воды необходимо следить за ее уровнем в резервуаре по водомерной трубке. В случае необходимости воду добавляют через стеклянную воронку.

Баня песочная имеет стальной резервуар. При работе с песочной баней резервуар заполняют чистым мелким песком. Свежий песок перед употреблением должен быть прокален для удаления из него органических примесей.

Таким образом, колба с реакционным веществом может быть нагрета в зависимости от опыта как на бане, так и на электрической плитке с помощью насадки (рис. 9), что исключает необходимость использования специального нагревателя для колб.

11. Комплект электроснабжения кабинета химии КЭХ-10 (рис. 10, а) предназначен для оснащения рабочих мест учащихся переменным током напряжением 42 В и рабочего места учителя — 42 В и 220 В. Его устанавливают в кабинете химии стационарно. В состав комплекта входит распределительный щит, набор для монтажа проводки и 20 нагревателей для пробирок типа НПЭШ.

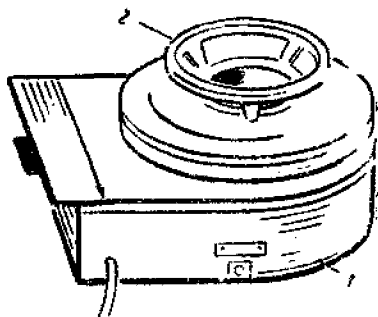


Рис. 9. Плитка электрическая с насадкой для нагревания колб:

1 — электрическая плитка, 2 — насадка для колб.

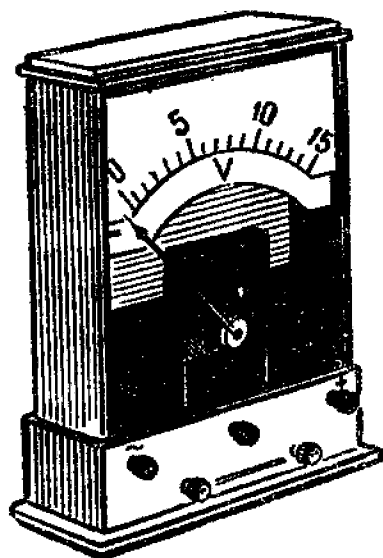
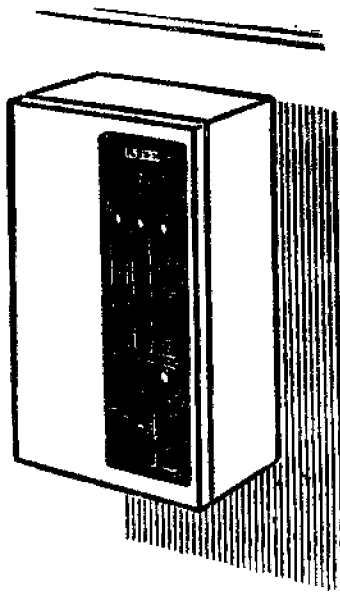


Рис. 10. Комплект электроснабжения кабинета химии КЭХ-10; вольтметр с гальванометром.

Щит обеспечивает питание рабочих мест учителя и учащихся электрическим током. Для каждого ряда рабочих мест есть собственное включение тока. Щит имеет световую сигнализацию о подаче напряжения питающей сети в каждом ряду и защиту от коротких замыканий.

Набор для монтажа электропроводки в кабине включает: штепсельные розетки напряжением 42 В — 20 шт., 220 В — 1 шт., установочный провод — 100 м.

Для обеспечения демонстрационных опытов по электрохимии в качестве источников тока могут быть использованы различные физические приборы (см. форзац II): выпрямитель В-24, ВС-24М, источник электропитания для практикума типа ИЭПП-1 или ИЭПП-2, обеспечивающий напряжение постоянного тока до 40 В, вольтметр с гальванометром демонстрационный ВГ со сменной шкалой на 5, 10 и 15 В (рис. 10, б).

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ В ТИПОВЫХ ПРИБОРАХ И УСТАНОВКАХ

Одни и те же предметы учебного оборудования (химическая посуда, лабораторные принадлежности и др.) используют для демонстрации опытов в различных темах школьного курса. Это относится не только к таким предметам оборудования, как пробирки или колбы, но и к отдельным приборам и целым установкам. В одинаковых или лишь в нескольких видоизмененных приборах и установках можно получить и хлороводород, и хлор; провести каталитическое окисление оксида серы (IV) в оксид серы (VI) и аммиака до оксида азота (IV). В универсальной горелке можно продемонстрировать горение водорода, аммиака, метана, оксида углерода (II) в кислороде, синтез хлороводорода.

Во избежание повторения описания приборов и установок целесообразно химический эксперимент характеризовать не по темам программы химии, как это обычно делается, а по технике выполнения и по оборудованию, что позволит учителю творчески использовать данные в пособии рекомендации.

Ниже даны в качестве примеров описания некоторых демонстрационных экспериментов с использованием приборов, а также их сочетаний друг с другом в более сложные установки.

Синтез хлороводорода и получение соляной кислоты

Собирают установку (рис. 11) и проверяют ее на герметичность. Пускают умеренный ток водорода и после вытеснения из воронки 2 воздуха (проба на чистоту!) поджигают газ у отверстия универсальной горелки 1, помещенной под стеклянной воронкой 2. Затем пускают слабый ток хлора так, чтобы водород находился в избытке.

Почти бесцветное пламя водорода в воздухе после пуска хлора приобретает бледно-зеленый цвет. При этом образуется белый

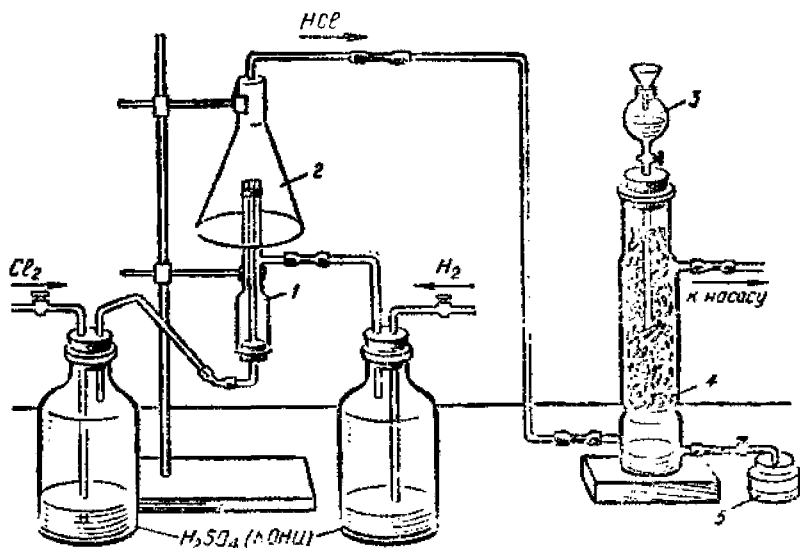


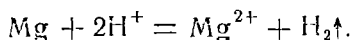
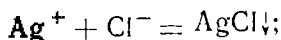
Рис. 11. Установка для синтеза хлороводорода и получения соляной кислоты: 1 — универсальная горелка, 2 — стеклянная воронка, 3 — капельная воронка, 4 — поглотительная колонка, 5 — приемник.

туман, который уносится в нижнюю часть колонки, где он постепенно поглощается водой, стекающей сверху, т. е. газ и вода поступают с противоположных направлений. Регулируют пламя поступлением водорода и хлора через промывные склянки с концентрированной серной кислотой (по числу пузырьков газа). Включают водоструйный насос и приливают из капельной воронки 3 воду в поглотительную колонку 4, откуда жидкость вытекает в приемник 5. Из стакана переливают жидкость снова в капельную воронку, и такую циркуляцию проводят 2—3 раза. Выключают сначала ток хлора, а затем и водорода. Отключают водоструйный насос.

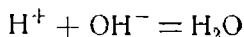
Измеряют объем образовавшейся соляной кислоты. Синтез хлороводорода осуществляется со значительным выделением теплоты. В водном растворе хлороводорода устанавливается равновесие:



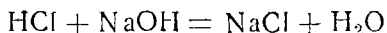
Пробу испытывают раствором нитрата серебра, лакмусом и другими индикаторами, металлическим магнием. Обнаруживают в растворе ионы водорода и хлорид-ионы:



Часть соляной кислоты нейтрализуют раствором щелочи:



Уравнение реакции нейтрализации:



Зная массу гидроксида натрия в 1 мл взятого для реакции раствора щелочи и объем этого раствора, израсходованный на нейтрализацию образовавшегося объема соляной кислоты, рассчитывают молярную концентрацию раствора соляной кислоты по формуле:

$$C_M \approx \frac{m_{\text{HCl}} \cdot 1000}{V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}}} \quad | \text{ моль/л} |$$

Меры предосторожности. При выполнении данного опыта необходимо тщательно соблюдать меры предосторожности: опыт необходимо выполнять в вытяжном шкафу. Установку тщательно проверить на герметичность, а получившийся водород — на чистоту.

Получение оксида серы (IV) и окисление его в оксид серы (VI)

На рисунке 12 изображена установка для сжигания серы в кислороде с последующим каталитическим окислением образовавшегося оксида серы (IV) в оксид серы (VI).

Кислород поступает через газоотводную трубку 1 из газометра. Ток газа легко регулируется с помощью кранов 2 (могут быть заменены резиновыми трубками с зажимами). Нагретая сера в фарфоровой лодочке (или осколке фарфоровой посуды) 3 загорается, и ее помещают в трубку, где она горит в токе кислорода. Образующийся оксид серы (IV) и избыток кислорода по трубке 4 поступают в трехгорлую склянку 5 с концентрированной серной кислотой, где эти газы осушаются и сменяются друг с другом и направляются в трубку 6 с катализатором 7. Оксид серы (VI)

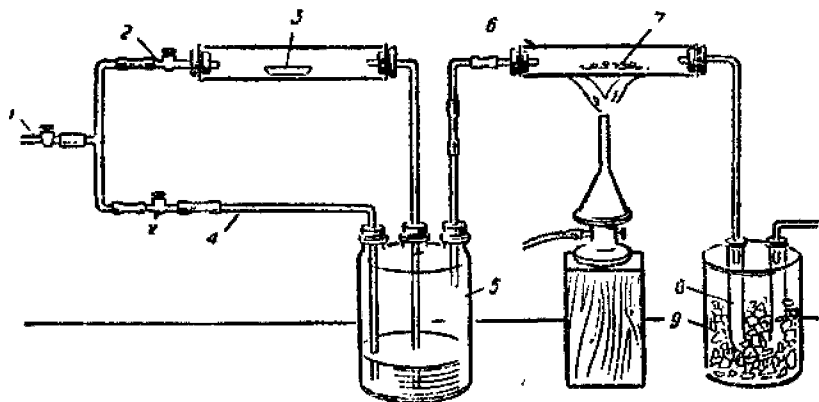


Рис. 12. Установка для получения оксида серы (IV) и окисления его в присутствии катализатора:

1 — газоотводная трубка от газометра, 2 — краны, 3 — фарфоровая лодочка, 4 — Г-образная газоотводная трубка, 5 — трехгорлая склянка, 6 — трубка-реактор, 7 — катализатор, 8 — дугообразная трубка, 9 — стакан с охлаждающей смесью.

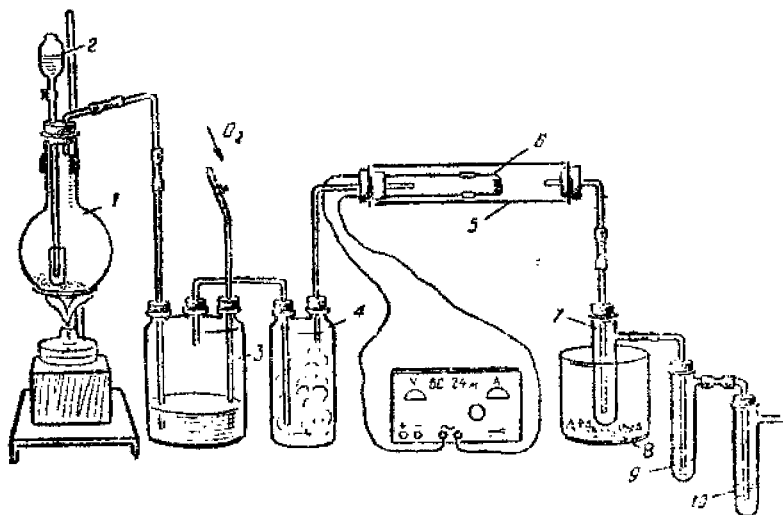


Рис. 13. Установка для каталитического окисления оксида серы (IV) в трубке с электронагревом:

1 — колба-реактор, 2 — капельная воронка, 3, 4 — промывные склянки, 5 — трубка-реактор, 6 — металлическая спираль, 7 — приемник, 8 — стакан со льдом, 9 — пробирка с раствором хлорида бария, 10 — пробирка с концентрированной серной кислотой.

собирается в трубке 8, охлаждаемой смесью снега с солью 9. В качестве катализатора окисления SO_2 в SO_3 служит не только оксид ванадия (V), используемый в промышленности, но и оксид железа (III), оксид хрома (III) и др. Достаточно активный катализатор — свежеприготовленный оксид хрома (III). Его получают путем прокалывания кусков пористой керамики, предварительно пропитанной раствором дихромата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Удовлетворительные результаты получают, если взять в качестве катализатора кусочки красного кирпича, в котором содержится оксид железа (III) на силикатном носителе или смесь оксида железа (III) со стеклянной (или асбестовой) ватой. Более активный катализатор получают пропитыванием асбестовой ваты раствором железного купороса с последующим высушиванием и прокалыванием.

Для окисления оксида серы (IV) до оксида серы (VI) очень часто используют трубчатые реакторы с электрическим нагревом (см. форзац I). Один из вариантов такой установки изображен на рисунке 13. Оксид серы (IV) получают в колбе-реакторе 1 действием серной кислоты (в воронке 2) на сульфит натрия. Смесь оксида серы (IV) и кислорода после очистки и осушки в склянках 3 (конц. H_2SO_4) и 4 (с ватой) поступает в реактор 5.

При пропускании смеси оксида серы (IV) и кислорода над нагретой докрасна металлической спиралью 6 через небольшой промежуток времени можно наблюдать в приемнике 7 (в стакане 8 со льдом) туман, состоящий из оксида серы (VI) (точнее, мель-

чайших капель серной кислоты). Металлическая спираль, покрытая слоем оксидов, оказывает каталитическое действие. Постепенно туман заполняет приемник, и дальше он проходит через раствор хлорида бария, но частично поглощается концентрированной серной кислотой. В пробирке над раствором хлорида бария содержится больше тумана, чем в пробирке с концентрированной серной кислотой. Образование тумана происходит более интенсивно, если между витками накаливаемой спирали поместить кусочки красного кирпича или другого катализатора. При длительном процессе с активными катализаторами можно получить оксид серы (VI) в жидком состоянии, а при сильном охлаждении приемника — и в твердом состоянии: в виде шелковистых нитей.

Синтез аммиака

Для опыта монтируют прибор, показанный на рисунке 14.

Проверяют прибор на герметичность. Пускают ток азота и водорода, следя за тем, чтобы число пузырьков этих газов, проходящих через промывные склянки 1 и 2 с концентрированной серной кислотой, относилось как 1:3. Скорость поступления азота и водорода регулируют с помощью кранов или зажимов от газометра и аппарата Киппа.

Проверяют полноту вытеснения воздуха из установки (поджиганием в пробирке газа, собранного у газоотводной трубки 7) и отсутствие аммиака в исходной азотоводородной смеси (лак-

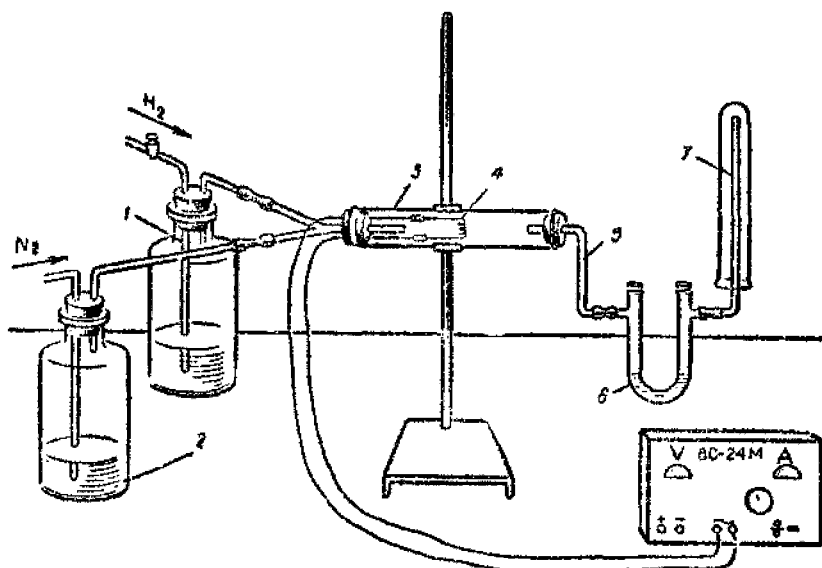


Рис. 14. Установка для синтеза аммиака:

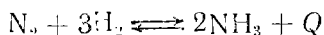
1, 2 — промывные склянки, 3 — трубка-реактор, 4 — электроспираль, 5, 7 — газоотводные трубки, 6 — дугообразная трубка.

мусом или фенолфталеном). Включают электрический ток и следят, чтобы в трубке-реакторе 3 спираль 4 с катализатором раскалилась докрасна.

Азотоводородная смесь, проходя над спиралью с катализатором без нагревания, не образует даже следов аммиака. Аммиак появляется, когда катализатор нагревается.

После появления окраски в дугообразной трубке 6 с фенолфталеном ее отключают и к отверстию газоотводной трубки 5 подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой (или влажную лакмусовую бумагу красного цвета). Для окончания опыта выключают электрический ток, закрывают край аппарата Киппа, продолжая некоторое время пропускать азот до полного удаления из аппарата водорода и охлаждения катализатора.

Синтез аммиака — обратимая экзотермическая реакция:



Для начала реакции необходимо нагревание, осуществляемое накаливанием электроспирали до красного цвета (около 400°C). (При очень сильном нагревании аммиак не образуется.) Обнаружение аммиака подтверждается следующими реакциями: а) в растворе с помощью фенолфталена: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$; б) в воздухе (по образованию белого дыма в присутствии концентрированной соляной или азотной кислот): $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$; $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$.

Меры предосторожности. Водород необходимо проверить на чистоту.

В такой же реакционной трубке можно осуществить опыт разложения аммиака и обнаружить образовавшийся водород. С этой целью пропускают аммиак над нагретой спиралью с катализатором, собирают продукты разложения и испытывают их на горючесть.

Каталитическое окисление аммиака

Собирают установку (рис. 15). Колбу 1 заполняют почти доверху раствором аммиака с массовой долей 25%. Левую трубку соединяют с газометром. Она доходит почти до дна колбы и при легком усилии должна подниматься или опускаться в пробке. Правая трубка 2 находится на расстоянии 2—3 см от уровня жидкости. Конец газоотводной трубки 2 вставляют (через U-образную трубку с натронной известью) в реакционную трубку 3, куда предварительно на середину ее введена электронагревательная спираль с катализатором 4 (оксидами хрома, железа, марганца или их смесью). Вместо этих оксидов можно воспользоваться тонкой медной сеткой.

Тонкую медную сетку в качестве катализатора используют по аналогии с заводским контактным аппаратом, где аммиачно-кислородная смесь проходит через тончайшую платиново-иридиевую сетку в течение доли секунды с почти 100%-ным выходом окси-

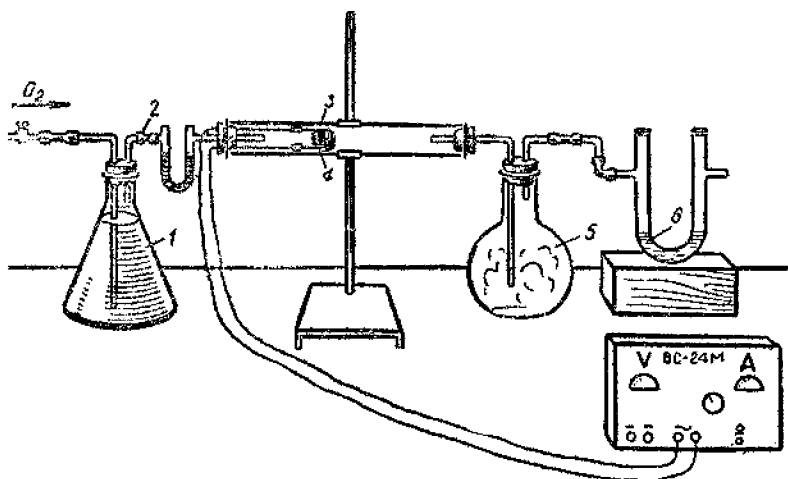
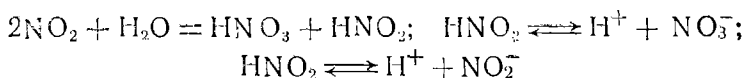
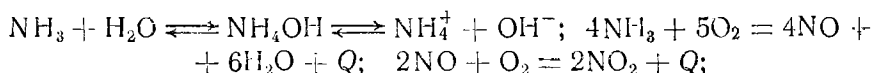


Рис. 15. Установка для каталитического окисления аммиака:
1 — колба, 2 — газоотводная трубка, 3 — трубка-реактор, 4 — электроспираль с катализатором, 5 — колба для соби́рания оксидов азота, 6 — дугообразная трубка.

дов азота. Медь менее активный катализатор. Поэтому контакт с ней должен быть продолжительнее, чем в заводских условиях.

Химизм протекающих в лабораторной установке процессов выражается следующими уравнениями химических реакций:



Колба 5 служит для соби́рания оксидов азота, а дугообразная трубка 6 — для поглощения оксидов азота водой, в нее прибавляют раствор лакмуса синего цвета. Соотношение аммиака и кислорода регулируют путем более или менее глубокого погружения в раствор аммиака левой трубки в колбе 1 и поворотами крана в трубке от газометра с кислородом.

Смесь газов пропускают через катализатор, который нагревают до того момента, когда он начнет раскаливаться, и экзотермический процесс будет протекать самопроизвольно. Затем электронагреватель выключают. Колба 5 заполняется бурым газом, который переходит в дугообразную трубку, вследствие чего синяя окраска находившейся в ней жидкости переходит в красную.

В начале опыта вместо ожидаемого бурого газа может появиться белый дымок нитрата и нитрита аммония. Чтобы уменьшить приток аммиака, следует поднять левую трубку в колбе 1 и немного усилить приток кислорода с помощью крана.

В колбу 5 поступают не только оксиды азота, но и пары воды. Поэтому на дне колбы образуется жидкость (азотная и азотистая кислоты).

Меры предосторожности. Если смесь газов загорится в трубке с катализатором, необходимо немедленно прекратить доступ в прибор кислорода из газометра, для чего следует приоткрыть пробку в колбе 1. Чтобы избежать взрыва, раствор аммиака в колбу доливают почти доверху, чтобы пространство для аммиачно-кислородной смеси было небольшим.

Каталитическое окисление аммиака сильно экзотермическая реакция, что может привести к размягчению и ломке обычной стеклянной трубки-реактора. Поэтому необходимо для опыта использовать тугоплавкую трубку (из кварца или стекла «пирекс»).

Получение аммиачной селитры

Собирают установку (рис. 16).

Нагревают колбу 1 с концентрированным раствором аммиака и одновременно прибавляют из капельной воронки 3 в поглотительную колонку 2 азотную кислоту ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$) по каплям, т. е. направляют реагирующие вещества навстречу друг другу (принцип противотока).

Для протекания реакции между газом и жидкостью существенное значение имеет увеличение поверхности соприкосновения реагирующих веществ. Для этого служит колонка с битым стеклом. Стекающую в стакан 4 жидкость испытывают универсальным индикатором (или лакмусовой бумажкой). Если нейтрализация кислоты произошла не полностью, то содержимое стакана 4 при-

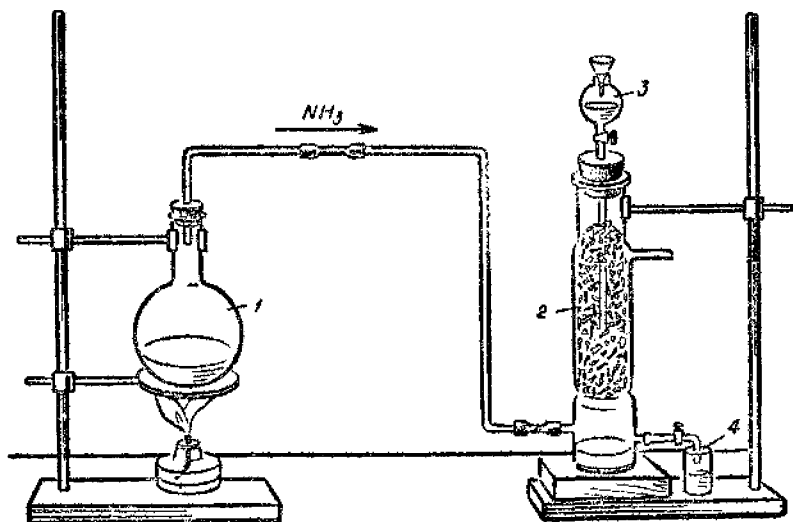


Рис. 16. Установка для получения аммиачной селитры:

1 — колба-реактор, 2 — поглотительная колонка с битым стеклом, 3 — капельная воронка, 4 — стакан.

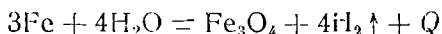
ливают в капельную воронку 3 и снова пропускают через колонку 2. Так поступают до тех пор, пока находящаяся в стакане 4 с жидкостью индикаторная бумажная полоска не покажет нейтральную или слабощелочную реакцию. Тогда прекращают нагревание колбы 1, содержащей раствор аммиака, и дают стечь всей жидкости в стакан 4.

Газообразный аммиак и раствор азотной кислоты, встречаясь друг с другом в поглотительной колонке 2, образуют белый дым, состоящий из кристалликов нитрата аммония. Раствор соли (вместе с непрореагировавшей азотной кислотой) стекает в стакан. О разогревании жидкости судят по показаниям термоскопа.

Из стакана 4 жидкость переливают в фарфоровую чашку, осторожно упаривают и охлаждают. Выделившиеся кристаллы аммиачной селитры (после сливания маточного раствора) дают рассмотреть учащимся. После полного удаления воды из раствора аммиачной селитры последние плавятся. Жидкость застывает в сплошную кристаллическую массу белого цвета с желтоватым оттенком. При температуре 190 °С аммиачная селитра разлагается.

Реакция железа с водой

Реакцию железа с водой можно выразить следующим суммарным уравнением:



Реакция идет с достаточной скоростью при нагревании (примерно до 400 °С). На ней был основан железопаровой способ получения водорода, утративший в настоящее время практическое значение. Однако эта реакция представляет интерес для истории химии: этим превращением в конце XVIII в. было доказано, что вода не простое вещество, а химическое соединение, в состав которого входит «горючий воздух» (т. е. водород).

Для опыта удобно воспользоваться свежевостановленным железом в виде порошка, полученным взаимодействием водорода с оксидом железа (III) при сильном нагревании. Вместо восстановленного железа можно взять железные стружки, очищенные от оксидов железа споласкиванием их в кислоте, обезжиренные раствором щелочи, промытые водой и высушенные. Однако в этом случае реакция протекает медленнее.

Железо помещают в железную трубку, куда подводится вода (водяной пар). На рисунке 17 изображен вариант I опыта в железной трубке с диаметром 1,5—2 см. Более удобной для опытов является изогнутая трубка с длиной колен 15 и 25 см, которую можно изготовить в порядке самооборудования.

В среднюю часть трубки 1 ближе к пробке помещают около 20 г железного порошка (или железных стружек) и слабо заправляют его стеклянной ватой. Концы трубки закрывают хорошо подогнанными корковыми пробками 2 с отверстиями для алонжа 3 с капельной воронкой 4 и газоотводной трубкой 5. Нагревают железную трубку, не доводя ее до красного каления (более высо-

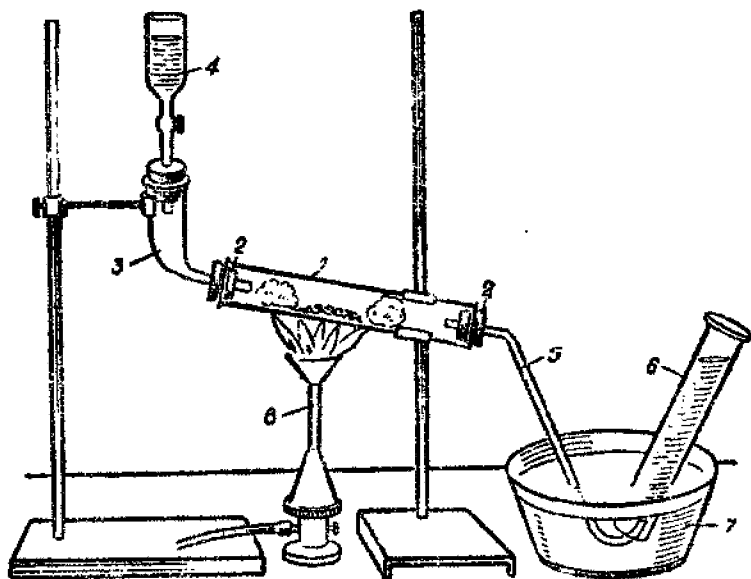


Рис. 17. Установка для взаимодействия железа с водяным паром (вариант I): 1 — железная трубка, 2 — пробки, 3 — алонж, 4 — капельная воронка, 5 — газоотводная трубка, 6 — цилиндр, 7 — чаша кристаллизационная, 8 — горелка с насадкой.

кая температура способствует обратному — эндотермическому — процессу). Из капельной воронки 4 прибавляют по каплям воду. После вытеснения из установки воздуха образующийся водород собирают в цилиндры и испытывают его, соблюдая правила техники безопасности. Заканчивают опыт: вынимают газоотводную трубку вместе с пробкой, прекращают нагревание железной трубки и приливание воды из капельной воронки. Содержащиеся в трубке оксиды железа могут быть использованы для восстановления из них железа для опытов, а иногда их оставляют в трубке для проведения другого опыта — восстановления оксидов железа водородом.

В другом варианте опыта, при котором пропускают над раскаленным железом не воду, а водяные пары, применяют не изогнутую, а прямую железную или фарфоровую трубку. В этой установке использовано сочетание двух типов реакторов: колба и реакционная трубка.

Для проведения опыта собирают установку, изображенную на рисунке 18. В трубке 3 помещают железный порошок или железные опилки между комками стеклянной ваты. Трубку сильно накаливают, после чего воду в колбе 1 доводят до кипения (для равномерного кипения в колбу помещают капилляры-кипятильники). Избыток пара выходит через тройник 2. Через несколько минут, когда из установки будет вытеснен воздух, подводят под

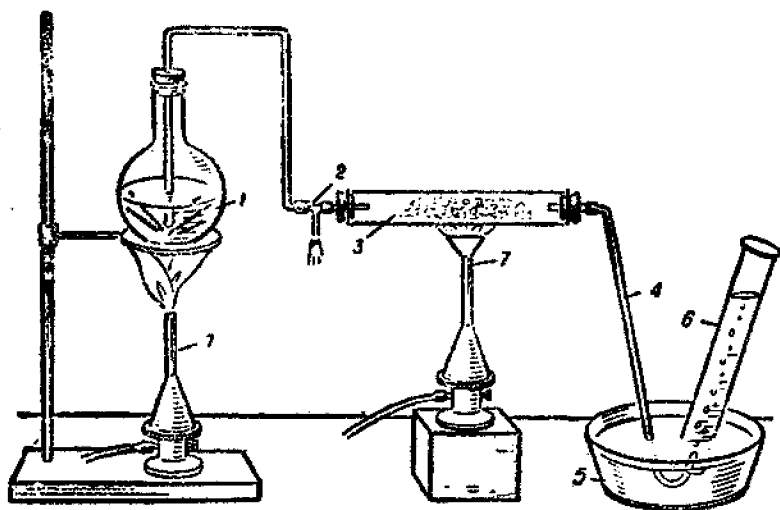
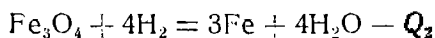
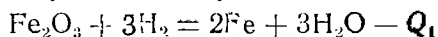


Рис. 18. Установка для взаимодействия железа с водяным паром (вариант II): 1 — колба круглодонная с водой, 2 — тройник, 3 — стеклянная трубка с порошком восстановленного железа между комками стеклянной ваты, 4 — газоотводная трубка, 5 — чаша кристаллизационная, 6 — цилиндр, 7 — газовая горелка со шпелевой насадкой.

цилиндр 6 газоотводную трубку и собирают водород. Наличие водорода доказывают поджиганием собранного в цилиндре газа.

Взаимодействие железа с водой (см. с. 42) может протекать и в обратном направлении. Восстановление оксидов железа водородом — эндотермические процессы:



Для проведения опыта можно использовать установку, показанную на рисунке 19.

Поступающий из аппарата Киппа по трубке 1 водород проходит через концентрированную серную кислоту в склянке 2 и в сухом виде проникает в реакционную трубку 3, и далее водород выходит наружу через трубку 6. После вытеснения из установки воздуха (проба водорода на чистоту!) водород поджигают у газоотводной трубки 6. Затем сильно нагревают трубку 3 с оксидом железа, что может привести к угасанию пламени у отверстия трубки 6. Через 10—15 мин разъединяют реактор с приемником, вынув пробку из него. В пробирке легко можно заметить голубые кристаллы медного купороса. Они образовались при взаимодействии безводного сульфата меди с водой — одним из продуктов реакции водорода с оксидами железа. После этого прекращают нагревание трубки, продолжая пропускать водород до ее остывания. Высыпают содержимое трубки на стекло или в фарфоровую чашку и сравнивают его с исходным веществом. Если

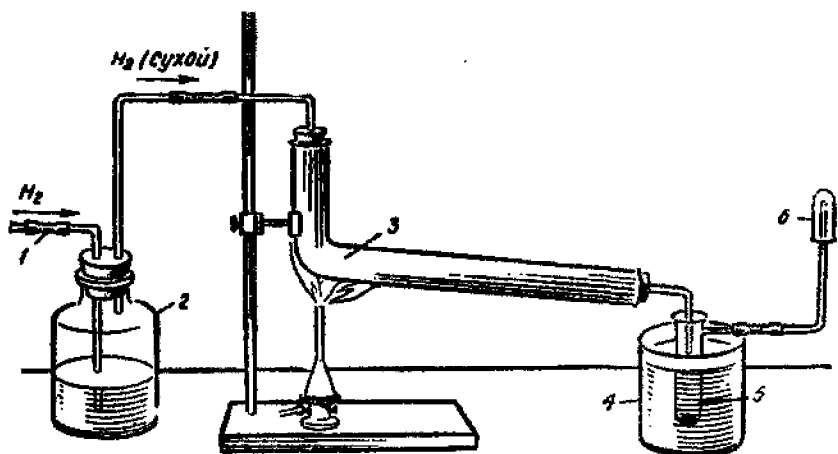


Рис. 19. Установка для получения железа восстановлением оксидов железа водородом:

1 — газоотводная трубка для подачи водорода, 2 — промывная склянка с концентрированной серной кислотой, 3 — железная трубка, 4 — стакан с охлаждающей смесью, 5 — приспосабливаемый медный купоросом, 6 — пробирка для собирания водорода.

для опыта был взят оксид железа (III) красного цвета, то он отличается от образовавшегося продукта реакции — железа — по цвету и отсутствию магнитных свойств. В том же случае, когда в реакционной трубке находится оксид Fe_3O_4 , в состав которого входит железо со степенями окисления +2 и +3, то исходные и конечные продукты идентифицируют при помощи разбавленной соляной кислоты, а не с помощью магнита, так как оба они — железо (Fe) и оксид железа (Fe_3O_4) — почти не отличаются по цвету и обладают магнитными свойствами.

Полученное таким способом железо может быть использовано в качестве катализатора при синтезе аммиака.

К сожалению, опыт требует 15—20 мин, что не всегда можно осуществить на уроке при изучении темы «Общие свойства металлов». Поэтому целесообразно организовать постановку этих опытов (прямого и обратного процессов) в теме «Обобщение знаний по неорганической химии».

Изучение электрохимического ряда напряжений металлов

Этот опыт включен в программу в последнее время в связи с углубленным изучением теоретических вопросов химии.

На основании взаимодействия металлов (например, магния, цинка, железа, олова, свинца, меди, серебра) с растворами соответствующих солей, а также с кислотой (например, хлороводородной) учащиеся располагают металлы в ряд: Mg , Zn , Fe , Ni , Sn , Pb , Cu , Ag . Каждый последующий металл вытесняется из раствора его соли предыдущим металлом. В этом ряду помешают и

водород между свинцом и медью. В свете электронной теории делается вывод, что тенденция отдавать электроны и переходить в водный раствор в виде положительно заряженных ионов у металлов как простых веществ ослабевает при переходе в указанном ряду слева направо.

Этот ряд называют также электрохимическим рядом напряжений металлов, желая этим подчеркнуть, что он установлен в растворах электролитов и принципиально отличается от рядов, устанавливаемых термохимическим путем, например по вытеснению одних металлов другими из их оксидов (хлоридов, фторидов и т. д.).

Название «электрохимический ряд напряжений металлов» неточное. Речь должна идти об определении стандартных электродных потенциалов металлов, т. е. потенциалов, возникающих на границе между металлом и раствором с одномолярной концентрацией ионов этого металла. Потенциалы эти определяют по нормальному водородному электроду, условно принятому за ноль. В школьных опытах использование водородного электрода затруднительно, и поэтому в качестве потенциала сравнения берут потенциал одного из металлов, погруженного в раствор его соли (например, медь или серебро).

В настоящее время установка для определения электрохимического ряда напряжений металлов осваивается промышленностью. До появления промышленного образца ограничимся некоторыми рекомендациями по его самодельному изготовлению (рис. 20). Для прибора нужна вертикальная рама 1 из металла, пластмассы, фанеры или другого материала размером $350 \times 300 \times 15$ мм, на которой крепят ванночку для электролита 2 ($310 \times 30 \times 60$ мм) и стеклянные трубки ($l=150$ мм и $\varnothing 25$ мм, 3 — 6 шт.). Ванночку изготавливают из оргстекла, а стеклянные трубки — из демонстрационных пробирок или подбирают готовые трубки соответствующих длины и диаметра. Ванночку и стеклянные трубки закрепляют на раме с помощью пружинящих хомутиков 4, расположенных на поперечной планке рамы. Нижние отверстия стеклянных трубок герметично закрывают пористыми диафрагмами 5, которые представляют собой плоские диски из необожженной керамики, имеющие диаметр, соответствующий диаметру стеклянной трубки. Для закрепления диафрагмы на стеклянной трубке изготавливают специальное приспособление: диафрагму зажимают между двумя уплотнительными резиновыми шайбами и стягивают пакетной гайкой из оргстекла. Устройство для закрепления диафрагмы герметично соединяют со стеклянной трубкой при помощи отрезка хлорвиниловой или резиновой трубки 6 (длина отрезка 40 мм).

Для изготовления диафрагмы можно воспользоваться рекомендациями, данными в статье Л. В. Буглая [4]. На верхней панели рамы размещены штекерные гнезда 7 ($\varnothing 4$ мм) с проводниками 8, заканчивающимися зажимами 9. На передней стенке рамы нанесены химические знаки металлов 10 в той же последо-

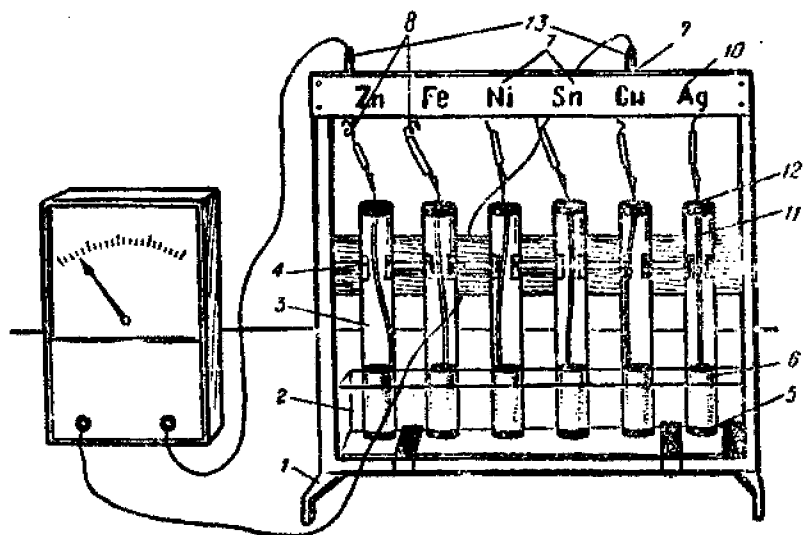


Рис. 20. Установка для определения электрохимического ряда напряжений металлов:

1 — вертикальная рама, 2 — ванночка для электролита, 3 — стеклянные трубки, 4 — прижимающие хомуты, 5 — горючие диафрагмы, 6 — полихлорвиниловые трубки, 7 — штекерные гнезда, 8 — проводники, 9 — зажимы, 10 — символы металлов, 11 — пластины металлов, 12 — резиновые кружки-держатели пластин, 13 — проводники для подключения прибора к гальванометру.

вательности, в какой они размещаются в электрохимическом ряду напряжений металлов: цинк, железо, никель, олово, медь, серебро. В комплект с прибором должны входить пластинки перечисленных выше металлов 11 (размер пластинок $100 \times 8 \times 1,5$ мм). В связи с тем, что серебро — дефицитный и дорогостоящий металл, можно использовать посеребренную пластинку или ограничиться пятью металлами (серебро исключить). Чтобы пластинки металлов не проваливались в трубки, их следует вставить в резиновые кружки 12, диаметр которых чуть больше диаметра трубок. Для соединения пар металлических пластинок с гальванометром используют два проводника 13, один конец которых имеет штекер (диаметр его соответствует диаметру штекерного гнезда рамы), а второй конец — лепесток для подсоединения к клеммам гальванометра. Описание аналогичного прибора дано в ниже действующем школьном учебнике химии для IX класса. Предлагаемый в данном пособии прибор имеет преимущества перед вышеупомянутым; он более надежен и удобен в работе и дает более точные результаты. В приборе, показанном в школьном учебнике, происходит подсыхание полосок фильтровальной бумаги, нередко неравномерное, что отрицательно сказывается на результатах опыта. Прибор позволяет демонстрировать опыты в нескольких параллельных классах без перезарядки.

Для иллюстрации электрохимического ряда напряжений металлов с помощью данного прибора стеклянные трубки 3 заполняют растворами солей соответствующих металлов одинаковой молярной концентрации и погружают в них металлические пластинки. Ванночку 2 заполняют раствором соли любого электролита, например хлорида калия. С помощью проводников со штекерами 13 соединяют попарно металлические пластинки 11 с гальванометром. Отклонение стрелки гальванометра будет тем больше, чем дальше отстоят друг от друга металлы.

Аналогичные опыты могут быть спроецированы на экран с помощью графопроектора, а также используют чашки Петри для раствора солей и соответствующие металлы в виде стерженьков.

Коррозия металлов и защита металлов от коррозии. Опыты для выяснения условий коррозии металлов можно подразделить на две группы.

Длительные опыты закладывают на одном уроке, наблюдения проводят в течение нескольких дней.

На рисунке 21 изображены: коррозия железа (стали) во влажном воздухе (а); отсутствие коррозии в сухом воздухе (б); отсутствие коррозии в воде, лишенной воздуха (прокипяченной) (в).

Кратковременные опыты характеризуются тем, что результаты их могут быть получены в течение урока.

Закладывают опыты для выяснения роли электролитов в коррозии железа. С этой целью опускают очищенные гвозди в разбавленные растворы солей (хлорида магния, хлорида натрия, солей, входящих в состав морской воды), гидроксида натрия, соляной кислоты, водопроводной воды. Начало коррозии может быть обнаружено уже спустя 10—15 мин по появлению в рас-

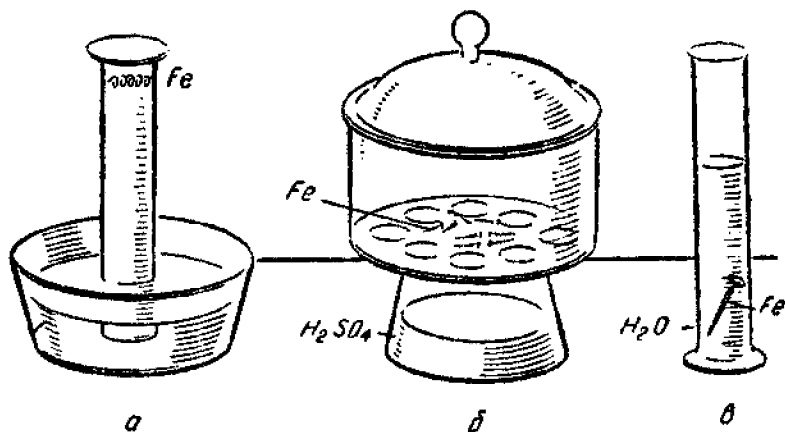


Рис. 21. Опыты по коррозии металлов:

а) коррозия железа во влажном воздухе, б) отсутствие коррозии в сухом воздухе, в) отсутствие коррозии в прокипяченной (без воздуха) воде.

иоре ионов Fe^{2+} , обнаруживаемых по посинению жидкости от прибавленных нескольких капель реактива калия гексацианоферрата (III) ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$). При стоянии коррозия усиливается. Об этих и аналогичных опытах можно прочесть в руководствах по химическому эксперименту [8, стр. 39], а также в школьных учебниках по химии.

Сущность коррозии раскрывается с помощью электрохимических опытов. Демонстрируется работа медно-цинкового гальванического элемента (рис. 22) и отмечается, что микрогальванические элементы имеют место при коррозии сплавов и присутствии растворов электролитов. При опускании цинковой пластины 2 в раствор серной кислоты 1 с раствором серной кислоты 1:5, наблюдают выделение пузырьков водорода на цинковой пластине 2. Если соединить между собой цинковую пластину и медную проволоку, то водород в этом случае выделяется уже не на цинке, а на меди — образовался гальванический элемент [39]. Водород можно собрать, если на стеклянную трубку 4 пробирку. Этот опыт можно поставить в чашках Петри и проецировать на экран с помощью графопроектора. Таким же способом можно продемонстрировать опыты коррозии луженого и оцинкованного железа [39].

В чашки Петри до половины наливают разбавленный раствор хлорида натрия (или соляной кислоты) и несколько капель раствора гексацианоферрата (III) калия ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$). Укрепляют и скрепки или в расщепы стальных перьев расплющенные кусочки олова, цинка. Опускают их в чашки Петри с растворами т.д., чтобы они были в них погружены. Через некоторое время в чашке, где было железо в контакте с оловом, появится синее окрашивание. В образовавшемся гальваническом элементе более активный металл — железо — переходит в раствор в виде ионов Fe^{2+} , которые и обнаруживаются по выпадению осадка синего цвета — $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$.

Во второй чашке образуется белое вещество — продукт взаимодействия ионов, перешедших в раствор, так как цинк более активный металл, чем железо. Но как только весь цинк прореагирует, заканчивается его защитная роль («оцинкованное железо») и в раствор начнут переходить ионы железа — появится синее окрашивание.

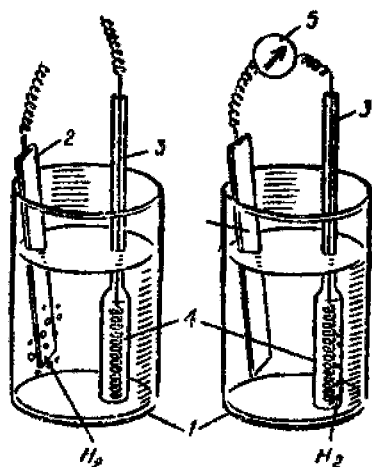


Рис. 22. Схема медно-цинкового гальванического элемента:

1 — стаканы с раствором серной кислоты, 2 — цинковая пластина, 3 — медная проволока, 4 — стеклянная трубка, 5 — гальванометр.

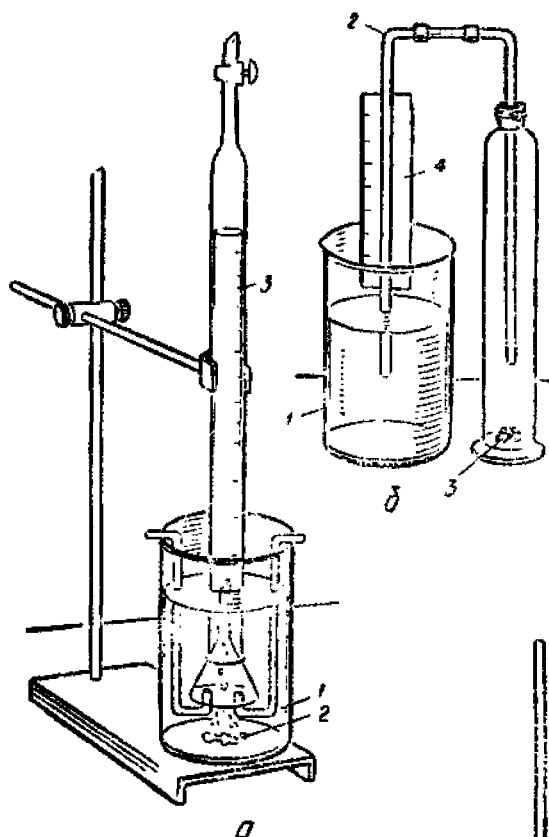


Рис. 23. Скорость коррозии железа:

а — в кислой среде: 1 — стакан с раствором кислоты, 2 — образец металла, 3 — бюретка; *б* — в нейтральной среде: 1 — стакан с дистиллированной водой, 2 — газостоводная трубка, 3 — цилиндр с влажными опилками, 4 — шкала для наблюдения за скоростью поглощения кислорода (воздуха).

Процессы, происходящие при коррозии луженого и оцинкованного железа, следует разобрать с помощью графиков и уравнений химических реакций [39].

На рисунке 23, *а* изображена установка для наблюдения за процессом коррозии очищенной железной пластинки в кислой среде. Измеряя объем образовавшегося водорода через определенные интервалы времени, можно построить график скорости коррозии.

Аналогичный опыт представлен на рисунке 23, *б* — коррозия железных опилок в нейтральной среде.

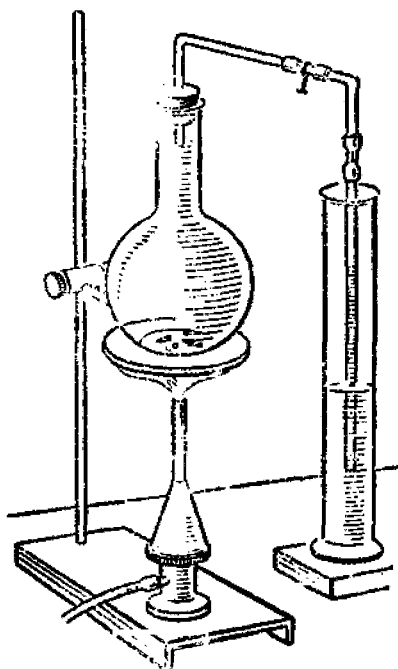


Рис. 24. Поглощение кислорода при газовой коррозии.

Процесс газовой коррозии можно проследить по уменьшению содержания кислорода в колбе, как это представлено на рисунке 24. Колбу слегка нагревают для ускорения реакции окисления железа при закрытом зажиме. После охлаждения зажим открывают и наблюдают поднятие жидкости в трубке.

На рисунке 25 изображены опыты, иллюстрирующие влияние ингибитора (замедлитель коррозии). В качестве агрессивной среды берут разбавленные растворы (1:5) серной или соляной кислот, которые действуют на железо (стальные лезвия, железные гвозди, канцелярские кнопки или скрепки) в отсутствии ингибитора и в присутствии ингибитора (уротропин, формалин, иодид калия и др.). В первом случае почти сразу происходит заметное выделение водорода, тогда как в присутствии ингибиторов процесс этот идет очень медленно, и образование водорода может быть обнаружено через несколько дней (на следующем уроке).

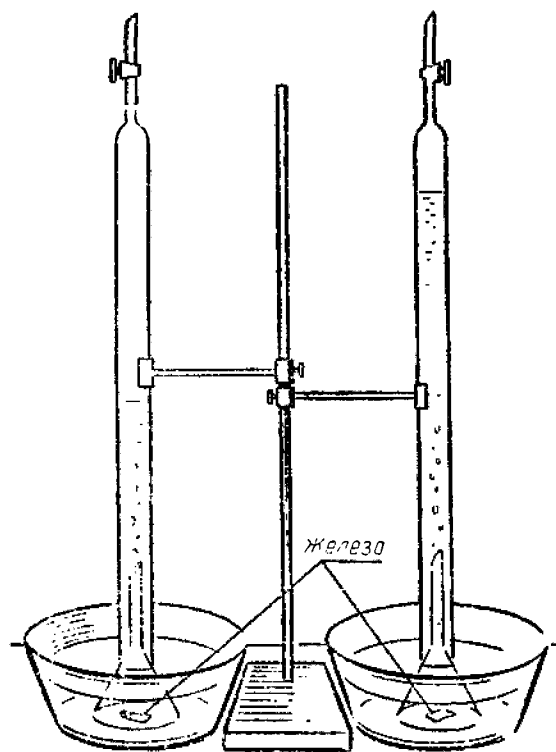


Рис. 25. Влияние ингибиторов на коррозию железа.

Пероксид водорода весьма удобный объект для иллюстрации каталитического процесса, влияния различных катализаторов на скорость химической реакции. Измерение объема кислорода, выделяющегося при разложении пероксида водорода, позволяет проводить этот опыт количественно, притом с достаточной степенью точности. Поэтому каталитическое разложение пероксида водорода не только превосходный учебный эксперимент для средней и высшей школы, но и удобный объект для научных исследований в области химической кинетики. То, что было осуществлено в науке химии как нечто новое, может быть повторено на внеурочных и факультативных занятиях как интересные ученические исследования.

Во время проведения демонстрационных экспериментов следует создать у учащихся представление о перексиде водорода (обычно 3%-ном) как о веществе, которое подвергается бурному разложению под действием различных катализаторов. С этой целью в демонстрационные пробирки приливают по 30 мл раствора пероксида водорода и в каждый вносят одно из следующих веществ: оксид марганца (IV), оксид железа (III), активированный уголь, раствор перманганата калия, раствор хлорида железа (III), раствор дихромата калия, кусочек сырого мяса, содержащий фермент каталазу, находящуюся обычно в крови млекопитающих и человека. Наблюдают за выделением пузырьков газа. Выделение кислорода подтверждают тлеющей лучинкой. Демонстрационные пробирки размещают в штативе с подсветом.

Количественный опыт каталитического разложения пероксида водорода может быть осуществлен в установке, показанной на рисунке 26. Для собирания газа можно использовать промышленный эвдиометр, имеющий градуировку. Этот опыт также представляет интерес для внеурочного или факультативного эксперимента или для практикума [3]. Различную скорость образования кислорода можно наблюдать в приборе, описание которого дано В. С. Полосиным [26], с использованием двух медицинских шприцев, а также с помощью установки для проецирования опытов на экран (см. количественные опыты на с. 91). Для сравнения можно взять пероксид водорода с одинаковой массовой долей H_2O_2 (например, 3%) и два катализатора, например, раствор, содержащий комплексный ион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ и каталазу крови. Полуколичественные опыты для определения активности различных катализаторов разработал Г. П. Хомченко.

Автор рекомендует проводить опыты в следующей последовательности:

1. Проверяют герметичность прибора (рис. 27), для чего закрывают пробки и открывают зажимы 8: вода не должна вытекать в стакан.

2. В пробирку 1 наливают 5 мл пероксида водорода (30%-ного) и перекрывают резиновую трубку зажимом 8.

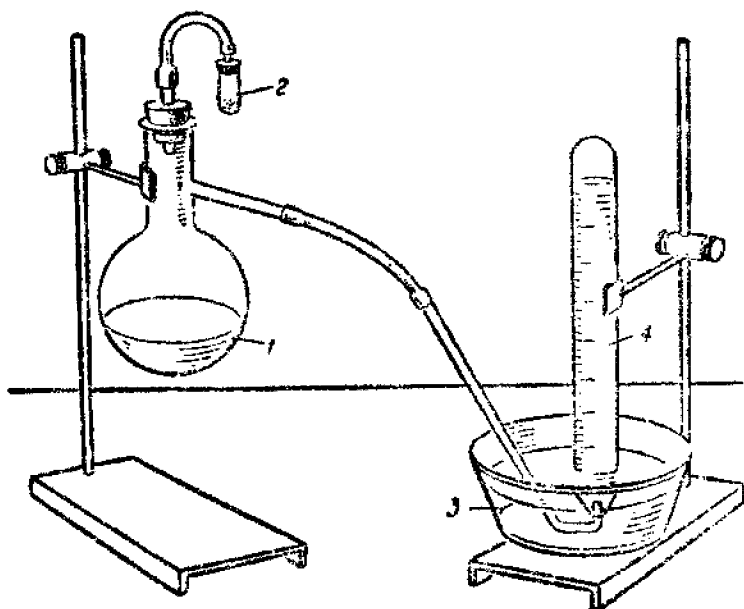


Рис. 26. Установка для количественного опыта разложения пероксида водорода:
1 — колба для перекиси, 2 — пробирка с катализатором, 3 — чаша кристаллизационная,
4 — эвдиометр.

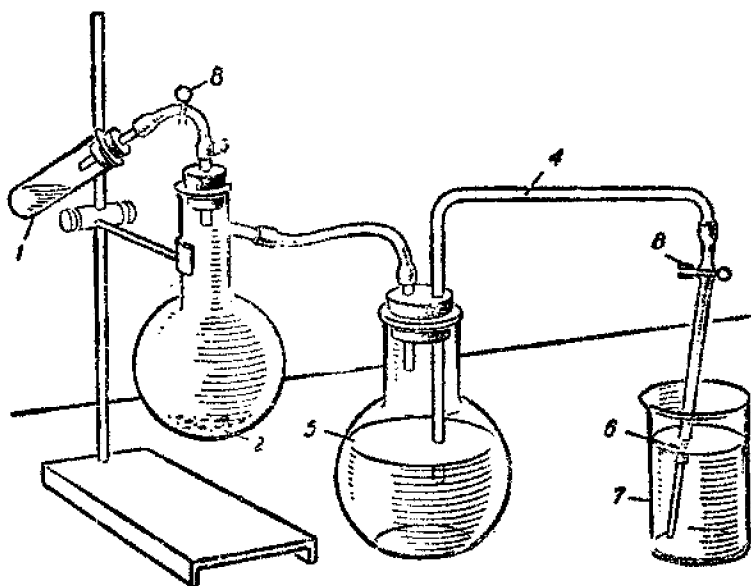


Рис. 27. Определение активности различных катализаторов:
1 — пробирка с пероксидом водорода, 2 — колба с катализатором, 3 — стеклянная трубка
с пробкой, 4 — U-образная газотвоящая трубка, 5 — колба с водой, 6 — сифон, 7 — ста-
кая с водой, 8 — зажимы.

3. В колбу 2 вносят катализатор и вставляют в нее трубку 3, соединенную с пробиркой 1.

4. Выравнивают давление внутри прибора с атмосферным давлением. С этой целью открывают зажим 8 сифона 6 и поднимают стакан 7 с водой так, чтобы вода в нем и в колбе находилась на одинаковом уровне, и затем снова закрывают зажим.

5. Воду выливают из стакана и наливают в него точный ее объем — 100 мл, предварительно отмерив его мензуркой.

6. Опускают кончик сифона 6 в стакан 7 с водой.

7. Открывают оба зажима 8 на приборе и быстро вливают пероксид водорода в колбу 2 с катализатором.

8. Через 3 мин вновь приводят давление внутри прибора к атмосферному давлению.

9. Закрывают зажим сифона 6 и измеряют объем воды, вытесненной в стакан кислородом.

10. Из измеренного объема воды вычитают 100 мл, т. е. объем воды, ранее добавленной в стакан.

По количеству выделившегося кислорода располагают испытанные катализаторы в порядке возрастания их каталитической активности.

Крекинг керосина

Собирают установку (рис. 28). В демонстрационную пробирку 1 наливают 5—10 мл очищенного от непредельных соединений

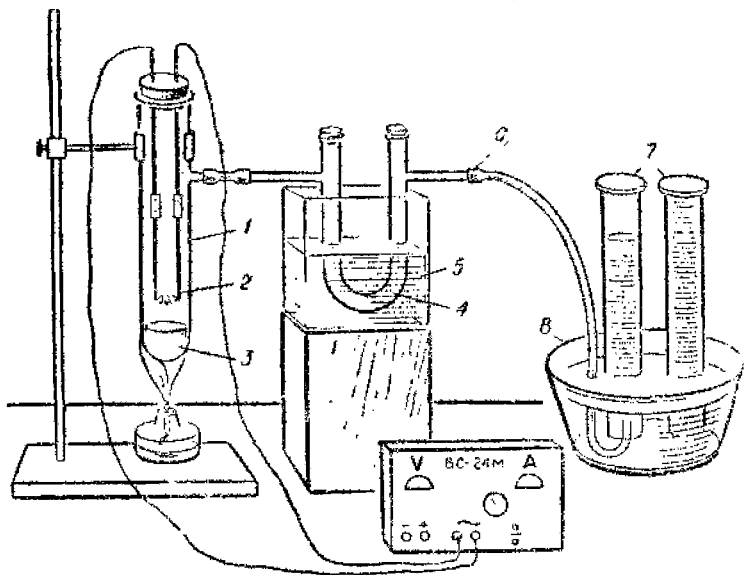


Рис. 28. Установка для крекинга керосина:

1 — пробирка с отводом, 2 — электроспираль, 3 — керосин в пробирке, 4 — дугообразная трубка, 5 — сосуд с холодной водой, 6 — газотводная трубка, 7 — мерные цилиндры, 8 — чаша кристаллизационная.

керосина 3. Включают электрический ток. Пары керосина проходят над раскаленной докрасна спиралью 2. Образующиеся жидкие продукты термического распада углеводородов, содержащиеся в керосине, собираются в дугообразной трубке 4, погруженной в сосуд 5 с холодной водой. Газообразные продукты крекинга проходят по газоотводной трубке 6 и после вытеснения из установки воздуха их собирают в цилиндрах 7. Перед окончанием опыта газоотводную трубку 6 вынимают из ванны 8 и погружают в пробирку с раствором KMnO_4 (или в бромную воду). Затем вынимают трубку из жидкости и выключают электрический ток.

При слабом нагревании керосин частично перегоняется, но при этом распада молекул не происходит, так как непредельные газообразные продукты не образуются. Если же пары керосина подвергнуть действию более высокой температуры, пропуская их над раскаленной докрасна спиралью, то образуются новые вещества — жидкие и газообразные углеводороды, предельные и непредельные. Непредельные углеводороды обнаруживают реакцией с раствором перманганата калия и бромной водой — растворы обесцвечиваются. В сухом стакане над пламенем образуются капельки воды, а в стакане, смоченном известковой водой, — белый налет CaCO_3 .

Меры предосторожности. Газообразные продукты крекинга собирают в цилиндр лишь после того, как из установки полностью вытеснен воздух во избежание образования взрывчатых смесей газов.

Для предотвращения переброса воды из чаши с водой в дугообразную трубку следует сначала вынуть из чаши газоотводную трубку 6, а затем прекратить нагревание.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИБОРАХ И УСТАНОВКАХ

Особую группу оборудования представляют около 20 приборов и установок для проведения демонстрационных опытов. К ним относятся, прежде всего опыты с электрическим током: электролиз воды и водных растворов, определение электрической проводимости, установление электрохимического ряда напряжений металлов, опыты с использованием электрических разрядов (искровых, тихих и дуговых), демонстрация (наблюдение) движения ионов в электрическом поле. К этой же группе опытов следует отнести изучение тепловых явлений, проведение количественных определений, например, состава воздуха и воды.

Приборов и установок промышленного изготовления по химии в отличие от физики сравнительно немного. К ранее известным следует добавить недавно освоенные промышленностью приборы (демонстрационные и ученические) для проведения опытов с вредными веществами в замкнутой на поглотителе системе, приборы

для получения галогеноалканов и сложных эфиров. Специальная установка требуется для демонстрации перегонки (разгонки).

Ниже дано описание таких экспериментов, для которых требуются специальные детали и узлы или специальные приборы для данного опыта или для группы аналогичных опытов.

Многие приборы и установки могут быть собраны из набора деталей для установок, иллюстрирующих химические производства [1], в которые включены как типичные, так и специальные детали, изготавливаемые промышленностью.

Иллюстрация закона сохранения массы веществ

Данному вопросу, имеющему большое учебно-воспитательное значение, уделено в школьном курсе химии много внимания, о чем свидетельствуют многочисленные опыты для иллюстрации этого закона.

В этих экспериментах, в той или иной форме, моделируются исторические опыты Р. Бойля (из них он сделал неверный вывод), М. В. Ломоносова, Г. Ландольта. Так, окисление металлов на воздухе (обжиг) приводит к увеличению массы веществ, тогда как обжиг в закрытом сосуде показывает неизменность массы веществ до и после реакции. Последнее доказывается и рядом других опытов в закрытых сосудах, требующих меньше времени, например разложение основного карбоната меди с улавливанием образующихся продуктов [7]. Весьма убедительные опыты горения свечи на весах в замкнутом пространстве (масса остается без изменения) и горения свечи на весах с поглощением продуктов горения (масса увеличивается). Эффектны опыты сгорания фосфора в замкнутом пространстве на заранее уравновешенных весах. В этом случае поджигание фосфора осуществляется с помощью различных приспособлений. Однако наиболее распространенные опыты — это взвешивание приборов на рычажных весах до и после опытов. В этих приборах обычно демонстрируют лишь сохранение массы веществ до и после реакции. Чтобы показать поступление воздуха в сосуд после реакции, можно воспользоваться установкой (рис. 29). Опыт проводят в следующей последовательности.

Колбу 1 уравновешивают на весах вместе с деталью 2. С помощью ручки арретира опускают чашки весов. Соединяют проводники 3 с выпрямителем В-24 (ВС-24М), который включают в сеть. Поворотом ручки переключателя плавно регулируют ток электроспираль 5 до воспламенения фосфора в ложке 6. После прекращения горения фосфора снова взвешивают колбу с деталью 2.

Убедившись, что равновесие весов не нарушилось, акцентируют внимание учащихся на второй части опыта. Трубку с зажимом 4 соединяют с конической колбой 7 и стаканом с водой 8. Открывают зажим 4 и наблюдают засасывание из стакана 8 в колбу 7 воды, которая занимает объем воздуха в колбе 1, израсходованного на горение фосфора.

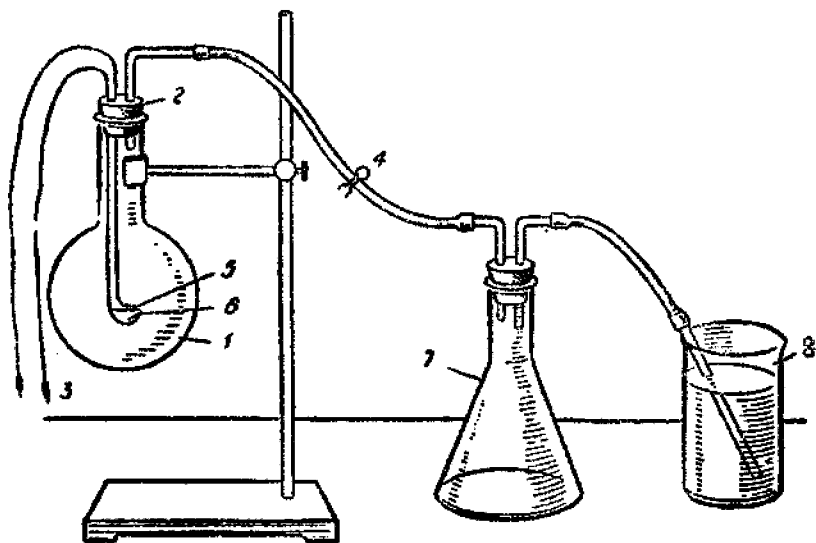


Рис. 29. Установка для иллюстрации закона сохранения массы:

1 — колба, 2 — деталь, 3 — проводники, 4 — зажим, 5 — электроспираль, 6 — ложка для сжигания веществ, 7 — коническая колба, 8 — стакан.

Определение содержания кислорода в воздухе

Эксперименты по определению состава воздуха сыграли важную роль в развитии химии как науки, что нашло отражение и в учебной литературе по химии. Разработаны в связи с этим многочисленные учебные опыты по определению состава воздуха. Все они основаны на том, что воздух состоит из двух основных компонентов: один из них легко вступает во многие химические реакции (кислород), тогда как второй компонент смеси (атмосферный азот) — вещество значительно менее реакционноспособное. Для демонстрации малопригодны исторические опыты с использованием электрических разрядов и поглощением образовавшихся оксидов азота ввиду их сложности и длительности. В учебных опытах используют для связывания кислорода легкоокисляющееся вещество — фосфор.

Сжигание фосфора в закрытом пространстве (стеклянный колпак-колокол, склянка с отрезанным дном) — традиционный школьный опыт для определения состава воздуха. Техника выполнения этого опыта приведена во многих руководствах по химическому эксперименту [8, 26], а также в школьных учебниках по химии. Этим способом состав воздуха определяют приблизительно.

Содержание кислорода в воздухе можно определить, если вместо фосфора использовать медь (рис. 30). Простейший опыт состоит в нагревании порошка меди, помещенного на дно пробирки 1, градуированной на 5 равных частей и плотно закрытой ре-

зипозой пробкой с газоотводной трубкой, опущенной в стакан с водой. При нагревании кислород, содержащийся в пробирке 1, соединяется с медью. После охлаждения пробирки при открытом кране 2 вода засасывается на $\frac{1}{5}$ часть ее вместимости. Такой прибор может быть применен для ученического эксперимента.

Более точные результаты могут быть получены при использовании усовершенствованной установки (рис. 31).

Опыт проводят в двух градуированных цилиндрах 1, 5 объемом по 500 мл каждый. В трубке 3 помещена «колбаска» из свежевосстановленной медной сетки. Левый цилиндр 1 заполнен воздухом, правый 5 — подкрашенной водой и погружен вверх дном в чашу 6 с водой. Делительную воронку 2 заполняют водой, а трубку 3 с медной сеткой сильно нагревают. Выделяющиеся пузырьки газа сразу по

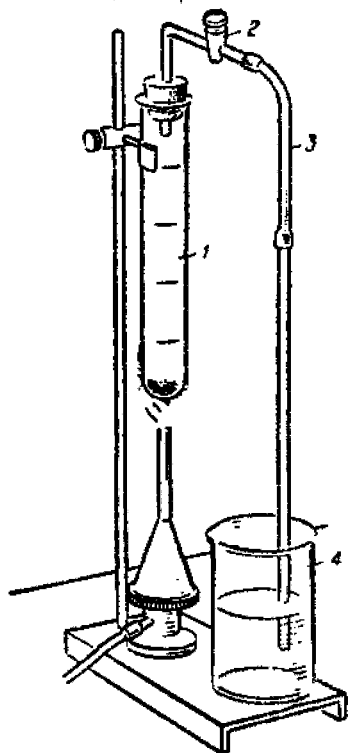


Рис. 30. Прибор для определения состава воздуха:

1 — градуированная пробирка, 2 — кран, 3 — резиновая трубка, 4 — стакан с водой.

следует собирать в цилиндр. После того как выделение газа прекратилось, цилиндр 5 помещают на газоотводную трубку 4. В левый цилиндр 1 начинают приливать воду с такой скоростью, чтобы на вытеснение 500 мл воздуха потребовалось 10—15 мин. После приливания 500 мл воды кран воронки закрывают. В правом цилиндре 5 собирается только $\frac{2}{5}$ вытесненного объема воздуха.

Пробку с газоотводной трубкой 4 отделяют от реакционной трубки 3, после чего прекращают нагревание.

Заслуживают внимания опыты по определению состава воздуха с использованием медицинских шприцев [26]. В настоящее время для учебных целей созданы специальные шприцы — стеклянные поршневые дозаторы. С их помощью могут быть выполнены многие количественные опыты, в том числе и по определению состава воздуха. Для наглядности их следует использовать при проецировании некоторых опытов на экран с помощью графопроектора (см. с. 93).

Перегонка жидкостей

Знакомство учащихся с процессом перегонки (дистилляции) осуществляется на примере очистки воды. Чаще всего этот опыт демонстрируют с использованием холодильника Либиха (с рези-

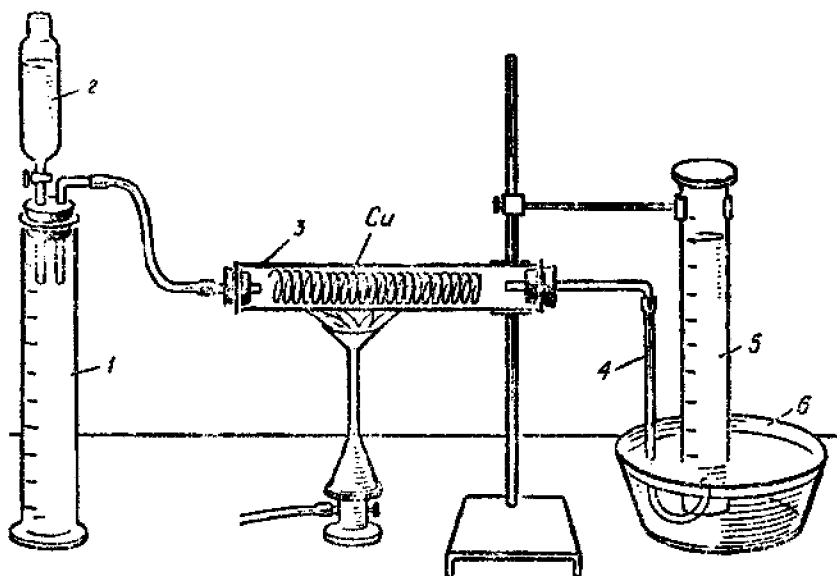


Рис. 31. Усовершенствованные варианты установок для определения состава воздуха:

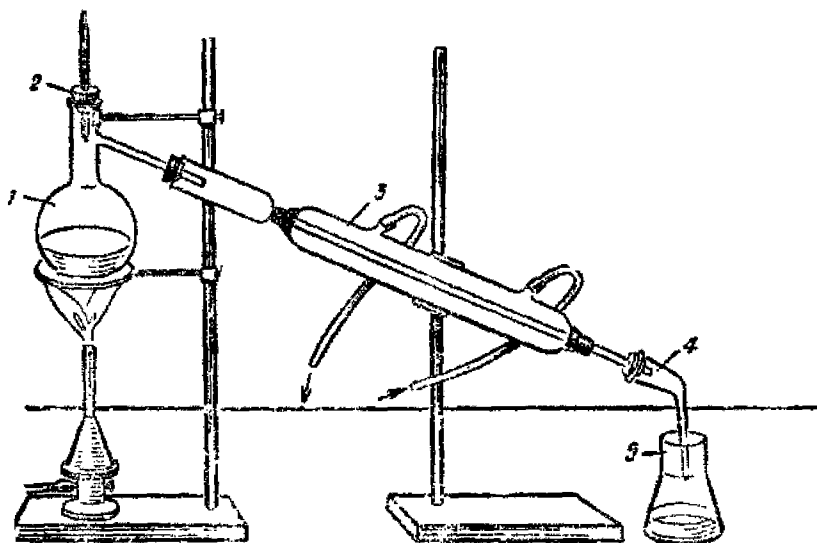
1, 5 — мерные цилиндры, 2 — делительная воронка, 3 — трубка-реактор, 4 — газоотводная трубка, 6 — чаша с водой.

новыми муфтами или со шлифами), что описано в различных руководствах по технике лабораторных работ [8, 9, 26, 39] и в школьных учебниках. Поэтому на технике демонстрации опытов останавливаться не будем. Детали и узлы для монтажа установки для перегонки включены в набор НПХ.

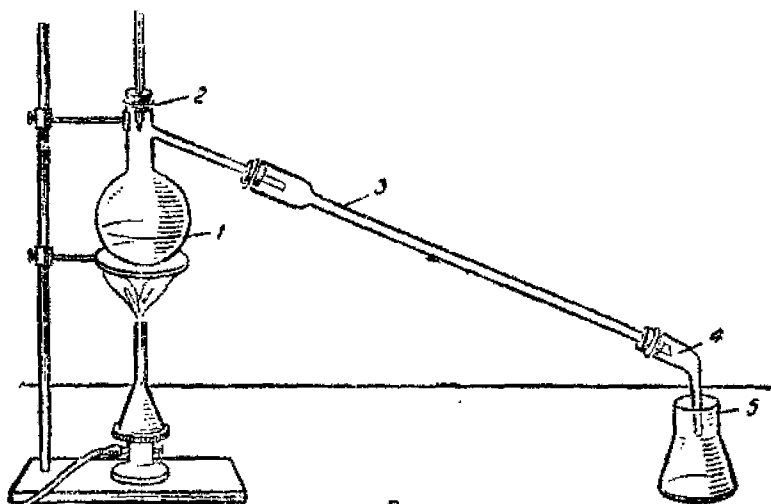
Следует отметить, что опыты с перегонкой имеют не только практическое значение для получения небольших количеств дистиллированной воды, но и для формирования у учащихся таких политехнических понятий, как «принципы противотока» и «принципы теплообмена». С перегонкой как методом разделения жидкостей на отдельные фракции (фракционной перегонкой) учащиеся встречаются при изучении органической химии. Для перегонки низкокипящих жидкостей [40] используют водяные холодильники (рис. 32, а), а для перегонки высококипящих жидкостей — воздушные холодильники (рис. 32, б).

Кроме прямых холодильников, в лабораторной практике встречаются обратные холодильники: шариковый (рис. 32, в) и змеевидный [9]. Обратные холодильники применяют для проведения реакции с длительным нагреванием, чтобы предотвратить улетучивание жидкости.

Иногда (в школах с углубленным изучением химии и на факультативных занятиях) перегонку производят под уменьшенным давлением (вакуумная перегонка). Такая перегонка требует соблюдения особых мер безопасности [9].



а



б

Рис. 32. Установка для перегонки жидкостей:

а — с водяным холодильником, *б* — с воздушным холодильником: 1 — колба для перегонки, 2 — пробка с термометром, 3 — холодильник, 4 — шланг, 5 — коническая колба-приемник; *в* — с обратным холодильником: 1 — колба, 2 — шариковый холодильник.

Синтез воды

Образование воды при горении водорода в кислороде (воздухе) послужило доказательством состава воды как сложного вещества, состоящего из двух химических элементов — водорода и кислорода.

Схема установки для синтеза воды из простых веществ изображена на рисунке 33.

Приступая к выполнению опыта в собранной установке, прежде всего убеждаются в чистоте водорода, после чего его поджигают на конце Г-образной трубки 1, подводя ее под воронку 2. Включают водоструйный насос 4, соединенный с предохранительной двугорлой склянкой 5. Через некоторое время в дугообразной трубке 3 собирается немного жидкости. Водоструйный насос останавливают и прекращают ток водорода.

Образовавшийся продукт реакции идентифицируют, внося в приемник небольшое количество безводного сульфата меди. Появление голубого окрашивания (образование медного купороса) свидетельствует о том, что полученная в опыте жидкость — вода.

Можно продемонстрировать два опыта: горение водорода в кислороде и горение кислорода в водороде.

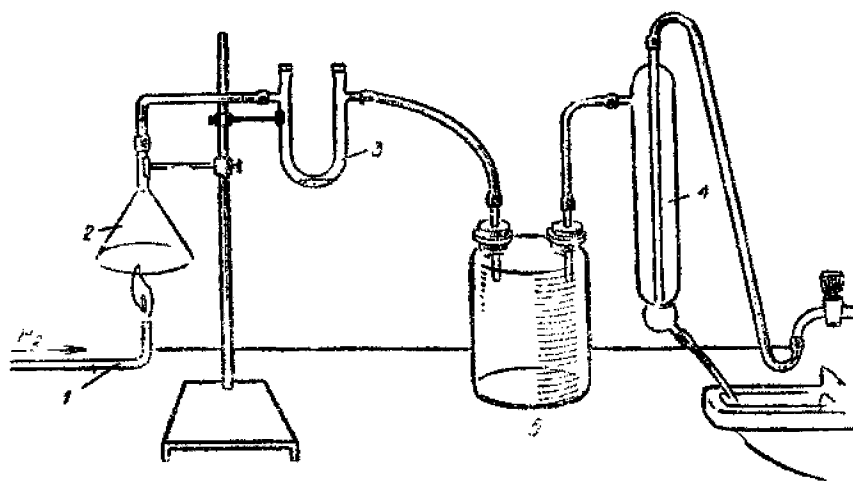
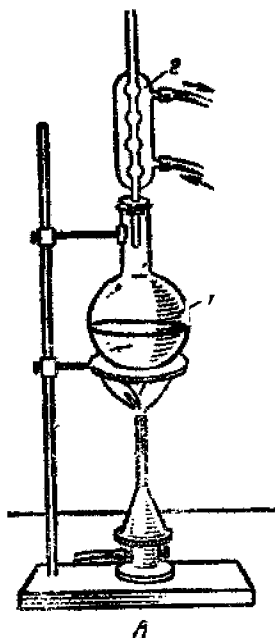
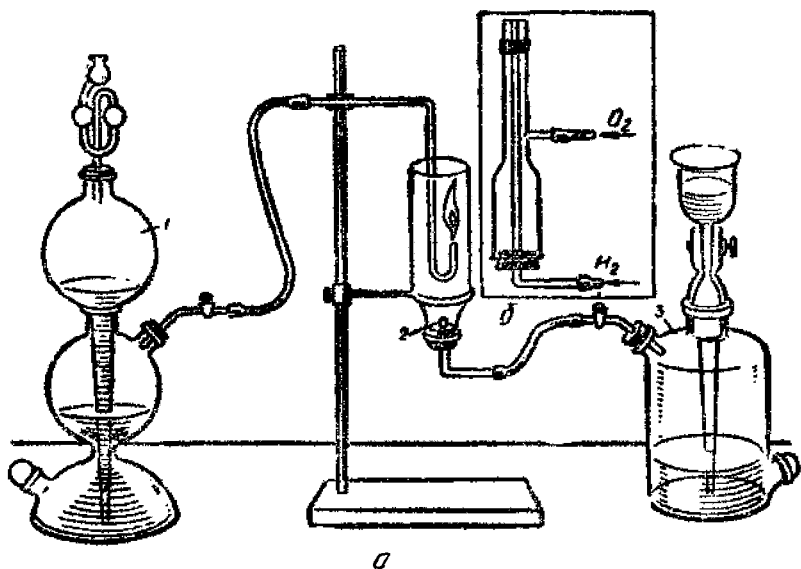
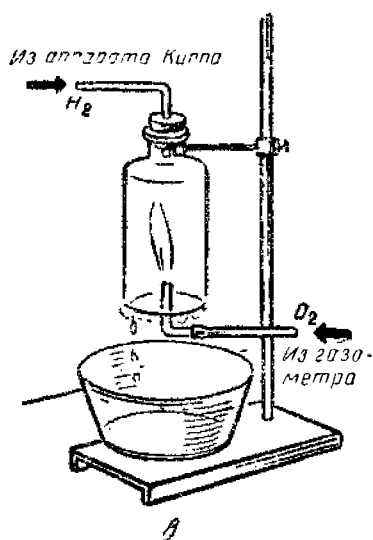


Рис. 33. Установка для синтеза воды из простых веществ:
1 — Г-образная трубка, 2 — воронка, 3 — дугообразная трубка, 4 — водоструйный насос, 5 — предохранительная двугорлая склянка.



а



б

Рис. 34. Установка для сжигания водорода и кислорода друг в друге: а — горение водорода в кислороде; 1 — прибор для получения газов; 2 — реактор; 3 — газометр; 4 — универсальная горелка; б — горение кислорода в водороде.

жигают водород горящей лучиной у отверстия реактора 2 и одновременно вводят газоотводную трубку с кислородом, который загорается от пламени горящего водорода.

Если пламя кислорода внутри реактора 2 погасло, немедленно закрывают кран аппарата для получения водорода. Повторять опыт можно после остывания колокола-реактора.

Чтобы установить, в каких объемных отношениях водород и кислород взаимодействуют с образованием паров воды, берут для взрыва определенные объемы газов и после реакции устанавливают, какой газ остался неизрасходованным и какой он занимал объем. Опыт проводят в эвдиометре — толстостенной трубке с дном и впаянными электродами. В настоящее время промышленный эвдиометр не может быть использован в школе из-за отсутствия безопасного высоковольтного преобразователя, который сейчас разрабатывается.

В журнале «Химия в школе» (№ 5, 1985) дано описание использования промышленного эвдиометра в комплекте с индуктором (рис. 35).

В качестве индуктора может быть использован пьезоэлектрический высоковольтный преобразователь, показанный на рисунке 5. До поступления в школы наборов для опытов с высоким на-

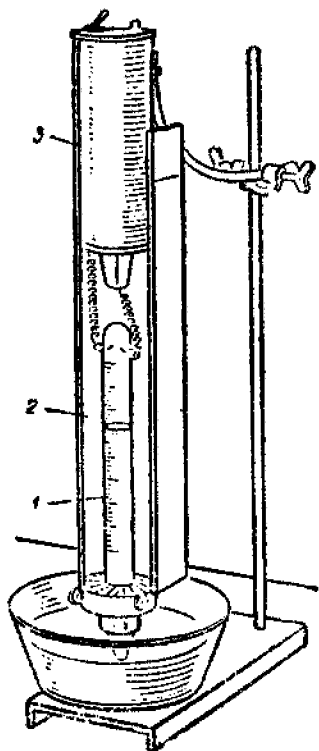


Рис. 35. Эвдиометр в комплекте с индуктором:

1 — эвдиометр, 2 — защитный прозрачный кожух, 3 — индуктор.

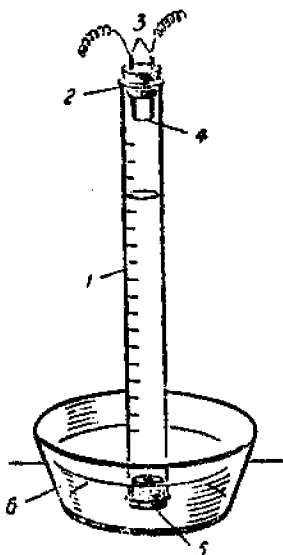


Рис. 36. Самодельный эвдиометр:

1 — стеклянная трубка, 2 — резиновая пробка с проводниками, 3 — проводники, 4 — тончайшая медная проволока, 5 — резиновая пробка с отверстием, 6 — чаша с водой.

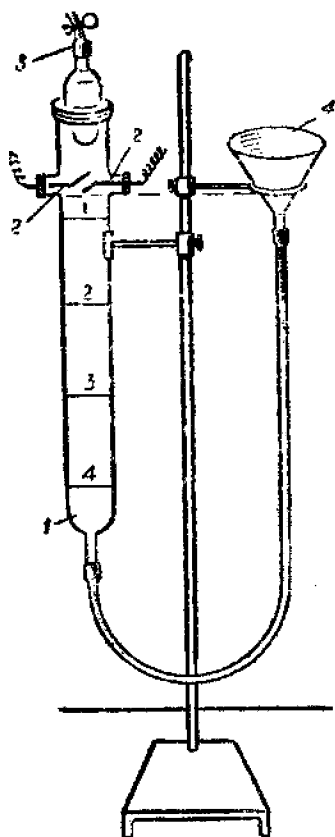


Рис. 37. Установка для синтеза воды в искровом разряде:
1 — трубка-реактор, 2 — электро-
ды, 3 — трубка с зажимом, 4 —
воронка.

пряжением можно воспользоваться самодельными эвдиометрами. Один из вариантов самодельных эвдиометров (рис. 36) представляет собой прямую стеклянную трубку 1 ($l=200$ мм, $\varnothing 20$ мм). Верхний конец этой трубки плотно закрыт резиновой пробкой 2, через которую продеты две проволоки. Верхние концы их присоединены к вилке для подключения к источнику тока (в сеть), а нижние концы загнуты. В них продета и укреплена тончайшая медная проволочка-волосок 4. В нижний конец трубки вставлена резиновая пробка 5 с узким отверстием, чтобы уменьшить поток воды в трубку (после взрыва) и таким образом предотвратить выброса верхней пробки. Пробка 5 не должна доходить до дна чаши на 4—5 мм.

В трубку вводят равные объемы водорода и кислорода, например по 2 мл. Прибор укрепляют в штативе. Включают ток (вилку вставляют в сетевую розетку и сразу же вынимают) — происходит безопасное «короткое замыкание» — небольшая вспышка — и осуществляется синтез воды. Перегоревшую проволочку перед каждым опытом заменяют новой.

В книге «Организация работы лаборанта» [21] приводится другой вариант самодельного эвдиометра. Там же рекомендуется удобный и быстрый способ заполнения прибора водородом и кислородом с использованием

корышневого дозатора (медицинского шприца).

Взрыв кислородно-водородной смеси можно осуществить с помощью пьезоэлектрического источника электрического тока, используя насадку для воспламенения газов (см. рис. 4).

Если для взрыва были взяты одинаковые объемы кислорода и водорода, то после реакции остался один объем кислорода, (это доказывается вспыхиванием тлеющей лучинки). Следовательно, объемы вступающих в реакцию газов — водорода и кислорода — относятся как 2:1. Принимают во внимание, что кислород в 16 раз тяжелее водорода (это видно из сравнения плотности $1,43:0,089=16:1$) и что соотношение объемов кислорода и водорода 1:2. Делают вывод, что массовые отношения этих элементов в воде 16:2, или 8:1 (или 88,9% О и 11,1% Н).

Для этого опыта и для разложения метана в искровом разряде можно использовать установку, изображенную на рисунке 37. Реактор 1, разделенный на четыре равные по объему части, заполняют водой через воронку 4 до появления капель воды из трубки при открытом зажиме 3. Затем реактор 1 через верхнюю трубку с зажимом 3 заполняют сначала двумя объемами водорода (из аппарата Киппа), а затем двумя объемами кислорода (из газометра). Электроды присоединяют к источнику тока. Вместо выпрямителя ВС-24М (В-24) можно использовать батарею КБС. Искра получается при повороте одного из электродов на 180° до замыкания и размыкания цепи. После взрыва наличие оставшегося кислорода доказывают по воспламенению тлеющей лучинки, поднесенной к отверстию трубки 3. Для вытеснения кислорода из реактора воронку поднимают вверх при открытом зажиме.

Меры предосторожности. Перед наполнением реактора водород проверяют на чистоту. Во избежание выплескивания при взрыве воды из воронки ее накрывают листом мокрой фильтровальной бумаги.

Диффузия газов через пористый сосуд

Диффузию водорода через пористый цилиндр демонстрируют с целью показать большую скорость движения молекул водорода по сравнению со скоростью движения молекул азота и кислорода, входящих в состав воздуха. Типовая установка изображена на рисунке 38, а. Сильный ток водорода из трубки 1, проходя через

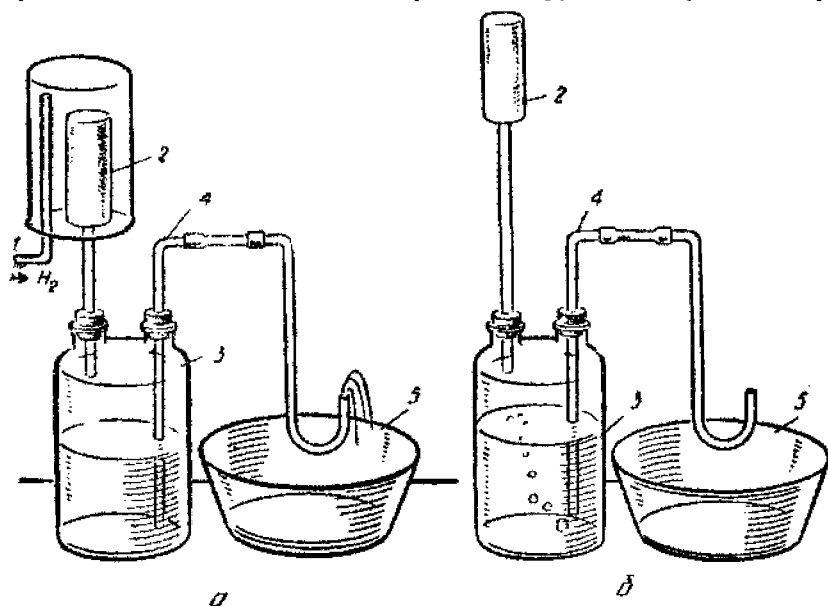


Рис. 38. Диффузия водорода через пористый сосуд:

а — образование фонтана; б — втягивание воздуха в сосуд: 1 — стеклянная трубка, 2 — пористый сосуд, 3 — двугорлая склянка, 4 — Г-образная трубка, 5 — чаша.

пористые стенки внутри стакана (цилиндра) 2, создает в двугорлой склянке 3 повышенное давление. Под действием давления выталкивается вода по газоотводной трубке 4 в виде фонтана над чашей 5; молекулы водорода проникают внутрь цилиндра быстрее, чем уходят из него молекулы азота и кислорода.

Если теперь снять стеклянный стакан, то произойдет обратное явление: в пористом цилиндре 2 создается пониженное давление, так как водород удаляется из него быстрее, чем входит туда воздух. Как следствие этого, в двугорлую склянку 3 начинает пробулькивать воздух (рис. 38, б). Этот опыт имеет и более широкое дидактическое значение как наглядная иллюстрация молекулярно-кинетической теории строения вещества, как подтверждение реального существования молекул.

Демонстрацию опыта следует сочетать с эвристической беседой, чтобы активизировать мыслительную деятельность учащихся.

Составные части установки располагают в один ряд, и они хорошо видны всем учащимся.

Рассмотрим два из возможных подходов к постановке этого опыта:

1. Пропускают водород через пористый цилиндр: учащиеся наблюдают образование «фонтанчика». Как объяснить это явление? Привлекаются сведения из физики о разной скорости движения молекул газа, о зависимости скорости диффузии от массы молекул. Рисунок (в разрезе) пористого цилиндра, накрытого стака-

ном с водородом, служит полезным дополнением к опыту, помогая разъяснить его сущность.

2. Обсуждается возможный результат опыта на основании теоретических предпосылок о различной скорости диффузии водорода, с одной стороны, смеси азота и кислорода — с другой. Предполагаемое увеличение давления внутри пористого цилиндра можно обнаружить по выталкиванию жидкости.

Опыт подтверждает правильность сделанного предположения.

Оба варианта правомерны, так как активизируют мыслительную деятельность учащихся.

Кроме водорода, можно продемонстрировать диффузию оксида углерода (IV) через пористый цилиндр (рис. 39). Опыт проводят аналогично предыдущему. Поскольку оксид углерода (IV)

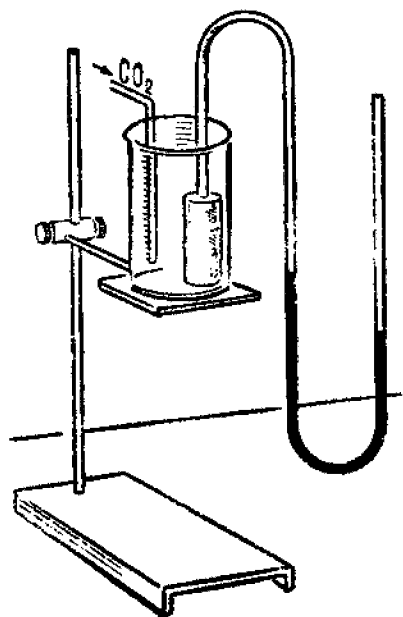


Рис. 39. Диффузия оксида углерода (IV) через пористый сосуд.

тяжелее водорода, нет необходимости помещать пористый цилиндр вверх дном, как это сделано в предыдущем опыте.

Молекулы оксида углерода (IV) движутся медленнее, чем молекулы азота и кислорода. Поэтому молекулы оксида углерода (IV) проходят в пористый цилиндр медленнее, чем выходят из него молекулы азота и кислорода воздуха. Вследствие этого давление в стакане понижается, о чем свидетельствует повышение уровня окрашенной жидкости в левом колене манометра.

Если теперь прекратить поступление оксида углерода (IV) и удалить стеклянный стакан, то уровни жидкости в манометре становятся одинаковыми: давление газа внутри цилиндра и снаружи стало одинаковым.

Используя две манометрические трубки, можно продемонстрировать одновременно диффузию через пористый цилиндр газов, легче и тяжелее воздуха, например водорода и оксида углерода (IV).

Адсорбция

Адсорбцию газа, например, оксида азота (IV), углем и процесс десорбции при нагревании, а также адсорбцию из раствора окрашенных веществ обычно проводят в колбе. Адсорбцию газов и паров (хлороводорода, оксида серы (IV), паров брома и др.) целесообразно показать так, чтобы можно было наблюдать умень-

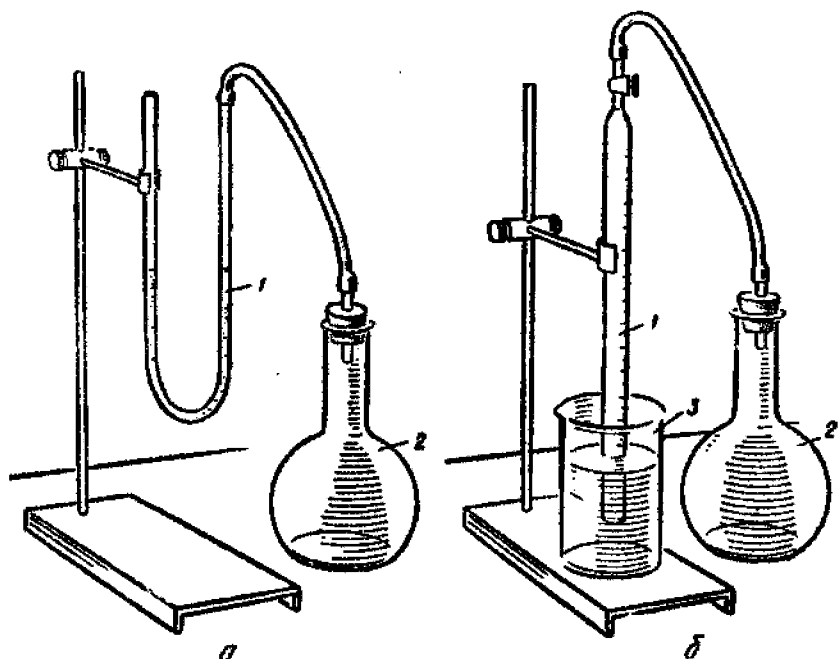


Рис. 40. Приборы для демонстрации адсорбции газов:

а — с манометрической трубкой; б — с бюреткой: 1 — бюретка или манометрическая трубка, 2 — колба с адсорбентом, 3 — стакан с водой.

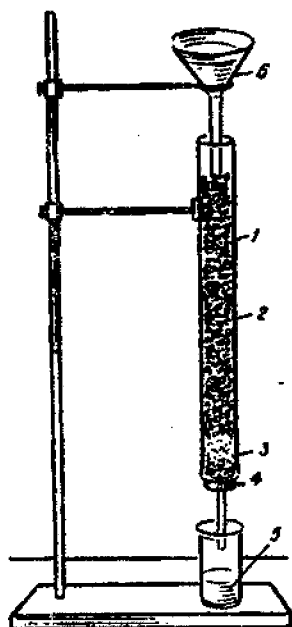


Рис. 41. Адсорбция углем растворенных красящих веществ:

1 — трубка, 2 — активированный уголь, 3 — слой стеклянной ваты, 4 — пробка с трубкой, 5 — стакан, 6 — воронка.

шение давления в сосуде с манометрической трубкой (рис. 40, а) или в бюретке (рис. 40, б). Если окрашенные вещества из раствора адсорбируются углем в колбе, то после взбалтывания суспензию фильтруют через обыкновенный фильтр.

Более наглядно этот опыт можно продемонстрировать в стеклянной трубке, древесным углем (рис. 41) [26].

Адсорбционные свойства угля можно показать в приборе (рис. 42). В дугообразную трубку 1 помещают активированный уголь, а в трубку 2 — отработанный адсорбент. При открытом кране 4 склянка 6 не наполняется оксидом азота (IV), а склянка 7 при открытом кране 5 и закрытом 4 заполняется бурым газом, так как последний может поглощаться лишь в трубке 1 со свежеприготовленным углем.

На рисунке 43 изображена комбинированная очистка газа: сначала газ пропускают через жидкость, где он очищается от примесей путем их поглощения (адсорбция), а затем газ поступает в слой угля, где он адсорбируется на поверхности твердых частиц. Подобные

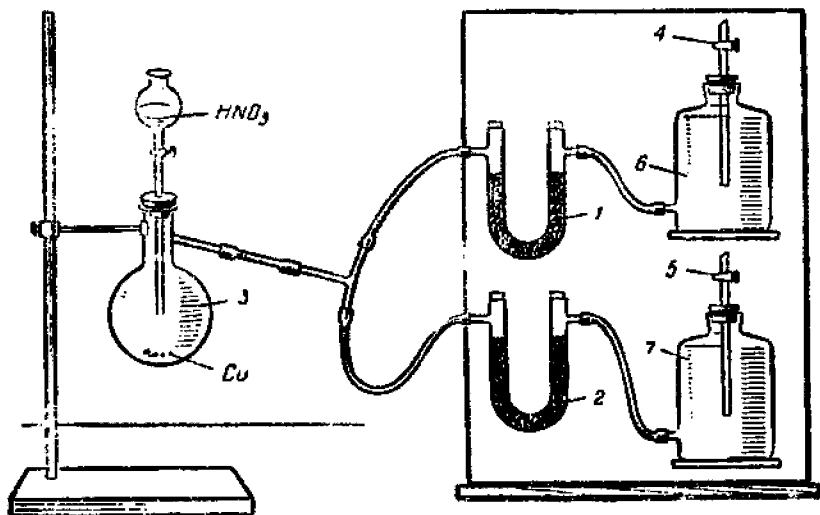


Рис. 42. Установка для демонстрации адсорбционных свойств угля:

1, 2 — дугообразные трубки, 3 — колба-реактор, 4, 5 — стеклянные 2-ходовые краны, 6, 7 — склянки с тубусами.

устройства иллюстрируют принцип действия промышленных фильтров [8].

Хроматографический метод разделения смесей основан на различных поглощающих свойствах адсорбентов, например, порошкообразного оксида алюминия или карбоната кальция, силикагеля, целлюлозы, крахмала, а также и на свойствах поглощаемых веществ.

Рассмотрим хроматографический способ разделения катионов меди и кобальта из растворов, содержащих обе эти соли.

Для проведения опыта стеклянную колонку заполняют адсорбентом — оксидом алюминия — и пропускают через нее смесь растворов солей меди и кобальта. Спустя некоторое время на колонке появляются два пояса различного цвета. Верхний пояс будет иметь синий цвет, сообщаемый гидратированными ионами меди, а нижний пояс — розовый цвет (окраска гидратированных ионов кобальта).

Из этого опыта заключают, что катионы меди и кобальта адсорбируются оксидом алюминия неодинаково: ионы меди удерживаются прочнее, чем ионы кобальта, которые проходят через адсорбент быстрее, вследствие чего возникают наблюдаемые цветные пояса (рис. 44, а).

Представляет интерес воспроизведение исторического опыта М. С. Цвета (1906 г.) по разделению пигментов хлорофилла как пример межпредметных связей биологии и химии (рис. 44, б).

Приведем описание полного разделения. Готовят трехслойный адсорбент: нижний слой высотой 2 см из Al_2O_3 (для адсорбции каротина), средний слой высотой 4 см из $CaCO_3$ (для адсорбции ксантофилла) и верхний слой высотой 6 см из сахарной пудры (для адсорбции хлорофилла А и В).

В качестве растворителя используют смесь петролейного эфира, бензола и метанола (45 мл + 5 мл + 15 мл). Вместо этой смеси можно ограничиться обычно используемой смесью этанола и бензина (или гексана).

Для проявления первичной хроматограммы колонку с адсорбентом промывают смесью бензина и бензола (4:1) или этанола и гексана.

На дно адсорбционной колонки помещают комочек ваты. Порош-

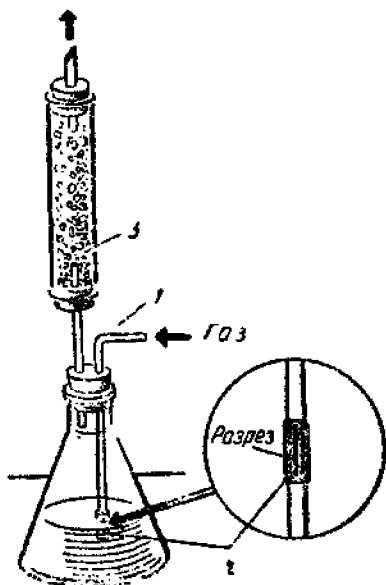


Рис. 43. Приборы для комбинированной очистки газа:

1 — газотводная трубка, 2 — клапан Бунзена, 3 — адсорбционная колонка с активированным углем.

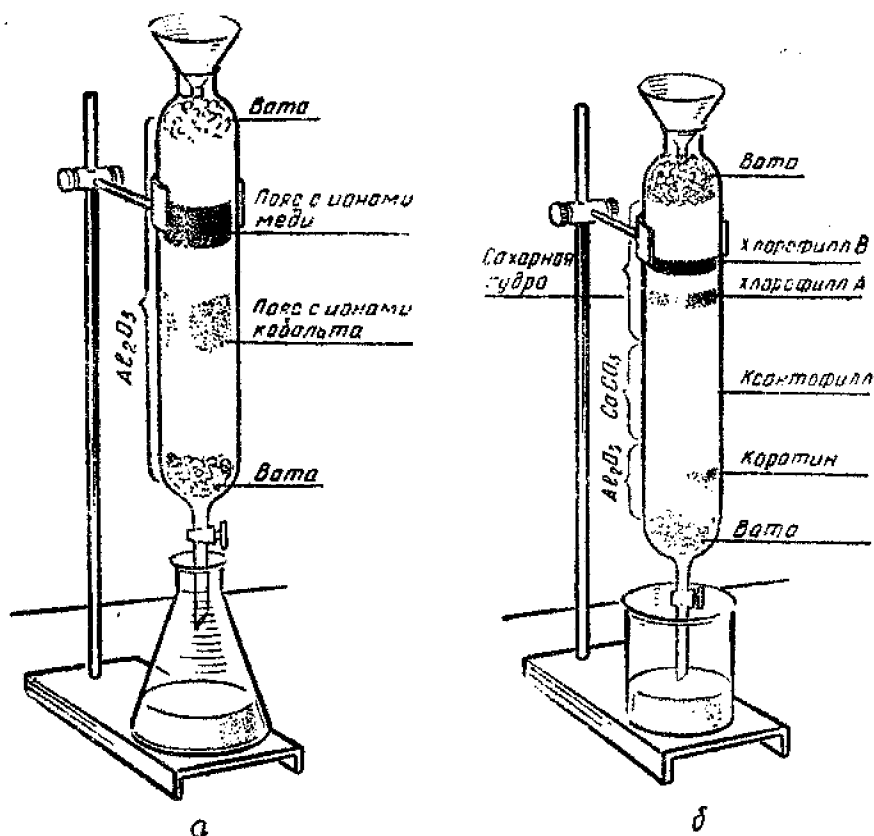


Рис. 44. Хроматографические колонки:

а — разделение катионов кобальта и меди из смеси растворов их солей, б — хроматография пигментов зеленого листа.

кообразные адсорбенты приливают малыми порциями при встряхивании (для уплотнения). Трубку закрывают новым ватным тампоном и приливают в колонку приготовленный растворитель. Через некоторое время появляются окрашенные зоны.

Адсорбироваться и десорбироваться могут не только молекулы.

При ионообменной адсорбции ионы, находящиеся в растворе, могут вытеснять ионы из адсорбента, занимая их место, так что электронейтральность раствора сохраняется.

Различают катионообменную и анионообменную адсорбцию, осуществляемую ионообменными смолами: катионитами (RH) и анионитами (RON).

Если ионообменную колонку заполнить катионитом и пропустить через нее раствор хлорида натрия (раствор показывает нейтральную реакцию по лакмусу или метиловому оранжевому), то,

проходя через слой катионита, фильтрат дает уже кислую реакцию в результате ионообменной реакции $\text{RH} + \text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{RNa} + \text{H}^+$. При пропускании того же раствора хлорида натрия через аналогичную колонку с анионитом в фильтрате обнаруживают щелочную реакцию вследствие реакции $\text{ROH} + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{RCl} + \text{OH}^-$. Если же пропустить раствор хлорида натрия последовательно через катионит и анионит, то можно удалить из раствора соль и получить чистую воду, показывающую нейтральную реакцию, так как $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$. На этом основан метод обессоливания (деминерализации, смягчения воды) с помощью ионитов. Упрощенно такой процесс представлен в приборе, изображенном на рисунке 45.

Поступающая из склянки 1 с тубусом в колонки 2 с ионообменными смолами соленая вода, проходя через слой катионита и анионита, становится обессоленной и собирается в левый стакан 3.

С ионообменной адсорбцией можно ознакомить учащихся при выполнении практикума, на внеурочных занятиях и в классах с углубленным изучением химии. Об ионитах — ионообменных смолах — читатель найдет информацию в литературе [8 и др.].

Электролиз воды и водных растворов

Для разложения воды электрическим током используют различные электролизеры, например аппарат Гофмана [39 и др.]. Раньше они входили в состав оборудования школьных кабинетов химии. Но эти приборы с платиновыми и серебряными электродами дорогие, хрупкие и недолговечные. Electroды из благородных металлов заменили свинцовыми и никелевыми. Приборы стали прочнее, но имели существенный недостаток — образование вторичных продуктов электролиза.

Было предложено много самодельных приборов для электролиза воды [5, 41]. Материалом для электродов служило железо, а электролитом был раствор щелочи. В таких самодельных приборах можно получить водород и кислород в объемных отношениях приблизительно как 2 : 1.

В то время как электролиз воды проходит при обыкновенной температуре, термическое разложение воды требует нагревания до очень высокой температуры (выше 1000°C), что свидетельст-

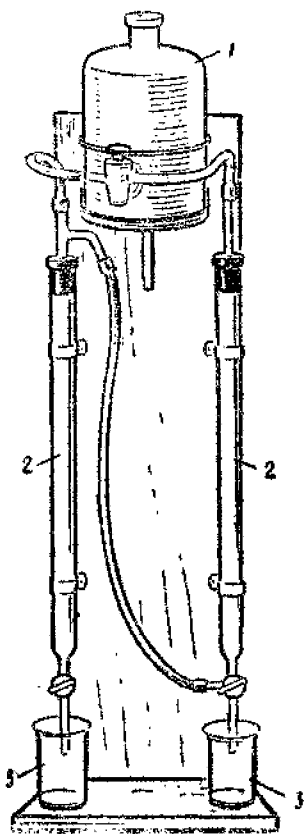


Рис. 45. Демонстрационная ионообменная установка ДИУ:

1 — склянка с тубусом, 2 — колонки с ионитами, 3 — стаканы.

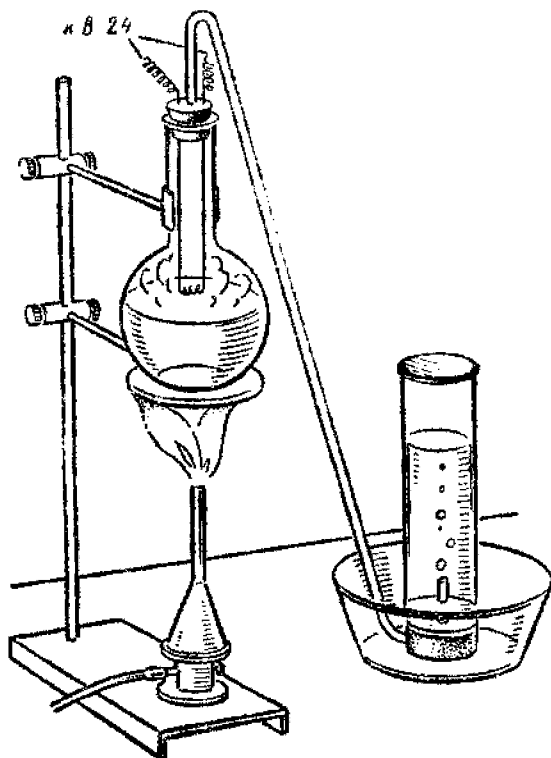


Рис. 46. Установка для термического разложения воды;

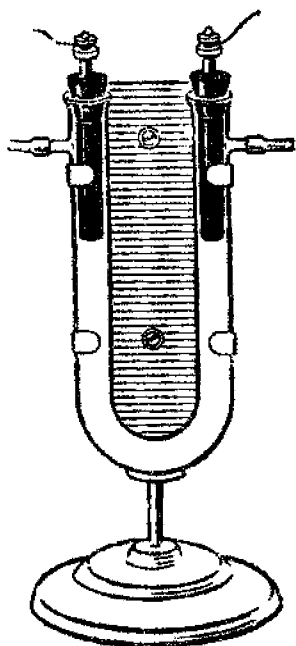


Рис. 47. Прибор для электролиза растворов солей.

вует о прочности этого соединения. Так, пары воды частично разлагаются на водород и кислород при сильном нагревании платиновой спирали, которую можно заменить спиралью из других тугоплавких металлов (например, вольфрама).

Установка для термического разложения (диссоциации) воды изображена на рисунке 46.

Меры предосторожности. Перед раскаливанием спирали необходимо удалить из установки воздух, для чего воду в колбе кипятят. Провода подключают к источнику электрического тока (через ВС-24М или В-24). Цилиндр с собранной гремучей смесью обертывают полотном и подносят к пламени.

Прибор для электролиза растворов солей (рис. 47) представляет собой дугообразную трубку с двумя отростками для отвода образующихся газов, например хлора и водорода при электролизе раствора хлорида натрия. Электроды — угольные (графитовые) стержни.

Опыты по электролизу воды и водных растворов солей можно осуществить в приборе для опытов по химии с электрическим то-

ком (рис. 2). Для демонстрации электролиза воды в электролизер наливают дистиллированную воду так, чтобы уровень ее на 2—3 см был выше электродов. В качестве электролита используют 10%-ный раствор гидроксида натрия. В две демонстрационные пробирки (ПХ-21) также наливают дистиллированную воду с добавлением электролита. Пробирки поочередно закрывают пробкой с держателем, опрокидывают вверх дном в электролизер; открывают под водой пробку и надевают пробирки на электроды. Прибор подключают к источнику постоянного тока с напряжением 40 В (ИЭПП-1 или ИЭПП-2) при условии, что контакт экспериментатора с электролитом исключен. Для этого в старых образцах набора следует сделать к электролизеру крышку (из картона, дерева, пластмассы) с отверстиями для пробирок. В противном случае нельзя пользоваться электрическим током с напряжением свыше 12 В.

Аналогично проводят опыт по электролизу водного раствора иодида калия. Электролизер и демонстрационные пробирки заполняют раствором иодида калия. В одну из пробирок, которую надевают на катод, добавляют 1—2 капли фенолфталеина, а во вторую — 2—3 капли крахмального клейстера. Подключают прибор к источнику постоянного тока и через 1—2 мин (U 40В) наблюдают малиновое окрашивание в катодном пространстве (в пробирке с фенолфталеином) и синее — в анодном (в пробирке с крахмалом). Практическое значение имеет электролиз раствора хлорида натрия, дающий три важных продукта: гидроксид натрия, хлор и водород. Из последних двух продуктов может быть получена синтетическая соляная кислота.

Лабораторные установки для электролиза раствора хлорида натрия рассматриваются в руководствах по химическому эксперименту. Одна из таких установок (рис. 48) была предложена М. В. Федякиным (журнал «Химия в школе», 1964, № 5). Она состоит из стеклянной трубки ($\varnothing$ 30 мм), закрытой двумя резиновыми пробками. В нижнюю пробку 1 вставляют две стеклянные трубки с кранами (их можно заменить трубками с зажимами): трубка 2 — для сливания раствора из катодного пространства, трубка 3 — для сливания жидкости из анодного пространства. В ту же пробку вставляют угольный электрод 4, на который надевают стеклянную трубку 5, закрытую пробкой, со стеклянной трубкой 6 (для отвода водорода). В верхнюю пробку 7 вставляют второй угольный электрод-анод 8, воронку 9 и стеклянную трубку 10 (для отвода хлора).

В прибор через воронку 9 наливают насыщенный раствор хлорида натрия до уровня, показанного на рисунке. Установку подключают к источнику постоянного тока напряжением 15—20 В.

При электролизе на катоде 4 выделяется водород, который собирают над трубкой 6 в пробирку и испытывают на горючесть.

Выделяющийся на аноде хлор выводится по газоотводной трубке в сосуд с подкрахмальным раствором (на рисунке не показано). Сливают в отдельные стаканы жидкость из анодного про-

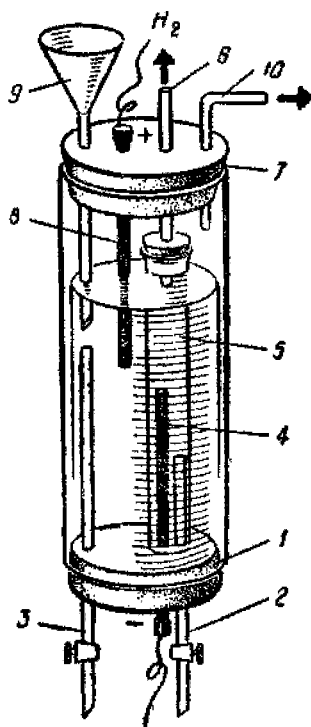


Рис. 48. Установка для электролиза раствора хлорида натрия (самодельная).

1, 7 — пробки, 2, 3 — стеклянные трубки с кранами, 4 — угольный электрод (катод), 5 — трубка, 6 — пробка с газоотводной трубкой, 8 — угольный электрод (анод), 9 — воронка, 10 — трубка для отвода хлора.

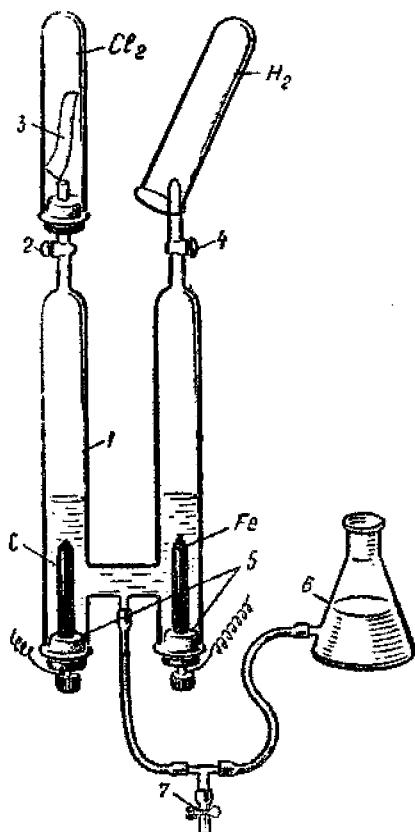


Рис. 49. Установка для электролиза раствора хлорида натрия (из деталей набора НДПХ):

1 — H-образная трубка-электролизер, 2, 4 — краны, 3 — иодрахмальная бумажка, 5 — пробки с электродами, 6 — колба с тубусом, 7 — тройник с зажимом.

странства и катодного пространства, а в третий стакан — исходный раствор хлорида натрия. Во все три стакана прибавляют раствор лакмуса (фиолетового цвета). Исходный раствор показывает нейтральную реакцию, жидкость при катоде — щелочную, а при аноде — разрушает лакмус (действие растворенного хлора).

Установку для электролизера растворов солей (а также воды) можно собрать из специальных деталей набора НДПХ (рис. 49). В качестве электролизера используют H-образную трубку — реактор 1 (с кранами 2 и 4), в которую вставляют две пробки 5 с электродами: железным и угольным. В колбу 6 при закрытом зажиме 7 наливают прозрачный насыщенный раствор хлорида нат-

рия, изготовленный заранее. К клеммам электродов присоединяют проводники от источника постоянного тока ВС-24М (В-24). Напряжение тока 25—30 В, сила тока 4 А. Через 2—3 мин колбу 6 поднимают на демонстрационный столик. Водород собирают в пробирку, открывают кран 4 и доказывают наличие газа. В пробирку над краном 2 помещают иодокрахмальную бумажку 3, с помощью которой доказывают наличие хлора. Получившийся раствор щелочи берут из электролизера в пробирку через тройник с зажимом 7, открыв краны 2 и 4, перекрыв, например, зажимом резиновую трубку у колбы 6. Проводят испытание раствора щелочи фенолфталеином.

Определение электрической проводимости веществ

Программой по химии предусмотрена демонстрация электрической проводимости растворов и твердых веществ. Для постановки этих опытов чаще всего используют самодельные приборы, которые включают в сеть с напряжением 127 В или 220 В. Однако при проведении опытов с растворами электролитов в открытых сосудах можно использовать напряжение не более 12 В.

Это требование ограничивает применение различных вариантов самодельных приборов для демонстрации электрической проводимости веществ [8, 26, 39], а также выпускаемого промышленностью «Набора для опытов по химии с электрическим током» (рис. 2), который комплектуют лампой-индикатором на 36, 42 В. Чтобы использовать напряжение 42 В для нормального свечения лампочки, следует сосуд с электролитом закрыть полиэтиленовой крышкой с отверстиями для электродов. Подключение прибора к источнику тока осуществляют лишь после монтажа всей установки.

Для проведения опытов собирают соответствующую установку (рис. 50). В крышку 1 ввинчивают стержень 2, на котором закрепляют панель 3 с электродами 4. Последние опускают в стакан 5 с исследуемым раствором и закрытой крышкой 6. В штекерные гнезда 7 вставляют электрическую лампочку 8. Подключают прибор к источнику тока с напряжением 42 В и наблюдают за свечением лампы.

В данном приборе можно также провести опыт по сравнению электрической проводимости концентрированного и разбавленного растворов ук-

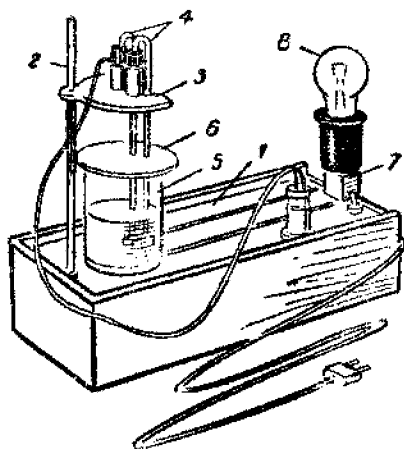


Рис. 50. Установка для определения электрической проводимости веществ:

1 — крышка прибора, 2 — стержень, 3 — панель, 4 — электрод, 5 — стакан с раствором электролита, 6 — крышка для стакана, 7 — штекерные гнезда, 8 — электрическая лампочка.

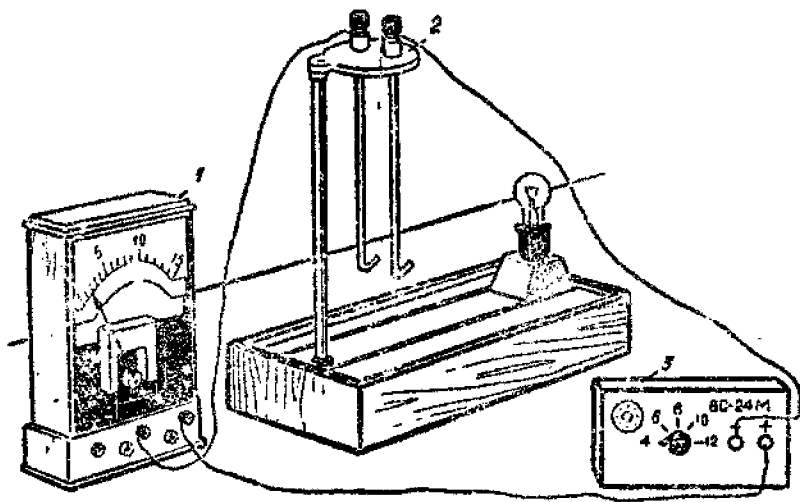


Рис. 51. Усовершенствованная установка для изучения электрической проводимости:

1 — вольтметр с гальванометром, 2 — панель с электродами, 3 — источник тока ВС-24М.

сусной кислоты. Для этой цели используют электроды, представляющие собой угольные пластинки, соединенные с металлическими стержнями. Металлическая часть этих электродов изолирована. Таким образом, поверхность соприкосновения электродов с раствором электролита остается постоянной при увеличении его объема в случае разбавления. Такая конструкция электродов позволяет избежать часто встречающуюся ошибку: яркость свечения лампы зависит не только от разбавления раствора, но и от площади соприкосновения электродов с электролитом.

Электрическая лампочка является приблизительным индикатором. Более точные измерения могут быть выполнены с помощью шкальных приборов [43]. Такая установка показана на рисунке 51. В качестве индикатора вместо электрической лампочки использован демонстрационный вольтметр с гальванометром 1 со сменной шкалой на 15 В. Установку монтируют из деталей «Набора для опытов по химии с электрическим током». Электроды на панели 2 соединяют с источником тока 3 и вольтметром с гальванометром 1 в строгом соответствии с рисунком.

При отсутствии промышленного прибора можно использовать указатели электрической проводимости, описание которых дано в методической литературе (например, в журнале «Химия в школе» № 5, 1986).

При погружении электродов в растворы электролитов лампочка загорается, а стрелка амперметра отклоняется в зависимости от силы электролита, его концентрации. С помощью указателя (индикатора) электрической проводимости можно в короткое время

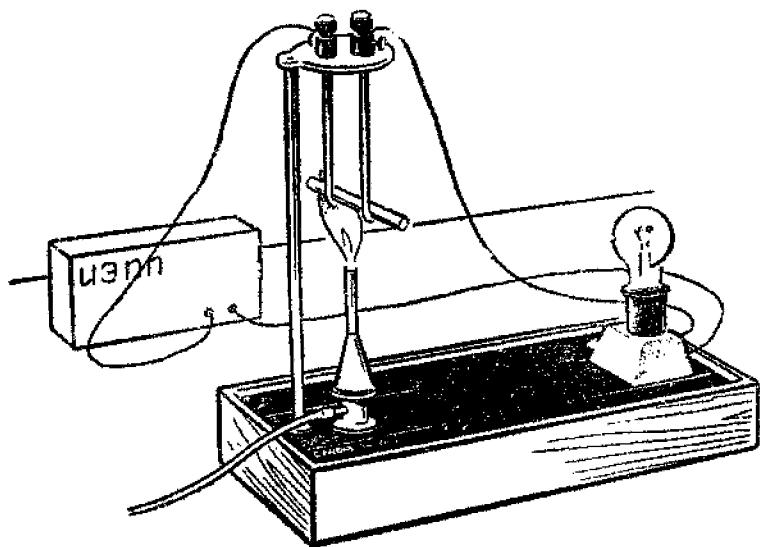


Рис. 52. Установка для определения электрической проводимости расплава стекла.

сделать определения для нескольких твердых веществ, растворов и расплавов (для этого используют легкоплавкую соль, например пирит натрия с температурой плавления 330°C , смесь пиритов натрия и калия).

Электрическую проводимость расплавов убедительно и наглядно можно продемонстрировать на опыте со стеклом, впервые предложенном Ю. В. Плетнером [25]. При обычной температуре стекло не проводит электрический ток, в расплавленном и даже только в размягченном состоянии проводит. В этом можно убедиться по загоранию электрической лампочки.

Для демонстрации опыта собирают установку, изображенную на рисунке 52.

Наблюдение за движением ионов

Для кратковременного протекания этого опыта необходимо напряжение постоянного тока примерно 100 В, которое обеспечивает выпрямитель универсальный ВУП-2¹. Однако по правилам техники безопасности допускается использование такого напряжения постоянного тока, если электролит закрыт. По этой причине имеющийся в школах старый вариант «Набора для опытов по химии с электрическим током» может быть пригоден к использованию лишь при наличии предохранительной крышки к сосуду с электролитом.

¹ ВУП-2 входит в комплект оборудования для кабинета физики.

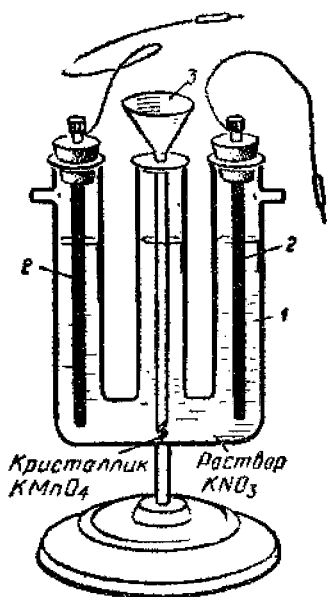


Рис. 53. Прибор для наблюдения за движением ионов:

1 — реактор, 2 — электроды, 3 — воронка с длинным отростком.

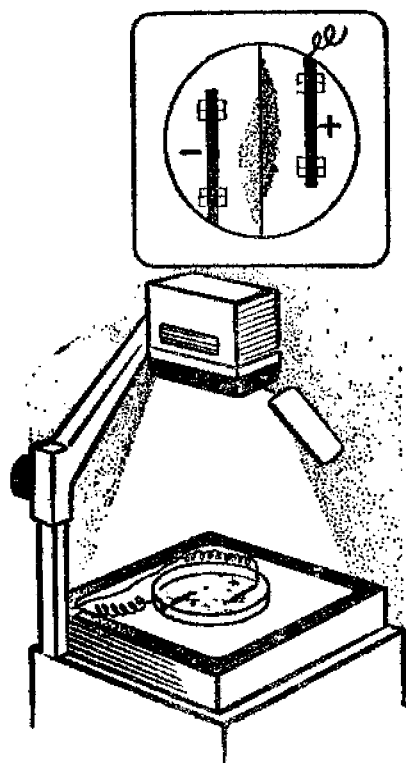


Рис. 54. Установка для проецирования на экран движения ионов в электрическом поле (опыт в студии).

Для демонстрации этого опыта служит специализированный прибор (рис. 53), выполненный в виде Ш-образной трубки-реактора 1 с боковыми отростками. Трубку заполняют раствором электролита с массовой долей нитрата калия или нитрата натрия 1% и закрывают пробками с электродами 2. В среднюю часть реактора через воронку 3 с длинным отростком помещают кристаллик перманганата калия. Наблюдают окрашивание раствора в нижней части трубки. Прибор соединяют с источником постоянного тока типа ВУП-2 (напряжение 100 В).

Через 10 мин наблюдают смещение окрашенного столбика к аноду.

При отсутствии в школах такого прибора можно продемонстрировать движение ионов в электрическом поле, используя проекцию опыта на экран (рис. 54). Направленное движение ионов под действием электрического поля осуществляют не в воде, а в студне крахмала, в котором содержится электролит (10%-ный раствор Na_2SO_4), благодаря чему система приобретает устойчи-

вость по сравнению с жидкостью [2]. В чашку Петри помещают два медных электрода в виде пластинок или провода сечением 3—5 мм и фиксируют их клейкой лентой. Сбоку от них для удобства наблюдения также с помощью прозрачной клейкой ленты обозначают полюса (+ и —), т. е. анод и катод. Между электродами наливают свежеприготовленный прозрачный и легкоподвижный крахмальный клейстер, в который добавляют несколько капель сульфата натрия. Между электродами посередине помещают нить, смоченную раствором $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4$ хромата тетрааммин меди (II)¹.

Чашку Петри помещают на стекло графопроектора и включают постоянный ток через выпрямитель ВС-24М (В-24). Проецирование на экран обеспечивает хорошую видимость для всех учащихся класса. Опыт непродолжительный — через 1—2 мин наблюдают движение ионов в виде окрашенных полос: голубой $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ — к катоду и желтой $(\text{CrO}_4)^{2-}$ — к аноду.

Опыты в электрических разрядах

Получение озона. Получение озона из кислорода — один из опытов в тихих электрических разрядах.

В настоящее время до выпуска промышленного набора для опытов с высоким напряжением можно использовать самодельные установки для получения озона. Ниже дано описание наиболее удачных вариантов таких установок.

Установка, показанная на рисунке 55, может быть использована для получения озона из воздуха или кислорода. Реактором служат стеклянная трубка 1 с двумя отрезками и электроды из набора НДХП. Расстояние между электродами 1 см. Электроды 2 соединяют с клеммами «Разряда-1»², который подключают к выпрямителю 6С-24М (В-24), а затем в сеть. Ток воздуха создают с помощью водоструйного насоса или аспиратора. При получении озона из кислорода последний поступает в озонатор под давлением из газометра. Поэтому водоструйный насос или аспиратор в данном случае не подключают. К трубке-реактору 1 присоединяют сосуд с иодокрахмальным раствором. Переключатели «Разряда-1» устанавливают на 25 кВ и включают установку в сеть. В сосуде с иодокрахмальным раствором наблюдают посинение.

При поступлении в школы нового высоковольтного управляемого источника электротока типа ИВУ-30 вместо «Разряда-1» и «Разряда-1М» используют названный преобразователь.

На рисунке 56 показана установка, которая может быть собрана из деталей набора НЭД [30]. Для получения озона используют соответствующую приставку. Пропуская из газометра

¹ Хромат тетраамин меди (II) готовят путем смешивания равных объемов 5—10% растворов хлорида меди (II) и хромата калия с добавлением концентрированного раствора аммиака до растворения осадка. Полученным темно-зеленым прозрачным раствором соли пропитывают нить.

² При использовании «Разряда-1М» его включают непосредственно в сеть; эта модификация прибора имеет прозрачный предохранительный кожух 4.

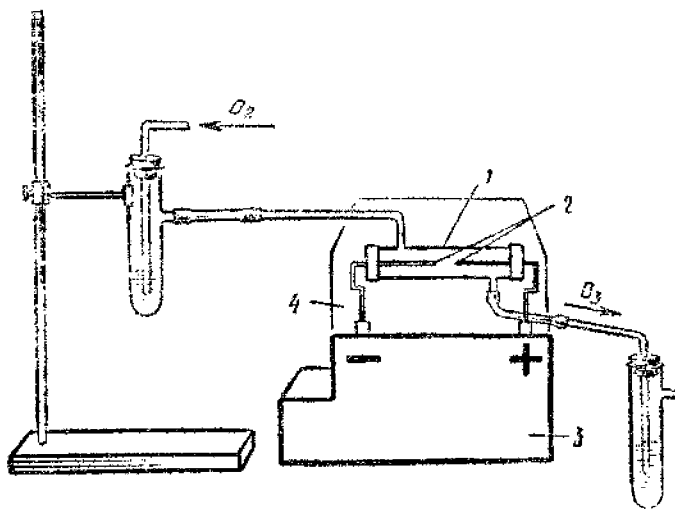


Рис. 55. Получение озона в установке, составленной из деталей набора НДХП:
1 — трубка-реактор, 2 — электроды, 3 — «Разряд-1М», 4 — прозрачный кожух.

кислород, показывают отсутствие окрашивания иодокрахмального раствора в синий цвет. Включают высоковольтный преобразователь и наблюдают изменение окраски иодокрахмального раствора.

Получение оксидов азота из воздуха. Для осуществления этого опыта необходим дуговой разряд, дающий высокую температуру (2800°C). Известные ранее для этой цели приборы и установки [8, 26] не могут быть использованы в школе, как не отвечающие требованиям техники безопасности. Следует также заметить, что в опытах получения оксида азота (II), проводимых с помощью источника высокого напряжения «Разряд-1», изменение окраски дифениламина не является доказательством образования именно оксида азота (II). Дифениламин изменяет окраску при действии любого окислителя, в том числе озона.

Преимущество ранее выпускаемой камеры для окисления атмосферного азота заключается прежде всего в том, что образование оксида азота (II) обнаруживалось в ней непосредственно по появлению бурой окраски оксида азота (IV). Именно этот признак делал опыт достоверным и наглядным.

До выпуска промышленной установки получения оксида азота (II), отвечающей правилам техники безопасности и обеспечивающей необходимые условия для проведения реакции (реактор и индуктор, дающий соответствующую температуру и параметры электрического тока), пользоваться самодельными приборами не рекомендуется.

Разложение метана в искровом разряде. Установку собирают из специальных деталей набора НДХП [1] (рис. 37). Реактор 1 разделяют на четыре равные по объему части, отмечая каждую

резиновым кольцом, и укрепляют в штативе. В боковые отростки реактора вставляют электроды 2. Верхнюю часть реактора закрывают пробкой с трубкой и краном (пли зажимом) 3. Нижнюю часть реактора с помощью резинового шланга соединяют с конической воронкой 4, помещенной в кольцо того же штатива.

Подготовку прибора ведут в следующей последовательности. Через воронку 4 наполняют трубку-реактор водой при открытом зажиме 3 до появления капель из отверстия резиновой трубки.

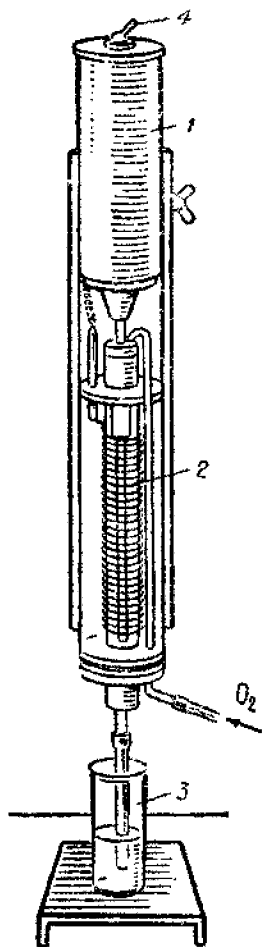


Рис. 56. Получение озона в установке, составленной из модулей набора НЭД:

1 — индуктор, 2 — озонатор, 3 — склянка с подокрахмальным раствором, 4 — кнопка включения прибора.

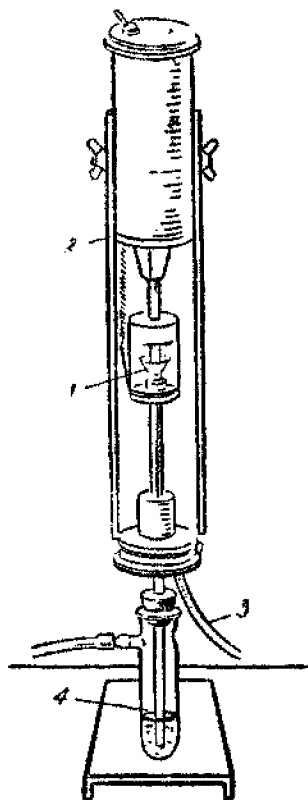


Рис. 57. Разложение метана в искровом разряде в установке, составленной из деталей набора НЭД:

1 — приставка для термического разложения газов, 2 — защитный кожух, 3 — трубка для подачи метана, 4 — склянка-приемник.

Зажим закрывают и опускают воронку 4 до уровня электродов. При этом уровень воды в воронке должен быть на 1—2 см выше ее отростка. Газ (метан), проверенный на чистоту, поступает в реактор через трубку 3, вытесняя воду в воронку. Когда реактор заполнится до верхнего резинового кольца (деление 1), зажим закрывают.

Подключают электроды к источнику тока «Разряд-1» через выпрямитель ВС-24М. Ток пропускают в течение 1 мин. Объем газа в реакторе увеличивается, между электродами на стенках трубки-реактора образуется сажа. Образовавшийся водород собирают в пробирку, открыв зажим 3 и подняв воронку 4. Затем доказывают наличие газа по характерному хлопку при поднесении пробирки к пламени спиртовки или горелки.

Этот опыт в той же последовательности может быть повторен при изучении производства ацетилена из метана. В этом случае реактор наполняют подкисленным розовым раствором перманганата калия. Обесцвечивание раствора перманганата калия указывает на образование непредельных углеводородов.

Термическое разложение метана можно осуществить также в приборе, смонтированном из деталей набора НЭД (рис. 57) [30]. В качестве реактора используют специальную приставку 1, которую помещают в защитном прозрачном кожухе 2. Метан пропускают через трубку 3. В склянку-приемник 4 наливают подкисленный раствор перманганата калия розового цвета. Включают ток с помощью кнопки или тумблера на верхней части индуктора. Через 1—2 мин наблюдают образование сажи и обесцвечивание раствора перманганата калия.

Изучение тепловых явлений

В демонстрационных опытах о тепловых явлениях делают заключение по изменению температуры. Что же касается тепловых эффектов реакции, определяемых в калориметрах по количеству выделившейся или поглотившейся теплоты, то этот вопрос, тесно связанный с курсом физики, может быть рассмотрен на лабораторном практикуме.

Для наблюдения за ходом изменения температуры во время демонстрационного опыта ртутные термометры непригодны хотя бы по той причине, что они не обеспечивают хорошую видимость для всего класса. Поэтому вместо них используют промышленные термоскопы (рис. 58, а), но чаще всего самодельные (рис. 58, б).

Термоскоп соединяют с водным манометром (рис. 59). Как показала практика, для многих опытов могут быть использованы модернизированные демонстрационные термометры на полупроводниковом терморезисторе КМТ-14, выполняющем роль датчика температуры [35].

Об изменении температуры делают заключение по показаниям электроизмерительных приборов (гальванометра, амперметра). Однако подобную установку использовать сложно. В настоящее время ведется разработка более точных, простых и удобных ин-

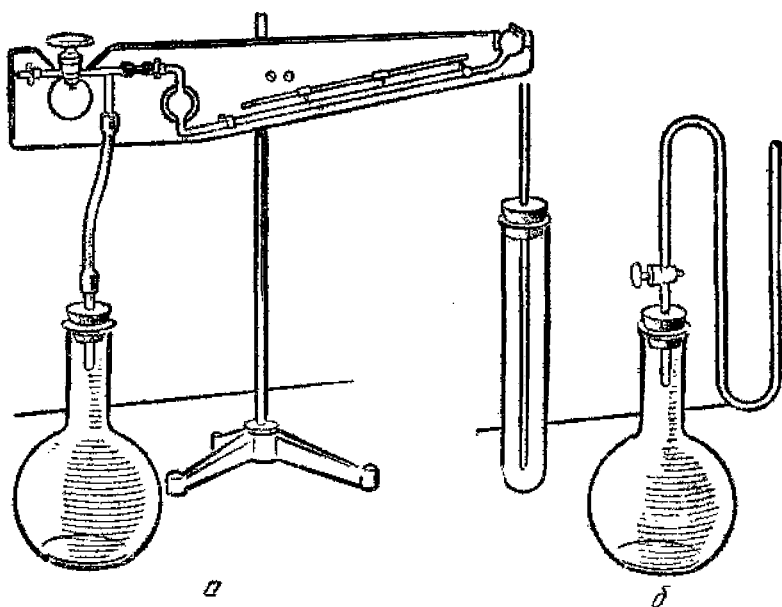


Рис. 58. Термоскопы:
а — промышленного изготовления, б — самодельный.

дикаторов температуры: вольтметра-термометра и цифрового электротермометра (рис. 8, а, б).

На рисунке 60 показана установка для демонстрации реакции нейтрализации, сопровождающейся выделением теплоты. Бюретку заполняют кислотой, колбу — раствором щелочи с добавлением 1—2 капель индикатора. Зонд (щуп) смазывают вазелином и опускают в стакан со щелочью. Из бюретки добавляют кислоту, помешивая раствор в колбе.

Учащиеся наблюдают на дисплее вольтметра-термометра постепенное увеличение температуры в виде сменяющихся цифр.

Зависимость скорости химической реакции от условий

Установку демонстрируют в собранном, готовом для опыта виде или монтируют из готовых деталей на самом уроке. Этим обуславливается методический подход к интерпретации опыта.

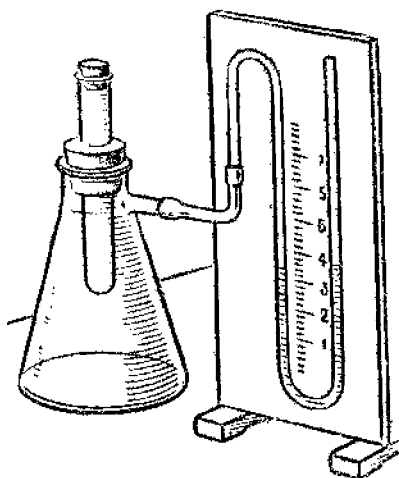


Рис. 59. Термоскоп с манометром.

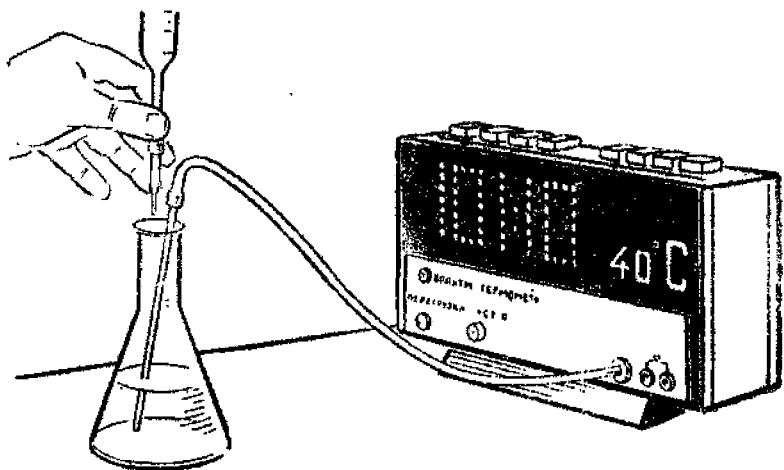


Рис. 60. Установка для измерения тепловых эффектов реакции с помощью цифровых электронных приборов.

Необходимо обеспечить хорошую видимость существенных частей установки и особенно тех внешних признаков и показателей, по которым судят о скорости реакции. Чаще всего о скорости реакции делают заключение по наблюдениям, а также измерению количества выделяющегося газа при химической реакции (например, водорода при взаимодействии цинка разной степени измельчения с раствором серной кислоты разной концентрации при разных температурах или при разложении пероксида водорода без катализатора и в присутствии катализатора). Можно также наблюдать разный уровень поднятия окрашенной жидкости в узких трубках под действием выделяющихся в результате реакции газов.

Деления должны быть хорошо видны учащимся, сидящим за последними лабораторными столами. Отсчет времени (по метроному) ведут фронтально. Учитель записывает результаты на классной доске, а учащиеся — в лабораторных тетрадях. Затем производят расчеты и чертят графики течения реакции по времени. Дополнением к опыту служат схемы, показывающие прямую зависимость числа столкновений от числа реагирующих веществ. Для объяснения значительного роста скорости реакции при нагревании (на каждые 10°C скорость реакции в среднем увеличивается в 3 раза) можно использовать (в классах с углубленным изучением химии) кривые распределения молекул по кинетической энергии при разных температурах (распределение Максвелла рассматривается в школьном курсе физики).

Для демонстрации зависимости скорости химической реакции от различных условий в школах имеется специальный прибор (рис. 6), выпускаемый промышленностью.

Влияние природы реагирующих веществ на скорость химической реакции. В одну пробирку наливают 10 мл раствора соляной кислоты (1:5), а в другую — 10 мл раствора уксусной кислоты (1:5). Опускают одновременно в обе пробирки по 2—3 гранулы цинка. Сравнивают уровни жидкости в манометрических трубках.

Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции. В одну пробирку наливают 10 мл раствора серной кислоты (1:5), а в другую — 10 мл раствора той же кислоты (1:10). Опускают одновременно в обе пробирки по 2—3 гранулы цинка. Сравнивают уровни жидкости в манометрических трубках.

Влияние температуры на скорость химической реакции. В одну пробирку наливают 10 мл раствора серной кислоты (комнатная температура), а в другую — такой же объем кислоты, нагретой до 50°C. Раствор кислоты в обоих случаях приготовлен из расчета 1:5.

Опускают одновременно в две пробирки по 1—2 гранулы цинка. По разности уровней окрашенной жидкости в манометрических трубках судят о скорости химической реакции.

Влияние поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химической реакции. В две пробирки наливают по 10 мл раствора серной кислоты (1:5). В одну пробирку опускают 1 гранулу цинка, а в другую — 1 пластинку. Во второй трубке наблюдают более быстрое поднятие жидкости.

Влияние катализатора на скорость химической реакции. В две пробирки наливают по 10 мл 3%-ного раствора пероксида водорода. В одну пробирку вносят на кончике скальпеля оксид марганца (IV). Наблюдают быстрое поднятие уровня жидкости в манометрической трубке, соединенной с пробиркой, в которую помещен катализатор. Чтобы доказать, что катализатор в результате реакции остался без изменений, сливают жидкость из пробирки, в которой находится катализатор, промывают его дистиллированной водой и наливают новый объем (10 мл 3%-ного раствора) пероксида водорода. Наблюдают тот же эффект. В качестве катализатора, кроме оксида марганца (IV), можно использовать оксид меди (II), оксид железа (III), оксид кремния (IV).

Влияние ингибитора на скорость химической реакции. В две пробирки наливают 10 мл серной кислоты (1:5). Опускают одновременно в них по 2—3 гранулы цинка. Наблюдают движение столбиков окрашенной жидкости в обеих манометрических трубках.

В одну из пробирок добавляют таблетку (предварительно растертую) уротропина. Через 1—2 мин наблюдают, что движение столбика жидкости в манометрической трубке, соединенной с пробиркой, в которую был добавлен ингибитор, резко замедлилось.

В качестве ингибитора можно использовать формалин (в одну пробирку добавить 1 мл формалина, а в другую — такой же объем дистиллированной воды, чтобы концентрации кислот в двух пробирках были одинаковы).

Меры безопасности. 1. Так как демонстрация опытов в данном приборе сопровождается выделением водорода, необходимо следить за тем, чтобы поблизости не было открытого огня.

2. Опускание гранул цинка следует проводить по стенке, чтобы не пробить дно пробирки, а на дно пробирки положить кусочки резины или полиэтиленовых пробок.

3. Необходимо соблюдать осторожность при работе с кислотами.

4. Во избежание выброса жидкости из манометрических трубок следует строго придерживаться тех количеств реактивов, которые рекомендованы при демонстрации опытов.

Если жидкость начинает вытекать из манометрических трубок, необходимо приоткрыть пробки в пробирках.

После окончания работы с прибором пробирки следует тщательно вымыть. Хранить прибор следует в чистом виде.

Для проведения опыта можно рекомендовать установку, собранную из набора НДХП, который имеется во многих школах. Такая установка (рис. 61) имеет существенное преимущество по сравнению с выпускаемой промышленностью. В ней вместо пробирок используются сосуды Ландольта, что позволяет смешивать реагирующие вещества друг с другом, не открывая пробок в пробирках-реакторах. Если в школе нет готового набора НДХП, то опыт можно продемонстрировать, используя две колбы 1, две капельные воронки 2, два цилиндра 3, две чаши 4, как это изображено на рисунке 62, или продемонстрировать в установке, которую можно собрать, имея две бюретки.

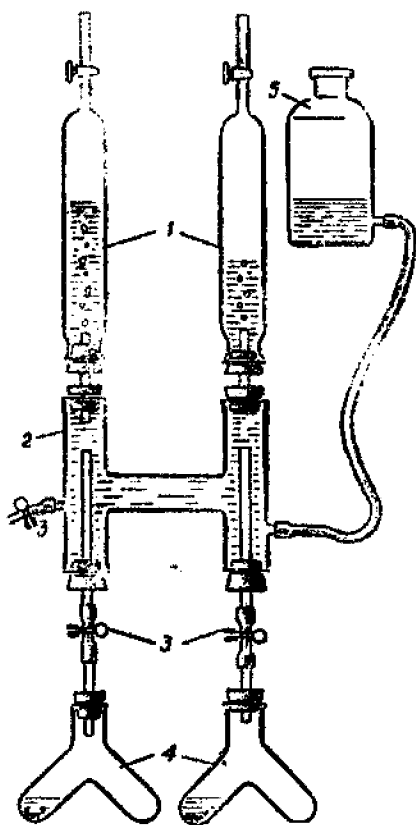


Рис 61. Установка для изучения зависимости скорости химической реакции от условий (из деталей НДХП):

1 — делительные воронки, 2 — И-образный сосуд, 3 — зажимы, 4 — сосуды Ландольта, 5 — склянка с нижним тубулусом.

Опыты с токсичными веществами [17, 18]

Опыты с галогенами (рис. 63). В боковом горле колбы 1 устанавливают воронку 2 и наполняют ее до середины концентрированной соляной кислотой, а в колбу 1 помещают оксид марганца

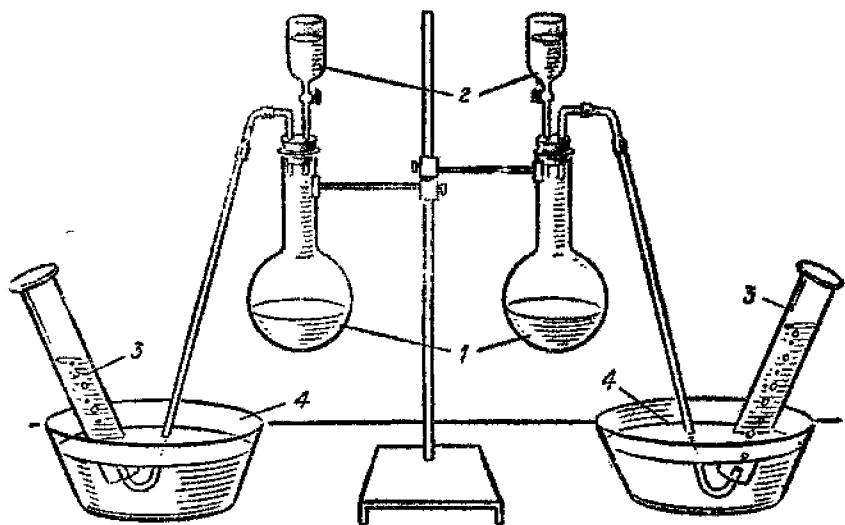


Рис. 62. Самодельные установки для изучения зависимости скорости химической реакции от условий:

1 — колбы, 2 — капельные воронки, 3 — цилиндры с водой, 4 — чаши с водой.

ца (IV). Затем в центральной горловине колбы 1 последовательно устанавливают один над другим сосуды с растворами подида калия, бромида калия, гидроксида натрия и сосуд с активированным углем. Приливают концентрированную соляную кислоту в колбу с оксидом марганца (IV). Образующийся хлор сначала вытесняет иод из раствора иодида калия, а затем бром из раствора бромида калия, помещенные в сосуды 3 для жидких поглотителей. Если в раствор подида калия добавить очень слабый раствор крахмального клейстера, то его окраска под действием иода станет синей. Если в горло реакционной колбы поместить последовательно сосуды с кристаллическим подидом калия, слабым раствором иодида калия с добавлением капли иодокрахмального раствора, раствором бромида калия, раствором гидроксида натрия, активированным углем и пропустить хлор, то в первом от колбы сосуде выделится (возгоняется) кристаллический иод, осаждающийся на его стенках. В сосуде с раствором иодида калия выделяется иод, изменяя окраску раствора, а в сосуде с раствором бромида калия — бром. Пары брома и остатки хлора поглощаются раствором щелочи в верхнем сосуде 3, а затем и активированным углем (в сосуде 4).

Если в центральное горло колбы-реактора вставить последовательно сосуды с бромидом и подидом натрия, можно показать вытеснение менее активного галогена более активным. Добавление кислоты в колбу производят по каплям, с тем чтобы образующийся хлор полностью бы поглощался раствором бромида натрия.

Обесцвечивание хлором красящих веществ. В центральное горло колбы 1 вставляют сосуды. В первый сосуд помещают сухую окрашенную ткань, во второй — влажную, третий наполняют раствором щелочи, четвертый — активированным углем.

Получают в колбе реактора хлор, который поднимается вверх, проходя через все сосуды, обесцвечивая влажную ткань во втором сосуде. Остатки хлора поглощаются щелочью и активированным углем.

Опыты с сероводородом. В реакционную колбу 1 (рис. 63) с сульфидом металла добавляют из воронки для работы с вредными веществами 2 концентрированный раствор соляной кислоты. Образующийся сероводород проходит последовательно через сосуды с растворами солей меди, цинка и олова (нижние сосуды 3). В ходе реакций выпадают соответственно черный, белый и бурый осадки. Остатки непрореагировавшего сероводорода поглощаются в сосуде с раствором щелочи (верхний сосуд 5), а затем и твердым поглотителем (в сосуде 4).

Получение минеральных удобрений. Опыт проводят в приборе ПРВ (рис. 64). Методическая ценность прибора заключается в том, что в нем используется принцип действия промышленной установки.

В колбу 1 помещают смесь соли аммония с натронной известью. Капельную воронку 5 наполняют концентрированной серной или фосфорной кислотой. Сосуд-затвор 6 заполняют до расширенной части колпачка 7 раствором серной или фосфорной кислоты, окрашенной индикатором. Из воронки 2 в колбу 1 со смесью соли аммония с натронной известью добавляют несколько капель воды. При необходимости смесь подогревают. О наполнении реакционной камеры 3 аммиаком судят по изменению окраски индикатора у горла колпачка 7. Затем из капельной воронки 5 с помощью крана постепенно вводят в реакционную камеру 3 с аммиаком концентрированную серную кислоту. Образующаяся соль (сульфат аммония) падает на дно воронки в виде нитей и гранул.

Аммиак, поступающий из-под колпачка 4, «омывает» непрореагировавшие остатки соли, что обеспечивает их полное затвердение. Интервалы введения кислоты в реакционную камеру экспериментатор выбирает на основе визуальных наблюдений.

Вертикальная компоновка прибора и размещение сосуда с поглотителем в горле капельной воронки ускоряют по сравнению с известными устройствами процесс сборки и демонтажа прибора более чем в пять раз. Использование капельной воронки 5 обеспечивает одновременно свободное истечение жидкости, прохождение непрореагировавших газов к сосуду с поглотителем, более предпочтительную с точки зрения наглядности по сравнению с существующими устройствами компоновку прибора.

При необходимости с помощью шлифов можно установить в данном приборе несколько сосудов для жидких и твердых поглотителей.

Получение анилинового красителя (черного анилина). Опыт

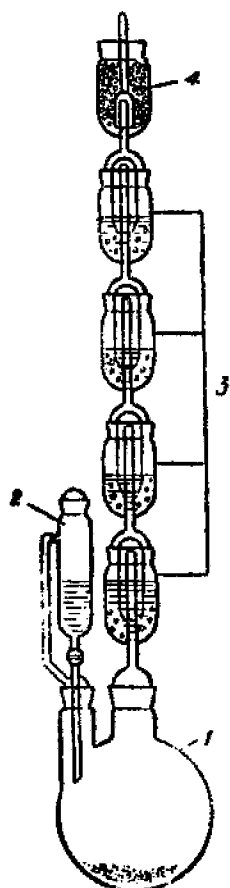


Рис. 63. Аппарат для проведения химических реакций с токсичными веществами:

1 — двугорлая колба, 2 — воронка для токсичных веществ, 3 — сосуд для жидких поглотителей, 4 — сосуд для твердых поглотителей.

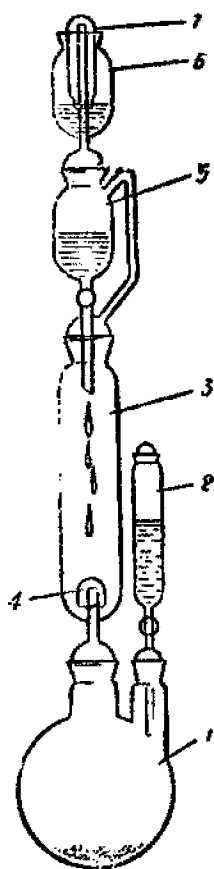


Рис. 64. Прибор для получения твердых растворимых веществ (ПГВ):

1 — двугорлая колба, 2 — капельная воронка, 3 — реакционная камера, 4 — колпачок, 5 — капельная воронка, 6 — сосуд для жидких поглотителей, 7 — колпачок.

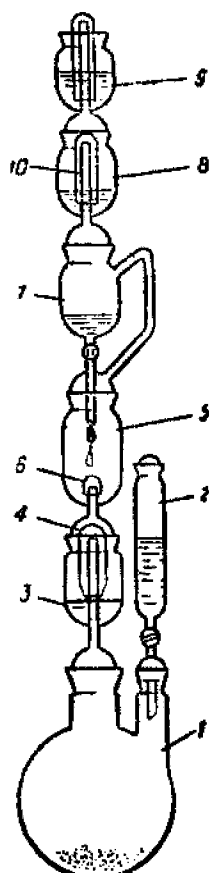


Рис. 65. Получение азотинового красителя:

1 — двугорлая колба, 2 — капельная воронка, 3 — камера с хромовой смесью, 4 — колпачок, 5 — реакционная камера, 6 — капельная воронка, 7 — камера с водой, 8 — камера с водой, 9 — колпачок, 10 — колпачок.

проводят в приборе из тех же деталей, но собранных в другом варианте (рис. 65).

В колбу 1 помещают кристаллический хлорид натрия, а капельную воронку 2 наполняют концентрированной серной кислотой. В нижнюю реакционную камеру 3 приливают раствор хромовой смеси так, чтобы ее уровень был на 4—5 мм ниже уровня горла колпачка 4. В капельную воронку 7 наливают 3 мл азотиновой смеси, а сосуд 8 наполняют водой на 2—3 мм выше горла колпачка 10. Сосуд 9 также заполняют водой до шлифа.

Из делительной воронки 2 в колбу 1 с хлоридом натрия приливают 3—4 мл концентрированной серной кислоты и спустя 20—30 с из капельной воронки 7 в реакционную камеру 5 (с колпачком 6) по каплям добавляют анилин. Следующую каплю добавляют лишь после того, как предыдущая полностью прореагирует. При уменьшении тока хлороводорода в колбу 1 добавляют концентрированную серную кислоту. При необходимости колбу 1 подогревают. Спустя 10—15 с после того, как анилин израсходуется, а хлороводород поглотится, содержимое сосуда 9 самопроизвольно за счет образующегося разрежения втягивается (всасывается) сначала в сосуд 8. Затем переходит в капельную воронку 7 и, промывая ее, выливается в верхнюю реакционную камеру 5. Здесь растворяются образовавшиеся кристаллы анилингидрохлорида. Раствор анилингидрохлорида всасывается в нижнюю реакционную камеру 3. В результате реакции анилингидрохлорида с хромовой смесью образуется краситель.

Соотношение количеств всех участвующих в реакции веществ определяют таким образом, чтобы исходные вещества полностью прореагировали, а конечный продукт реакции из емкости 3 не «перебросился» в колбу 1.

Получение галлидоалканов и сложных эфиров

Получение бромэтана из спирта. Этот опыт показывает учитель, а затем на практическом занятии выполняют учащиеся. В настоящее время промышленность выпускает демонстрационный прибор для получения галлидоалканов (рис. 66, а), в котором можно довольно быстро получить бромэтан [17].

В колбу-реактор 1 осторожно вливают сначала 8 мл спирта, затем 8 мл серной кислоты. Когда смесь остынет, добавляют 5—6 капель воды и 5 г бромида натрия.

Воздушный холодильник 2 вставляют в горло колбы и закрепляют двумя пружинами. Приемник холодильника запол-

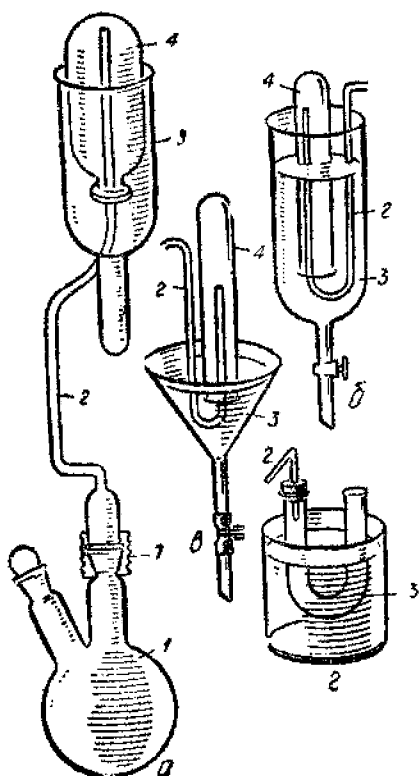


Рис. 66. Приборы для получения галлидоалканов и сложных эфиров: а — промышленный прибор, б, в, г — варианты приспосов. 1 — колба-реактор 2 — воздушный холодильник, 3 — приемник, 4 — колпачок (пробирка).

няюг водой со льдом, а газообразную трубку 2 закрывают колпачком 4.

Колбу осторожно нагревают и наблюдают выделение паров, которые проходят через воздушный холодильник 2, охлаждаются и конденсируются в виде тяжелых капель. Маслянистые капли бромэтана оседают в суженную часть приемника холодильника. Нагревание прекращают, когда капли больше не образуются. Объем бромэтана определяют по градуированной части приемника или вливают в градуированную пробирку. Бромэтан хранят в склянке с плотно закрытой крышкой.

На рисунке 66, б, в, г показаны варианты приемников, которые можно собрать из деталей набора НПХ в случае отсутствия в кабинете химии промышленного прибора.

Получение сложного эфира также можно осуществить в этом или подобных приборах (см. с. 178). В колбу-реактор 1 наливают 8—10 мл этилового спирта, столько же концентрированной уксусной кислоты и 5 мл концентрированной серной кислоты. Для охлаждения паров эфира в приемник холодильника 3 наливают насыщенный раствор хлорида натрия.

Колбу-реактор нагревают и наблюдают всплывание образующегося эфира на поверхность раствора хлорида натрия.

Следует заметить, что прибор требует осторожного обращения. Во избежание поломки трубки-холодильника прибор следует закрепить в лапке штатива. Колбу необходимо нагревать через огнезащитную прокладку осторожно, избегая сильного нагрева. Полученные бромэтан или сложный эфир плохо различимы при наблюдении учащимися с рабочих мест. Поэтому продукты реакции после разделения реакционной смеси обязательно показывают учащимся (проносят по рядам).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОПЫТЫ, ПРОЕКЦИРУЕМЫЕ НА ЭКРАН

В данном разделе книги рассматриваются техника и методика постановки количественных опытов из различных тем курса химии.

Опыт 1. Окисление металлов. После прокаливании медной пластинки учитель объясняет процесс окисления металлов кислородом воздуха. Иногда используют прибор, иллюстрирующий окисление металлов в закрытом сосуде со взвешиванием или без взвешивания прибора. Об участии кислорода воздуха при окислении металла судят также по объему жидкости в манометрической трубке [3]. Вода поднимается на незначительную высоту, и поэтому видимость демонстрационного эффекта мала.

Наглядность возрастает при использовании графопроектора с приставкой, так как результат проецируется на экран с увеличением в 10—20 раз (в зависимости от расстояния, на котором установлен графопроектор от экрана).

Собирают установку согласно схеме (рис. 67). Шприц подбирают небольшого размера (1 мл или 2 мл). В пробирку-реактор 1 помещают приблизительно 10 г нарезанной медной фольги

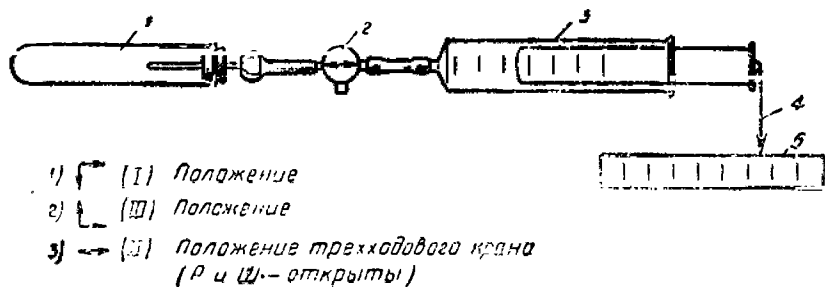


Рис. 67. Окисление металлов:

1 — пробирка-реактор, 2 — кран, 3 — шприц, 4 — стрелка-указатель, 5 — сетка-табло.

или очищенной от лака медной проволоки. При открытом трехходовом кране 2 в сторону свободного отверстия крана (положение I) устанавливают поршень шприца на половину его объема. После этого кран фиксируют в положении III, чтобы закрыть реактор 1 и шприц 3.

Далее нагревают реактор с помощью горелки. Потемнение меди указывает на признаки химической реакции. Нагревание проводят в течение 5 мин, охлаждение — 8—10 мин. В это время учитель может повторить с учащимися пройденный материал, зарисовать прибор (без графопроектора). После того как убеждаются, что прибор остыл, кран ставят в положение II, чтобы открыть реактор 1 и шприц 3. Тотчас на табло 5 наблюдается перемещение стрелки-указателя 4 в сторону реактора, что указывает на израсходование кислорода воздуха при окислении металла.

Опыт можно повторить при решении количественных задач. В реактор помещают заранее взвешенную навеску металла, а после опыта точно измеряют объем воздуха, а значит, и кислорода ($\frac{1}{5}$ по объему), чтобы рассчитать количество полученного оксида металла или количество израсходованного металла.

Прокаливание и охлаждение прибора проводят в течение 15—20 мин. В это время в классе решают задачи.

Опыт 2. Тепловые эффекты при химических реакциях. Чтобы показать учащимся, что в результате химических реакций происходит выделение или поглощение теплоты, можно использовать графопроектор с приставкой и самодельный термоскоп (рис. 68).

В химический стакан 1 помещают кристаллические вещества — соли, щелочи. При приливании воды и помешивании термоскопом 2 на сетке-табло наблюдают перемещение стрелки-указателя 5. При эндотермических процессах стрелка уходит влево, при экзотермических — вправо. Манипуляции с краном 3 такие же, как и в опыте «Окисление металлов».

Экзотермический процесс целесообразно показать на реакции нейтрализации. Для этого к 30%-ному раствору щелочи приливают раствор фенолфталеина. При постепенном приливании серной кислоты наблюдается ослабление окраски, а затем полное исчез-

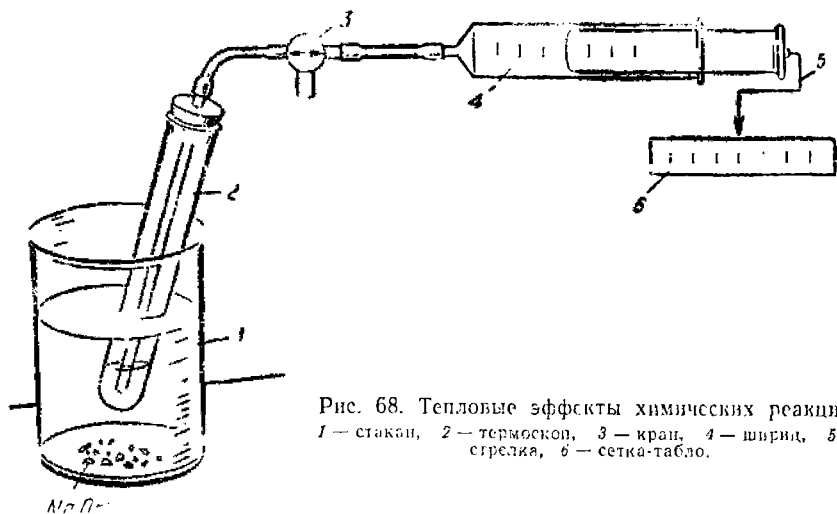


Рис. 68. Тепловые эффекты химических реакций:
1 — стакан, 2 — термоскоп, 3 — кран, 4 — шприц, 5 —
стрелка, 6 — сетка-табло.

повнение ее, что также является признаком химической реакции. Если приготовить сразу 2—3 стакана, то демонстрацию проводят в сравнении, что повышает познавательную деятельность учащихся. В этом случае на табло помещают обозначения для каждого отдельного случая.

Опыт 3. Состав воздуха. Для демонстрации опыта собирают установку (рис. 69). Шприц подбирают самой большой вместимости. Шприцы можно соединить последовательно с помощью четырехходового соединительного приспособления 3, если опыт проводят в реакторе вместимостью 200—250 мл. Это приспособление представляет собой резиновую трубку, концы которой закрыты, а в стенки вставлены канюли шприцсв.

Реактор 1 подбирают с таким расчетом, чтобы объем шприца был меньше $\frac{1}{5}$ объема реактора. Измеряют объем реактора от

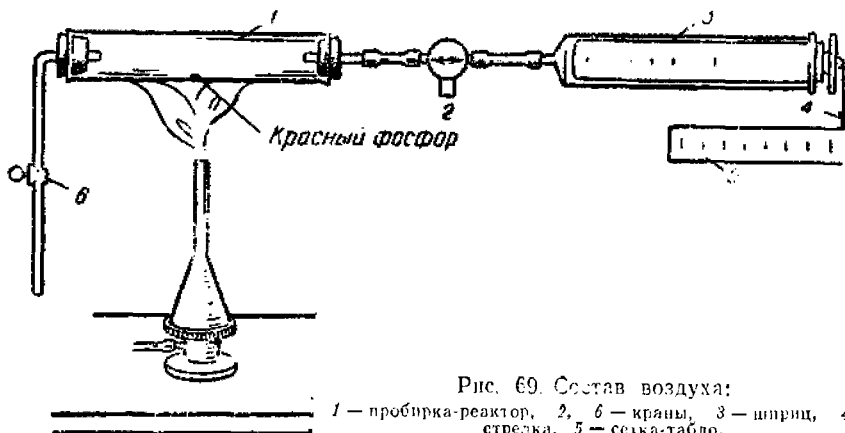


Рис. 69. Состав воздуха:

1 — пробирка-реактор, 2, 6 — краны, 3 — шприц, 4 —
стрелка, 5 — сетка-табло.

крана 2 до крана 6 методом вытеснения воды из реактора с помощью шприца в мерный цилиндр, а лучше — в бюретку.

Методика проведения опыта. Вначале сообщают учащимся о вместимости реактора в установке. В реактор 1 помещают предварительно высушенный красный фосфор величиной со спичечную головку. Манипуляции с краном аналогичны предыдущим опытам. Поршень шприца устанавливают в крайнее правое положение. При закрытых кранах 2 и 6 зажигают фосфор в реакторе с помощью горелки. После того как прекращается горение фосфора и полностью рассеивается дым оксида фосфора (V), открывается кран 2. Поршень шприца не сразу вытягивается в шприц 3. На экране стрелка-указатель 4 покажет объем связанного кислорода, равный $\frac{1}{5}$ вместимости реактора. Оставшуюся часть воздуха пропускают через раствор известковой воды, манипулируя краном 6 и шприцем 3, чтобы доказать, что в этой части воздуха находится газ, не взаимодействующий с известковой водой и не поддерживающий горения (горение фосфора прекратилось). Этот газ — азот.

В установке (рис. 70) сначала определяют объем реактора от пробки реактора 1 до крана 2. Затем устанавливают (вытягивают) поршни шприцев до упора 6. Сжигание фосфора проводят обычным способом. После оседания оксида фосфора (V) открывают кран 2 — тотчас поршни шприцев вытягиваются. По сумме показателей, отмеченных стрелками 4 на шкалах 5 (или сетке-табло), определяют объем связанного кислорода.

Опыт 4. Взаимодействие гидроксида натрия с оксидом углерода (IV). Основной целью данного опыта является не только доказательство того, что оксид углерода (IV) — кислотный оксид и, следовательно, взаимодействует с основанием. (Об этом ученики хорошо знают по реакции помутнения известковой воды от действия углекислого газа.) В данной постановке опыта внимание об-

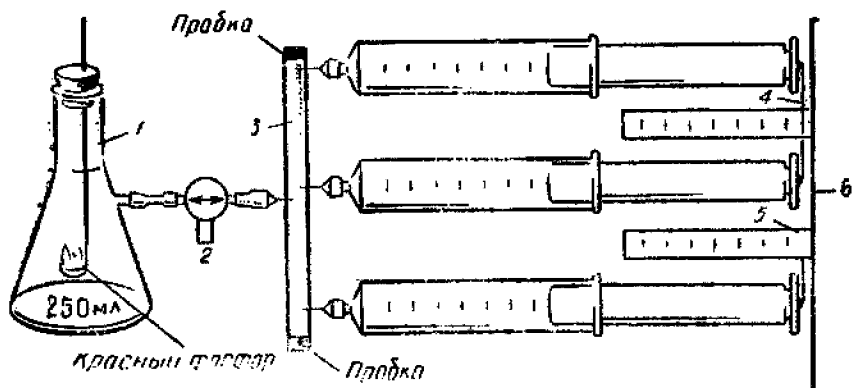


Рис. 70. Состав воздуха. Опыт с фосфором:

1 — колба-реактор, 2 — кран, 3 — резиновая трубка с конюлями шприцев, 4 — стрелка, 5 — сетка-табло, 6 — упор.

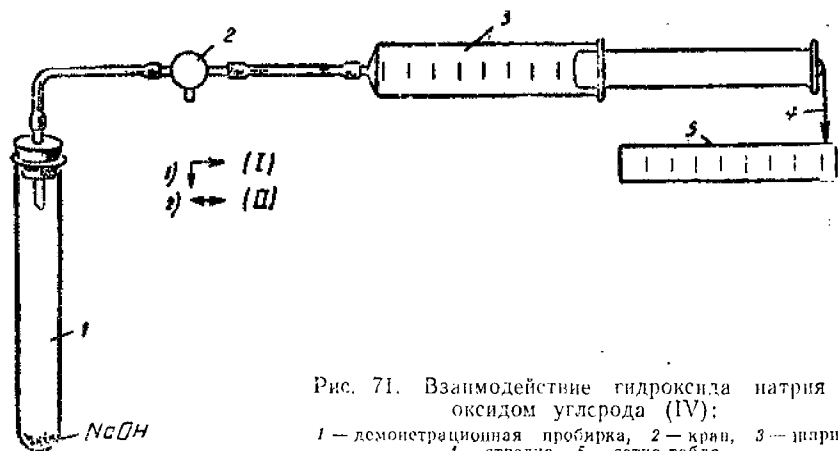


Рис. 71. Взаимодействие гидроксида натрия с оксидом углерода (IV):

1 — демонстрационная пробирка, 2 — кран, 3 — шприц, 4 — стрелка, 5 — сетка-табло.

рашают на то, что образуется вода и расходуется газ. По количеству израсходованного газа можно решать задачи по определению массы получившейся соли, массы израсходованного основания и, наконец, в старших классах — определять состав получившейся смеси гидроксида натрия и карбоната натрия по исходной навеске гидроксида натрия и израсходованному объему оксида углерода (IV). Таким образом, в этих задачах сочетаются данные эксперимента и расчет. Такие задачи учащиеся решают с большим интересом, чем задачи из сборника задач и упражнений.

Методика проведения опыта. Собирают установку (рис. 71). Реактор — большую демонстрационную пробирку (ПХ-21) 1 — наполняют оксидом углерода (IV) методом вытеснения воздуха. Закрывают пробирку пробкой, которая соединена через кран 2 со шприцем 3. Манипулируя краном (положение I), устанавливают поршень шприца, после чего кран ставят в положение II. Реактор открывают и в него помещают гранулы (кусочки) гидроксида натрия. Реактор закрывают. После встряхивания прибора обращают внимание на прилипание гидроксида натрия к стенкам (за счет образования воды) и на движение стрелки-указателя 4 на сетке-табло 5 в сторону уменьшения объема оксида углерода (IV).

Опыт 5. Определение массы малахита, оксида меди (II) в реакции разложения. При демонстрации опыта с учащимися повторяют ранее изученный материал в VII классе, углубляют знания, решают задачи, используя проблемный подход. Затраченное дополнительное время на эксперимент способствует повышению качества знаний учащихся.

Методика проведения опыта. Собирают установку (рис. 72). Прогревают реактор 1, избегая нагревания малахита (кран в положении IV), чтобы вытеснить часть воздуха из прибора. После того как прекратится выделение пузырьков воздуха (об этом можно судить по прекращению барботаж в пробир-

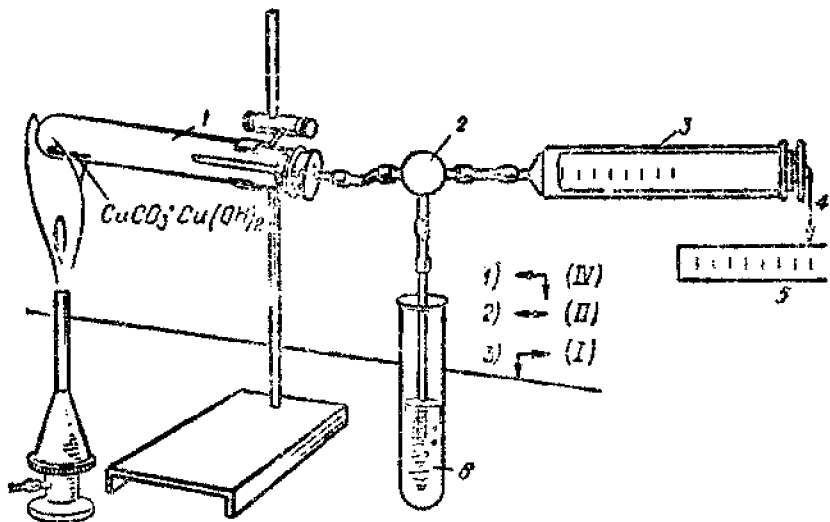


Рис. 72. Определение массы вещества по объему выделяющегося газа:
1 — пробирка-реактор, 2 — кран, 3 — шприц, 4 — стрелка, 5 — сетка-табло, 6 — пробирка с известковой водой.

ке 6), кран 2 переводят в положение II. Известковая вода в пробирке 6 не должна мутнеть. Если же известковая вода помутнела, значит, часть углекислого газа уже потеряна и опыт повторяют. Далее соль нагревают. Выделяющийся газ поступает в шприц 3. Образовавшаяся вода стекает к пробке реактора 1, а соль превращается в черный порошок оксида меди (II).

После того, как опыт закончился, т. е. остановится стрелка указателя 4, замеряют объем выделившегося газа по шкале 5. Если навеска малахита будет взята согласно предварительному расчету в большом количестве, то тогда надо использовать несколько шприцев, соединив их последовательно с помощью четырехходового соединительного приспособления 3 (рис. 70). В этом случае учитывают схему установления упора 6 для предупреждения «выброса» поршней шприцев.

Для доказательств выделения оксида углерода (IV) кран устанавливают в положение I и поршнем вытесняют из шприца газ в пробирку с известковой водой — жидкость мутнеет.

Массу оксида меди (II) и израсходованного малахита определяют согласно уравнению реакции по объему выделившегося оксида углерода (IV).

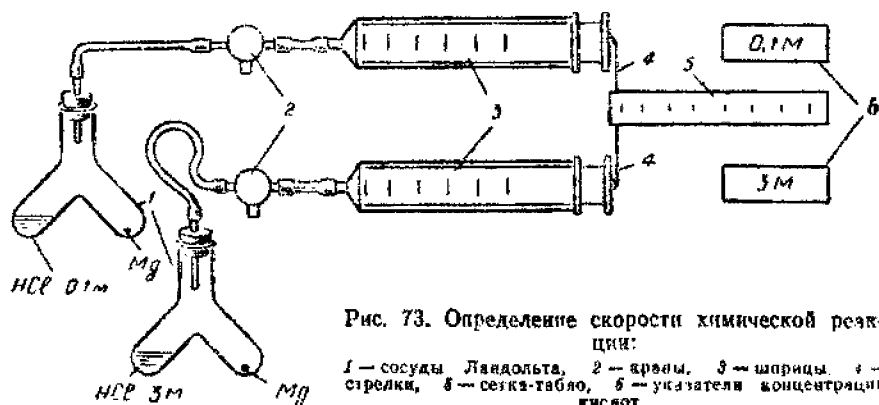
Опыт 6. Определение массы перманганата калия по выделившемуся кислороду в результате реакции разложения. Собирают установку (рис. 72), но пробирку-реактор 1 укрепляют в горизонтальном положении. Вместо известковой воды в пробирку 6 наливают чистую воду. Последовательность проведения опыта и расчеты аналогичны операциям в опыте 5.

Опыт 7. Определение массовой доли кислорода (в процентах) при разложении определенной навески перманганата калия. Собирают установку (рис. 72). Опыт проводят так же, как и опыт 6. Навеска перманганата — 0,8—0,6 г. Для определения объема газа устанавливают три шприца по 20 мл, каждый с упором (рис. 70). После проведенного опыта рассчитывают выход кислорода, сравнивая его с теоретически возможным выходом.

Опыт 8. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ. Демонстрацию опытов по кинетике химических реакций необходимо проводить одновременно, используя 2—3 сосуда Ландольта 1, соединенные через краны 2 со шприцами 3 и стрелками 4. На табло, помимо сетки 5 с делениями шприцев, помещают указатели концентрации кислоты (состояние реагирующих веществ, температура, металлы и т. п.) на отдельных прозрачных пленках (рис. 73). Это необходимо сделать для того, чтобы учащиеся в ходе опыта сразу увидели результаты эксперимента и сделали соответствующий вывод.

Методика проведения опыта. В одно из колен сосуда Ландольта 1 помещают растворы кислот разной концентрации, а в другое — навеску металла магния (0,016 г для шприца вместимостью 20,0 мл). Чтобы не взвешивать навеску на аналитических весах, можно приготовить реактивные бумажки с металлами. Для этого взвешивают на технических весах 100—200 мг порошкового металла, который высыпают на чистый лист фильтровальной бумаги и распределяют ровным слоем по всей ее поверхности. Затем металл заливают клеем (канцелярным или крахмальным раствором). Далее бумагу высушивают и разрезают на реактивные бумажные полоски с таким расчетом, чтобы в каждой из них приходилось примерно 0,016—0,020 г металла. Все эти операции выполняют кружковцы под руководством учителя или лаборанта.

Перед демонстрацией опытов следует проверить 2—3 реактивные бумажные полоски, чтобы убедиться в равномерном распределении на них металла.



Сосуд Ландольта 1 укрепляют на железном штативе. Краны устанавливают в положение II. При одновременном приливании кислот к металлам сразу же наблюдают движение стрелок-указателей 4, но с разной скоростью, так как кислоты были 0,1 М ~ (0,36%, $\rho = 1,00$ г/мл) или 3 М (10,5%, $\rho = 1,05$ г/мл).

Опыт 9. Зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ. Для демонстрации опыта можно взять различные кислоты (например, соляную и уксусную одинаковой концентрации), но с одним и тем же металлом — магнием или цинком. Или наоборот: берут одну и ту же кислоту, а другой реагент, например цинк, в виде гранул и порошка или мрамор в виде кусочков и измельченный в виде порошка.

Установка и проведение опыта аналогичны опыту 8.

Опыт 10. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Собирают установку (рис. 73). В качестве реагентов используют 0,1 М раствор соляной кислоты и металлический порошок магния массой 0,016—0,020 г. Последовательность проведения опыта аналогична последовательности проведения опыта 8. Но в этом случае надо подготовить химический стакан с нагретой водой, в которую погружают один из сосудов Ландольта. При одновременном приливании кислот в металлы стрелка-указатель будет быстрее перемещаться в том случае, когда температура выше.

Опыт 11. Определение адсорбционной способности активированного и обыкновенного древесного угля по отношению к газам. Явление адсорбции можно показать на примере отношения какого-либо газа: хлора, брома, сероводорода, оксида серы (IV) — к активированному углю и раскрыть значение адсорбции при очистке воздуха от газов.

Методика проведения опыта. Собирают установку (рис. 74). Шприцы используют максимальных объемов. В одну хлоркальциевую трубку 1 помещают активированный уголь (карбонен), в другую — обыкновенный древесный уголь.

Сначала проводят опыт с обыкновенным углем без наполнения шприца газом, чтобы доказать герметичность установки и одинаковый «расход» перекачивания газов из шприца 3 в шприц 4. Для этого кран 2 устанавливают в положение II. На поршень шприца 3 слегка надавливают пальцем. В это время поршень шприца 4 выталкивается на такое же расстояние. Так проделывают 2—3 раза. Далее шприц 3 наполняют одним из газов и этот газ вводят в установку. В итоге учащиеся увидят, что поршень шприца 4 выдвинется на незначительное расстояние. Значит, газ частично поглотился — адсорбировался на угле.

Заменив хлоркальциевую трубку на трубку с активированным углем и проделав те же операции, учащиеся увидят, что поршень в шприце 4 выдвинется еще на меньшее расстояние. Таким образом доказывается неодинаковая адсорбционная способность древесного и активированного угля.

Для доказательства адсорбции газа на угле газотводную трубку от хлоркальциевой трубки помещают в пробирку с реактивом

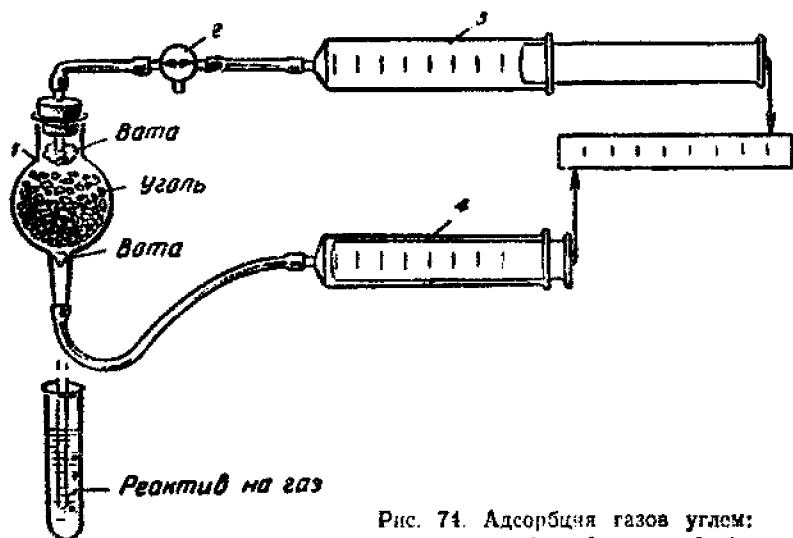


Рис. 74. Адсорбция газов углем:
1 — хлоркальциевая трубка, 2 — кран, 3, 4 — шприцы.

на газ. Через систему прокачивают воздух с помощью шприца. Если использовали хлор, то можно взять подокрахмальный раствор; оксид серы (IV) — раствор фуксина основного; сероводород — раствор ацетата свинца или сульфата меди; бром — подид калия.

Опыт 12. Определение карбоната и гидрокарбоната. Собирают установку (рис. 9). В один колена сосудов Ландольта наливают по 1—1.5 мл 3 M раствора соляной кислоты (10.5%). В другие колена помещают соли по 50 мг. (В один сосуд Ландольта — карбонат, а в другой — гидрокарбонат.) После установления крана в положение II приливают растворы кислот в колена сосудов Ландольта с солями. По количеству выделившегося газа определяют соли (где больше выделяется газа, там карбонат) и степень их чистоты, сверяясь с теоретическими расчетами.

Опыт 13. Сильные и слабые электролиты. Электролиты можно сравнить по силе в установке (рис. 73). Методика проведения опыта аналогична методике проведения опыта 8. В качестве электролитов берут 0,1 M раствор соляной кислоты и 0,1 M раствор уксусной кислоты. Другим реагентом является порошок магния массой 0,016 г или реактивная бумажная полоска с этим же металлом.

На опыте учащиеся убеждаются в том, что сильные электролиты реагируют энергичнее.

Опыт 14. Активность металлов. Для демонстрации опытов готовят реактивные бумажные полоски с металлами: магнием, железом, цинком, оловом, медью (см. опыт 8). Методика проведения опытов аналогична методике проведения опыта 8, только используют в этом случае разные металлы. Опыты надо проводить параллельно в двух-трех сосудах Ландольта. (Сосуды Ландольта,

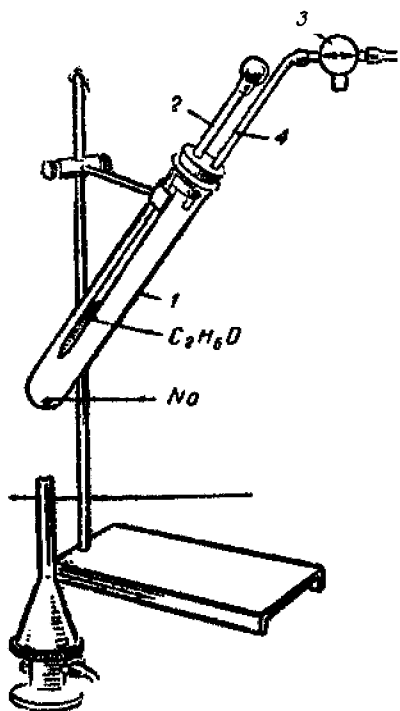


Рис. 75. Определение молекулярной формулы спирта:

1 — пробирка, 2 — микропипетка со спиртом, 3 — край, 4 — воздушный холодильник.

в которых прореагируют металлы, заменяют на новые, чтобы исследовать все пять металлов.)

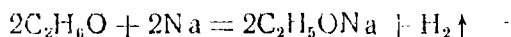
Опыт 15. Определение молекулярной формулы этилового спирта. Молекулярную формулу этилового спирта можно найти по количеству выделившегося водорода при реакции 1 моль спирта с натрием.

Для проведения опыта надо приготовить абсолютный спирт, который получают взаимодействием спирта с обезвоженной солью — сульфатом меди. Медный купорос массой 1,5—2,0 г нагревают в фарфоровой чашке или тигле на пламени горелки, перемешивая медной проволокой. Нагревание продолжают до полного исчезновения голубой окраски соли и прекращения выделения паров воды. (Перекаливать соль нельзя!) К остывшему белому порошку приливают 2—3 мл этилового спирта. Белый порошок быстро окрашивается в голубой цвет.

Полученный обезвоженный спирт осторожно сливают и используют для опыта.

Методика проведения опыта. Установка (рис. 75) состоит из реактора 1, соединенного через край 3 с четырехходовым приспособлением и тремя шприцами, как указано на рисунке 70. В качестве реактора используют пробирку с пробкой, в которую вставлены микропипетка 2 с грушей и воздушный холодильник 4. Холодильник делают из стеклянной трубки ($l=35-50$ см). В пробирку помещают 0,5 г металлического натрия. В микропипетку набирают 0,2 мл безводного спирта, что соответствует 0,16 г спирта. Спирт из пипетки выдавливают на натрий. Происходит химический процесс с выделением водорода. Край ставят в положение II, поршни шприцев выдвигают. Реактор 1 слегка нагревают, чтобы полностью прореагировал спирт. После охлаждения всей установки замеряют объем выделившегося водорода. Объем приводят к нормальным условиям и выполняют расчеты.

Уравнение реакции:



Рассуждения:

Из 0,16 г C_2H_6O выделилось 38,9 мл водорода (н. у.)

$$x \text{ г} - 22400 \text{ мл}$$

$$0,16 : x = 38,9 : 22400$$

$$x = \frac{0,16 \text{ г} \cdot 22400 \text{ мл}}{38,9 \text{ мл}} = 92,12 \text{ г}$$

Сколько моль спирта вступило в реакцию, если выделилось 38,9 мл водорода?

$$92,12 : 46,07 \approx 2$$

Из 2 моль спирта получается 1 моль водорода. Значит, в каждом моль спирта замещается один какой-то атом водорода. Таким атомом может быть только тот, который соединен с кислородом, так как в противном случае из 1 моль спирта выделился бы не $\frac{1}{2}$ моль водорода, а 3 моль. Таким образом, формула этилового спирта: CH_3-CH_2-OH , а не CH_3-O-CH_3 .

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА УЧЕНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Школьный ученический эксперимент по химии, предусмотренный программой, включает: лабораторные опыты, практические занятия и практикум.

Главная задача, которая ставится при выполнении учащимися лабораторных и практических работ, состоит в том, чтобы экспериментальным путем знакомить их с составом, получением, химическими свойствами и применением веществ. Но чтобы ученик мог осуществить такое знакомство, он должен обладать знаниями: какие вещества и в каком количестве необходимо взять для получения нового вещества, изучения его состава и химических реакций, при каких условиях провести эти реакции, какие операции надо при этом выполнять, как наблюдать, как сделать выводы. Кроме того, он должен приобрести умения и навыки по выполнению необходимых химических операций, уметь выдвигать гипотезы, конструировать приборы и проводить эксперименты для их проверки.

Особое место занимает введенный в новые программы практикум, главная цель которого — развить умения учащихся применять полученные знания на практике, самостоятельно добывать необходимые данные, решать с помощью эксперимента качественные и количественные задачи (см. с. 192).

Уровень подготовки учащихся и их готовность выполнять самостоятельно практические задания различны. Неодинакова и дидактическая функция конкретных видов ученического эксперимента. Выполнение лабораторных опытов учащимися требует непосредственного участия и руководства учителя, особенно в начале изучения курса химии.

В старших классах, с приобретением соответствующих умений, функция учителя ограничивается лишь общим руководством. При выполнении практических занятий самостоятельность учащихся возрастает, учитель наблюдает за выполнением работы и оказывает необходимую помощь. Практические задания учащиеся выполняют обычно по инструкциям, данным в учебнике.

Решение экспериментальных задач рассчитано на полное самостоятельное их выполнение учащимися.

Этими особенностями обуславливаются методика и техника каждой формы ученического эксперимента, количество отводимого на них времени и подбор соответствующего оборудования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УЧЕНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В настоящее время создана учебно-материальная база для организации ученического эксперимента. Отличительной чертой ее является наличие не только специального оборудования, но и соответствующих инструктивных материалов по его использованию.

Можно привести немало примеров положительного влияния не только содержания предмета химии на учебное оборудование, но и оборудования на содержание и методы обучения химии: проявление возможности вариативного выполнения опытов, индивидуальных дифференцированных заданий; увеличение познавательной ценности их; включение в самостоятельные работы учащихся опытов, ранее опасных и недоступных по этой причине; включение опытов, недостаточно наглядных в демонстрационной постановке; сокращение времени учителя на подготовку ученического эксперимента; использование последнего экспромтом в различных учебных ситуациях.

Эффективность использования оборудования значительно возрастает, если последнее вместе с инструктивными материалами составляет единое целое и приспособлено к особенностям учебной деятельности учащихся.

В систему учебного оборудования включены модернизированные и новые комплекты для ученического эксперимента, сконструированные с учетом современных педагогико-эргономических требований.

Рассмотрим эти комплекты:

1. **Наборы посуды для реактивов (НПР-М), посуды и принадлежностей для работы с малыми количествами веществ (ППМ-М).** В настоящее время на основе экспериментальной проверки для усиления функциональной направленности, обеспечения удобства и безопасности проведения разнообразных опытов эти наборы модернизированы. Уменьшены габариты корпусов, проведена миниатюризация посуды и принадлежностей, разработаны и включены в комплект крепежные детали, позволяющие разместить постоянно и надежно наборы на лабораторных столах учащихся, т. е. превратить каждое рабочее место в своеобразную микролабораторию. В значительной мере улучшено эстетическое оформление наборов, способствующее поддержанию чистоты, порядка на рабочем месте, воспитанию аккуратности и общей культуры выполнения практических работ.

Набор НПР-М включает 24 склянки для наиболее употребляемых растворов веществ и 16 банок для твердых реактивов и обеспечивает выполнение почти всех лабораторных опытов и практических работ по курсу неорганической химии.

Каждая склянка и банка имеют несмывающуюся этикетку с указанием номера места (ложемента) их размещения. В целях безопасности использования они должны быть снабжены цветными указателями принадлежности находящихся в них веществ: к

кислотам (красный или оранжевый), щелочам (синий), солям (белый или зеленый), индикаторам (желтый).

Отбор веществ осуществлен с учетом возможности вариативной постановки опытов и правил техники безопасности.

Каждая склянка с раствором снабжена пробкой и резиновым баллоном, обеспечивающим взятие необходимого количества раствора реагента.

Банки с сухими веществами и склянки с растворами располагаются в пластмассовых выдвижных лотках согласно следующей схеме:

Верхний лоток ^1Cu , ^2Zn , ^3Al , ^4CaO , ^5MgO , ^6CuO , $^7\text{NaCl}$, $^8\text{CaCl}_2$,
Нижний лоток $^9\text{Na}_2\text{CO}_3$, $^{10}\text{K}_2\text{CO}_3$, $^{11}\text{Na}_3\text{PO}_4$, $^{12}\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,
 $^{13}\text{CuCl}_2$, $^{14}\text{Na}_2\text{SO}_4$, $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$, $^{16}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Склянки с растворами реактивов размещают в лотках согласно схеме:

Лоток 1				Лоток 2			
$^9\text{NaOH}$	$^{10}\text{NH}_4\text{OH}$	$^{11}\text{Ca}(\text{OH})_2$	$^{12}\text{H}_2\text{O}$	^{21}KI	$^{22}\text{Na}_2\text{CO}_3$	$^{23}\text{NaHCO}_3$	$^{24}\text{AgNO}_3$
$^5\text{Метил-оранж}$	$^6\text{Лакмус}$	$^7\text{Фенол-фталейн}$	$^8\text{Br}_2(\text{aq})$	$^{17}\text{MgCl}_2$	$^{18}\text{BaCl}_2$	$^{19}\text{FeCl}_3$	$^{20}\text{NaBr}$
^1HCl 1:2	$^4\text{H}_2\text{SO}_4$ 3:2	$^3\text{H}_2\text{SO}_4$ 1:5	$^4\text{HNO}_3$ 1:3	$^{13}\text{CuSO}_4$	$^{14}\text{ZnSO}_4$	$^{15}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$^{16}\text{CaSO}_4$

Набор посуды и принадлежностей для работы с малыми количествами веществ (НПМ-М) представлен на рисунке 76.

В набор включены три пластмассовых лотка-укладки с комплектами трубок: дугообразная и три прямые ($\varnothing 16$ мм, $l = 60$ мм); пробирка мерная (10 мл); прибор для получения газов (ППГ); холодильник обратный; трубки с пробками; узлы-соединения для монтажа лабораторных приборов; посуда малого объема: колбы — коническая (50 мл), плоскодонная (50 мл), круглодонная (50 мл); два сосуда Ландольта; воронка с крапом или оливой.

В четвертом деревянном лотке с перегородками помещены: штатив лабораторный (с муфтами, лапками, кольцами); ложка фарфоровая; держатели для пробирок; треугольник фарфоровый; огнезащитная прокладка; стеклянные палочки и трубки; пластина для капельного анализа; резиновая трубка.

Стаканы (25 мл), мерный стакан (100 мл), воронка конусообразная с коротким стеблем помещены в отделение со штативами для пробирок. Их в наборе два, каждый из которых рассчитан на 10 пробирок вместимостью 10—20 мл.

Комплект унифицирован. Узлы и соединения подходят как для пробирок, так и для других видов посуды (колб и дугообразной трубки), что дает возможность монтировать различные по слож-

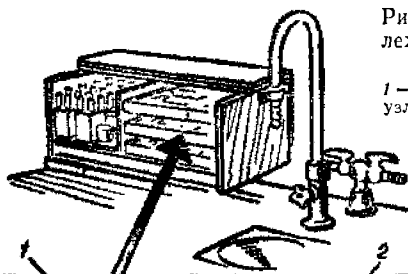
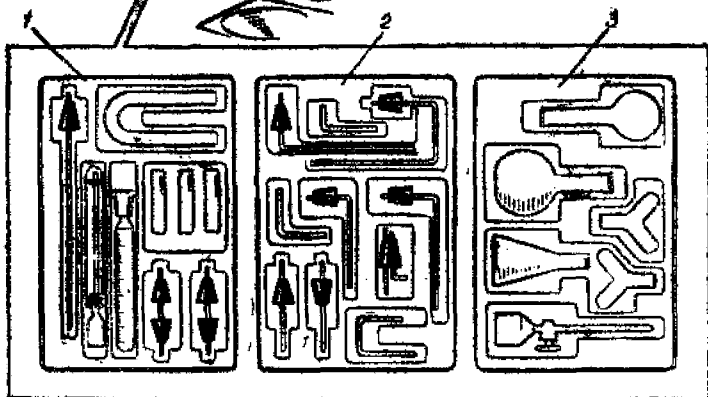


Рис. 76. Набор посуды и принадлежностей для работы с малыми количествами веществ НПМ-М:

1 — укладка с трубками, 2 — укладка с узлами для монтажа приборов, 3 — укладка с посудой.



ности приборы и использовать набор не только на уроках, но и на факультативных и внеурочных занятиях.

Указанный набор посуды и принадлежностей, а также тигель, ступка с пестиком, чаша выпарная, размещенные в наборе на определенных местах, постоянно «под руками» дают возможность учителю организовать самостоятельные работы без предварительной подготовки, экспромтом, если в этом возникла необходимость.

Постоянное размещение наборов на столах дисциплинирует учащихся, воспитывает в них хозяйственность, ответственность за оборудование на рабочем месте, навыки общественно полезного труда. Для этого в начале учебного года за каждым учеником закрепляют рабочее место и составляют план размещения учащихся, который хранится у учителя.

Методические преимущества системы организации лабораторных и практических работ на основе модернизированных наборов, приспособленных к особенностям труда учащихся и постоянно находящихся на их рабочих местах, очевидны. Наборы дают возможность организовывать безопасное выполнение самостоятельных работ индивидуально и попарно; проводить кратковременные опыты, а также одночасовые практические занятия; осуществлять вариативность при постановке опытов; организовывать выполнение экспериментальных заданий с применением дифференцированного подхода; организовывать проведение незапланированных опытов, если в этом возникает необходимость (повто-

решение, исправление ошибок, подтверждение или опровержение предположений учащихся при ответах, изучении нового материала); использовать экспериментальные задания для контроля знаний, умений и навыков учащихся, проводить контрольно-экспериментальные уроки; затрачивать минимум времени на подготовку сложных практических работ (не более 30 мин); осуществлять быстрый и удобный монтаж приборов и установок из готовых унифицированных узлов и деталей; удобно фиксировать результаты наблюдений (наличие откидной крышки и возможность использования ее в качестве полки для размещения штатива с пробирками, посуды с полученными и исследуемыми веществами); производить быстрое и удобное размещение использованного оборудования на постоянные места хранения (наличие укладок с ложечками для посуды, лотков с разделителями, номеров указателей в лотках); осуществлять уборку и контроль за целостностью оборудования; сочетать эксперимент с другими видами самостоятельных заданий: моделированием, работой с коллекциями, справочниками и т. д.; проводить факультативные и внеурочные занятия.

2. Набор-укладка для раздаточного материала (НРМХ) изготовлена из пластмассы и включает посуду и принадлежности, необходимые для выполнения лабораторных опытов и практических работ (рис. 77).

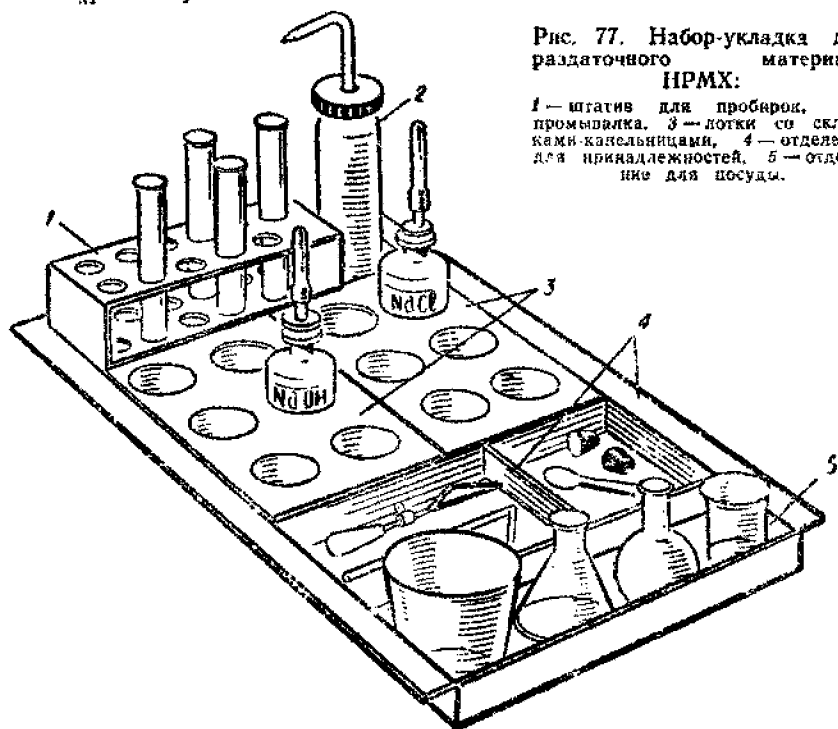


Рис. 77. Набор-укладка для раздаточного материала НРМХ:

1 — штатив для пробирок, 2 — промывалка, 3 — лотки со стеклянными капельницами, 4 — отделение для принадлежностей, 5 — отделение для посуды.

В набор входят: штатив для пробирок; промывалка; два лотка со склянками-капельницами (по 6 шт.); колбы — коническая и плоскодонная; воронка коническая; стакан; принадлежности для выполнения различных операций — держатель для пробирок, пластина для капельного анализа, ложка-дозатор для взятия веществ, трубки-сочленения для монтажа простейших приборов, пробка с держателями для собирания газов.

Набор-укладка наиболее пригодна для использования в кабинетах естествознания на уроках химии, биологии, физики, природоведения.

3. Набор узлов и деталей для монтажа простейших приборов (НППХ) предназначен для самостоятельных работ учащихся по программе и приобретается в том случае, когда в кабинетах химии отсутствуют наборы НПР, НПМ, НРМХ. В состав набора входят посуда небольшого объема (колбы, стаканы, воронки и т. д. на 25, 50, 100 мл), а также разнообразные принадлежности: штатив для пробирок, трубка дугообразная с отводом, набор газотводных трубок, изогнутых под разными углами, пробки резиновые, трубки резиновые и т. д.

4. Набор по электрохимии лабораторный (НЭХ). Для выполнения электрохимических экспериментов учащимися предназначен набор по электрохимии лабораторный (НЭХ), который позволяет осуществлять следующие лабораторные опыты: электрическая проводимость различных веществ (растворов и расплавов, а также металлов и неметаллов); сравнение электрической проводимости концентрированного и разбавленного растворов уксусной кислоты; электролиз растворов солей; электролиз небольших количеств воды и испытание продуктов электролиза; электрохимическая коррозия металлов (образование гальванического элемента).

Для выполнения опытов используют напряжение не более 12 В.

Набор (рис. 78) включает следующие компоненты: панель 1 с вмонтированной в нее лампочкой и электродами из нержавеющей стали, которые в нижней части представляют прямоугольные пластины; электролизер — стакан из органического стекла 2, в дно которого вмонтированы смешные электроды (два из нержавеющей стали, один медный, один цинковый); электролизер — дугообразная стеклянная трубка с угольными электродами 3; дополнительные приспособления: Г-образный металлический стержень 4, на длинный конец которого надеты полихлорвиниловая трубка и резиновая пробка с держателем 5 для закрывания пробирок под слоем жидкости (воды и растворов электролитов).

5. Лабораторные электронагревательные приборы, выпускаемые промышленностью, предназначены для ученического эксперимента и рассчитаны на переменное напряжение электрического тока 42 В. Это напряжение обеспечивает комплект электроснабжения для кабинета химии КЭХ-М (см. с. 33). Мощность одного нагревателя 60 Вт.

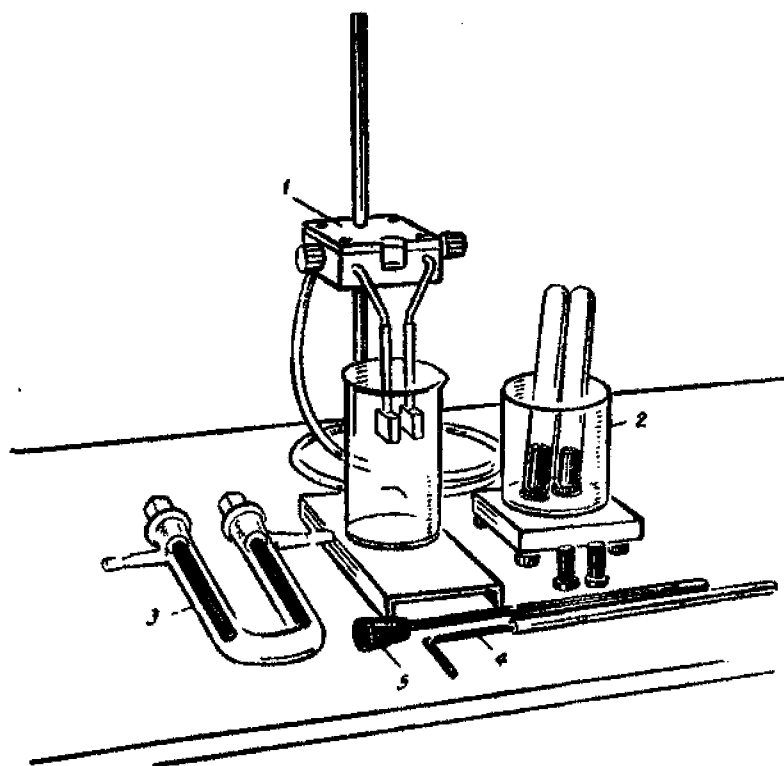


Рис. 78. Набор по электрохимии лабораторный НЭХ:

1 — панель с лампочкой и электродами, 2 — стакан-электролизер, 3 — U-образная трубка с угольными электродами, 4 — T-образный металлический стержень, 5 — пробка с держателем.

В настоящее время промышленность выпускает три модели нагревателей: две — для пробирок НПУ и НПЭШ и одну — для нагревания различной по форме посуды.

Нагреватель пробирок электрический школьный НПЭШ (рис. 79) имеет пружинящий зажим для пробирок 1, цилиндрический нагревательный элемент 2, обеспечивающий равномерное нагревание веществ, и защитный кожух 3 для предотвращения ожога. Нагреватель типа НПЭШ имеет преимущества перед нагревателем типа НПУ (нагреватель пробирок учебный): он меньше размеров и более удобен в работе, так как его можно укреплять с помощью специального штыря 4 в муфте лабораторного штатива в различных положениях — вертикально, горизонтально, под углом. Нагревательный элемент НПЭШ защищен от попадания реакционной жидкости.

Нагреватель лабораторный школьный НЛШ предназначен для выполнения всех учебных опытов по программе средней школы. Его используют в качестве штатива для пробирок, лабора-

торного штатива, нагревателя и источника тока для электрохимических опытов.

Прибор (рис. 80) выполнен в виде штатива для пробирок со сменными нагревателями, держателями для посуды и комплектом электрохимических приставок. Корпус нагревателя — из пластмассы. В основании 1 прибора размещен блок питания, а на боковой стенке — выключатель 2. Верхняя часть нагревателя — крышка 3 (собственно штатив для пробирок) — снабжена выдвижным Г-образным поддоном 4.

Вертикальная стенка поддона служит световым экраном.

На лицевой стороне корпуса расположена панель с двумя штепсельными розетками 5, 7. Верхняя розетка 5 поворотная, обеспечивает три фиксируемых положения пробирки (вертикальное и два наклонных). Эта розетка имеет механическую блокировку, которая не позволяет вставить сменный нагреватель и повернуть корпус розетки при уже установленном нагревателе. Между ро-

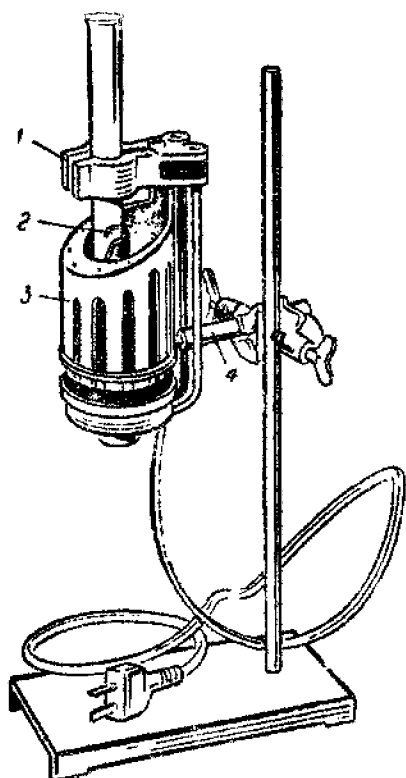


Рис. 79. Нагреватель для пробирок школьный НПЭШ:

1 — зажим для пробирок, 2 — нагревательный элемент, 3 — защитный кожух, 4 — штырь для крепления в муфте.

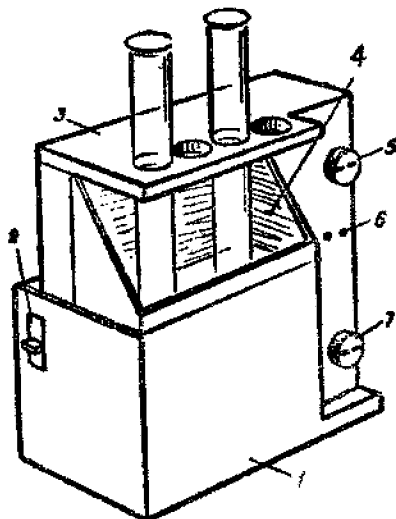


Рис. 80. Нагреватель лабораторный школьный НЛШ:

1 — основание, 2 — выключатель, 3 — крышка, 4 — Г-образный поддон, 5, 7 — розетки, 6 — отверстия для фиксации кольца.

зетками 5 и 7 на панели прибора находятся два отверстия 6 для фиксации металлического кольца.

На задней стороне корпуса (на крышке) расположены дополнительные гнезда для размещения четырех запасных пробирок.

Каждый из сменных нагревательных элементов (рис. 81) состоит из пластмассового корпуса с встроенной штепсельной вилкой и нихромового малоинерционного нагревателя, выполненного в виде спирали (по форме посуды). Нагревательные элементы предназначены для нагревания всех видов химической посуды вместимостью не более 50 мл и сжигания сухого горючего.

Во избежание опрокидывания посуды во время нагрева веществ необходимо использовать вспомогательные приставки — держатели посуды (рис. 81, б, в).

Электрохимические и другие приставки (рис. 82) представляют собой самостоятельный комплект, который может приобретаться отдельно. В комплект входят: приставка для электролиза; реакционный сосуд 1 с набором металлических и графитных электродов 2, 3; индикатор электрического тока в виде шкалы со стрелкой 4; приставка для определения электрической проводимости электролитов 5, а также приставка для окисления спирта в альдегид оксидом меди 6; электрошнуры 7 для подключения приставок 6 и их питания переменным или постоянным током, а также приставка для наблюдения за движением ионов в электрическом поле (см. с. 151).

6. Инструктивные материалы для выполнения практических занятий. В инструктивных материалах должны учитываться воз-

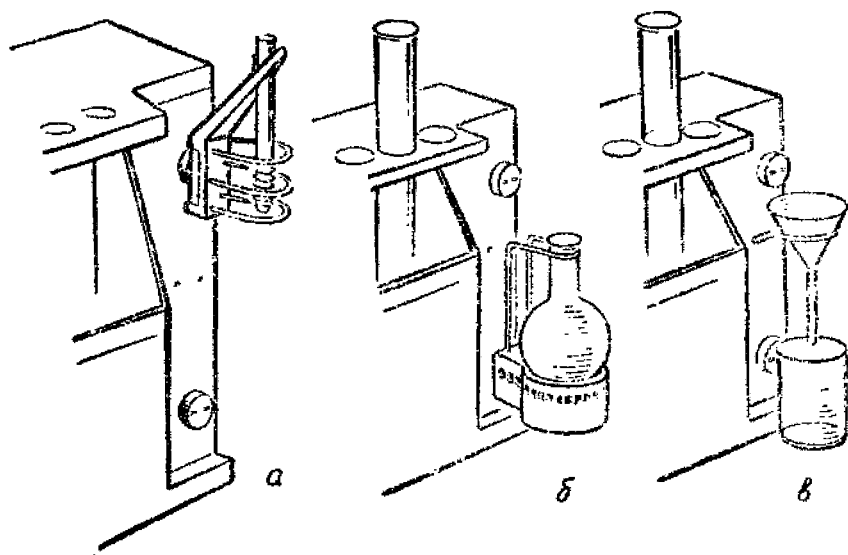


Рис. 81. Сменные приставки в нагревателе:

а — нагреватель для пробирок, б — нагреватель для колб, в — держатель для воронок.

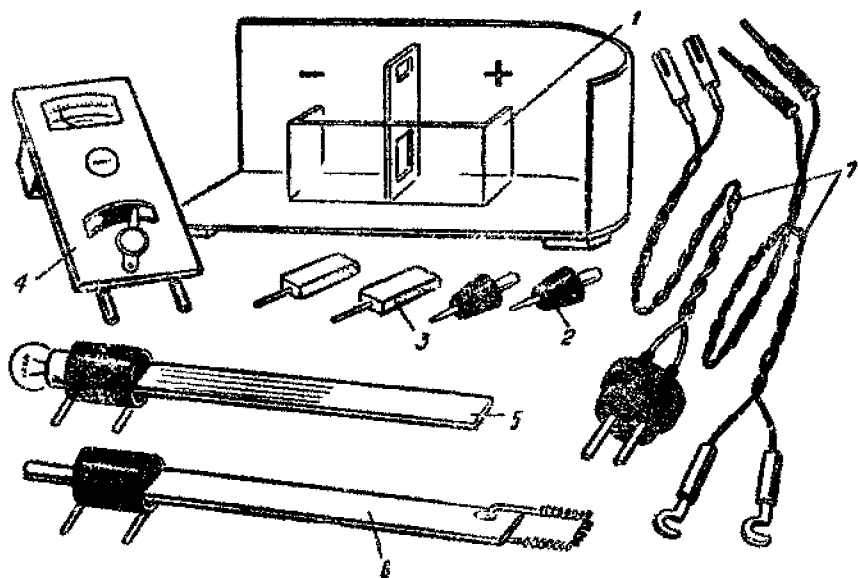


Рис. 82. Электрохимические и другие приставки:

1 — электролизер, 2, 3 — графитовые и металлические электроды, 4 — индикатор электрического тока, 5 — приставка для определения электрической проводимости, 6 — приставка для окисления спирта в альдегид, 7 — электрошнуры.

растные особенности школьников, запас и уровень предшествующих знаний, умений и навыков.

Инструкции и задания должны включать:

а) четко сформулированную цель; б) перечень операций, которые необходимо осуществить, их последовательность, приемы выполнения, меры предосторожности; в) перечень или рисунки необходимого оборудования; г) указания к тому, как надо фиксировать наблюдения (требования к отчету, которые излагают обычно один раз, а затем лишь напоминают форму отчета в зависимости от характера работы); д) указание о приведении рабочего места в порядок.

Обычно инструкции к первым работам носят очень подробный характер, так как запас необходимых знаний учащихся еще не велик. Даже при внимательном прочтении инструкция не полностью осмысливается учащимися, поскольку для этого необходимы определенные приемы умственной деятельности, которые на этом уровне еще недостаточно сформированы. Эти приемы организуют учебную деятельность: обеспечивают самостоятельность, активность, саморегуляцию, создают основу самообразования, формируют индивидуальный стиль работы. К таким приемам относят определение цели, планирование учебных действий, приемы их коррекции, контроля, организацию работы с книгой и наглядным материалом.

Чтобы лучше усвоить содержание, ученик должен правильно ориентироваться в структуре прочитанного: составить план выполнения работы (опыта) и наметить пути его реализации.

Практика показывает, что самостоятельное изучение таких инструкций в домашних условиях малоэффективно. Поэтому наиболее приспособленными к особенностям познавательной деятельности учащихся являются инструкции в виде алгоритма с четкой и краткой формулировкой заданий на каждом этапе и последовательностью выполнения операций, а также иллюстрированные необходимыми рисунками.

Однако сама по себе инструкция не может полностью обеспечить успех самостоятельной работы. Необходимо научить учащихся ею пользоваться, чтобы ученики правильно осознавали цель работы, сущность химических операций, последовательность их выполнения. Руководство и участие учителя, особенно в начале изучения химии, постепенно ослабевает в старших классах по мере накопления школьниками знаний, умений и навыков.

Инструктивные материалы должны быть четкими, короткими и наглядными. Операции и действия, которые уже были разъяснены в инструкциях, в дальнейшем повторно не разъясняют, а только называют, но осуществление новых операций освещают подробно. Учащиеся с помощью инструкций и под руководством учителя учатся самостоятельно наблюдать, записывать результаты наблюдений, делать выводы. Инструкция постепенно превращается в план проведения работы, и, наконец, в некоторых случаях учащиеся получают только задания и выполняют их, не имея никакой инструкции. Но как только ученики встречаются с новыми приемами и операциями, в работе ранее не встречавшимися, им снова необходима инструкция, помогающая приобрести правильные навыки и умения.

Для совершенствования самостоятельных работ, улучшения качества их организации необходимо в комплект к специализированному оборудованию включить следующие материалы:

1. Инструкции алгоритмического типа для учащихся (со схемами, рисунками, таблицами для практических занятий), наглядно и кратко раскрывающие сущность приемов и операций в химическом эксперименте.

2. Дифференцированные задания, позволяющие выполнять экспериментальные задачи по вариантам.

3. Комплект демонстрационных инструктивных материалов, который включает таблицы, серии диапозитивов, а также кинофрагменты, позволяющие в динамике ознакомить учащихся с приемами выполнения необходимых операций.

4. Образцы рекомендуемых форм отчетов о выполненных учащимися самостоятельных работах, которые целесообразно включать в соответствующие инструкции и задания.

Ниже рассмотрим, как реализуются эти требования на примере организации различных видов ученического эксперимента.

Методика и техника учебного эксперимента достаточно широко освещены в литературе [14, 15, 32, 37, 38 и др.].

В данном разделе мы рассмотрим организацию лишь некоторых лабораторных опытов и практических занятий по отдельным темам курса химии, а также тех, которые вызывают затруднения, предполагают вариативность выполнения на основе нового оборудования или требуют особого подхода. К последним относятся экспериментальные задачи и практикум по общей химии.

Тема 1. Первоначальные химические понятия

Практическое занятие. Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете.

Ознакомление с лабораторным оборудованием

При выполнении всех видов работ в школьном кабинете химии, особенно лабораторных опытов и практических занятий, учащиеся должны знать и соблюдать правила по технике безопасности и овладеть всем комплексом мероприятий, обеспечивающих полную безопасность их труда.

Поэтому на самых первых уроках следует ознакомить учащихся с основными правилами безопасной работы в кабинете химии. Знания по технике безопасности учащиеся используют не только на уроках, но и на внеклассных занятиях и в повседневной жизни.

Особое внимание необходимо уделить:

а) организации работы на рабочем месте учащихся, предусматривающей выработку навыков ответственного отношения к рабочему месту и его оснащению, соблюдение порядка и аккуратности в работе;

б) ознакомлению учащихся с сигнальными цветами и знаками безопасности, которые помогут школьникам усвоить правила по технике безопасности не только в условиях школьного химического кабинета, а также и вне школы;

в) выработке навыков умелого и грамотного обращения с учебным оборудованием, а также ознакомлению с приемами и правилами безопасного выполнения операций, наиболее часто встречающихся на уроках химии.

В химической лаборатории каждый учащийся имеет свое постоянное рабочее место, которое закрепляется за ним в соответствии с его ростом, зрением и слухом. Номер рабочего места ученика указывается на обложке его тетради и в плане размещения учащихся данного класса, который хранится у учителя. Римскими цифрами обозначают номера рядов лабораторных столов, арабскими — номера последних, буквами «А» (слева) и «Б» (справа) обозначают место ученика за лабораторным столом. Например, 1—2А означает, что ученик занимает в первом ряду за вторым столом место «А».

Следует ознакомить учащихся с некоторыми знаками безопасности, которые применяют в народном хозяйстве и служат для привлечения внимания работающих, предупреждения об опасности и разрешения определенных действий с целью обеспечения безопасности. Учащихся знакомят также с предписывающими знаками, которые указывают на выполнение конкретных требований безопасного выполнения работы, и с указательными знаками, показывающими, например, местонахождение пожарных кранов, стелушителей, пунктов извещения о пожаре, медицинской помощи. Эти же знаки должны использоваться и при работе в химическом кабинете.

Для наглядного ознакомления с правилами техники безопасности учащиеся раздают карты-инструкции.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Ознакомление с лабораторным оборудованием. Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете

Запишите на обложке тетради номер своего рабочего места.

Внимание! Каждый учащийся обязан содержать рабочее место в чистоте и порядке. Обнаружив неполадки (порчу стола, рассыпанные или разлитые реактивы, раскрытые склянки или банки с реактивами, отсутствие постоянно находящихся на столе предметов и т. д.), немедленно сообщить об этом учителю или лаборанту.

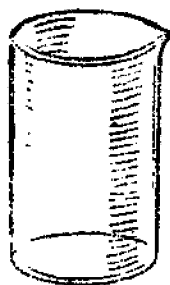
Помните! Порядок на рабочем столе — залог успешной и безопасной работы.

Ознакомление с лабораторным оборудованием

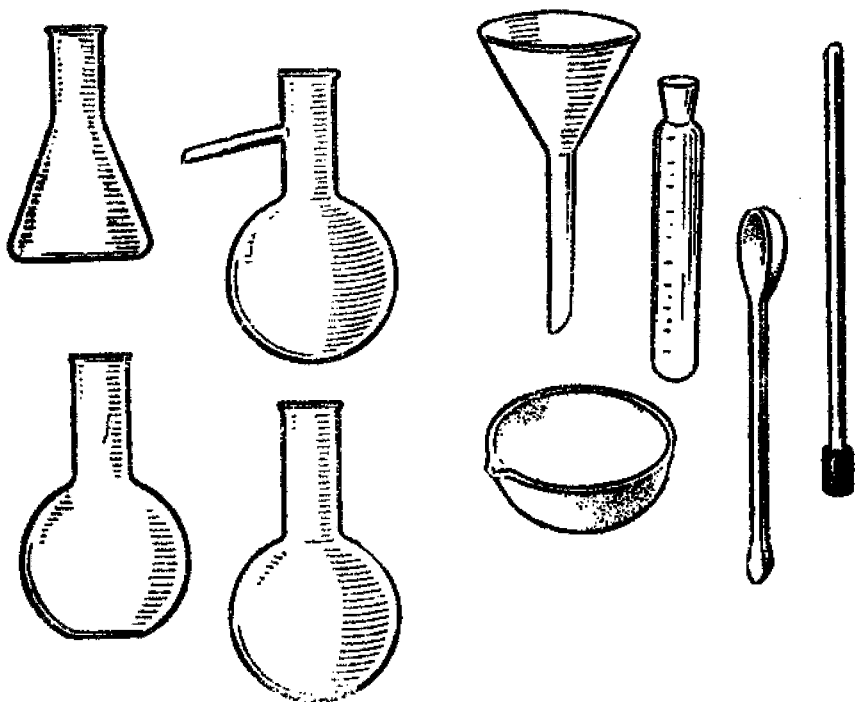
Познакомьтесь с лабораторным оборудованием на своем рабочем месте. Пользуясь рисунками, найдите различные виды химической посуды, принадлежностей.



Пробирка химическая применяется для проведения большинства простейших опытов и для монтажа приборов.



Стакан с воском служит для хранения жидких и твердых веществ, а также для проведения простейших химических операций.



Колбы коническая и плоскодонная используются для хранения жидких и твердых веществ, а также для проведения различных химических операций.

Колба круглодонная служит для проведения разнообразных химических операций при нагревании.

Колба перегонная с отростком предназначается для перегонки и разделения жидкостей.

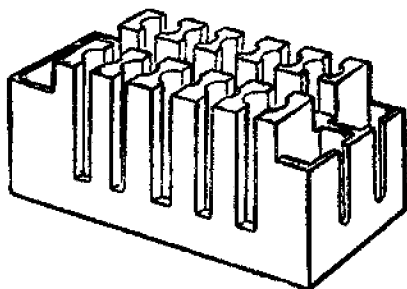
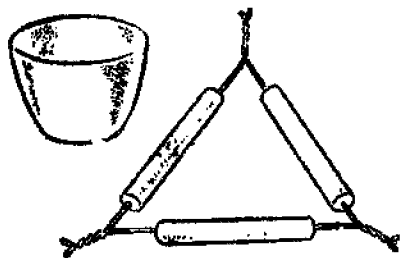
Мерная посуда: цилиндры, пробирки, стаканы, колбы — используется для измерения объема жидкостей.

Воронка конусообразная служит для наливания жидкостей в различную химическую посуду и для фильтрования.

Стеклянная палочка предназначается для размешивания жидкостей в химической посуде.

Ложка фарфоровая, шпатель, ложка-дозатор служат для взятия твердых веществ.

Чашка фарфоровая применяется для выпаривания жидкостей.



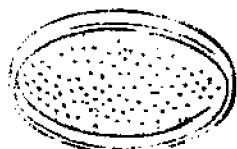
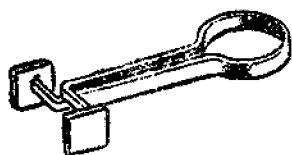
Тигель фарфоровый предназначен для нагревания и прокаливания твердых веществ при высокой температуре.

Треугольник фарфоровый используется для фиксации в нем тигля. Треугольник помещают на кольцо штатива.

Ступка с пестиком служит для размельчения и растирания твердых веществ.

Штатив для пробирок предназначен для размещения в нем пробирок. Боковые секции (карманы) штатива используются для размещения полосок фильтровальной или индикаторной бумаги, стеклянной палочки, пипеток.

Зажим пробирочный служит для закрепления пробирок, если вещество в пробирке требуется нагреть в пламени.



Зажим пружинный используется для зажимания резиновых трубок в различных приборах.

Пластина для капельного анализа применяется для проведения опытов с очень малыми количествами реактивов (1—2 капли).

Прокладка огнезащитная помещается на кольцо металлического штатива и используется при нагревании веществ в стеклянной химической посуде.

Внимание! Каждый предмет после использования должен быть возвращен на свое место в чистом виде.

Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете

Запрещается:



Принимать пищу в химическом кабинете, пробовать вещества на вкус.



Брать вещества руками.



Оставлять неубранными рассыпанные или разлитые реактивы.



Выливать или высыпать остатки реактивов в склянки и банки, из которых они были взяты.



Выливать или высыпать отработанные реактивы в раковину.



Менять пробки и пипетки от различных банок или склянок.



Набирать одной и той же ложкой или пипеткой различные вещества.



Оставляя открытыми склянки с жидкостями и банки с сухими веществами.

Проводить посторонние опыты, самовольно сливать и смешивать реактивы.

Будьте особенно осторожны в обращении с растворами кислот и щелочей, огнеопасными и ядовитыми веществами!

На наличие перечисленных свойств указывают следующие предупреждающие знаки на банках и склянках с реактивами:



Ядовитые вещества



Легковоспламеняющиеся вещества



Ядовитые вещества



Осторожно!
Опасность взрыва



Электрическое напряжение

Этот знак предупреждает о соблюдении осторожности при работе с электрическим током.

Опыты выполняйте по инструкциям, данным учителем, учебнике или специальном руководстве.



Определяя вещество по запаху, направляйте осторожно к себе газ или пар рукой, не делайте глубокого вдоха!



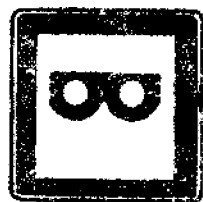
Наливайте или насыпайте реактивы только над столом. Пролитые или рассыпанные реактивы немедленно удалите по указанию учителя.

Берите вещества в количествах, указанных учителем или в руководстве.



Собирайте остатки веществ в специально предназначенную для этого посуду.

Смойте тщательно водой, а затем нейтрализующим веществом реактив, если он попал на кожу или на одежду.



Пользуйтесь защитными очками и резиновыми перчатками по указанию учителя.

Эти знаки указывают на местонахождение следующих объектов:



Огнетушитель

Пункт зажигания о по-

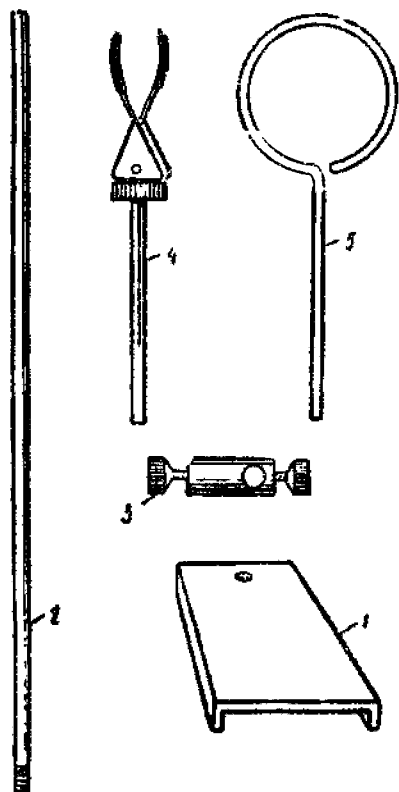
Аптечка первой помощи

жаре
Карта-инструкция

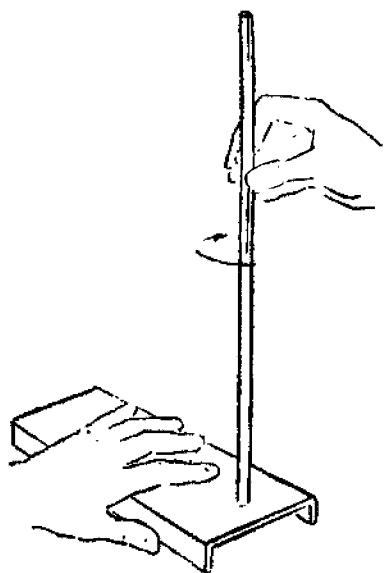
Практическое занятие. Приемы обращения с лабораторным штативом и нагревательными приборами

Приемы обращения с лабораторным штативом

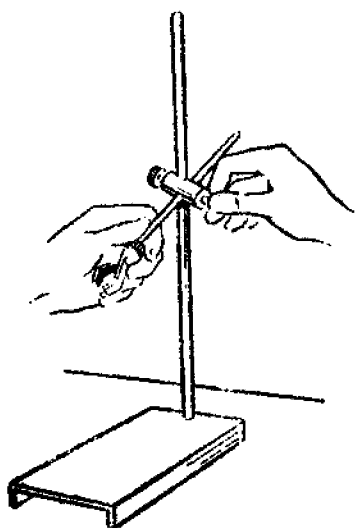
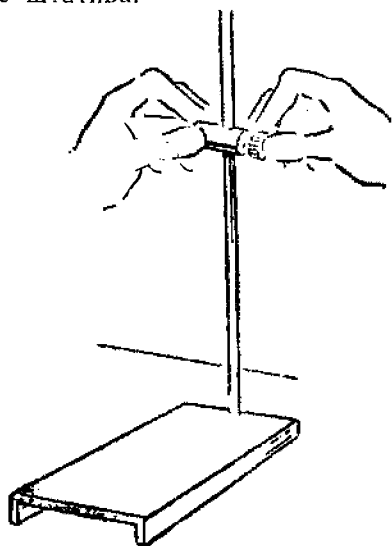
Пользуясь рисунком, рассмотрите детали, из которых собирается металлический штатив: 1 — основание; 2 — стержень; 3 — муфта; 4 — лапка; 5 — кольцо.

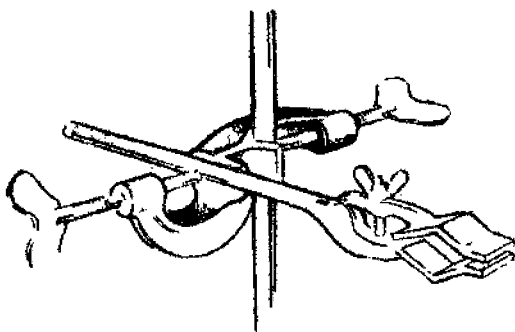


Закрепите муфту на стержне штатива.

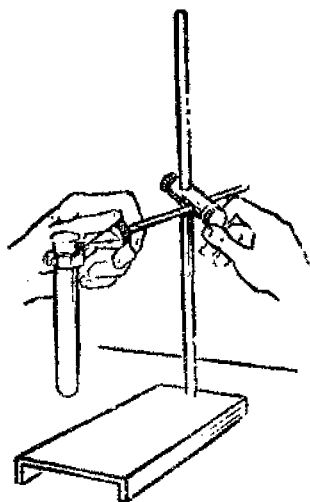


Ввинтите металлический стержень в основание штатива (по часовой стрелке).

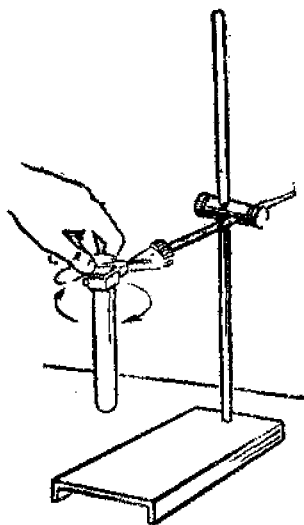




Внимание! Стержень лапки должен лежать в углублении на муфте, как показано на рисунке.



Вставьте левой рукой пробирку в лапку, поворачивайте осторожно винт до закрепления пробирки.

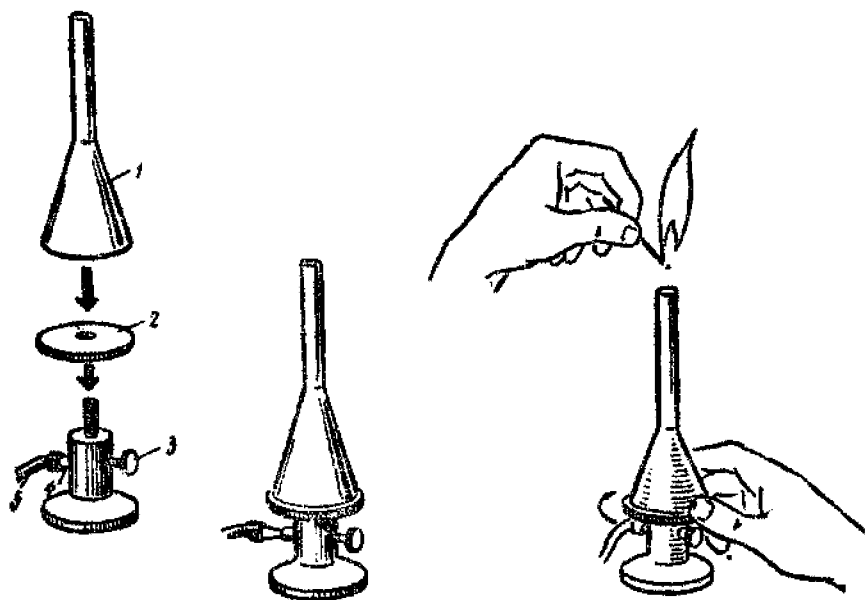


Внимание! Пробирка закреплена правильно, если она, не выпадая из лапки, может быть слегка повернута вокруг своей оси.

Приемы обращения с газовой горелкой

Пользуясь рисунком, рассмотрите газовую горелку. Найдите ее составные части: 1 — газоотводная трубка со смесителем; 2 — диск; 3 — винт; 4 — отводная трубка; 5 — резиновый шланг.

Подготовьте горелку к поджиганию газа. Присоедините ее с помощью резинового шланга к газовому крану.



Внимание! Во избежание «проскока пламени» (загорание газа внутри трубки и появление пламени у регулировочного винта) перед зажиганием горелки закройте доступ воздуха в смеситель.

Поднимите вращением диск, регулирующий подачу воздуха вверх к основанию смесителя, до отказа.

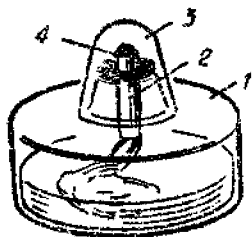
Поднесите зажженную спичку сбоку к отверстию газоотводной трубки.

Быстро откройте винт подачи газа на 2—3 оборота.

Вращайте вниз диск подачи воздуха, наблюдайте за изменением цвета пламени — от коптящего до голубоватого несветящегося.

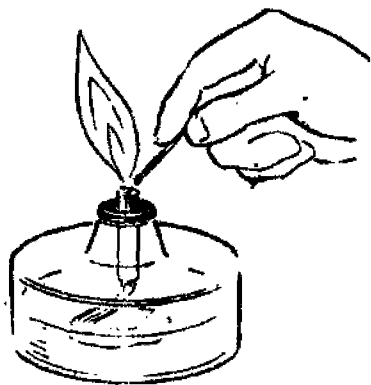
Орегулируйте с помощью винта высоту пламени до 8—10 см.

Приемы обращения со спиртовкой. Строение пламени

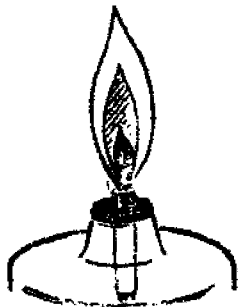


Рассмотрите спиртовку. Найдите ее составные части: 1 — резервуар; 2 — колпачок; 3 — трубка с диском; 4 — фитиль.

Проверьте: правильность заполнения спиртовки (на $\frac{2}{3}$ ее объема); состояние фитиля (ровно подрезан, длина 1,5 см над диском); положение фитиля в трубке (неплотно прилегает к трубке — почему?).



Зажгите спиртовку спичкой или горячей лучинкой.



Рассмотрите пламя. Сколько зон пламени можно выделить?

Исследуйте каждую зону пламени, внося в нее негорящую лучинку.

Отметьте в таблице цвет пламени и характеристику его зон по температуре (самая горячая, менее горячая, негорячая):

Зона	Цвет пламени	Характеристика температурного режима пламени
I II III		

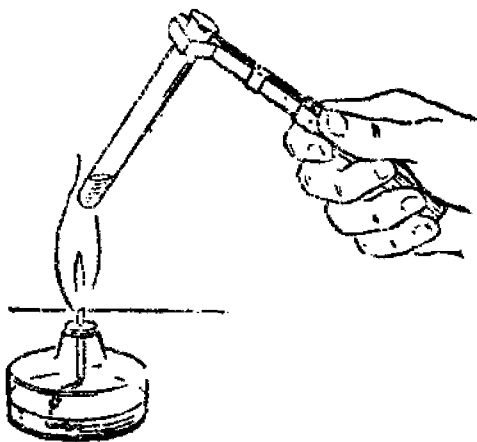
Какой частью пламени следует пользоваться при нагревании?

Налейте в пробирку на $\frac{1}{3}$ ее часть воды.

Поместите пробирку в пробирочный зажим.

Внесите пробирку в самую горячую часть пламени.

Внимание! Нагревайте осторожно сначала всю пробирку, затем, не вынимая ее из пламени, — ту часть, где находится вода (или вещество).



Направляйте отверстие прогреваемой пробирки в сторону от себя и соседей, избегая выбрасывания жидкости.

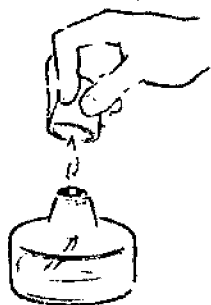
Не наклоняйтесь над нагреваемым сосудом (пробиркой).

Пробирку нагревайте до начала закипания воды.

Поставьте нагретую пробирку в штатив для пробирок.

Погасите спиртовку, накрыв пламя колпачком.

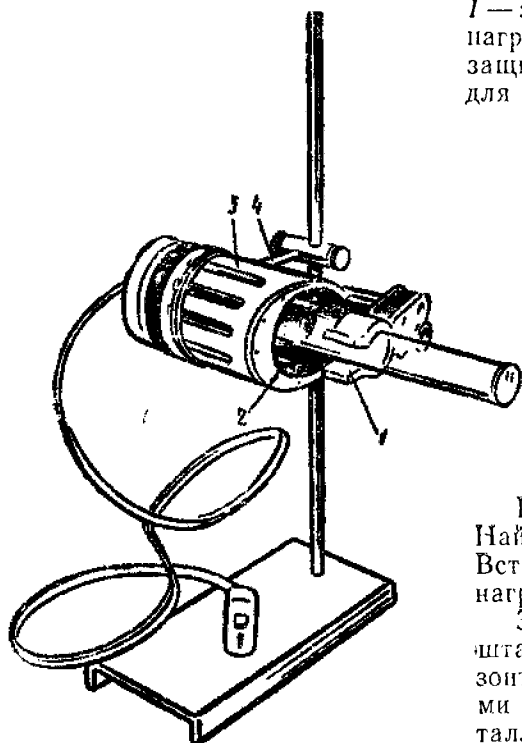
Помните! При пользовании спиртовкой запрещается: передача зажженной спиртовки; зажигание одной спиртовки от другой.



Гасите спиртовку, только накрывая пламя колпачком или крышкой.

Приемы обращения с нагревателем для пробирок электрическим НПЭШ

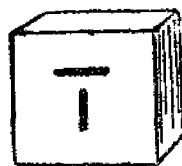
1 — зажим для пробирок; 2 — нагревательный элемент; 3 — защитный кожух; 4 — штырь для закрепления нагревателя



Рассмотрите нагреватель. Найдите составные части. Вставьте пробирку в зажим нагревателя.

Закрепите нагреватель в штативе: вертикально, горизонтально, под разными углами наклона при помощи металлического стержня.

Внимание! Нагреватель включают в специальные розетки с напряжением 42 В.



Лабораторная работа. Рассмотрение веществ с различными физическими свойствами

Урок проводят в виде самостоятельной работы учащихся. Цель урока: научить учащихся характеризовать физические свойства веществ.

Учитель предлагает учащимся ответить на вопрос: какие известны физические свойства веществ из курса физики? Ответы учащихся систематизируют и записывают на доске и в тетрадях в виде следующей схемы, которая служит планом изучения физических свойств веществ:

Название вещества	Агрегатное состояние	Цвет	Запах	Растворимость в воде	Твердость	Плотность	Температура плавления и кипения

Учащиеся должны фиксировать все наблюдения непосредственно в процессе работы.

Учащиеся приступают к выполнению задания, каждый этап которого контролируется учителем.

Нередко для лабораторных опытов подбирают вещества, хорошо знакомые учащимся из практики. Именно этот факт является причиной отсутствия интереса к работе. Для данной работы следует подобрать вещества в различном агрегатном состоянии с запахом и без него, например: разбавленную уксусную кислоту, нашатырный спирт, поваренную соль или какую-либо другую соль (карбонат магния), хлор в небольшой пробирке с пробкой.

Учащиеся получают задание рассмотреть внешний вид веществ и записать их агрегатное состояние и цвет в таблицу (учитель разбирает конкретный пример и делает соответствующую запись в схеме на доске).

Перед ознакомлением учащихся с запахом вещества учитель показывает, как необходимо правильно выполнять эту операцию, и демонстрирует соответствующую таблицу из серии инструктивных таблиц «Лабораторное оборудование и обращение с ним». Затем предлагает учащимся ознакомиться с запахом уксусной кислоты, нашатырного спирта и хлора.

Для исследования растворимости веществ в воде учитель сначала сам знакомит учащихся с правилами обращения с веществ-

вами: различными способами взятия твердого реагента из банки (ложечкой, сухой пробиркой, бумагой), переносом вещества в пробирку, внесением жидкого вещества в пробирку пипеткой, без пипетки и различными приемами перемешивания (стеклянной палочкой с резиновым наконечником, встряхиванием, взбалтыванием под пробкой). Все эти операции учитель показывает на соответствующих таблицах или экранных пособиях (в крупном плане) для того, чтобы учащиеся хорошо видели правильные приемы их выполнения.

Не следует в качестве профилактики показывать учащимся возможные ошибки и неправильные приемы. Это неизбежно приводит к повторению их некоторыми учащимися.

Ознакомившись с правилами проведения операций, учащиеся проделявают их самостоятельно, а учитель наблюдает за правильностью их выполнения.

Исследование твердости веществ осуществляют с помощью коллекции «Шкала твердости». Учитель знакомит с ней учащихся и лишь затем предлагает определить твердость выданных образцов (например, стекла, мрамора, органического стекла).

Для определения плотности вещества учитель предлагает учащимся вспомнить из курса физики определение плотности вещества и как ее рассчитать. Затем учащиеся, пользуясь справочником, находят плотность мрамора, хлора и стекла.

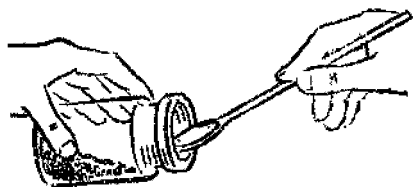
Определение плотности воды и масла (например, растительного) с помощью ареометра проводят в демонстрационном опыте. Так же, демонстрационно, учащиеся знакомятся с определением температуры кипения.

В качестве домашнего задания учащимся предлагают описать свойства какого-либо знакомого им вещества, а недостающие сведения взять из справочника.

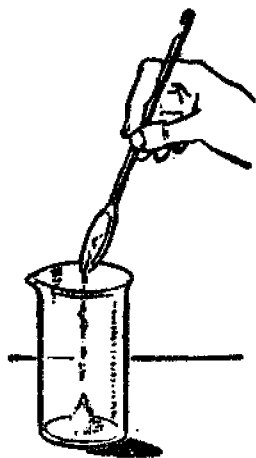
Следующий урок целесообразно начать с небольшой самостоятельной работы (10—15 мин) по вариантам, предложив учащимся изучить и описать свойства неизвестного им вещества, пользуясь при этом лабораторным оборудованием и справочником. При этом необходимо повесить на доске необходимые инструктивные таблицы.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Очистка загрязненной поваренной соли



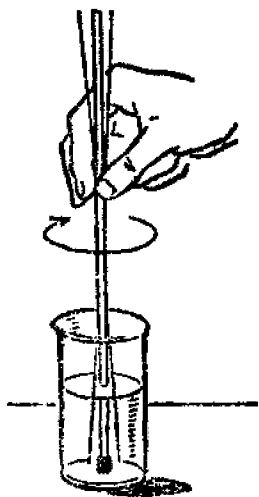
Возьмите загрязненную поваренную соль из банки сухой ложкой.



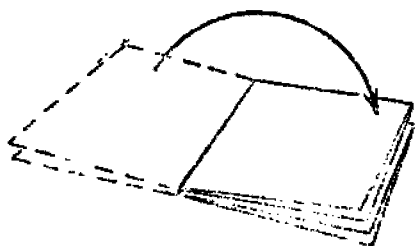
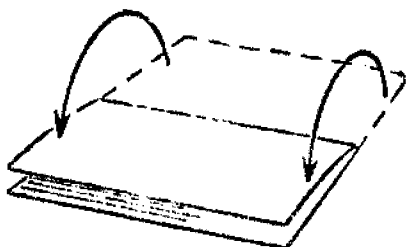
Насыпьте в стакан 3 ложки загрязненной поваренной соли.



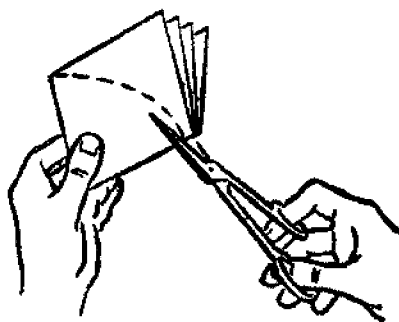
Налейте в стакан воды на $\frac{1}{2}$ его объема.



Перемешайте содержимое стеклянной палочкой с резиновым наконечником.

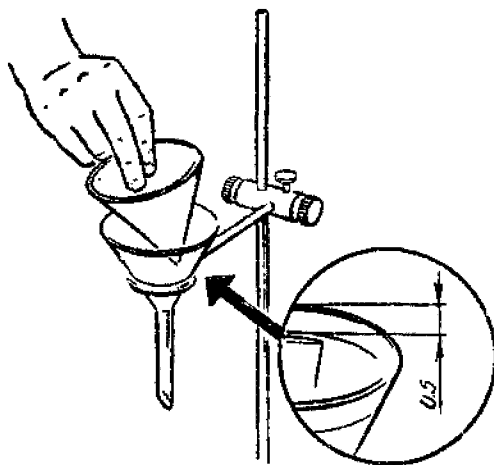


Возьмите лист фильтровальной бумаги в форме квадрата, сторона которого вдвое больше диаметра стеклянной воронки. Сложите лист пополам и еще раз пополам.



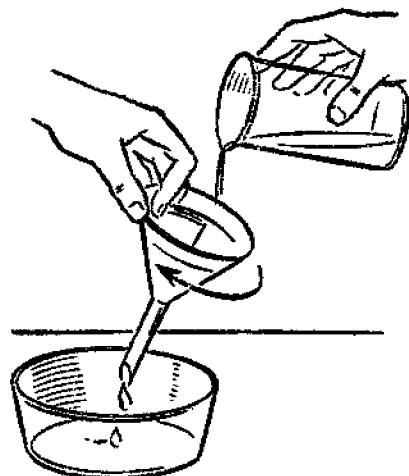
Край полученного квадрата обрежьте ножницами так, чтобы получился сектор.

Сектор, состоящий из четырех слоев бумаги, разверните так, чтобы образовался бумажный конус — фильтр.



Вложите фильтр в стеклянную воронку так, чтобы он: а) плотно прилегал к ее стенкам; б) не доходил до края воронки примерно на 0,5 см.

Внимание! Обрежьте фильтр, если он выходит за край воронки, иначе фильтруемая жидкость будет стекать по внешней стенке воронки.

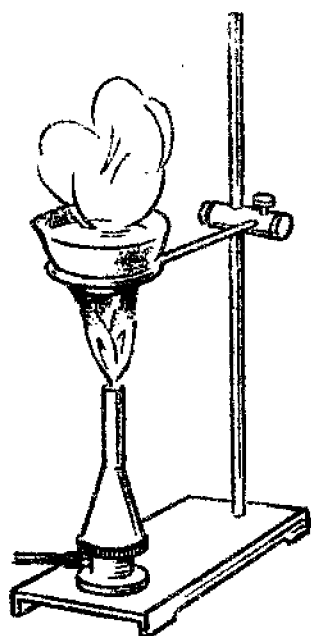
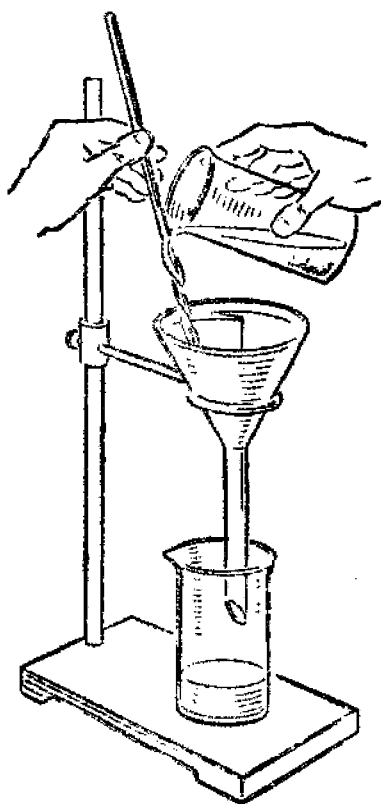


Смочите фильтр водой, держа воронку наклонно и вращая ее над банкой или стаканом.

Воронку с фильтром вставьте в кольцо штатива. Под воронку поставьте стакан, так чтобы конец воронки касался внутренней стенки стакана, для предупреждения разбрызгивания жидкости.

Фильтруемую жидкость наливаете на фильтр по стеклянной палочке. Нижний конец палочки направьте к стенке воронки, а не в середину фильтра, чтобы его не прорвать.

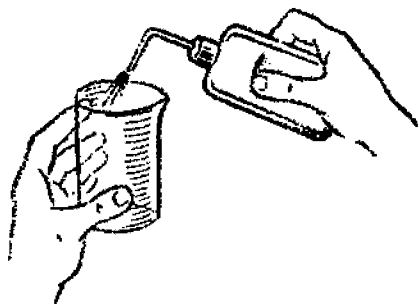
Внимание! В воронку следует наливать столько фильтруемой жидкости, чтобы она не доходила до края фильтра на 0,5 см. Если жидкости налить больше, то она будет протекать между фильтром и стенкой воронки, не очищаясь от примесей!



Фильтрат из стакана вылейте в выпарительную чашу до $\frac{1}{2}$ ее объема.

Поставьте чашу в кольцо штатива. Зажгите горелку. Нагревайте фильтрат до начала образования кристаллов.

Оформите в тетради результаты опытов и наблюдений.



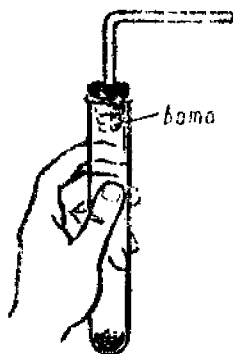
Приведите в порядок свое рабочее место: а) сполосните посуду, пользуясь водой из промывалки; б) смойте грязную воду в сосуд для отходов; в) расставьте на места посуду и принадлежности.

Тема 2. Кислород, свойства, горение

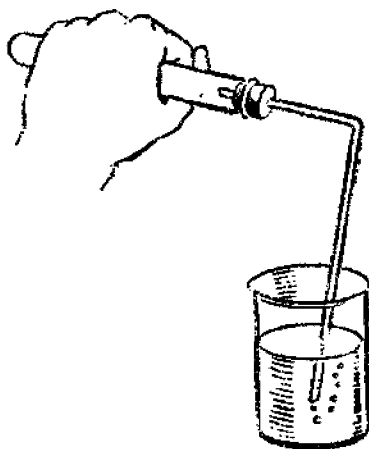
Практическое занятие по этой теме проводят обычно по инструкции.

Краткая инструкция

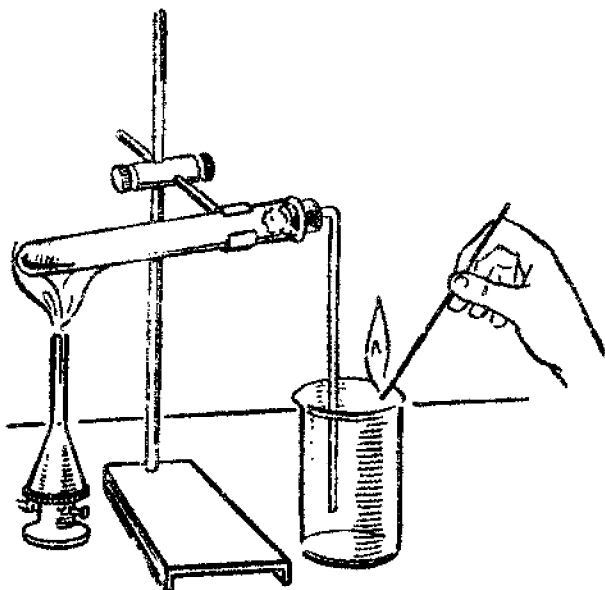
Практическое занятие. Получение и свойства кислорода



Вставьте в отверстие выданной вам пробирки с перманганатом калия рыхлый комочек ваты и закройте пробирку пробкой с газотводной трубкой.



Проверьте прибор на герметичность: зажмите пробирку в ладони, опустите конец газотводной трубки в воду (появление пузырьков воздуха указывает на герметичность прибора).



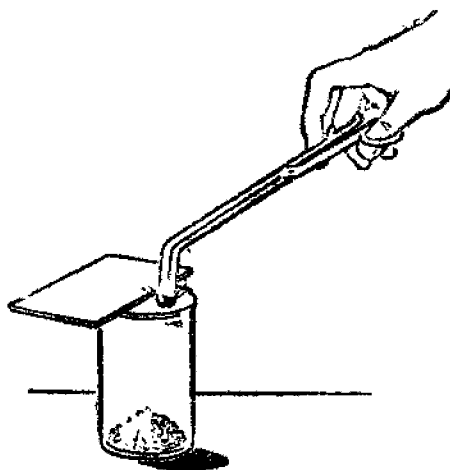
Закрепите собранный прибор в штативе, опустив конец газоотводной трубки в стакан. Что находится в стакане?

Нагревайте пробирку (сначала всю, а затем ту часть, где находится перманганат калия).

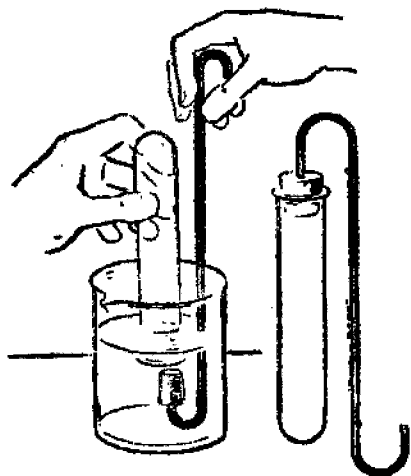
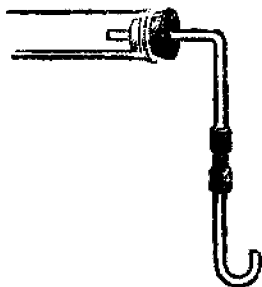
Соберите кислород вытеснением воздуха из стакана. На каком свойстве кислорода основан этот способ его собирания? Проверьте, наполнили ли стакан кислородом: поднесите тлеющую лучинку к отверстию стакана, не погружая ее в стакан. Что наблюдаете?

Прекратите нагревание, выньте газоотводную трубку из стакана, а стакан быстро закройте куском стекла¹ или огнезащитной прокладкой.

Раскалите в пламени горелки или спиртовки с помощью тигельных щипцов уголек и внесите его в стакан с кислородом, отодвинув стекло. Что наблюдаете?



¹ Края стекла должны быть отшлифованы наждачной бумагой.

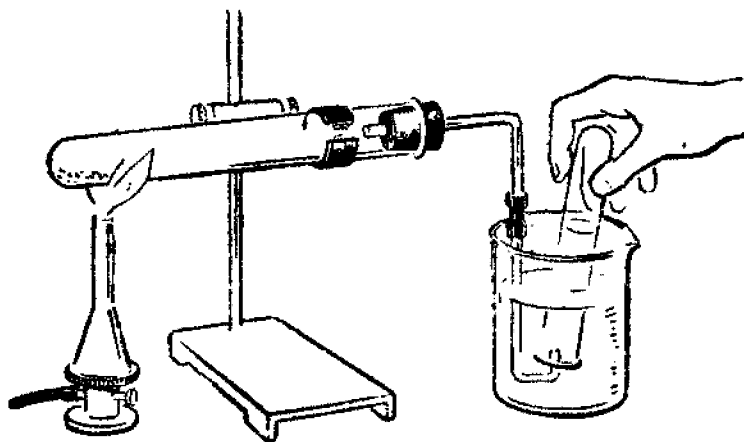


Наденьте на конец газоотводной трубки стеклянный наконечник.

Наполните пробирку водой и закройте ее пробкой с держателем.

Опустите пробирку в стакан с водой. Выньте пробку с держателем.

Опустите трубку с наконечником в стакан с водой (не более $\frac{1}{2}$ объема стакана).



Нагревайте вновь пробирку с перманганатом калия до появления равномерно выделяющихся пузырьков газа. Наденьте пробирку на конец газоотводной трубки, не вынимая пробирку из воды. Соберите кислород вытеснением воды. На каком свойстве кислорода основан этот способ его собирания?

Закройте пробирку с кислородом пробкой с держателем, поставьте ее в штатив. Докажите, что в пробирке находится кислород.

Внимание! Выньте газотводную трубку из стакана с водой, не прекращая нагревания пробирки с перманганатом калия; в

противном случае воду из стакана может перебросить в горячую пробирку! Почему?

Прекратите нагревание.

Оформите отчет. Напишите в тетради номер, название практического занятия. Заполните таблицу, которую поместите на развороте тетради:

Выполняемые операции (что делали)	Рисунки с обозначениями исходных и полученных веществ	Наблюдения. Условия реакций. Уравнения реакций	Объяснение наблюдений. Выводы
Монтаж прибора для получения кислорода. Проверка прибора на герметичность			
Получение кислорода: нагревание перманганата калия			
Собирание кислорода: а) вытеснением воздуха; б) «над водой»			
Доказательство получения кислорода			
Исследование свойств кислорода: горение угля			

Приведите в порядок рабочее место:

- демонтируйте прибор после остывания пробирки-реактора;
- сдайте пробирку с остатками реагента лаборанту или учителю;
- расставьте посуду и принадлежности на места.

Тема 3 Водород, кислоты, соли

Лабораторная работа. Получение водорода и изучение его свойств

Содержание этой работы предусматривает выполнение учащимися следующих операций, требующих монтажа простейших приборов: получение водорода, его собирание и ознакомление с восстановительными свойствами газа.

Для этих целей из деталей и узлов набора НПМ можно смонтировать несколько вариантов приборов (рис. 83, а, б, в и г). Наиболее удобным является прибор полуавтоматического

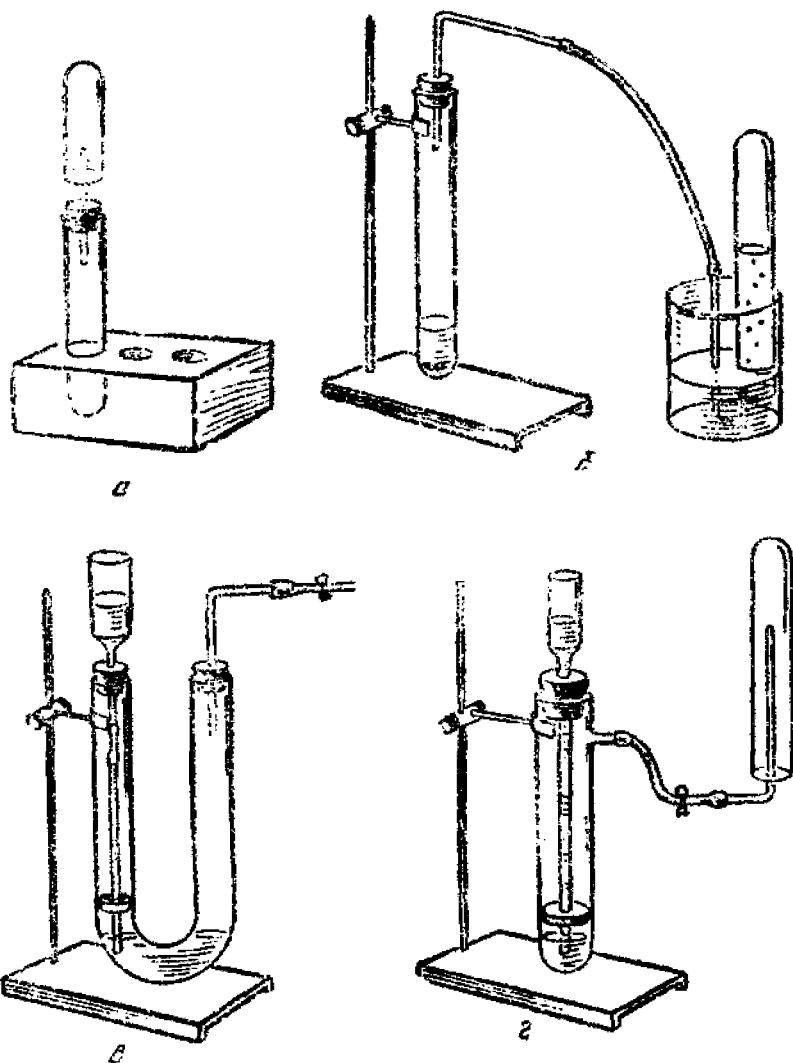


Рис. 83. Варианты приборов для получения водорода:
а, б, в — самодельные приборы, г — промышленный прибор для получения газа типа ПРГ.

действия, позволяющий прекратить реакцию в нужный момент (рис. 83, в и г).

Для восстановления оксида меди (II) водородом также можно смонтировать два варианта прибора (рис. 84, а, б), один из которых (рис. 84, б) позволяет собрать получившуюся в результате реакции воду.

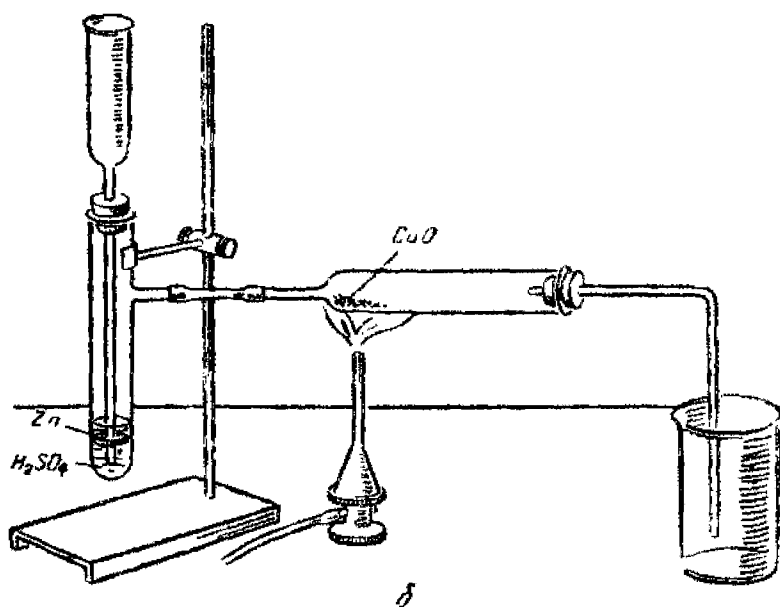
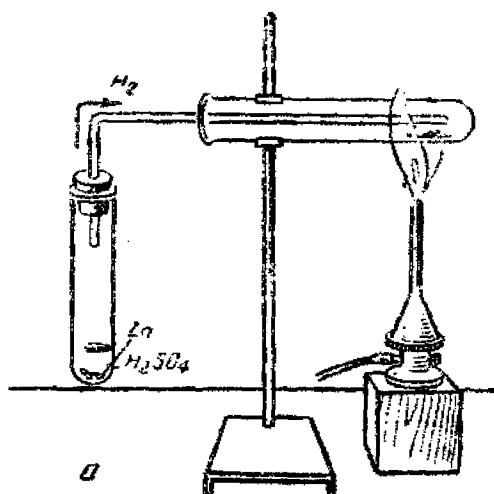
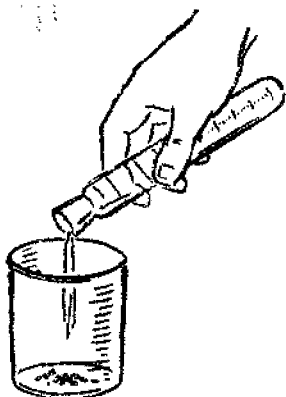


Рис. 84. Приборы для восстановления оксида Меди (II) водородом:
 а — простой, б — усовершенствованный.

**Практическое занятие. Реакция обмена
между оксидом меди (II) и серной кислотой****Вариант 1**

Поместите в стакан на 50 мл одну фарфоровую ложечку порошка оксида меди (II).

Отмерьте мерной пробиркой 10 мл серной кислоты (3:2) и вылейте осторожно в стакан с оксидом меди (II).

Приготовьте штатив с кольцом и огнезащитной прокладкой.

Поставьте стакан на огнезащитную прокладку.

Нагревайте смесь (но не кипятите!), помешивая ее стеклянной палочкой с резиновым наконечником.

Прибавляйте оксид меди порциями до тех пор, пока оксид меди (II) не перестанет растворяться. Для чего следует так сделать?

Приготовьте фильтр и после остывания раствора отфильтруйте его.

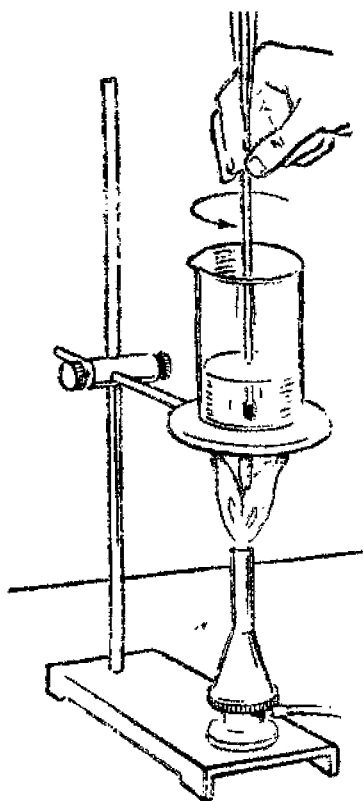
Какое вещество находится в растворе?

Поставьте на кольцо штатива выпарительную фарфоровую чашу, перелейте в нее полученный фильтрат.

Выпарьте фильтрат до появления синих кристаллов на стенках фарфоровой чаши.

Продолжайте нагревание и выпарьте фильтрат досуха. Изменился ли цвет кристаллов?

Прилейте в чашу (отмерьте мерной пробиркой) 10 мл дистиллированной воды. Что наблюдаете?

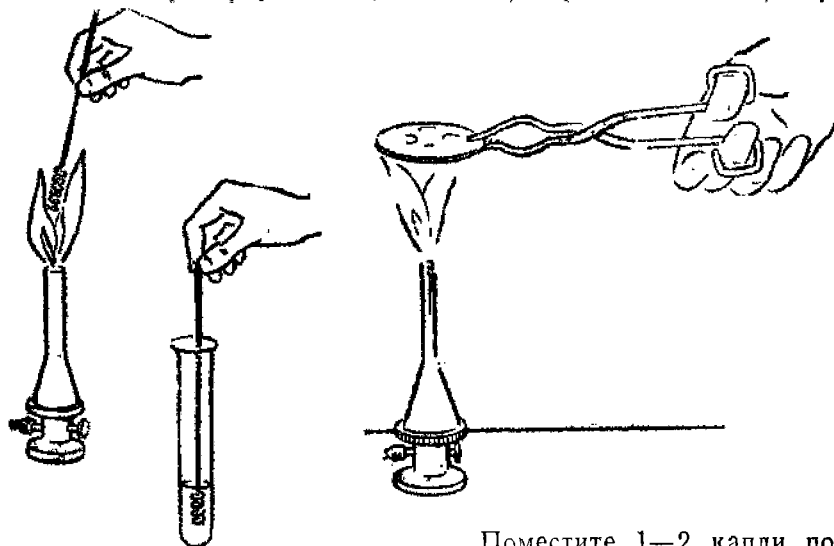


Перелейте полученный раствор в склянку с этикеткой CuSO_4 . Составьте отчет, пользуясь схемой:

Выполняемые операции (что делали)	Рисунки с обозначением исходных и полученных веществ	Наблюдения. Условия реак- ций, Уравне- ния реакций	Объяснение наблюдений. Выводы
Нагревание смеси оксида меди (II) и серной кислоты			
Фильтрование полученного раствора. Получение фильтрата соли			
Выпаривание раствора: а) получение синих кристаллов $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; б) получение белых кристаллов CuSO_4			

В а р и а н т 2

Налейте в пробирку 2 мл (40 капель) серной кислоты (1:5).



Прокалите в открытом пламени горелки медную спираль до почернения.

Опустите в пробирку с серной кислотой прокаленную спираль. Что наблюдаете?

Поместите 1—2 капли полученного раствора на керамическую пластинку для капельного анализа и выпарьте его, держа пластинку тигельными щипцами над пламенем. Что наблюдаете?

Составьте отчет, пользуясь схемой:

Выполняемые операции (что делали)	Рисунки с обозначением исходных и полученных веществ	Наблюдения, условия реак- ций. Уравне- ния реакций	Объяснение наблюдений, выводы
Прокаливание медной спирали в пла- мени горелки			
Растворение черного налета на спи- рали в серной кислоте — получение раствора сульфата меди			
Выпаривание полученного раствора			

Тема 4. Вода, растворы, основания

Лабораторный опыт. Электролиз воды

Для постановки этого опыта используют электролизер из на-бора НЭХ (рис. 78), который представляет собой стакан из орг-стекла 2 с герметично вставленными в его дно электродами. Для данного опыта используют электроды из нержавеющей стали. Электролизер закреплен в подставке — основании прибора. Осно-вание имеет электрический провод, который подключает прибор к источнику постоянного тока.

В электролизер 2 наливают дистиллированную воду в таком количестве, чтобы слой воды на 2 см был выше электродов. В качестве электролита добавляют 5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Две пробирки наполняют также дистиллированной водой с до-бавлением электролита (по 1 мл). С помощью пробки с держа-телем поочередно закрывают пробирки, опрокидывают их вверх дном, опускают в электролизер, открывают под водой и надевают на электроды. Следует избегать попадания воздуха в пробирки при их надевании на электроды!

Прибор подключают к источнику тока для физического прак-тикума («Практикум»). Напряжение 12 В постоянного тока. На-блюдают образование и собирание газов в пробирках и обращают внимание на соотношение их объемов.

Таким же образом (с помощью пробки с держателем) закры-вают поочередно пробирки под водой, сняв их предварительно с электродов, не допуская выливания из них оставшейся воды. Со-бравшие газы испытывают: внесением в пламя обнаруживают во-дород, тлеющей лучинкой — кислород.

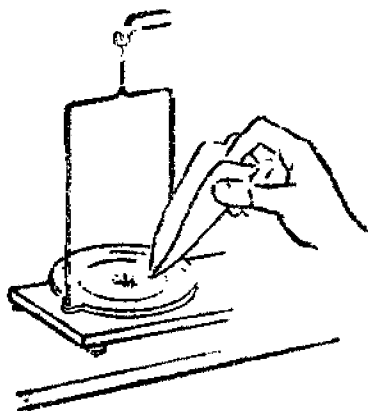
Практическую работу по этой теме проводят, используя ни-жеследующую инструкцию.

Практическое занятие. Приготовление раствора с определенной массовой долей растворенного вещества и заданной молярной концентрацией

Приготовление раствора с определенной массовой долей растворенного вещества

Рассчитайте массу твердого вещества (соли) и объем воды, необходимых для приготовления указанного в задании объема раствора с заданной массовой долей растворенного вещества.

Соберите весы: а) ввинтите металлический стержень в основание; б) закрепите муфту на стержне; в) закрепите в муфте коромысло с чашами.

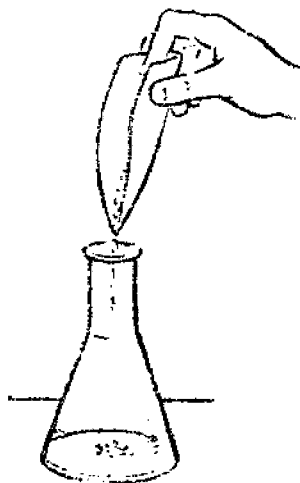


Поместите на левую чашу весов лист фильтровальной бумаги и уравновесьте весы, размещая разновесы на правой чаше.

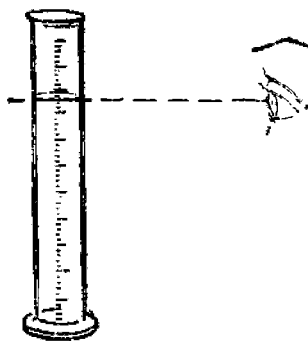
Поместите соль на фильтровальную бумагу и с помощью весов взвесьте рассчитанную ее массу (навеску).

Отмерьте мерной пробиркой (цилиндром) найденный объем воды.

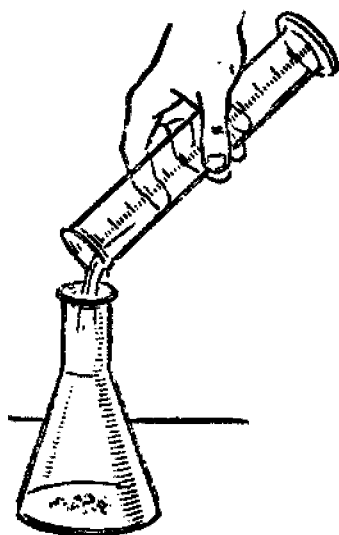
Внимание! При отмеривании жидкости глаз наблюдателя должен находиться в одной плоскости с уровнем жидкости.



Перенесите навеску соли в колбу.



Уровень жидкости прозрачных растворов устанавливают по нижнему мениску.

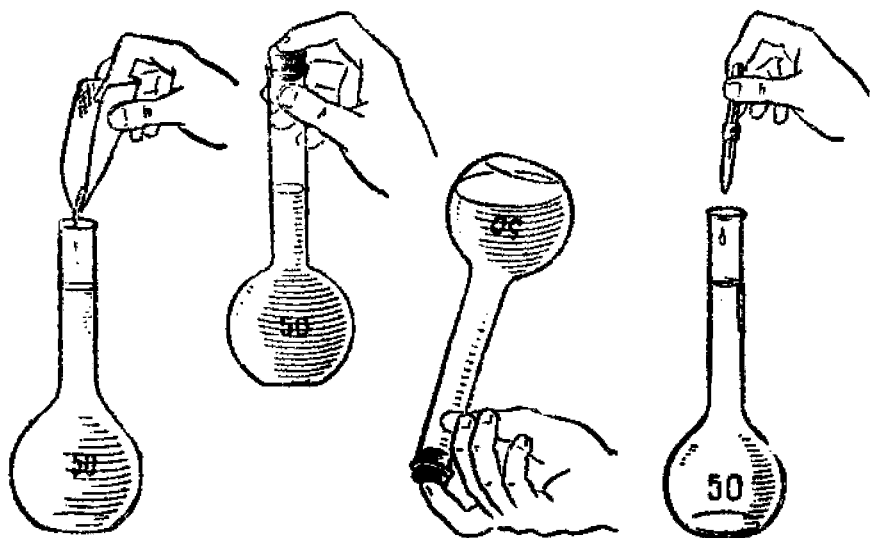


Перелейте воду из цилиндра в колбу с навеской соли. Размешайте стеклянной палочкой с резиновым наконечником полученный раствор.

Приготовление раствора с заданной молярной концентрацией

Рассчитайте массу твердого вещества (соли), необходимую для приготовления указанного в задании объема раствора с заданной молярной концентрацией.

Взвесьте на весах нужную навеску.



Перенесите навеску в мерную колбу.

Добавьте в мерную колбу воды не более половины ее объема.

Закройте плотно колбу пробкой и тщательно перемешайте содержимое.

Долейте дистиллированную воду до метки (последние капли добавляйте пипеткой), закройте колбу пробкой и снова перемешайте.

Проведите расчеты, пользуясь таблицей¹:

Расчеты для приготовления растворов					
с определенными массой и массовой долей растворенного вещества			с заданным объемом и молярной концентрацией растворенного вещества		
Дано	Найти	Расчет по формуле	Дано	Найти	Расчет по формуле
ω (%)	$m_{в-ва}$ (г)	$m = \frac{m_{р-ра} \cdot \omega \%}{100}$	$V_{р-ра}$ (мл)	$m_{в-ва}$ (г)	$m_{в-ва} =$
$m_{р-ра}$ (г)	m_{H_2O} (г)	$m_{H_2O} =$ $= m_{р-ра} - m_{в-ва}$	C (моль/л)		$= \frac{C_m \cdot M \cdot V}{1000}$

Запишите для этих двух случаев последовательность операций:

1. Взвешивание на весах определенной массы вещества.
2. Перенесение навески в колбу или стакан.
3. Отмеривание цилиндром определенного объема воды.
4. Размешивание раствора.
1. Взвешивание на весах определенной массы вещества.
2. Перенесение навески в мерную колбу или мерный стакан.
3. Наливание воды в колбу до $\frac{1}{2}$ ее объема.
4. Перемешивание содержимого.
5. Доливание воды до метки колбы.
6. Перемешивание раствора в колбе с плотно закрытой пробкой.

Тема 5. Обобщение сведений о важнейших классах неорганических соединений

Для проведения практического занятия по данной теме можно воспользоваться нижепредложенной инструкцией и вариантами экспериментальных задач.

Карта-инструкция

Решение экспериментальных задач по теме «Обобщение сведений о важнейших классах неорганических соединений»

1. Получите задание с указанием номера варианта.
2. Прочтите внимательно каждую из задач.
3. Составьте план решения каждой задачи.
4. Проверьте на рабочем месте наличие необходимого оборудования, реактивов и материалов.
5. Запишите в тетради тему занятия, номер варианта, оформите отчет по схеме:

Условие задачи (кратко)	План решения, последовательность действий	Наблюдения. Объяснения. Уравнения реакций	Выводы, ответы

¹ Приведен образец таблицы, которую надо заполнить учащимся.

6. После окончания работы приведите в порядок рабочее место.

Доводят до сведения учащихся, что для удобства выполнения записей следует разместить таблицу с отчетом на развороте тетради.

Вариант 1

1. Определите, в какой из трех пробирок находится вода, серная кислота, известковая вода.

2. Докажите опытным путем, что оксид меди (II) — основной оксид.

Вариант 2

1. Выделите химическим путем медные опилки из их смеси с железными.

2. Получите оксид меди (II) из гидроксида меди (II).

Вариант 3

1. Дано: магний, оксид магния, соляная кислота. Получите хлорид магния двумя способами.

2. Получите из оксида меди (II) хлорид меди (II).

Вариант 4

1. Из меди получите оксид меди (II), а затем сульфат меди.

2. Докажите, что известковая вода имеет основные свойства (двумя способами).

Вариант 5

1. Получите оксид углерода (IV) разложением малахита и докажите, что это кислотный оксид.

2. Докажите, не применяя индикатор, что выданный раствор — кислота.

Вариант 6

1. Определите опытным путем, в какой из двух пробирок находится оксид магния и оксид кальция.

2. Получите сульфат магния двумя способами.

Тема 8. Галогены

Лабораторный опыт. Вытеснение галогенов друг другом из растворов их соединений

В отличие от традиционного опыта, в котором используют хлорную воду, можно собрать из деталей набора НПМ небольшую установку, представляющую собой замкнутую на поглотитель систему и позволяющую провести опыты с газообразным хлором. Установка включает дугообразную трубку 1, пробку 2 с пипеткой, две трубки-сосуды 3 (с пробками № 16 и газоотводными трубками) и хлоркальциевую трубку 4 с активированным углем для поглощения остатков газа (рис. 85, а).

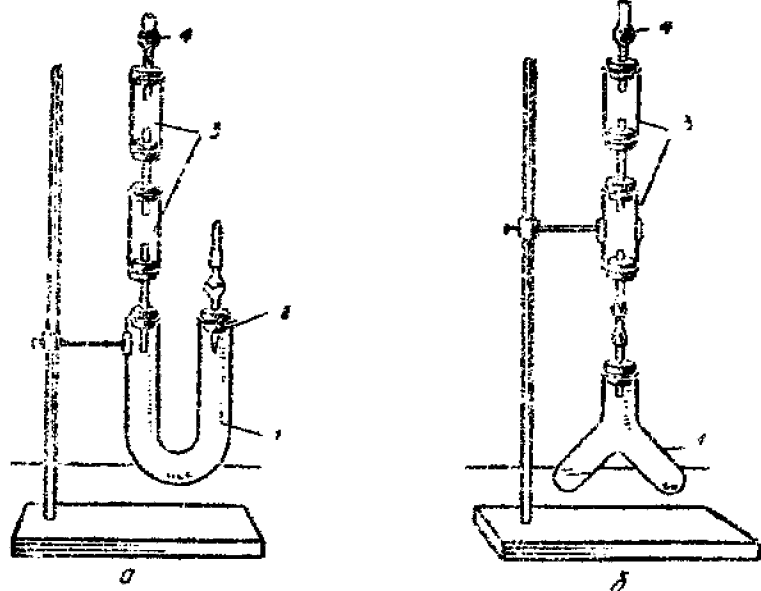


Рис. 85. Опыт вытеснения галогенов друг другом из растворов их соединений:
а — дугообразной трубкой реактор, *б* — с сосудом Ландольта; 1 — дугообразная трубка или сосуд Ландольта, 2 — пробка с пипеткой, 3 — сосуды для реагентов, 4 — хлоркальциевая трубка с экстрагированным углем.

В дугообразную трубку-реактор помещают (лаборант или учитель) несколько кристалликов перманганата калия. Пробку с пипеткой, наполненной соляной кислотой (1:2), вставляют в одно из колен дугообразной трубки, во второе колено вставляют насадку из двух трубок-сосудов. В трубки-сосуды помещают полоски фильтровальной бумаги (или кусочек ваты), одна из которых смочена раствором бромид натрия, а другая — раствором подида калия с крахмалом (подокрахмальная бумажка).

Вместо дугообразной трубки может быть использован сосуд Ландольта (рис. 85, б), который соединяют с насадкой кусочком резиновой трубки, обеспечивающей определенную подвижность реактора для соприкосновения реагирующих веществ.

Практическое занятие. Получение соляной кислоты и опыты с ней

Цель работы: познакомить учащихся с получением хлороводорода, его растворимостью в воде и свойствами хлороводородной (соляной) кислоты, ее качественной реакцией.

Известны несколько вариантов приборов для получения хлороводорода. Наиболее предпочтительны приборы, в которых можно не только получить хлороводород, но и наблюдать его хорошую растворимость в воде (образование фонтана). Однако при прове-



Рис 86. Варианты приборов для получения соляной кислоты и опытов с ней:

а, а — для получения и растворения хлороводорода в виде «фонтана»: 1 — пробирка-реактор, 2 — сосуд для собирания газа, 3 — сосуд для растворения газа; *б* — для получения и поглощения водой хлороводорода: 4 — сосуд для собирания и растворения газа.

трубки или сосуда Ландольта, а в качестве сосуда для воды — цилиндрической или конической воронки или стеклянной трубки (рис. 86, в) диаметром 20 мм и высотой 60 мм.

денни опыта в приборе, показанном на рисунке 86, а, небольшие количества хлороводорода проникают в окружающую среду кабанета, что является крайне нежелательным. При выполнении опыта в приборе (рис. 86, б), где образующийся газ поглощается водой, находящейся в дугообразной трубке (или пробирке), невозможно наблюдение хорошей растворимости газа в виде фонтана. Кроме того, полученная кислота слишком разбавлена и опыты с ней недостаточно эффективны, что в целом снижает познавательную ценность данной практической работы.

Для преодоления указанных недостатков можно организовать выполнение работы учащимися согласно карте-инструкции, данной ниже.

Возможны различные варианты монтажа установки для получения и растворения хлороводорода. Например, использование в качестве реактора дугообразной

Практическое занятие. Получение соляной кислоты и опыты с ней

Соберите прибор для получения и растворения хлороводорода, выполняя последовательно указанные ниже операции.

Насыпьте в пробирку одну фарфоровую ложку поваренной соли.

Прилейте серной кислоты (3:2) столько, чтобы она хорошо смочила соль.

Закрепите пробирку с содержимым в лапке штатива на высоте, достаточной для размещения под ней нагревательного прибора.

Вставьте в пробирку пробку с газоотводной трубкой.

Возьмите круглодонную колбу, вставьте в нее пробку с газоотводными трубками.

Закрепите колбу в лапке штатива и соедините кусочками резинового шланга газоотводные трубки пробирки и колбы (высоту подъема колбы отрегулируйте с помощью муфты штатива).

Вставьте в кольцо штатива воронку.

Соедините воронку со второй трубкой колбы посредством резинового шланга. Налейте в воронку воды на $\frac{2}{3}$ ее объема.

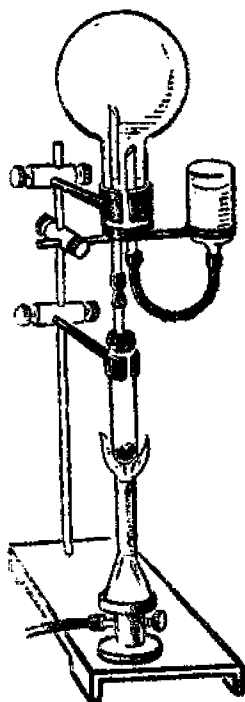
Нагревайте осторожно реакцию смесь в пробирке-реакторе. Куда поступает образующийся газ?

Закончите нагревание при появлении и равномерном пробулькивании пузырьков газа в воронке или едва заметного белого «дыма» в колбе.

Покачивайте слегка воронку с водой, чтобы привести в соприкосновение с газом воду. Что наблюдаете в колбе? Объясните наблюдаемое явление.

Слейте раствор хлороводорода в стакан. Докажите, что полученный раствор — соляная кислота. Для этого поместите в ячейки пластины для капельного анализа: раствор индикатора, гранулу или порошок металла, щелочь с индикатором, нитрат серебра. Добавьте к ним пипеткой по 1—2 капли полученной кислоты. Что наблюдаете?

Наблюдения оформите в виде следующей таблицы:



Выполняемые операции (что делали)	Рисунки	Наблюдения. Условия. Уравнения реакций	Выводы

Практическое занятие по теме «Галогены» целесообразно провести по карте-инструкции, содержащей задания, варианты задач и схему ответа, которую учащиеся переносят в тетрадь.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Галогены»

1. Получите задание с указанием номера варианта.
2. Прочтите внимательно каждую из задач.
3. Составьте план решения каждой задачи.
4. Проверьте на рабочем месте наличие необходимого оборудования, реактивов и материалов.
5. Запишите в тетради тему практического занятия и номер варианта.

Оформите отчет согласно следующей схеме:

№ д.л.	Условие задачи (кратко)	План решения	Уравнения реакций, Условия их проведения	Буквенн. ответы

6. Приведите в порядок рабочее место.

В а р и а н т 1

1. Докажите на опыте качественный состав соляной кислоты.
2. Получите раствор хлорида меди (II) двумя способами.

В а р и а н т 2

1. Определите, содержит ли раствор нитрата натрия примесь хлорида натрия.
2. Получите раствор хлорида железа (III) тремя способами.

В а р и а н т 3

1. Определите выданные растворы вещества: хлорид натрия, бромид натрия, соляная кислота.
2. Получите раствор хлорида магния тремя способами.

В а р и а н т 4

1. Определите выданные растворы веществ: хлорид натрия, соляная кислота, гидроксид натрия.
2. Докажите, что выданный хлорид натрия содержит примесь бромида.

В а р и а н т 5

1. Докажите на опыте, какие вещества содержатся в растворе после проведения реакции между магнием ($1\frac{1}{3}$ ложки-дозатора) и

родной водой (1 пипетка) при нагревании до обесцвечивания раствора и добавлении к нему после этого 3—4 капли бромной воды.

2. Определите, в какой из двух пробирок находится свежеприготовленная хлорная вода.

В а р и а н т 6

1. Проведите реакции, характерные для соляной кислоты.

2. Определите, какая из выданных вам бумажек подокрашивается.

Т е м а 1. Электролитическая диссоциация

Лабораторные опыты. Испытание веществ на электрическую проводимость

Для самостоятельного выполнения учащимися данная работа введена в программу впервые. Поэтому предлагаем подробную методику ее проведения.

Для работы используют следующее оборудование: набор по электрохимии лабораторный (ИЭХ); источник тока для физического практикума «Практикум», штатив лабораторный химический; стакан на 50 мл — 2 шт.; чаша выпарительная; промывалка; сосуд для отходов; стеклянная палочка с резиновым наконечником; тигельные щипцы; фильтровальная бумага.

Применяют следующие реактивы: вода дистиллированная; хлорид натрия (тв.); гидроксид натрия (тв.); соляная кислота (1:3); сахар (тв.); этиловый спирт или глицерин.

Цель работы состоит в том, чтобы подвести учащихся к представлению о растворах кислот, щелочей, солей, а также расплавах щелочей и солей как системах, в которых находятся подвижные заряженные частицы.

Работу следует начать с повторения учащимися опыта, известного им из курса физики и подтверждающего деление твердых тел на проводники и диэлектрики. Учитель предлагает учащимся закрепить на стержне ме-

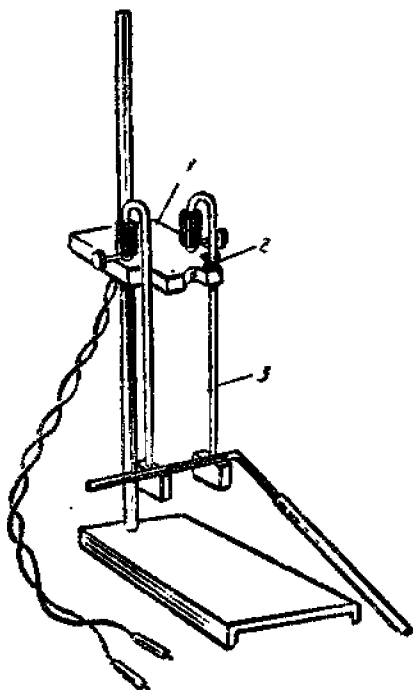


Рис. 87. Испытание металлов и неметаллов на электрическую проводимость;

1 — палочка, 2 — электрическая лампочка, 3 — электроды.

таллического штатива (рис. 87) панель с электрической лампочкой 2 и электродами 3 (из набора НЭХ) и подключить ее к источнику переменного тока для физического практикума «Практикум» (напряжение 12 В). Затем необходимо замкнуть электроды свободным концом (металлической частью) Г-образного стержня и следить за лампочкой. Она должна загореться. Повторить опыт: замкнуть электроды той частью Г-образного стержня, которая заключена в полихлорвиниловую трубку (стержень держать за изолированную часть!). Следить за лампочкой (она не должна загореться!). Прибор отключить от источника тока. Далее следует разобрать вопрос: будут ли проводить электрический ток растворы и расплавы различных веществ и какие частицы являются переносчиками электрического тока в проводниках второго рода (т. е. в растворах и расплавах электролитов)?

Предварительно целесообразно воспроизвести в памяти учащихся знания о химической связи. Затем экспериментально проверить, что электрическая проводимость различных веществ обусловливается видом химической связи.

Перед началом выполнения работы следует предложить учащимся составить таблицу, в которой будут отражены последовательность выполнения опытов, результаты наблюдений (свечение лампочки или его отсутствие) и выводы об электрической проводимости испытуемых веществ:

Название вещества	Свечение лампочки	Наличие (+) или отсутствие (-) электрической проводимости
Вода дистиллированная	—	—
Натрия хлорид (тв.)	—	—
Натрия хлорид (раств.)	+	+
Натрия гидроксид (тв.)	—	—
Натрия гидроксид (раств.)	+	+
Натрия гидроксид (распл.)	+	+
Соляная кислота (1:3)	—	+
Сахар (тв.)	—	—
Сахар (раств.)	—	—
Спирт (или глицерин)	—	—

Наливают в стакан 2 дистиллированную воду (10 мл), опускают в него электроды 1, подключают прибор к источнику тока и следят за лампочкой 3 (рис. 88, а).

Отключают прибор. Вынимают из стакана с водой электроды, вытирают их насухо фильтровальной бумагой, опускают в другой стакан с твердой поваренной солью. Включают прибор и следят за лампочкой.

Переливают дистиллированную воду в стакан с солью, размешивают содержимое стеклянной палочкой и вновь следят за лампочкой. Отключают прибор.

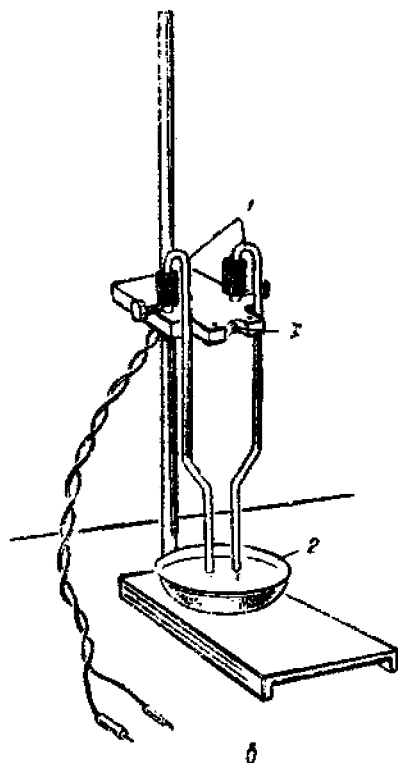
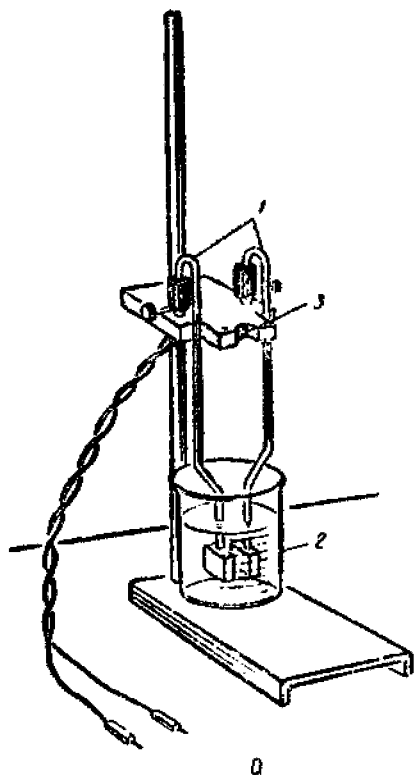


Рис. 88. Испытание электрической проводимости:
 а — растворов, б — расплавов: 1 — электроды, 2 — стакан (а) или фарфоровая чашка (б),
 3 — лампочка.

Вытирают стакан из-под дистиллированной воды фильтровальной бумагой и пересыпают в него такое количество (выданных лаборантам в пробирке) гранул гидроксида натрия, чтобы они покрыли дно стакана (оставить несколько гранул для следующего опыта!).

Испытывают электрическую проводимость твердого гидроксида натрия и его раствора аналогично испытанию электрической проводимости поваренной соли. Испытание электрической проводимости расплава гидроксида натрия проводят следующим образом (опыт требует особых мер предосторожности!). Ставят фарфоровую чашку 2 на кольцо лабораторного штатива, пересыпают в нее оставшиеся гранулы гидроксида натрия и нагревают до расплавления последнего. Затем осторожно с помощью тигельных щипцов снимают чашку с кольца, ставят на основание штатива, подложив под нее огнезащитную прокладку, и опускают в расплав электроды 1. Включают прибор и наблюдают свечение лампочки 3 (рис. 88, б).

Таким же образом исследуют электрическую проводимость раствора соляной кислоты, твердого сахара и его раствора, спирта (или глицерина).

После проведения очередного опыта стакан и электроды следует тщательно промыть дистиллированной водой из промывалки, вытереть фильтровальной бумагой, а отработанные растворы слить в сосуд для отходов.

Результаты наблюдений после каждого опыта фиксируют в таблице. На основании сделанных испытаний делают соответствующие выводы.

Лабораторный опыт. Движение ионов в электрическом поле

Этот опыт по новой программе выполняют учащиеся. Опыт может быть осуществлен в двух вариантах: с использованием набора по электрохимии лабораторного (НЭХ) или на основе универсального лабораторного нагревателя с электрохимической приставкой.

Вариант 1 (по В. Г. Проконенко)

Для опыта используют лабораторный нагреватель: приставку для наблюдения движения ионов; лупу; две полоски фильтровальной бумаги; два кусочка нитки (длиной 8--10 см); стакан (50 мл); две пробирки.

Применяют следующие реактивы: твердые хромат калия K_2CrO_4 , хлорид меди (II), $CuCl_2$, раствор комплексной соли $[Cu(NH_3)_4]CrO_4$, раствор нитрата калия KNO_3 (с массовой долей KNO_3 8—10%).

Учащиеся предлагают рассмотреть и растворить в воде хромат калия и хлорид меди (II) и объяснить, какими ионами вызван цвет растворов: желтый — CrO_4^{2-} , синий — $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$. Далее учащиеся сообщают, что в растворе комплексной соли имеются ионы CrO_4^{2-} и $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, и предлагают объяснить, чем обусловлен зеленый цвет комплексной соли. Учащиеся известно, что ионы в растворе находятся в беспорядочном движении.

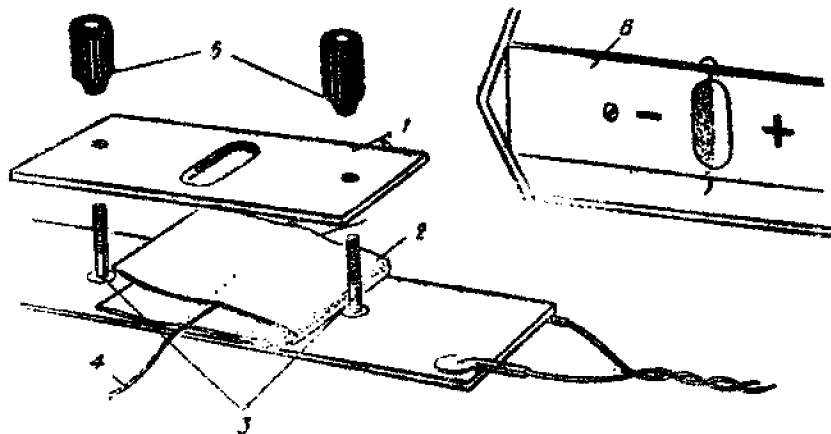
Обсуждают вопрос: как будут вести себя ионы в электрическом поле?

Учащиеся предполагают, что по цвету ионов можно заметить их направленное движение к электродам: ионы $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ — к катоду, а ионы CrO_4^{2-} — к аноду.

Высказанную гипотезу учащиеся проверяют экспериментально.

Подключают к прибору приставку (рис. 89, а), снимают верхнюю ее часть — накладку 1 с отверстием. Полоску фильтровальной бумаги 2 складывают пополам и кладут на приставку так, чтобы нижняя половина полоски легла между штырями 3 на электроды. В стакан наливают раствор нитрата калия и смаывают им полоску фильтровальной бумаги влажностью.

¹ Приготовление соли упомянуто в разделе «Приложение — работа № 18».



а

На электроды кладут нижнюю половину смоченной фильтровальной бумаги. Поперек приставки на уложенную половину полоски помещают шпатель 4, хорошо смоченную комплексной солью $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4$ и прикрывают второй половиной полоски фильтровальной бумаги, закрывают накладкой 1 с отверстием и закрепляют ее винтами 5.

Приставку ставят в штатив прибора против подсвеченного экрана 5. Подают напряжение. Через 4—5 мин в отверстие приставки по обе стороны шпателя наблюдают желтое и голубое окрашивание фильтровальной бумаги.

Учащимся предлагают оформить результаты наблюдения в виде рисунка с обозначениями и сделать соответствующие выводы.

Вариант 2

Опыт выполняют (рис. 89, б) с использованием набора по электрохимии (НЭХ).

На основании штатива 1 кладут огнезащитную прокладку 2, покрытую кружком фильтровальной бумаги, смоченной раствором нитрата калия с массовой долей KNO_3 , равной 5%.

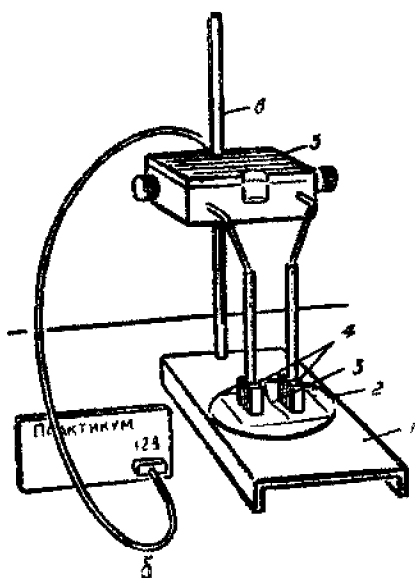


Рис. 89. Лабораторный опыт «Движение ионов в электрическом поле».

а — с использованием электрического нагревателя НЛШ (по Прокопенко В. Г.); 1 — накладка с отверстием, 2 — фильтровальная бумага, 3 — шпатель, 4 — шпатель, 5 — винты, 6 — экран; б — с использованием НЭХ. 1 — основание штатива, 2 — огнезащитная прокладка, 3 — шпатель, 4 — электроды, 5 — кольцо с лампочкой, 6 — стержень штатива.

Смачивают белую нитку 3 раствором комплексной соли $[\text{Sn}(\text{NH}_3)_4]\text{CrO}_4$ и помещают ее по центру фильтровальной бумаги. Закрепляют на стержне штатива 6 павель 5 с электродами 4 таким образом, чтобы электроды плотно прижимали фильтровальную бумагу, а нитка находилась между ними на одинаковом расстоянии от каждого из электродов.

Подключают прибор к источнику тока, называемому «Практикум». Для опыта используют напряжение 12 В постоянного тока. Через 2—3 мин наблюдают голубое и желтое окрашивание по обе стороны нитки.

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Электролитическая диссоциация»

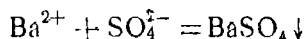
Эту работу проводят аналогично работе «Галогены» с той лишь разницей, что учащимся предлагают несколько иную схему оформления отчета:

№ задачи	Уравнения реакций	Выводы

Каждый учащийся решает три задачи по одному из указанных ниже шести вариантов.

В а р и а н т 1

1. Прделайте реакцию, сущность которой выражена следующим ионным уравнением:

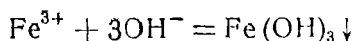


2. Испытайте на электрическую проводимость твердый карбонат калия и его раствор. Объясните наблюдаемые явления. Запишите соответствующие уравнения реакций.

3. Испытайте индикатором раствор карбоната натрия. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, используя соответствующие уравнения химических реакций.

В а р и а н т 2

1. Прделайте реакцию, сущность которой выражена следующим ионным уравнением:

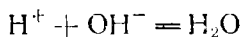


2. Испытайте на электрическую проводимость твердый хлорид кальция и его раствор. Объясните наблюдаемые явления. Запишите соответствующие уравнения реакций.

3. Испытайте индикатором раствор хлорида натрия. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, используя соответствующие уравнения химических реакций.

В а р и а н т 3

1. Прделайте реакцию, сущность которой выражена следующим ионным уравнением:

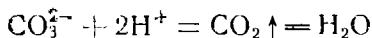


2. Испытайте на электрическую проводимость твердый хлорид меди и его раствор. Объясните наблюдаемые явления. Запишите соответствующие уравнения реакций.

3. Испытайте индикатором раствор сульфата алюминия. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, используя соответствующие уравнения химических реакций.

В а р и а н т 4

1. Прделайте реакцию, сущность которой выражена следующим уравнением:

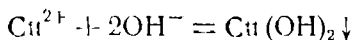


2. Испытайте на электрическую проводимость твердый хлорид натрия и его раствор. Объясните наблюдаемые явления. Запишите соответствующие уравнения реакций.

3. Испытайте индикатором раствор сульфата цинка. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, используя соответствующие уравнения химических реакций.

В а р и а н т 5

1. Прделайте реакцию, сущность которой выражена следующим ионным уравнением:

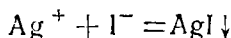


2. Испытайте на электрическую проводимость твердый сульфат натрия и его раствор. Объясните наблюдаемые явления. Запишите соответствующие химические уравнения реакций.

3. Испытайте индикатором раствор гидрокарбоната натрия. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, используя соответствующие химические уравнения реакций.

В а р и а н т 6

1. Прделайте реакцию, сущность которой выражена следующим ионным уравнением:



2. Испытайте на электрическую проводимость твердый карбонат натрия и его раствор. Объясните наблюдаемые явления. Запишите соответствующие уравнения реакций.

3 Испытайте индикатором раствор хлорида магния. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, используя соответствующие химические уравнения реакций.

Тема 2. Подгруппа кислорода

Лабораторный опыт. Получение и свойства озона

Получение озона из воздуха осуществляют с помощью пьезоэлектрического источника напряжения. На корпус пьезокерама (рис. 4) надевают U-образную приставку для получения озона. Поверхность экрана закрывают влажной подокрахмальной бумагой. Нажимая на клавишу пьезоисточника, наблюдают образование тикого разряда на острие. Образующийся между экраном и острием электрода поток озонированного воздуха, попадая на подокрахмальную бумагу вытесняет свободный иод, о чем свидетельствует появление синего пятна.

Чтобы у учащихся сложилось правильное представление о том, что озон является аллотропным видоизменением кислорода, лабораторный опыт целесообразно провести после демонстрационного, в котором озон получают непосредственно из кислорода.

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Подгруппа кислорода»

Эту работу проводят по ранее указанному плану. Каждый учащийся выполняет один из нижеприведенных вариантов.

Для оформления результатов работы учащимся предлагают сделать таблицу на развороте тетради:

Дано (формула вещества)	Последовательность реакций	Реакции и ожидаемый результат	Уравнения реакций	Ответ (№ пробирки, формула вещества)

Вариант 1

1. Определите каждое из трех выданных растворов веществ: соляная кислота, серная кислота, гидроксид натрия.

2. Осуществите опытным путем превращения:

сульфат меди (II) $\rightarrow$ гидроксид меди (II) $\rightarrow$ оксид меди (II).

Вариант 2

1. Определите каждое из трех выданных растворов веществ: сульфат натрия, хлорид натрия, сульфид натрия.

2. Осуществите опытным путем превращения: оксид меди (II) $\rightarrow$ сульфат меди $\rightarrow$ хлорид меди (II).

Вариант 3

1. Определите каждое из трех выданных растворов веществ: хлорид натрия, сульфат натрия, карбонат натрия.

2. В пробирку с раствором сульфида натрия прилейте холодной воды. Объясните наблюдения.

Вариант 4

1. Определите каждое из трех выданных растворов веществ: бромид натрия, хлорид натрия, сульфид натрия.

2. Опытным путем определите качественный состав серной кислоты.

Вариант 5

1. Определите каждое из трех выданных растворов веществ: хлорид бария, серная кислота, сульфат натрия.

2. В пробирку с раствором сульфата цинка по каплям добавляйте избыток щелочи. Объясните изменения, происходящие с раствором.

Вариант 6

1. Определите каждое из трех выданных растворов веществ: бромид натрия, хлорид натрия, сульфид натрия.

2. Установите на опыте, что выданная соль — сульфит натрия.

Тема 3. Основные закономерности химических реакций.

Производство серной кислоты

Лабораторная работа. Зависимость скорости химических реакций от условий

Основная цель данного урока: конкретизировать сведения о факторах, влияющих на скорость химических реакций, на основе

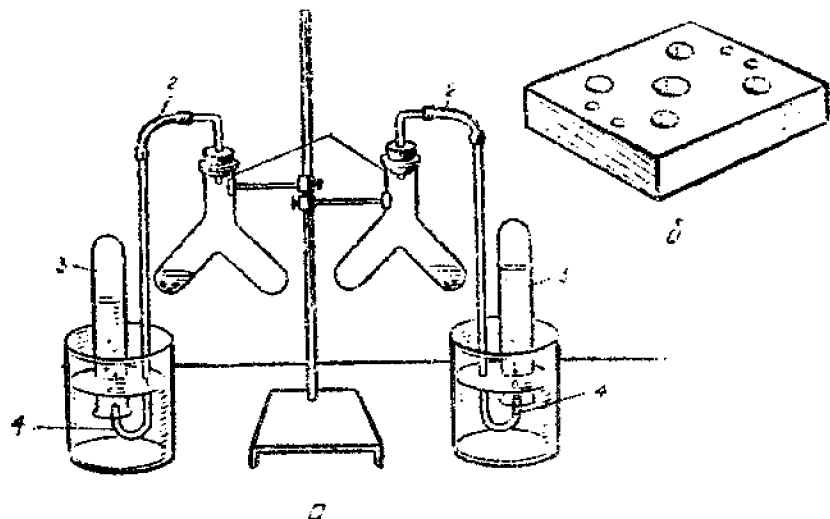


Рис. 50. Приборы для выяснения зависимости скорости химической реакции от условий:

1 — сосуды Лавуастье, 2 — реакторы (сосуды Лавуастье), 3 — резиновые трубки, 4 — пробирка с водой для сбора газа, 5 — газосборные трубки, 6 — пористая субстанция.

эксперимента. Урок с проведением лабораторных опытов можно организовать в виде исследования зависимости скорости химических реакций от различных условий: концентрации, температуры, природы реагирующих веществ, поверхности соприкосновения и катализатора.

Для фиксации результатов наблюдений целесообразно составить следующую таблицу, которую учащиеся заполняют под руководством учителя по мере выполнения опытов:

Исходные вещества	Условия, влияющие на скорость химических реакций	Наблюдения	Выводы
Гранулы цинка, H_2SO_4 (1:5), H_2SO_4 (3:2)	Концентрация веществ	В реакторе с H_2SO_4 (3:2) выделение водорода более интенсивное	Скорость химической реакции возрастает с увеличением концентрации кислоты
Гранулы цинка, H_2SO_4 (1:5)	Температура	В реакторе с нагретой кислотой выделение водорода более интенсивное	Скорость химической реакции возрастает с повышением температуры
Цинк (гранула), цинк (гранула расплюснутая), H_2SO_4 (1:5)	Поверхность соприкосновения веществ	В реакторе с расплюснутой гранулой цинка выделение водорода более бурное	Скорость химической реакции возрастает с увеличением поверхности соприкосновения реагентов
Пероксид водорода (3%-ный) H_2O_2 , порошок оксида марганца (IV)	Катализатор	При добавлении в пробирку с пероксидом водорода оксида марганца (IV) (катализатор) начинается выделение пузырьков газа	Катализатор ускоряет скорость химической реакции
Цинк (гранулы) H_2SO_4 (1:5) CH_3COOH (1:5)	Природа реагирующих веществ	В реакторе с уксусной кислотой практически отсутствуют признаки реакции, а в реакторе с серной кислотой выделяются пузырьки газа	Скорость химической реакции зависит от состава и строения веществ

При недостатке оборудования, например при отсутствии наборов НПР и НПМ в кабинете, можно организовать выполнение опытов учащимися группами, каждая из которых исследует влияние одного или двух факторов. Результаты исследования обсуждают всем классом и заполняют указанную выше таблицу. Для оценки скорости реакции в зависимости от различных факторов

используют подсчет количества выделяющихся пузырьков газа за единицу времени (например, за 15 с).

Собирают по два прибора, выбирая по усмотрению учителя наиболее приемлемый вариант (рис. 90, 91). При использовании в качестве реактора сосудов Ландольта в одно колено помещают твердый реагент, во второе пипеткой наливают жидкость (кислоту). Закрепляют два сосуда Ландольта на одном штативе (рис. 90, а).

Пробирки 3 наполняют водой, закрывают пробкой с держателем (см. рис. 91) и опускают в стаканы с водой. Под водой открывают пробку и надевают пробирки на концы газоотводных трубок.

Поворачивая сосуды-реакторы (это позволяет наличие резиновой трубки 2), приводят в соприкосновение реагирующие вещества и наблюдают за скоростью выделения пузырьков газа и вытеснением воды в пробирках 3.

Желательно в школьных мастерских изготовить из деревянного бруска универсальную подставку (рис. 90, б) для посуды, например пробирок, сосудов Ландольта, и принадлежностей (стеклянных палочек, трубочек). При наличии такой подставки сосуды Ландольта устанавливают на ней.

При использовании в качестве реакторов пробирок 1 с отводом (рис. 91) твердый реагент помещают в пробирки, а кислоту выливают из пипеток 2. Газ собирают в пробирки 3, погруженные в стаканы 4 с водой.

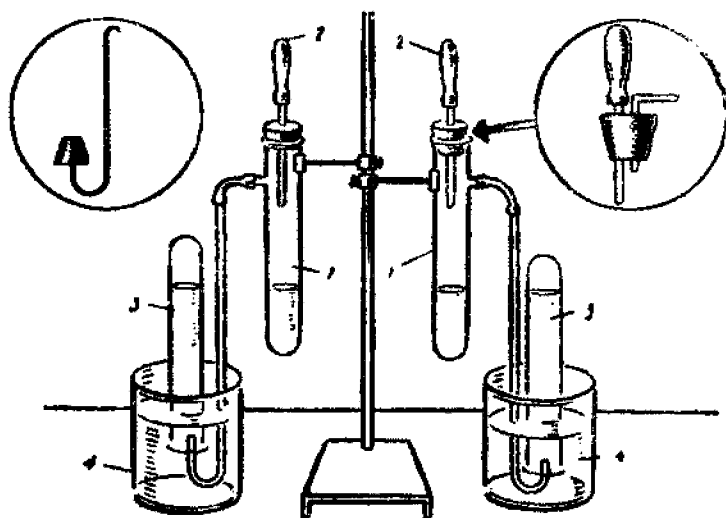


Рис. 91. Приборы для выяснения зависимости скорости химической реакции от условий (с пробирками-реакторами):

1 — пробирки с отводами, 2 — пипетки, 3 — пробирки для собирания газов, 4 — стакан с водой (слева — пробка с держателем, справа — пробка с пипеткой для пробирки без отвода).

Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ. В одно колено сосудов Ландольта помещают по стенке сосуда 1—2 гранулы цинка, а во второе осторожно вливают в один сосуд серную кислоту (1:5), а во второй — серную кислоту (3:2). Одновременно, поворачивая латку штатива, в двух приборах соединяют кислоту с цинком. Результаты наблюдений вносят в таблицу.

Зависимость скорости химической реакции от температуры. В одно колено сосудов Ландольта помещают 1—2 гранулы цинка, а во второе вливают серную кислоту (1:3). В одном из сосудов кислоту осторожно подогревают.

Зависимость скорости химической реакции от поверхности соприкосновения реагирующих веществ. В одно колено сосудов Ландольта помещают обычную гранулу цинка, а в другое — расплюснутую. Во второе колено обоих сосудов осторожно вливают серную кислоту (1:5).

Зависимость скорости реакции от катализатора. Опыт проводят в пробирке или на доске для капельного анализа. В две пробирки наливают 1—2 мл 3%-ного раствора пероксида водорода. В одну из них ($\frac{1}{4}$ часть ложки-дозатора добавляют порошок оксида марганца (IV). Наблюдения фиксируют в таблице.

Зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ. В одно из колен сосудов Ландольта помещают по одной грануле цинка, во второе — кислоту: в первый сосуд — серную кислоту (1:5) 1,5—2 мл, а во второй сосуд — уксусную (1:3) 1,5 мл. Результаты наблюдений вносят в таблицу.

Тема 4. Подгруппа азота

Лабораторные опыты. Ознакомление с азотными и фосфорными удобрениями

С минеральными удобрениями учащихся знакомят с помощью фронтальных лабораторных опытов.

Внимание сосредоточивают на трех основных признаках, имеющих важное значение для использования, в дальнейшем — для распознавания минеральных удобрений: внешнем виде, растворимости в воде и качественном составе.

Изучение минеральных удобрений рационально провести по плану, представленному таблицей 1 (см. с. 160).

При заполнении графы «Качественные реакции» указывают реактив, результат (изменение цвета, выделение газа, образование осадка и др.). В уравнении реакции подчеркивают формулу полученного вещества для подтверждения того или иного иона.

После заполнения таблицы необходимо в качестве примера демонстрационно решить хотя бы одну задачу на распознавание минеральных удобрений. Внимание учащихся обращают на последовательность операций. Решение задачи предполагает не только получение правильного ответа, но и нахождение наиболее короткого и рационального пути к нему.

Поясним эту мысль на следующем примере.

Задача. В трех пробирках под номерами даны: сульфат аммония, аммиачная селитра и калийная селитра. Распознавать эти вещества.

Ход рассуждений учащихся должен быть примерно таким. Сначала необходимо рассмотреть и зафиксировать внешний вид выданных образцов, затем следует каждый из них растворить в воде. Растворимость всех трех веществ хорошая. Далее надо провести распознавание растворов веществ. Для получения правильного ответа бывает достаточно опознание вещества лишь по одному какому-либо иону — катиону или аниону.

В данной задаче следует сначала определить, в какой из пробирок находится сульфат аммония (по аниону), затем — нитрат аммония (по катиону), и затем убедиться в том, что оставшаяся проба — калийная селитра. Возможно внесение селитры в пламя горелки для доказательства наличия иона калия или проведения качественной реакции на нитрат-ион NO_3^- (с медью и серной кислотой).

Для закрепления материала целесообразно предложить учащимся в качестве домашнего задания две задачи по определению минеральных удобрений с тем, чтобы дома с помощью знаковой им таблицы они могли бы составить план распознавания и провести «мысленный эксперимент».

Условия задач, последовательность распознавания и результаты, полученные дома и проверенные экспериментально в классе, вносят в таблицу (несколько видоизмененная таблица 1), указанную в карте-инструкции по теме «Определение минеральных удобрений» (см. с. 164).

Важно, чтобы учащиеся хорошо усвоили рациональные приемы распознавания удобрений и материалы таблицы 1 смогли бы использовать в качестве инструмента при проведении практического занятия № 4 «Определение минеральных удобрений», не обращаясь к таблице в процессе опытов.

Получение аммиака и изучение его свойств удобнее всего провести по следующей карте-инструкции.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Получение аммиака и опыты с ним. Ознакомление со свойствами водного раствора аммиака

Поместите в ступку по две ложки хлорида аммония и гидроксида калия. Разотрите смесь пестиком. Что наблюдаете?

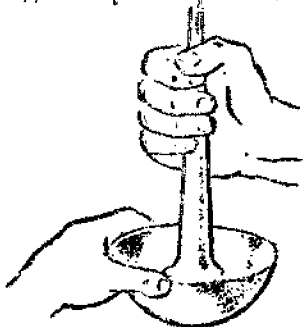
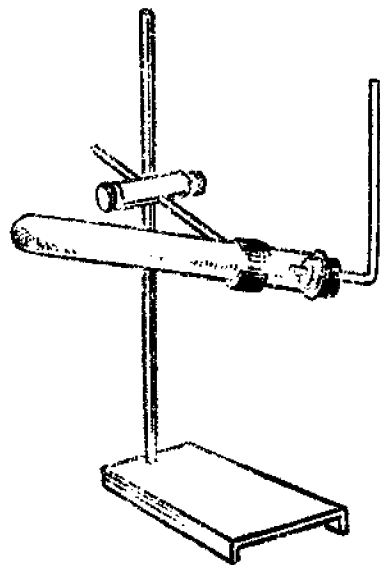


Таблица 1

Свойства минеральных удобрений

Название	Формула	Внешний вид	Растворимость в воде	Качественные реакции	
				на катион	на анион
Аммиачная селитра	NH_4NO_3	Белая или слегка желтоватая кристаллическая масса	Хорошая	Реактив: нагревание со щелочью. Образование аммиака (появление малиновой окраски влажной фенолфталеиновой бумажки)	Реактив: нагревание с медью и серной кислотой. Выделение бурого газа
Натриевая селитра	NaNO_3	Крупные бесцветные кристаллы	Хорошая	Реактив: внесение в пламя. Окрашивание пламени в желтый цвет	То же
Сульфат аммония	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Светло-серые мелкие кристаллики	Хорошая	Реактив: нагревание со щелочью. Образование аммиака (появление малиновой окраски влажной фенолфталеиновой бумажки)	Реактив: ион Ba^{2+} (BaCl_2). Выпадение белого осадка BaSO_4

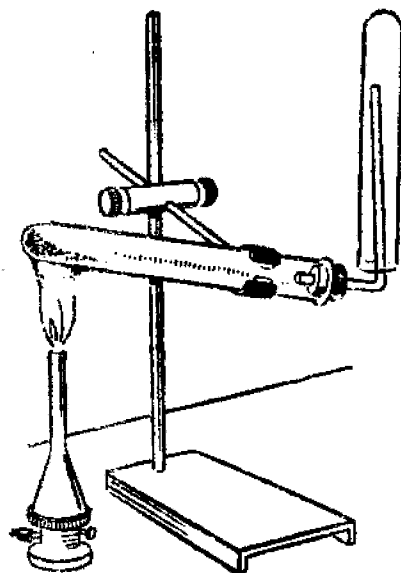
Название	Формула	Внешний вид	Растворимость в воде	Качественные реакции	
				на катион	на анион
Аммофос	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ или $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	Темно-серые гранулы	Хорошая	То же	Реактив: ион Ag^+ (AgNO_3). Выпадение желтого осадка Ag_3PO_4
Кальциевая селитра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Светло-кремовые гранулы (пластины)	Хорошая	Реактив: внесение в пламя. Окрашивание пламени в малиновый цвет	Реактив: нагревание с медью и серной кислотой. Выделение бурого газа NO_2
Суперфосфат	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Светло-серые гранулы (порошок)	Растворяется не полностью	То же	Реактив: ион Ag^+ (AgNO_3). Выпадение желтого осадка Ag_3PO_4
Калийная соль	KCl	Бесцветные кристаллы	Хорошая	Реактив: внесение в пламя. Окрашивание пламени в фиолетовый цвет (наблюдение через синее стекло)	Реактив: ион Ag^+ (AgNO_3). Выпадение белого осадка AgCl



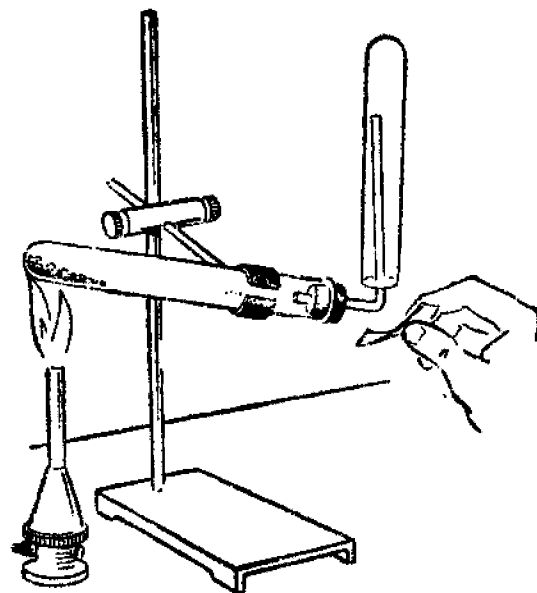
Закройте пробирку пробкой с газотводной трубкой. Проверьте прибор на герметичность.

Наберите смесь сухой пробиркой не более $\frac{1}{4}$ ее вместимости.

Закрепите прибор в штативе. Почему пробирки укрепляют с наклоном к пробке?

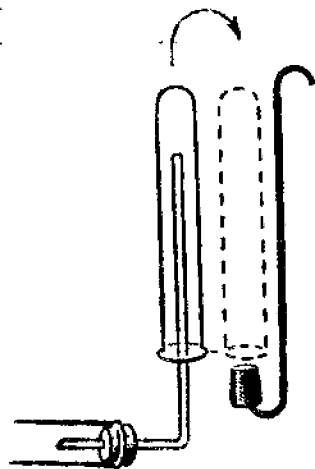


Наденьте сухую пробирку для собирания аммиака на газотводную трубку, направленную вверх. Почему вверх?



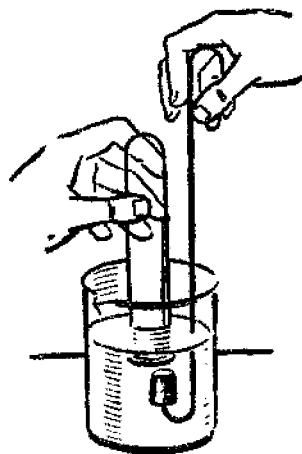
Нагревайте пробирку со смесью, соблюдая правила нагревания.

Проверьте наполнение пробирки аммиаком с помощью индикаторной бумаги. Какой?



Прекратите нагревание.

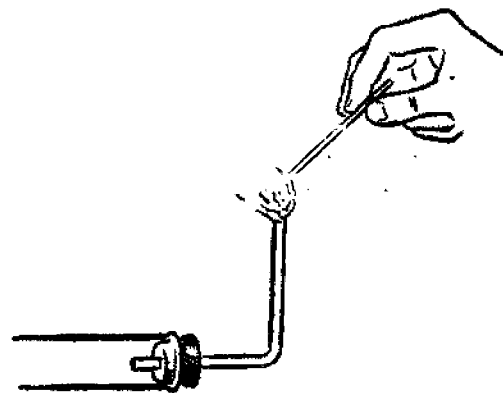
Осторожно снимите пробирку с аммиаком с газоотводной трубки. Пробирку не переворачивайте (почему?). Закройте ее пробкой с держателем, а конец газоотводной трубки — влажным тампоном.



Опустите пробирку с аммиаком в стакан с водой.

Откройте ее под водой и слегка покачните. Что наблюдаете?

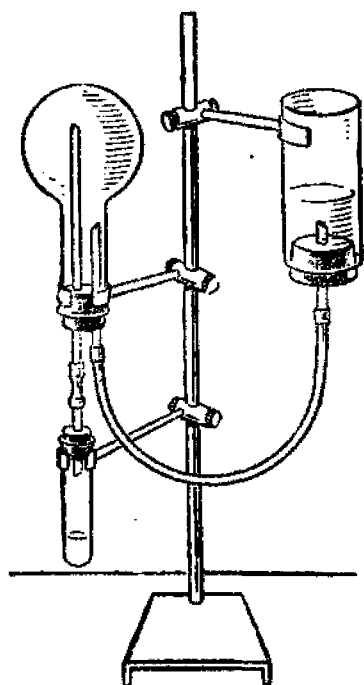
Закройте пробирку с раствором аммиака пробкой с держателем и перенесите ее в штатив для пробирок.



Снова нагрейте пробирку со смесью. Снимите влажный тампон с газоотводной трубки и поднесите к ее отверстию стеклянную палочку, смоченную раствором соляной кислоты (1:2). Что наблюдаете?

Исследуйте свойства полученного водного раствора аммиака, используя пластину для капельного анализа.

Поместите в три ячейки по 2 капли раствора аммиака, добавьте в первую ячейку 1 каплю фенолфталеина, во вторую — 1 каплю фенолфталеина и 1 каплю соляной кислоты, в третью — 1 каплю раствора сульфата меди. Что наблюдаете?



Задание. На рисунке показан прибор, в котором можно получить, собрать и растворить аммиак в воде. Зарисуйте прибор, укажите его составные части и их назначение. Вместо цилиндрического сосуда для воды можно использовать коническую воронку, поместив ее в кольцо штатива.

Соберите прибор, получите аммиак, наблюдайте его растворение. Какую операцию необходимо осуществлять для растворения аммиака?

Оформите наблюдения в виде отчета по ранее указанной форме (см. с. 145).

Приведите в порядок рабочее место.

Практическое занятие по определению минеральных удобрений целесообразно провести по вариантам. Каждый вариант включает одну задачу: распо-

знать три минеральных удобрения, выданные учащимся в пакетах, пробирках, банках под номерами (см. карту-инструкцию).

Карта-инструкция

Практическое занятие. Определение минеральных удобрений

1. Получите задание и запишите номер варианта в тетрадь.
2. Приготовьте в тетради таблицу по следующему образцу:

Дано (формула вещества)	№ пробирки	Внешний вид	Растворимость в воде	Последовательность распознавания (формула вещества)	Реактив. Условия реакции	Результат опыта. Уравнения реакций	Ответ (№ пакета или пробирки, формула вещества)
	№ 1 № 2 № 3						

Вариант 1

Определите минеральные удобрения: аммиачная селитра, сульфат аммония, натриевая селитра.

Вариант 2

В трех пробирках находится: калийная соль, аммофос, кальциевая селитра. Определите их.

Вариант 3

Определите минеральные удобрения: суперфосфат, сульфат аммония, калийная соль.

Вариант 4

В трех пробирках находится: аммофос, сульфат аммония, аммиачная селитра. Определите их.

Вариант 5

Определите минеральные удобрения: натриевая селитра, аммофос, калийная соль.

Вариант 6

Определите минеральные удобрения: сульфат аммония, кальциевая селитра, суперфосфат.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Подгруппа азота»

Эту работу проводят по общепринятой методике. Учащиеся оформляют результаты исследования в виде следующей таблицы:

№ задания	Условие задачи (дано, получить, распознать)	Последовательность распознавания	Реактив. Условия реакции	Уравнения реакций	Ответ

Вариант 1

1. Определите каждое из выданных веществ: фосфат натрия, сульфат натрия, хлорид цинка.

2. Докажите опытным путем наличие иона аммония и нитрат-иона в нитрате аммония.

Вариант 2

1. Определите каждое из выданных кристаллических веществ: сульфат натрия, нитрат натрия, хлорид натрия.

2. Докажите опытным путем качественный состав сульфата аммония.

Вариант 3

1. Определите каждое из выданных растворов веществ: серная, соляная, азотная кислоты.

2. Получите аммиак и докажите наличие данного газа.

Вариант 4

1. Определите каждое из выданных растворов веществ: хлорид натрия, фосфат натрия, нитрат натрия.

2. Проведите реакции, характерные для нитрата аммония.

Вариант 5

1. Определите каждое из выданных кристаллических веществ: хлорид аммония, сульфат аммония, нитрат аммония.
2. Получите раствор нитрата меди, имея: медь, оксид меди (II), карбонат меди, азотную кислоту.

Вариант 6

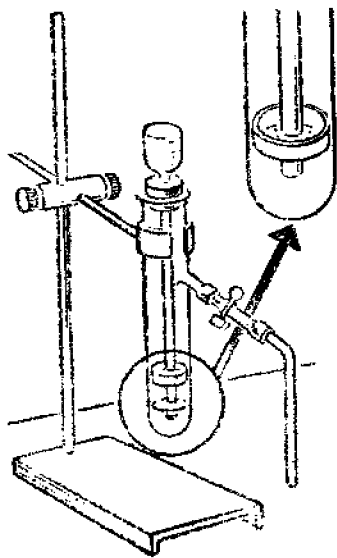
1. Определите каждое из выданных кристаллических веществ: нитрат натрия, фосфат натрия, нитрат аммония.
2. Проведите реакции, характерные для азотной кислоты.

Тема 5. Подгруппа углерода

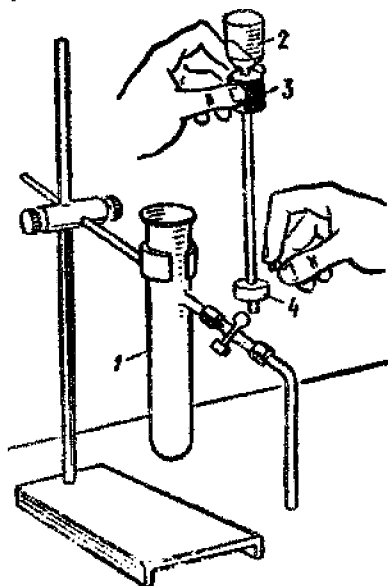
Практическое занятие по данной теме удобнее всего провести по карте-инструкции, предоставив учащимся полную самостоятельность при выполнении опытов.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Получение оксида углерода (IV) и изучение его свойств. Распознавание карбонатов

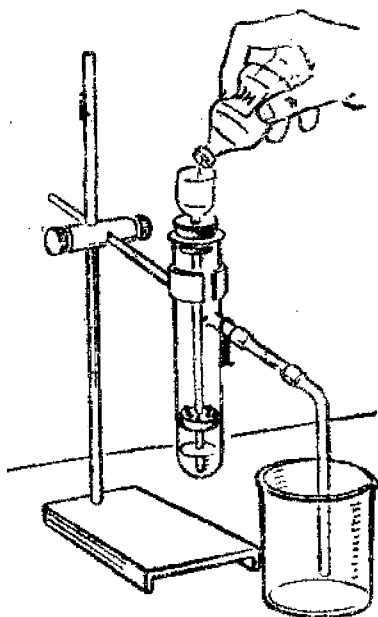


Закрепите в лапке лабораторного штатива прибор для получения газов.



Влейте из пробирки 1 с отроском пробку 3 с воронкой 2.

Поместите в насадку 4 2—3 кусочка мрамора величиной $\frac{1}{2}$ горошины.

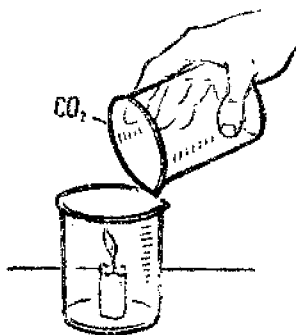


Вставьте пробку с воронкой в пробирку снова. Откройте зажим.

Прилейте в воронку (осторожно!) соляную кислоту (1:2) или азотную (1:3) так, чтобы кислота слегка покрыла поверхность мрамора. Что наблюдаете?

Наполните оксидом углерода (IV) химический стакан и проверьте наличие газа в нем. Закройте зажим.

Оформите наблюдения в отчете. Сделайте рисунок прибора и поясните надписи. Опишите наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод о свойствах оксида углерода (IV).



Поместите на дно второго химического стакана свечу, зажгите ее с помощью лучинки.

«Перелейте» газ из первого стакана во второй. Что наблюдаете? Объясните.

Пропускайте оксид углерода (IV) в пробирку с водой ($\frac{1}{4}$ объема), подкрашенной метилоранжем. Что наблюдаете?

Можно ли собрать оксид углерода (IV) «над водой»?

Пропускайте оксид углерода (IV) в пробирку с известковой водой в течение 1 мин. Какие изменения происходят с раствором?

Тема 6. Общие свойства металлов

Лабораторный опыт. Электролиз растворов хлорида меди (II) и иодида калия

Для выполнения опытов используют набор по электрохимии лабораторный (рис. 78) и источник тока для физического практикума («Практикум»), который включают в розетку с напряжением 42 В.

Электролиз раствора иодида калия проводят в дугообразной трубке 3, которую заполняют 5%-ным раствором иодида калия так, чтобы уровень жидкости не доходил до огростков трубки на 2—3 см. В одно колено трубки добавляют 1—2 капли фенолфталеина, а в другое — 1—2 капли крахмального клейстера. Вставляют угольные электроды и подключают прибор к источнику постоянного тока напряжением 12 В так, чтобы угольный электрод в колене с фенолфталеином был соединен с отрицательным полюсом (катодное пространство), а второй электрод в колене с крахмальным клейстером — с положительным полюсом (анодное пространство). Наблюдают в катодном пространстве малиновое окрашивание (ионы OH^-), а в анодном пространстве — синее от образовавшегося иода. После окончания опыта промывают дугообразную трубку и электроды для следующего опыта.

Электролиз раствора хлорида меди (II) проводят аналогично. Трубку заполняют раствором хлорида меди (II). В анодное пространство добавляют иодокрахмальный раствор. При подключении прибора к источнику постоянного тока 12 В наблюдают осаждение осадков свободной меди на электроде в катодном пространстве и синее окрашивание — в анодном (выделившийся на аноде свободный хлор вытесняет из иодида калия иод, который окрашивает крахмал в синий цвет).

Лабораторный опыт. Электрохимическая коррозия металлов

С помощью деталей набора НЭХ можно осуществить опыт (рис. 78) по коррозии при контакте двух металлов, который имеет большое познавательное значение для понимания принципа действия гальванического элемента.

Работа требует особых мер предосторожности!

В электролизере 2 устанавливают медный и цинковый электроды. Заполняют электролизер серной кислотой (1:5), чтобы кислота покрыла электроды на 2—3 см. Две пробирки также заполняют серной кислотой. Закрывают их поочередно пробкой с держателем 5. Опускают отверстием вниз в электролизер. Осторожно вынимают пробку и надевают поочередно пробирки на электроды. Наблюдают выделение пузырьков водорода на цинковом электроде. Замыкают электроды при помощи Г-образного стержня. Наблюдают прекращение выделения газа на цинковом и образование его на медном электроде.

Практическое занятие.

Решение экспериментальных задач по разделам «Щепочные металлы» и «Кальций»

Решение экспериментальных задач по данной теме проводят по вариантам. Учащимся предлагают выполнять экспериментально две задачи и оформить их в виде двух следующих таблиц:

Таблица (для оформления первой задачи)

Дано (формула вещества)	Распознавание катиона (реактив или окраска пламени)	Распознавание аниона (реактив)	Уравнения реак- ции. Условия реакции	Ответ

Таблица (для оформления второй задачи)

Условие задачи	Решение: наблюдаемые явления, условия реакций, уравнения реакций
Например: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CaCO}_3$	

В а р и а н т 1

1. В пробирках № 1 и № 2 даны растворы хлорида натрия и хлорида кальция. Распознайте их. Состав подтвердите качественными реакциями на катион и анион.

2. Осуществите превращения, используя прибор ППГ-М для получения газов: карбонат натрия $\rightarrow$ оксид углерода (IV) $\rightarrow$ карбонат кальция.

В а р и а н т 2

1. В пробирках № 1 и № 2 даны растворы сульфата натрия и хлорида магния. Распознайте их. Состав подтвердите качественными реакциями на катион и анион.

2. Осуществите превращения: хлорид магния $\rightarrow$ гидроксид магния $\rightarrow$ хлорид магния $\rightarrow$ карбонат магния.

В а р и а н т 3

1. В пробирках № 1 и № 2 даны растворы нитрида калия и гидроксида кальция. Распознайте их. Состав подтвердите качественными реакциями на катион и анион.

2. В пробирке № 3 дана вода с временной жесткостью, в пробирке № 4 — с постоянной. Устраните жесткость различными способами.

В а р и а н т 4

1. В пробирках № 1 и № 2 даны растворы бромид натрия и хлорида магния. Распознайте их. Состав подтвердите качественными реакциями на катион и анион.

2. Осуществите превращения: известковая вода $\rightarrow$ карбонат кальция $\rightarrow$ гидрокарбонат кальция $\rightarrow$ карбонат кальция.

В а р и а н т 5

1. В пробирках № 1 и № 2 даны растворы хлорида кальция и карбоната натрия. Распознайте их. Состав подтвердите качественными реакциями на катион и анион.

2. Осуществите превращения: оксид магния $\rightarrow$ хлорид магния $\rightarrow$ гидроксид магния.

В а р и а н т 6

1. В пробирках № 1 и № 2 даны растворы карбоната калия и хлорида бария. Распознайте их. Состав подтвердите качественными реакциями на катион и анион.

2. Осуществите превращения: гидроксид кальция $\rightarrow$ хлорид кальция $\rightarrow$ сульфат кальция.

Практическое занятие.

Железо и его соединения

Эту работу можно провести в форме решения экспериментальных задач. Каждый ученик решает три задачи согласно полученному варианту.

В а р и а н т 1

1. В пробирку с 2 мл раствора серной кислоты (1:5) опустите кусочек железа (кнопку, скрепку). Выждав 30 с, докажите качественной реакцией наличие ионов железа (каких?) в растворе.

2. Получите гидроксид железа (II) реакцией обмена.

3. Подтвердите экспериментально качественный состав хлорида железа (II).

В а р и а н т 2

1. Исходя из железа, получите гидроксид железа (II).

2. Очистите ржавый гвоздь химическим способом.

3. Подтвердите экспериментально качественный состав сульфата железа (III).

В а р и а н т 3

1. В пробирку с 2 мл раствора соляной кислоты (1:3) опустите кусочек железа (кнопку, скрепку). Выждав 30 с, докажите качественной реакцией наличие ионов железа (каких?) в растворе.

2. Получите гидроксид железа (III) реакцией обмена.

3. Подтвердите экспериментально качественный состав сульфата железа (II).

В а р и а н т 4

1. Получите сульфат железа (II) различными способами, имея железо, раствор серной кислоты и раствор сульфата меди (II).

2. В пробирку с 2 мл раствора азотной кислоты (1:3) опустите кусочек железа (кнопку, скрепку). Выждав 30 с, докажите качественной реакцией наличие ионов железа (каких?) в растворе.

3. Подтвердите экспериментально качественный состав хлорида железа (III).

В а р и а н т 5

1. Получите гидроксид железа (III) реакцией обмена.

2. В пробирку с 2 мл раствора серной кислоты (1:5) опустите кусочек железа (кнопку, скрепку). Выждав 30 с, докажите

качественной реакцией наличие ионов железа (каких?) в растворе.

3. Докажите экспериментально, что в железном купоросе содержатся примеси железа со степенью окисления +3.

В а р и а н т 6

1. Получите хлорид железа (II) различными способами, имея железо, раствор соляной кислоты и раствор хлорида меди (II).

2. Очистите ржавый гвоздь химическим способом.

3. Подтвердите экспериментально качественный состав сульфата железа (III), используя для определения иона железа два реактива.

Для обобщающего экспериментального занятия по теме «Металлы» учащимся раздают карты-инструкции. При выполнении этой работы следует использовать электролизер — дугообразную трубку из набора НЭХ и источник питания «Практикум», напряжение постоянного тока — 12 В.

Карта-инструкция

Практическое занятие.

Решение экспериментальных задач по темам 6, 7, 8 (с металлах)
«Общие свойства металлов»

1. Получите задание с указанием номера варианта.
2. Запишите номер варианта в тетрадь.
3. Проверьте на рабочем месте наличие необходимого оборудования и реактивов.
4. Сделайте в тетради приведенную ниже таблицу для оформления результатов решения первой задачи. Результаты решения второй задачи запишите в удобной для вас форме:

Таблица (для оформления первой задачи)

Вещь (формула вещества)	Процессы, происходящие на катоде. Уравнения реакций	Процессы, происходящие на аноде. Уравнения реакций	Конечный продукт, полученный на катоде. Как обнаружен?	Конечный продукт, полученный на аноде. Как обнаружен?

В а р и а н т 1

1. Проведите электролиз водного раствора хлорида калия, используя дугообразную трубку с угольными электродами. Запишите уравнения окислительно-восстановительных процессов, происходящих на электродах.

2. Налейте в две пробирки по 2 мл растворов: в первую — сульфата цинка, во вторую — сульфата меди. Опустите в первую

пробирку кусочек медной проволоки, а во вторую — гранулу цинка. (*Осторожно!*) Объясните наблюдаемые явления.

В а р и а н т 2

1. Проведите электролиз водного раствора хлорида натрия, используя дугообразную трубку с угольными электродами. Запишите уравнения окислительно-восстановительных процессов, происходящих на электродах.

2. Налейте в две пробирки по 2 мл растворов: в первую — сульфата железа (II), во вторую — сульфата меди (II). Опустите в первую пробирку кусочек меди, во вторую — зачищенный кусочек железа. (*Осторожно!*) Объясните наблюдаемые явления.

В а р и а н т 3

1. Проведите электролиз водного раствора хлорида меди (II), используя дугообразную трубку с угольными электродами. Запишите уравнения окислительно-восстановительных процессов, происходящих на электродах.

2. Налейте в две пробирки по 2 мл растворов: в первую — сульфата алюминия, во вторую — сульфата меди. Опустите в первую пробирку кусочек меди, а во вторую — кусочек алюминия. (Алюминий следует предварительно опустить на 10—15 с в пробирку с 1 мл раствора соляной (1:3) или серной (1:5) кислоты. Для чего?)

В а р и а н т 4

1. Проведите электролиз водного раствора нитрата калия, используя дугообразную трубку с угольными электродами. Запишите уравнения окислительно-восстановительных процессов, происходящих на электродах.

2. В две пробирки налейте по 2 мл раствора серной кислоты (1:5). Опустите в них по одной грануле цинка. В одну из пробирок добавьте 2—3 капли раствора сульфата меди. Объясните наблюдаемые явления.

В а р и а н т 5

1. Проведите электролиз водного раствора сульфата меди, используя дугообразную трубку с угольными электродами. Запишите уравнения окислительно-восстановительных процессов, происходящих на электродах.

2. В две пробирки налейте по 2 мл раствора серной кислоты (1:5). Опустите в них по одной грануле алюминия. В одну из пробирок добавьте 2—3 капли раствора сульфата меди. Объясните наблюдаемые явления.

В а р и а н т 6

1. Проведите электролиз водного раствора сульфата натрия, используя дугообразную трубку с угольными электродами. Запи-

шите уравнения окислительно-восстановительных процессов, происходящих на электродах.

2. В две пробирки налейте по 2 мл раствора серной кислоты (1:5). Опустите в них кусочек железа (кнопку, скрепку). В одну из пробирок добавьте 2—3 капли раствора сульфата меди. Объясните наблюдаемые явления.

Практические занятия по курсу органической химии целесообразно проводить по картам-инструкциям, предоставив учащимся возможность для самостоятельного исследования.

Тема 2. Предельные углеводороды Карта-инструкция

Практическое занятие. Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах

Определение водорода и углерода в парафине

Соберите прибор согласно рисунку. Проверьте его на герметичность!

Поместите в пробирку кусочек парафина (величиной с горошину) и примерно такое же количество порошка оксида меди (II).

Закрепите прибор в лапке лабораторного штатива.

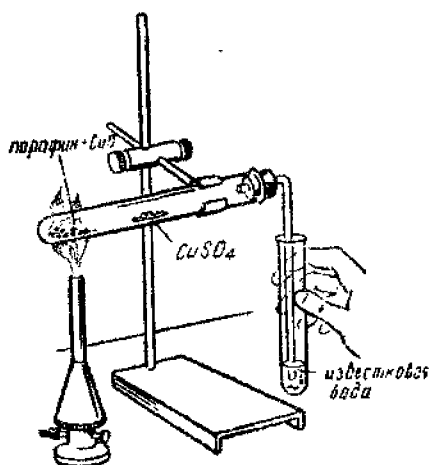
Нагрейте слегка дно пробирки, чтобы парафин расплавился и пропитал порошок оксида меди (II).

Поместите в пробирку ближе к отверстию $\frac{1}{2}$ ложки (по объему с горошину) безводного белого порошка сульфата меди.

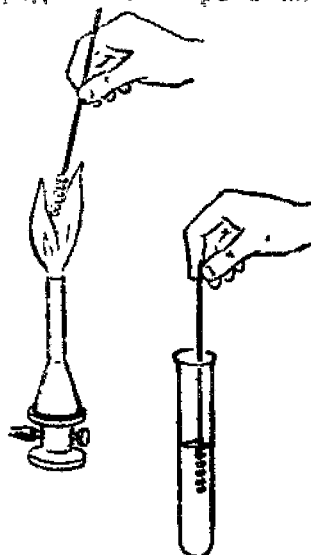
Опустите свободный конец газопроводной трубки в пробирку с 1 мл (20 капель) прозрачного раствора известковой воды.

Нагревайте пробирку с реакционной смесью, соблюдая правила нагревания веществ в пробирках.

Наблюдайте за изменениями, происходящими с белым порошком сульфата меди, прозрачным раствором известковой воды и черным порошком оксида меди (II). Дайте объяснение происходящим явлениям. Закончив опыт, уберите сначала пробирку с жидкостью, а затем горелку. Почему?



Определение хлора в хлорсодержащем органическом веществе



Внесите медную спираль в пламя горелки (спиртовки) и прокалите ее до исчезновения окраски пламени. Почему темнеет медная проволока?

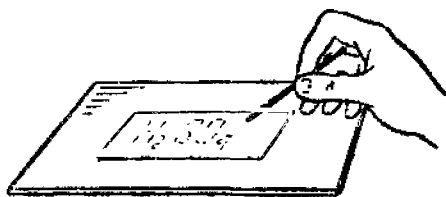
Опустите спираль в хлорсодержащее вещество и снова внесите в пламя горелки. Что наблюдаете?

Дополнительный вариант Определение углерода в органическом веществе пробой на обугливание

Опыт 1

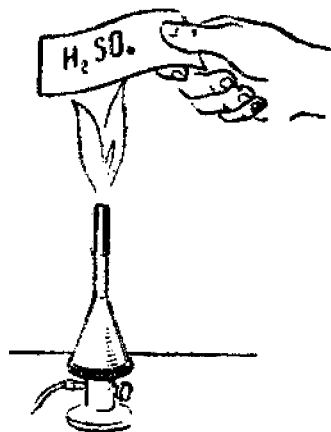
Поместите в фарфоровую чашку несколько кристаллов сахара. Поставьте чашку на кольцо лабораторного штатива. Нагревайте сахар в чашке. Что наблюдаете?

Опыт 2



Поместите листок фильтровальной бумаги на предметное стекло.

Нанесите на фильтровальную бумагу серную кислоту (3:2), проводя по ней стеклянной палочкой (концом, свободным от резиновой наконечника).



Подержите с помощью зажима для пробирок или рукой бумагу, смоченную кислотой (3:2), над пламенем. Что наблюдаете?

Оформите наблюдения в отчете, пользуясь следующей таблицей:

Название опыта	Рисунки, наблюдения. Условия реакции	Объяснение наблюдений, Выводы

Тема 3. Непредельные углеводороды Карта-инструкция

Практическое занятие. Получение этилена и опыты с ним

Соберите прибор согласно рисунку. Проверьте его на герметичность!

Поместите в пробирку несколько крупинок кварцевого песка (для равномерного нагревания и предотвращения выбрасывания жидкости).

Прилейте в пробирку 1,5—2 мл (30—40 капель или 1,5—2 плиточки) готовой смеси для получения этилена.

Закрепите прибор в лапке лабораторного штатива.

Подготовьте две пробирки: в первую налейте 1 мл бромной воды, во вторую — 1 мл подкисленного раствора перманганата калия. Поставьте их в штатив для пробирок.

Опустите свободный конец газотводной трубки в пробирку с бромной водой.

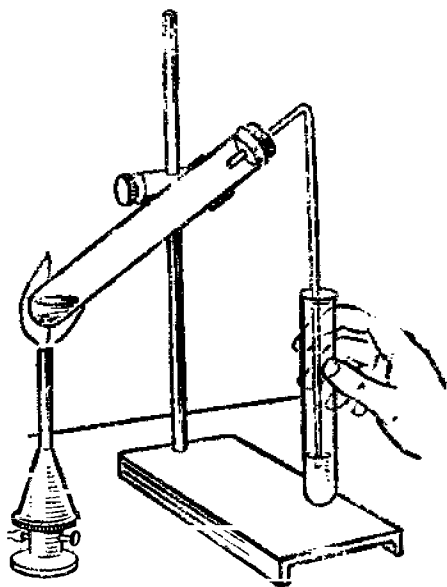
Нагрейте смесь, соблюдая правила техники безопасности.

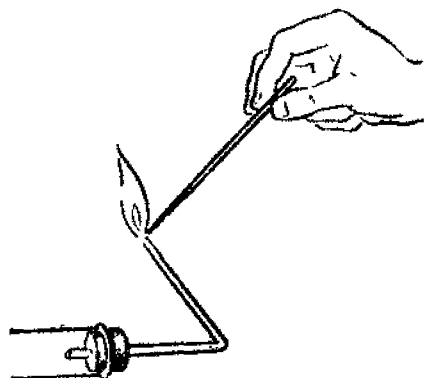
Наблюдайте за изменениями, происходящими с бромной водой. Замените пробирку с бромной водой, *не прекращая нагревания*, (почему?) на пробирку с раствором перманганата калия.

Пропускайте этилен через раствор перманганата калия.

Наблюдайте за изменениями, происходящими с раствором.

Оставьте пробирку с перманганатом калия.





Разверните осторожно (чтобы не обжечься) газоотводную трубку отрезком вверх или замените ее на пробку с прямой трубкой.



Подожгите выделяющийся газ. Наблюдайте за пламенем этилена. Какое оно?

Сделайте отчет по работе, пользуясь следующей таблицей:

Название опыта	Рисунки, наблюдения. Условия реакции	Объяснение наблюдений. Выводы

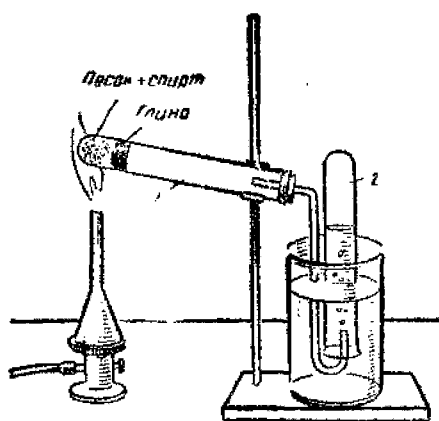


Рис. 92. Прибор для получения этилена.

Но опыт можно провести и без серной кислоты в присутствии отнимающего воду катализатора — оксида алюминия, каолина или глины. В пробирку наливают 2—3 мл этилового спирта, насыпают речной песок до поглощения всего спирта. Смесь покрывают слоем сухого катализатора, например глины, толщиной 4—5 см. Собирают прибор (рис. 92). Сильно нагревают глину. Затем время от времени пламя переносят на песок, пропитанный спиртом. Пары спирта, проходя над нагретым катализатором, дегидратируются — образуется этилен. После вытеснения из прибора воздуха этилен собирают над водой в пробирке. Газ испытывают на горючесть и на неопределенность.

Тема 6. Спирты и фенолы

Практическое занятие. Синтез бромэтана из спирта

На рисунке 66 представлены варианты демонстрационных приборов, которые могут быть использованы для проведения нескольких опытов (получения бромэтана, синтеза уксусно-этилового эфира, а также получения хлороводорода). Подобно этим приборам могут быть смонтированы и лабораторные приборы из деталей и узлов, имеющихся в наборе НПМ-М.

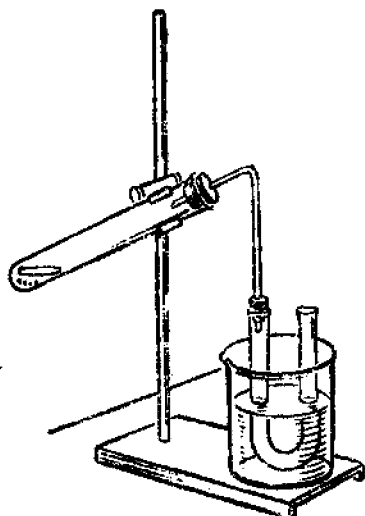
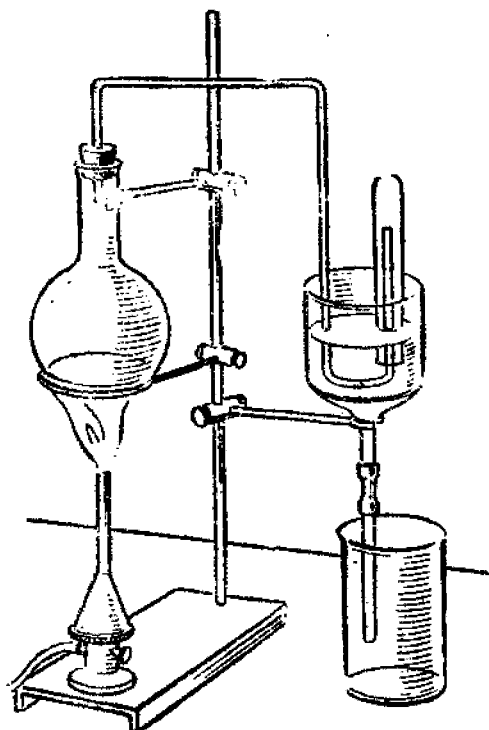
Более надежными и компактными являются два прибора, хотя при сильном нагревании возможен подъем смеси в колене дугообразной трубки (выброс маловероятен).

Третий прибор состоит из колбы — реактора и воздушного холодильника, в верхней части которого находится приемник с колпачком. Приемник выполнен в виде затвора, что делает опыт безопасным (см. рис. 66, а).

Для получения бромэтана в колбу наливают равные объемы (по 2,5 мл) этилового спирта и серной кислоты (3:2) и добавляют 1,5 г (два дозатора) бромид натрия. Приемник наполняют холодной водой со льдом до его середины. На газоотводную трубку надевают колпачок. Пробирку осторожно нагревают. Через 2—3 мин в приемнике образуются тяжелые капли бромэтана.

Операции, проводимые учащимися, зафиксированы в карте-инструкции.

Практическое занятие. Синтез бромэтана из спирта



Соберите прибор согласно рисунку.

Перелейте в колбу-реактор 6 мл готовой смеси этилового спирта и серной кислоты.

Добавьте к смеси 2 ложки бромида натрия и закройте колбу пробкой с газотводной трубкой.

Налейте в воронку воды, как это показано на рисунке.

Нагревайте колбу-реактор.

Наблюдайте, как происходит конденсация паров бромэтана.

Слейте продукт в мерный стакан или пробирку, отметив получившийся объем.

Рассчитайте выход полученного бромэтана в процентах от теоретического, если известно, что в исходной смеси содержалось 3 мл спирта ($\rho = 0,78 \text{ г/мл}$).

Оформите отчет по известной форме. На рисунке прибора обозначьте основные детали и их назначение, исходные и полученные продукты.

Эту же работу можно выполнить в приборе, представленном на правом рисунке. Обозначьте основные детали прибора, размещение исходных и полученных веществ.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Получение и свойства карбоновых кислот

Получение и свойства уксусной кислоты

Поместите в пробирку ложку ацетата натрия.

Добавьте по каплям серную кислоту (3:2) так, чтобы она смочила соль.

Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.

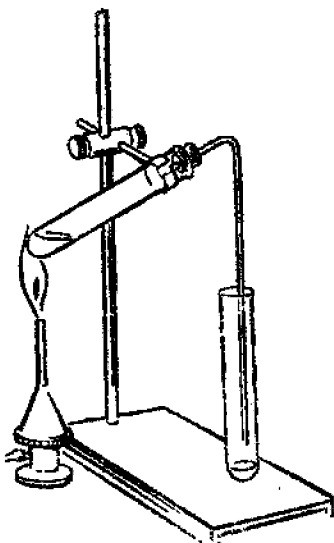
Проверьте прибор на герметичность!

Зафиксируйте прибор в лапке лабораторного штатива.

Опустите конец газоотводной трубки в сухую пробирку.

Нагревайте пробирку с реакционной смесью, соблюдая правила техники безопасности.

Соберите 1—2 мл уксусной кислоты, разбавьте ее немного водой.



Исследуйте свойства полученной кислоты (пользуясь пластиной для капельного анализа). Проверьте действие кислоты на индикатор, металл (порошок магния), оксид металла, карбонат натрия.

Свойства муравьиной кислоты

Испытайте, окисляется ли муравьиная кислота аммиачным раствором оксида серебра.

В чем отличие муравьиной кислоты от других карбоновых кислот?

Свойства высокомолекулярных карбоновых кислот

Прибавьте в пробирку с раствором мыла по каплям соляной кислоты (1:3) до образования хлопьев. Хлопья какого вещества образовались?

Добавьте в пробирку к хлопьям образовавшегося вещества раствор щелочи (5%-ный). Растворились ли хлопья?

Прибавьте в пробирку с раствором мыла раствор хлорида кальция (5%-ный). Что наблюдаете?

Убедитесь опытным путем в неопределенности олеиновой кислоты.

Составьте отчет, используя предложенную схему:

Название кислоты	Получение, свойства. Уравнения реакций	Выводы

Приведите в порядок свое рабочее место.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ

1. Запишите в тетрадь тему практического занятия и номер варианта.
2. Получите задание.
3. Составьте план решения задач.
4. Составьте отчет о работе, используя следующую таблицу:

№ п.п.	Дано	План решения (последовательность выполнения операций)	Реактив. Условия реакции. Наблюдения. Уравнения реакций	Результат (ответ, вывод)
1				
2				

Приведите рабочее место в порядок.

В а р и а н т 1

1. В трех пробирках под номерами наплеты растворы фензола, формалина и глицерина. Определите их.
2. Докажите, что в состав поливинилхлорида входит хлор.

В а р и а н т 2

1. Определите, в какой из двух пробирок под номерами находится: а) крекинг-бензин; б) бензин прямой перегонки.
2. Налейте в пробирку две пипетки этилового спирта, добавьте столько же раствора перманганата калия и несколько капель серной кислоты. Нагрейте смесь. Объясните наблюдаемые явления.

В а р и а н т 3

1. Определите опытным путем, в какой из пробирок под номерами находится: а) муравьиная кислота; б) уксусная кислота.
2. Докажите, что в состав полиэтилена входят углерод и вода.

В а р и а н т 4

1. Определите с помощью одного реактива, в какой из пробирок находится: а) формальдегид; б) глицерин.

2. Докажите, что выданное вещество является неперекисной кислотой

В а р и а н т 5

1. Определите, в какой из пробирок находится: а) формалин; б) этиловый спирт; в) уксусная кислота.
2. Докажите, что выданное вещество — раствор фенола.

В а р и а н т 6

1. Определите, в какой из пробирок находится: а) этиленгликоль; б) формалин; в) фенол.
2. Докажите, что выданное вещество — глицерин.

Т е м а 3. Сложные эфиры. Жиры

Практическое занятие. Синтез уксусно-этилового эфира

Для получения уксусно-этилового эфира можно воспользоваться приборами, показанными на с. 90.

В колбу-реактор помещают небольшие кусочки стеклянной трубки для равномерного кипения и готовую смесь для получения эфира, состоящую из 3 мл этилового спирта, 3 мл уксусной кислоты и 2 мл концентрированной серной кислоты. В приемник помещают насыщенный раствор поваренной соли. Смесь в колбе нагревают. В приемнике наблюдают образование этилацетата в виде верхнего слоя, который после прекращения нагревания вытягивается во внутреннюю часть колпачка.

Данный прибор (см. с. 178) может быть смонтирован из узлов и деталей, имеющихся в модернизированном наборе НПМ-М. В качестве приемника могут быть использованы детали, показанные на рисунке 66, б, в, г. Вместо специального колпачка можно использовать обычную пробирку.

Данный опыт учащиеся проводят в приборах, уже знакомых им по получению бромэтана; поэтому учитель предлагает классу выбрать вариант прибора. На классной доске следует дать рисунки предложенных учащимися вариантов приборов с указанием назначения отдельных компонентов их, исходных и получаемых веществ. Затем всем классом обсуждают последовательность необходимых для проведения опыта операций, которую учащиеся записывают в тетрадь в виде плана. После этого учитель предлагает учащимся собрать прибор и провести опыт. Результаты наблюдений учащиеся фиксируют в отчете, форма отчета произвольная.

Практическое занятие «Решение экспериментальных задач на получение и распознавание органических веществ» проводят согласно карте-инструкции.

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач на получение и распознавание органических веществ

1. Запишите в тетрадь тему практического задания и номер варианта.

2. Приготовьте таблицу для оформления результатов исследования:

№ задания	Условие задачи	Реактив. Условия реакции	Наблюдения. Уравнения реакции	Ответ, вывод
1				
2				

3. Проведите опыты для решения задач.

4. Оформите отчет, внося результаты исследования в таблицу.

5. Приведите в порядок рабочее место.

В а р и а н т 1

1. Определите растворы веществ: крахмал, мыло, глюкоза.

2. Докажите, что выданное вещество — раствор фенола.

В а р и а н т 2

1. Определите растворы веществ: сахароза, глюкоза, мыло.

2. Докажите, что выданное вещество — глицерин.

В а р и а н т 3

1. Определите растворы веществ: глюкоза, фенол, уксусная кислота.

2. Получите из раствора мыла стеариновую кислоту.

В а р и а н т 4

1. Определите вещества: мыло, крахмал, стеариновая кислота.

2. Докажите, что выданное вещество — раствор глюкозы.

В а р и а н т 5

1. Определите вещества: олеиновая кислота, глицерин, формалин.

2. Проведите опытным путем гидролиз крахмала и исследуйте продукты гидролиза.

В а р и а н т 6

1. Определите вещества: этиловый спирт, глюкоза, этиленгликоль.

2. Докажите, что в состав сахара входят углерод и вода.

**Лабораторные опыты. Опыты с образцами
термопластичных полимеров**

Для ознакомления учащихся со свойствами термопластичных полимеров: термопластичностью, горючестью, отношением к растворам кислот, щелочей, окислителям — целесообразно использовать модернизированную коллекцию «Пластмассы», в которой представлены все необходимые образцы пластмасс и изделий из них.

Исследование свойств пластмасс можно провести согласно таблице, с которой учитель знакомит учащихся на уроке перед лабораторной работой. Обращают внимание учащихся на три основных признака для распознавания образцов пластмасс: характер горения, отношение к нагреванию, исследование продуктов разложения (см. с. 184).

Как показывает практика, ознакомление со свойствами пластмасс фронтально, экспериментальным путем, под непосредственным руководством учителя, с занесением результатов наблюдений в указанную таблицу гораздо эффективнее, чем использование таблицы, где результаты исследования даны в готовом виде. Тем более приобретенные знания и навыки учащиеся используют в следующей практической работе, где они должны определить выданные им под номерами пластмассы.

Для распознавания каждому учащемуся выдают по 4 образца пластмасс. Образцы могут быть представлены в виде кусочков различных изделий (шпелки, изоляции, гранул, крошки, пробки и др.), как это рекомендовано Н. Н. Чертковым. Целесообразно приготовить специальный комплект образцов и разложить их по вариантам [65], а также воспользоваться образцами из коллекции «Пластмассы».

В данной работе учащиеся могут обращаться к таблице, которую они заполнили при выполнении лабораторных опытов по ознакомлению с пластмассами.

Карта-инструкция

Практическое занятие. Распознавание пластмасс

1. Запишите тему практического занятия в тетрадь.
2. Получите задание и запишите номер варианта.
3. Приготовьте в тетради таблицу по следующему образцу:

Дано	№ образца	Внешний вид	Отношение к нагреванию	Характер горения	Исследование продуктов разложения	Результат, название, элементарное звено
	1					
	2					
	3					
	4					

Таблица

Распознавание пластмасс (по И. Н. Чертову)

Пластмасса	Элементарное звено полимера	Характер горения	Отношение к нагреванию	Реакция на продукты разложения
Полиэтилен	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Горит синеватым пламенем, распространяя слабый запах горящего парафина. При горении отделяются капли. Вне пламени продолжает гореть	Размягчается, можно вытянуть нити	Обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия
Полivinилхлорид (полихлорвинил)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$	Горит коптящим пламенем. Вне пламени не горит	Размягчается при 60—70 °С, выше 110—120 °С разлагается	Выделяющийся хлороводород окрашивает лакмусовую бумажку в красный цвет, обнаруживается раствором нитрата серебра
Полистирол	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$	Горит коптящим пламенем, распространяя специфический запах. Вне пламени продолжает гореть	Размягчается, легко вытягиваются нити	Получающийся мономер обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия
Полиметилметакрилат (органическое стекло)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-$	Горит желтым пламенем с синей каймой у края, с характерным потрескиванием, распространяя резкий запах	Размягчается	Получающийся мономер обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия
Фенолформальдегидная смола	Фенолформальдегидная смола — продукт поликонденсации фенола и формальдегида	Горит, распространяя резкий запах фенола. Вне пламени постепенно гаснет	Разлагается при сильном нагревании	Не исследуется

4. Проведите распознавание пластмасс и результаты наблюдений запишите в таблицу (см. с. 184).

5. Приведите в порядок используемые принадлежности и рабочее место.

В а р и а н т 1

Распознайте выданные пластмассы: полистирол, полиэтилен, капрон, фенолформальдегидная смола.

В а р и а н т 2

Распознайте пластмассы: поливинилхлорид, полиметилметакрилат, капрон, полистирол.

В а р и а н т 3

Распознайте пластмассы; полистирол, фенолформальдегидная смола, поливинилхлорид, капрон.

В а р и а н т 4

Распознайте пластмассы: полиэтилен, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фенолформальдегидная смола.

В а р и а н т 5

Распознайте пластмассы: фенолформальдегидная смола, капрон, полиэтилен, поливинилхлорид.

В а р и а н т 6

Распознайте пластмассы: полиметилметакрилат, фенолформальдегидная смола, полистирол, поливинилхлорид.

Лабораторные опыты. Отношение синтетических волокон к растворам кислот и щелочей

Эти лабораторные опыты следует проводить не только с синтетическими волокнами, но и с натуральными (например, с шелком, хлопком, льном), искусственными (ацетатым волокном, вискозой), так как учащиеся должны уметь их сравнивать.

Работу организуют с модернизированной коллекцией «Волокна», в которой, кроме волокон, имеются соответствующие образцы тканей.

Ознакомление со свойствами волокон целесообразно провести по методике, разработанной И. Н. Чертковым [42]. Учащиеся предлагают заполнить таблицу (см. с. 188) по ходу проведения опытов. При распознавании волокон обращают внимание на скорость сгорания волокна, запах продуктов разложения и характер остатка после сгорания волокна. Это позволяет учащимся определить, какое волокно дано — природное (натуральное) или химическое.

Практическое занятие. Распознавание волокон

Результаты опытов учащиеся записывают в таблицу (см. с. 188).

Вариант 1

В четырех пакетах № 1, 2, 3, 4 находятся следующие волокна: льняное, ацетатное (медно-аммиачное) хлориновое, шерстяное. Определите, в каком пакете какое волокно.

Вариант 2

В четырех пакетах № 1, 2, 3, 4 находятся ткани из следующих волокон: хлопкового, вискозного, лавсанового, шелкового. Определите, в каком пакете какая ткань.

Вариант 3

В четырех пакетах № 1, 2, 3, 4 находятся следующие волокна: шерстяное, льняное, вискозное, капроновое. Определите, в каком пакете какое волокно.

Вариант 4

В четырех пакетах № 1, 2, 3, 4 находятся ткани из следующих волокон: хлопкового, шерстяного, ацетатного (медно-аммиачного), нитронового. Определите, в каком пакете какая ткань.

Вариант 5

В четырех пакетах № 1, 2, 3, 4 находятся следующие волокна: шелковое, льняное, вискозное, нитроновое. Определите, в каком пакете какое волокно.

Вариант 6

В четырех пакетах № 1, 2, 3, 4 находятся ткани из следующих волокон: хлопкового, шелкового, ацетатного (медно-аммиачного), хлоринового. Определите, в каком пакете какая ткань.

Практические занятия. Решение экспериментальных задач по пройденному курсу

Эти работы включены в программу по темам: «Альдегиды и карбоновые кислоты» (№ 5), «Углеводы» (№ 7) и «Обобщение знаний по курсу органической химии» (№ 9).

Работы проводят по вариантам согласно картам-инструкциям (с. 187), в каждой из которых содержится шесть вариантов с двумя задачами. Каждая из работ содержит задачи не только на тему, после которой проводится занятие, но и на проверку усвоения предыдущего материала.

При проведении обобщающих практических работ, например занятия «Экспериментальное решение задач по пройденному курсу (исследование свойств органических веществ, доказательство генетических связей)» целесообразно предложить учащимся две задачи.

Решение первой задачи требует от учащихся не только знания химических реакций получения нужных веществ, но и умения осуществлять их в соответствующих приборах.

Работа рассчитана на полную самостоятельность учащихся. Однако решение задач ограничено урочным временем. Поэтому на первом этапе урока после получения учащимися заданий по вариантам необходимо их ориентировать на наиболее рациональный подход к решению задачи 1. Поэтому в карте-инструкции (с. 182) указаны наиболее важные моменты, учитывая которые учащиеся могут быстро составить план решения первой задачи, а затем практически осуществить ее.

Учащиеся должны самостоятельно собрать прибор. Такую возможность предоставляет постоянно находящийся на рабочих местах набор посуды и принадлежностей (НПМ). При отсутствии такого набора учащиеся обычно выдают на лабораторные столы лотки с необходимым оборудованием. Методическая ценность такого подхода в последнем случае значительно меньше, так как учащиеся по сути дела выдают готовые приборы.

В старших классах при проведении экспериментальных задач форма отчета может быть произвольной, хотя почти во всех картах-инструкциях указан один из наиболее удобных вариантов оформления отчета.

Важно, чтобы учащиеся не только справились с практическим решением задач, но и умели бы обосновать свое решение в виде краткого, но полного и рационального отчета.

Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по пройденному курсу: исследование свойств органических веществ, доказательств генетических связей

1. Запишите в тетрадь тему занятия и номер варианта.
2. Составьте план решения задачи 1: напишите уравнения соответствующих реакций; укажите условия их проведения; зарисуйте схему прибора для получения указанного вещества; покажите на рисунке прибора его детали и узлы и их назначение; обозначьте исходные и полученные продукты.
3. Соберите прибор согласно рисунку и получите в нем указанное вещество.
4. Решите задачу 2 теоретически: напишите уравнения соответствующих реакций; укажите условия их проведения.
5. Решите задачу 2 экспериментально.
6. Оформите результаты исследования в виде отчета. Схема отчета произвольная.

В а р и а н т 1

1. Осуществите опытным путем превращение: этиловый спирт → этилацетат.
2. Проведите реакции, характерные для глюкозы.

В а р и а н т 2

1. Осуществите опытным путем превращения: этиловый спирт → этилен → этиленгликоль.
2. Проведите реакции, характерные для фенола.

Распознавание волокнистых материалов

Волокно	Основы волокна	Сжигание	Обнаружение продуктов разложения	Действие кислот и щелочей при 18—20 °С		
				HClO ₃ конц.	H ₂ SO ₄ конц.	10% щелочной раствор NaOH
Хлопчатобумажное (хлопок)	Целлюлоза	Горит быстро, с запахом жженой бумаги. После горения остается серый пепел	Окрашивает лакмусовую бумажку в красный цвет	Растворяется, образуя бесцветный раствор	Растворяется	Набухает не растворяясь
Ацетатное	Ацетицеллюлоза	Горит быстро, образуя нехрупкий спекшийся темно-бурый шарик. Вне пламени горение ткани постепенно прекращается	Окрашивает лакмусовую бумажку в красный цвет	Растворяется, образуя бесцветный раствор	Растворяется	Омывается, принимая желтоватый оттенок, и растворяется
Шерсть	Белок	Горит медленно, с запахом жженных перьев. После горения образуется хрупкий черный шарик, растрескивающийся в порошок	Окрашивает лакмусовую бумажку в синий цвет	Набухает и окрашивается в желтый цвет	Разрушается	Растворяется
Вязкозное	Целлюлоза	Горит быстро, с запахом жженой бумаги. После горения остаются следы золы	То же	То же	Растворяется, давая красно-коричневый раствор	Сильно набухает и растворяется
Капроновое	Капрон (смола)	Плавится, образуя твердый блестящий шарик темного цвета. При горении распространяется неприятный запах	Окрашивает лакмусовую бумажку в синий цвет	То же	Растворяется и дает бесцветный раствор	Не растворяется
Лавсан	Эфир	Плавится, затем горит коптящим пламенем с образованием темного твердого блестящего шарика	Лакмусовая бумажка не изменяет своего цвета. На стенках пробирки образуется желтое кольцо	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется

В а р и а н т 3

1. Осуществите опытным путем превращения: ацетат натрия→уксусная кислота→ацетат кальция.
2. Прodelайте реакции, характерные для глицерина.

В а р и а н т 4

1. Осуществите опытным путем превращения: этиловый спирт→уксусный альдегид→оксид меди (I).
2. Прodelайте реакции, характерные для уксусной кислоты.

В а р и а н т 5

1. Осуществите опытным путем превращение: этиловый спирт→бромэтан.
2. Прodelайте реакции, характерные для формальдегида.

В а р и а н т 6

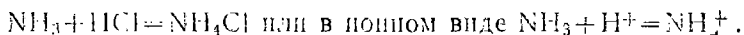
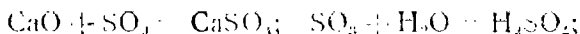
1. Осуществите опытным путем превращения: карбид кальция→ацетилен→1,1,2,2-тетрабромэтан.
2. Прodelайте реакции, характерные для белка.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Т е м а 2. Стрoение вещества

Лабораторные опыты. Получение и свойства комплексных соединений меди, цинка, алюминия, серебра и железа

Учащиеся знакомы со многими бинарными соединениями (H_2O , CaO , SO_3 , NH_3 , HCl и др.) и с более сложными соединениями, которые образуются из бинарных соединений, например:



Последнее уравнение рассматривают как типичный пример комплексообразования, когда образуется комплексное соединение, в состав которого входит комплексный ион $[\text{NH}_4]^+$ с центральным атомом азота в качестве комплексообразователя.

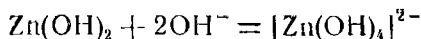
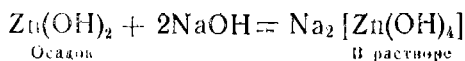
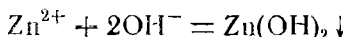
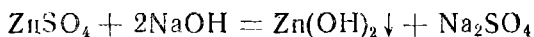
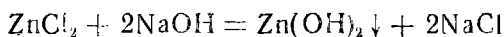
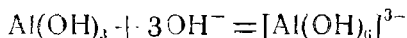
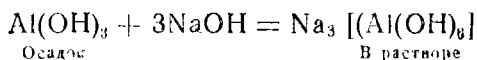
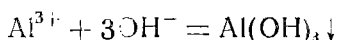
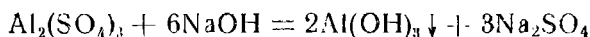
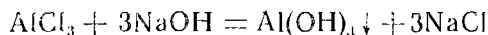
К комплексным соединениям можно отнести и кристаллогидраты, содержащие в своем составе молекулы воды. Например, медный купорос имеет следующее строение: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}[\text{SO}_4\text{H}_2\text{O}]^{2-}$. Комплексообразователь удерживает более или менее прочно определенное число лигандов (атомов — атомов, ионов или молекул). Например, для меди и цинка это число, называемое координационным, равно 4, для алюминия и железа — 6, для серебра — 2.

Опыт 1. В фарфоровой чашке нагревают несколько кристалликов медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. При нагревании кристалло-

гидрат превращается в безводную соль. После охлаждения к ней приливают немного воды. Наблюдают изменение окраски.

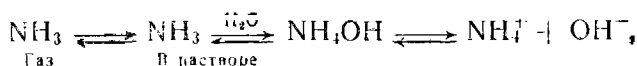
Безводная соль при взаимодействии с водой образует снова кристаллогидрат, который можно рассматривать как соединение, содержащее сложный комплексный ион $\text{Cu}[(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$.

Опыт 2. К раствору солей Al^{3+} (например, AlCl_3 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) и Zn^{2+} (например, ZnCl_2 и ZnSO_4) приливают раствор гидроксида натрия NaOH . Наблюдают осаждение гидроксидов $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Эти осадки в избытке щелочи растворяются вследствие образования соединений, содержащих комплексные ионы $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ и $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$. Ниже даны уравнения соответствующих реакций:

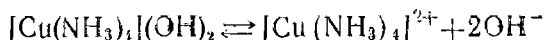
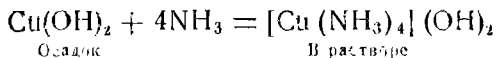
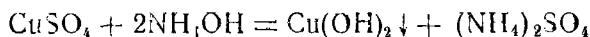


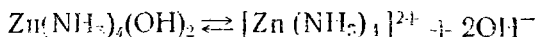
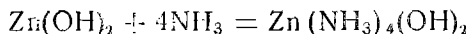
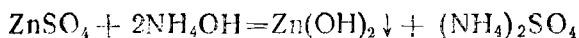
Опыт 3. К раствору солей Cu^{2+} и Zn^{2+} приливают водный раствор аммиака — выпадают осадки гидроксидов меди и цинка. К осадкам прибавляют избыток водного раствора аммиака — образуются комплексные соединения $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ и $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$.

Принимая во внимание, что водный раствор аммиака представляет собой равновесную систему



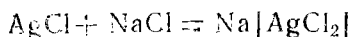
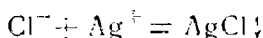
записываем уравнения реакций:



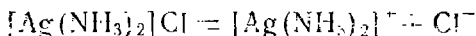
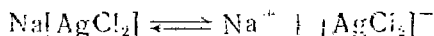


Опыт 4. В углублении пластины для капельного анализа смешивают по одной капле растворов хлорида натрия NaCl и нитрата серебра AgNO_3 . Образуется белый осадок хлорида серебра AgCl . К нему добавляют несколько капель насыщенного раствора хлорида натрия NaCl и перемешивают стеклянной палочкой. Осадок растворяется, образуется комплексный ион $[\text{AgCl}_2]^-$.

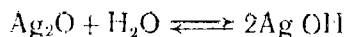
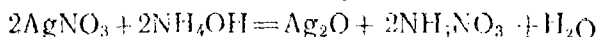
Уравнения реакций:



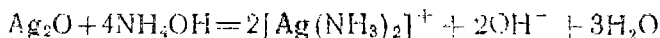
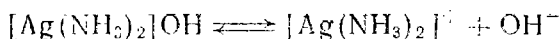
или



Опыт 5. Смешивают по одной капле растворов нитрата серебра AgNO_3 и гидроксида аммония NH_4OH . Образуется черный осадок оксида серебра Ag_2O , который растворяют, добавляя несколько капель концентрированного раствора аммиака. Образуется комплексное соединение $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$:



В растворе

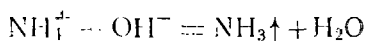
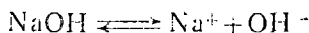
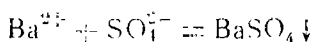
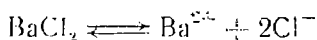
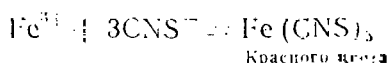
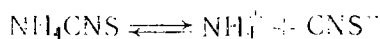
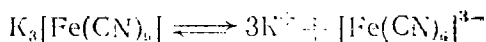


Опыт 6. В пять небольших пробирок (лучше коенических) приливают: в первую, вторую и третью — по 3 капли раствора двойной соли аммониевожелезных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, в четвертую и пятую — по 2 капли раствора калия гексацианоферрата (III) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — красной кровяной соли.

Затем в первую пробирку прибавляют 2 капли раствора роданида аммония NH_4CNS , во вторую — 2 капли хлорида бария BaCl_2 , в третью — 2—3 капли раствора гидроксида натрия NaOH (паргрь до появления запаха аммиака), в четвертую — по 2—3 кап-

ли NaOH , в пятую — 2 капли раствора роданида аммония. Учащимся дают заранее сопоставить опыты в первой, второй и третьей пробирках с опытами в четвертой и пятой и ответить на вопрос: на какие ионы диссоциируют в водном растворе аммониевожелезные квасцы и гексацианоферрат (III) калия?

Учащиеся должны написать уравнения диссоциации этих солей, а также уравнения реакций, подтверждающих наличие в растворе соответствующих ионов:



Ион CNS^- не дает окрашивания с ионом $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, поскольку диссоциация иона $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$ происходит крайне незначительно. По той же причине гидроксид-ионами OH^- не осаждается гидроксид железа (III) из раствора красной кровяной соли.

Практикум

Наряду с демонстрационным экспериментом, лабораторными опытами и практическими занятиями в программу по химии для средней общеобразовательной школы включен «Практикум» [28]. Он существенно отличается от прежних практикумов по химии. Практикум не является повторением практических работ, выполняемых учащимися в основном после прохождения того или иного раздела программы с целью закрепления и углубления полученных знаний, применения их в новой ситуации (например, при решении задач экспериментальным способом). При выполнении работ практикума ученик проявляет в большей степени самостоятельность в ответах на вопросы: как? Почему? Каков результат? Особое внимание учитель обращает при этом на затруднения, неудачи, которые могут встретиться в работе, на необходимость строжайшего соблюдения учащимися правил по технике безопасности. Для осмысливания проделанной работы и оформления в виде отчета полученных результатов учащиеся привлекают различные пособия и справочную литературу по химии.

Тематика работ практикума определяется школьной программой по химии. При выполнении работ учащиеся глубже усваивают теоретические вопросы и связь химии с другими науками, прежде всего с физикой, а также с жизненной практикой. Это способствует расширению кругозора учащихся.

Проведение практикума требует изменения формы организации и методов учебно-воспитательного процесса. При проведении отдельных работ практикума по химии учащиеся пользуются неодинаковым оборудованием, реактивами и материалами. Но поскольку учащиеся приступают к выполнению практикума уже более или менее подготовленными по технике химического эксперимента, они могут самостоятельно находить все, что им нужно, не отвлекая по мелочам учителя и лаборанта (полезно обратиться к опыту учителя химии Б. Н. Пасечника, у которого учащиеся с самого начала приучаются работать самостоятельно). Благодаря умению учащихся самостоятельно работать в химической лаборатории учитель имеет возможность сосредоточивать внимание на главном — руководстве учебно-воспитательным процессом, организации всей сложной работы по проведению практикума.

Следует отметить, что учащиеся выполняют работы вполне осознанно, поскольку имеют возможность подготовиться к ним заранее, используя свои знания и умения.

Хотя и нельзя сразу подвести итогов практикума, но путем работы с каждым учащимся можно обеспечить индивидуальный подход в обучении. Целесообразно подведение результатов всего практикума организовать в форме семинаров, итоговой конференции с докладами и демонстрациями.

Существенное значение для проведения практикума имеет учебно-материальная база школьного кабинета химии. Как минимум этот кабинет должен быть оснащен полным комплектом учебного оборудования, реактивами, материалами, наглядными пособиями, типовой школьной мебелью, учебной и справочной литературой. Для некоторых опытов практикума потребуются и дополнительное учебное оборудование, реактивы, материалы. Частично оно может быть изготовлено путем самооборудования. Однако от учителя и самих учащихся требуется активный поиск путей и способов нахождения того, что нужно для работы. В таких затруднительных ситуациях помощь могут оказать шефствующие учреждения, в том числе заводские и научно-исследовательские лаборатории. Такая связь школы с производством оказывается весьма плодотворной для обучения и воспитания школьников, так как привлекает внимание общественности к проблемам школьного образования и воспитания подрастающего поколения.

Работы, выполняемые во время практикума, могут являться темой докладов на вечерах химии в школе, в обществе «Юный химик». Практикум может способствовать профориентации учащихся, выбору будущей профессии, связанной с химией.

Какие же работы составляют содержание практикума? Полагаем, что практикум должен включать вопросы теоретические,

препаративные, аналитические, технологические и др. Они связаны с школьной программой химии, но изучаемые вопросы ставятся в таком аспекте, что для их разрешения от учащихся требуется творческое применение знаний и умений, поиск дополнительной информации в учебниках и справочниках. Учитель, исходя из конкретных условий в школе, в которой он работает, учитывая интерес учащихся в предмету, производственное окружение, оборудование кабинета, может включать те или иные работы.

Работы данного практикума учащиеся выполняют индивидуально. За время, отводимое на практикум (5 ч), они могут проработать 2—3 работы.

Одновременное выполнение практикума всем классом может встретить затруднения. Поэтому желательно проводить занятия с двумя подгруппами отдельно или разделить учащихся класса на несколько групп, каждая из которых выполняет определенную работу. Учителю необходимо подсчитать, сколько комплектов оборудования необходимо для намеченных работ. Для выполнения данного практикума нужны в основном реактивы и материалы, предусмотренные «Типовыми перечнями». Только немногие реактивы и материалы могут потребоваться сверх этих перечней. Следует учесть возможность замены недостающих деталей учебного оборудования аналогичными. Например, могут быть использованы колбы иных габаритов, чем это указано в инструкции.

Из великого множества инструкций для выполнения данных опытов выбраны, на наш взгляд, наиболее приемлемые для школы — простые, надежные, безопасные.

Ниже приводится примерная тематика работ практикума и инструкции к их проведению, составленные на основе литературных источников и личного опыта авторов.

Работа 1. Определение эквивалентной массы цинка [3]

Оборудование: штатив лабораторный металлический; сосуд Ландольта вместимостью не менее 50 мл; бюретка вместимостью 25 мл; воронка цилиндрическая (капельная или делительная) вместимостью 50 мл; тройник с зажимом.

Реактивы: цинк (гранулы); серная кислота (1 : 5).

Изображенный на рисунке 93 прибор состоит из сосуда Ландольта 1, тройника с зажимами 2, бюретки 3, соединенной с помощью резиновой трубки с воронкой 4.

Испытывают прибор на герметичность.

Опускают воронку на 15—20 см, уровень воды в бюретке немного повышается. Закрепляют воронку в лапке штатива. Наблюдают в течение 1—3 мин за уровнем воды в бюретке. Если прибор герметичен, то уровень воды в ней не изменится.

Эксперимент осуществляют в следующей последовательности: наливают в одно колено сосуда Ландольта 10 мл раствора серной кислоты, прибавляют 2—3 капли раствора медного купороса для ускорения реакции. В другое колено помещают навеску цинка массой в 0,1 г.

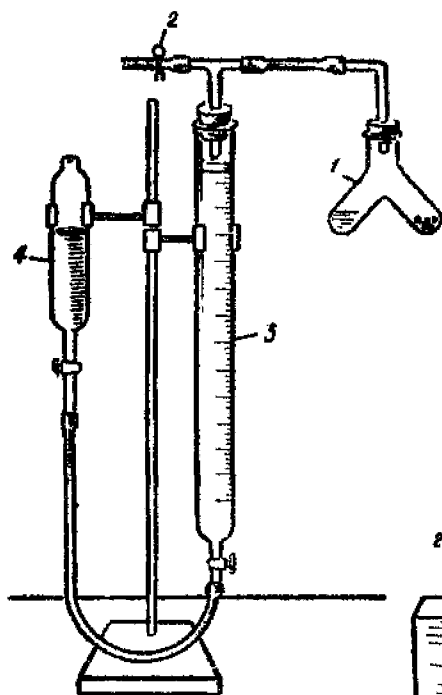


Рис. 93. Определение эквивалентной массы вещества:

1 — сосуд Ландольта, 2 — трубка с зажимом, 3 — бюретка, 4 — штатив.

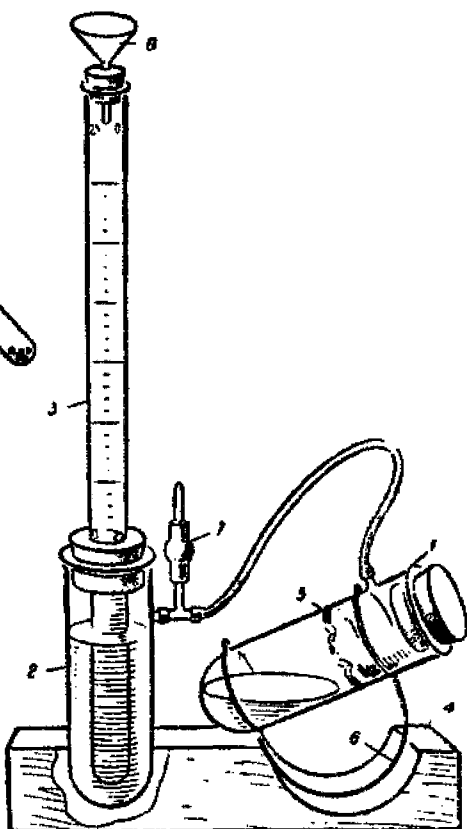


Рис. 94. Определение эквивалента динка в промышленном приборе:

1 — реактор, 2 — пробирка-термоскоп, 3 — измерительная трубка, 4 — штатив, 5 — резиновая перегородка с вырезом, 6 — проволока-держатель, 7 — трюнок с краном, 8 — воронка.

При открытом зажиме 2 устанавливают уровень воды в бюретке 3 на нуль (до верхней метки), опуская и поднимая воронку 4.

Замечают уровень воды в бюретке до реакции. Закрывают зажим 2, приводят в соприкосновение цинк и кислоту, поворачивая сосуд Ландольта. По мере вытеснения водорода воронку 4 опускают по штативу, поддерживая воду в ней и бюретке 3 на одном уровне.

По окончании реакции приводят уровень воды в бюретке и в воронке к одной высоте.

Делают отчет уровня в бюретке после реакции. По разности начального и конечного уровней воды в бюретке определяют объем выделившегося водорода при данных условиях опыта.

Отмечают температуру в лаборатории и атмосферное давление. Рассчитывают парциальное давление водорода в бюретке над водой: $P_1(\text{H}_2) = P - P(\text{H}_2\text{O})$, где P — атмосферное давление по барометру, $P(\text{H}_2\text{O})$ — давление насыщенного водяного пара при данной температуре (из справочника).

Вычисляют эквивалентную массу цинка по следующим данным:

Масса цинка	0,1 г
Объем водорода	V мл
Атмосферное давление	P мм рт. ст.
Давление водяного пара при температуре опыта (берется из справочника)	P' мм рт. ст.
Давление водорода в бюретке	$P - P' =$ $-\Delta P$ мм рт. ст.
Температура t воздуха в °С и в Кельвинах	$T = 273 + t$
Нормальная температура	$T_0 = 273\text{ К}$

Эквивалентная масса цинка — это его масса, которая вытесняет 1,008 г водорода или 11 200 мл водорода (при н. у.).

Вычисляют теоретическую величину эквивалентной массы цинка (Эм_{Zn} (теор)), используя его молярную массу (65,37 г) и валентность (II), а затем сравнивают эту величину с полученной экспериментально (Эм_{Zn} (эксп)) и вычисляют относительную ошибку (в процентах).

$$\text{Эм}_{\text{Zn}}(\text{теор}) = \frac{65,37 \text{ г}}{2} \approx 32,69 \text{ г}$$

Полученный в опыте объем водорода V мл перечисляют на нормальные условия ($P_0 = 760$ мм рт. ст., $T_0 = 273$ К) по формуле:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{\Delta P \cdot V}{T}; \quad V_0 = \frac{\Delta P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot T} \quad V_0 = \frac{\Delta P \cdot V \cdot 273}{760 (273 + t)}$$

0,1 г Zn вытесняет V_0 мл водорода. Чему равна экспериментальная масса эквивалента цинка, необходимая для вытеснения 11 200 мл водорода?

$$\text{Эм}_{\text{Zn}}(\text{эксп}) = \frac{0,1 \cdot 11200}{V_0} (\text{г})$$

Относительная ошибка определяется:

$$\frac{32,69 - \text{Эм}_{\text{Zn}}(\text{эксп})}{32,69} \cdot 100 (\text{в } \%)$$

Этот же опыт может быть проведен в новом промышленном приборе для опытов с газами (рис. 94), предложенном учителем химии Ю. М. Григорьевым (см. журнал «Химия в школе», 1985, № 5).

Реактор 1 представляет собой пробирку с отводом и шлангом, по которому поступает газ в прибор. Прибор состоит из пробирки 2 с отсрстком, измерительной трубки (бюретки) 3 и штатива 4.

В реактор вставлена резиновая (или пробковая) перегородка с вырезами 5. Регулирующим положением реактора устройством служит проволока, изогнутая в виде полукольца 6. На концах проволоки сделаны кольца, в которые вставляют реактор. Верхняя часть реактора входит в кольцо свободно, а нижняя укрепляется прочно. Регулирующее устройство помещают в прорезь штатива. Передвигая реактор из прорези влево и вправо, придают реактору требуемое положение. Когда реактор находится в нерабочем положении, газоотводная трубка его опускается в пробирку с водой, что препятствует поступлению воздуха в реактор.

Реактор вставляют в кольца регулирующего устройства. Наливают в него нужный объем раствора реактива (соляной кислоты), кладут на перегородку гранулы твердого вещества (цинка или магния). Кольцо проволоки вставляют в прорезь штатива таким образом, чтобы в реакторе не происходило соприкосновения твердого вещества с раствором. Для осуществления реакции регулирующее устройство поворачивают так, чтобы получить требуемый ток газа. Если реакцию желают остановить, то проволоку поворачивают против часовой стрелки до упора.

Бюретка 3 служит для измерения объема газа, поступающего из реактора 1. Устанавливают уровень окрашенной жидкости в бюретке на нуле. С этой целью открывают кран 7 и после поднятия жидкости до нулевой отметки кран закрывают. Для предотвращения возможности вытекания жидкости в бюретку вставлена воронка 8.

Поступающий в пробирку 2 газ вытесняет из нее равный объем воды в бюретку. Зная массу взятого металла и объем образовавшегося газа (равный объему воды, поднявшейся в бюретку), рассчитывают эквивалентную массу цинка.

Работа 2. Определение молярной массы оксида углерода (IV)

Оборудование: аппарат для получения газов, заряженный на оксид углерода (IV); промывные склянки — (2 шт.): одна — с раствором гидрокарбоната натрия, вторая — с концентрированной серной кислотой; колба (коническая или плоскодонная) вместимостью 500 мл.

Работу выполняют не более 5 человек, каждый индивидуально. На рисунке 95 изображена установка для проведения этого опыта, которую собирают на демонстрационном столе. Оксид углерода (IV) получают в приборе 1. Склянки 2 с раствором гидрокарбоната натрия и концентрированной серной кислотой служат для очистки оксида углерода (IV) (от хлороводорода) и его сушки. Для собирания оксида углерода (IV) берут сухую чистую колбу 3 вместимостью 500 мл. В нее вставляют до метки пробку и взвешивают. Метку наносят карандашом по стеклу или надевают резинку. Затем, вынув пробку, заполняют эту колбу оксидом углерода (IV), как это показано на рисунке. После того как колба наполнилась газом (подносят горящую лучинку), вынимают осторожно из нее газоотводную трубку, вставляют в колбу

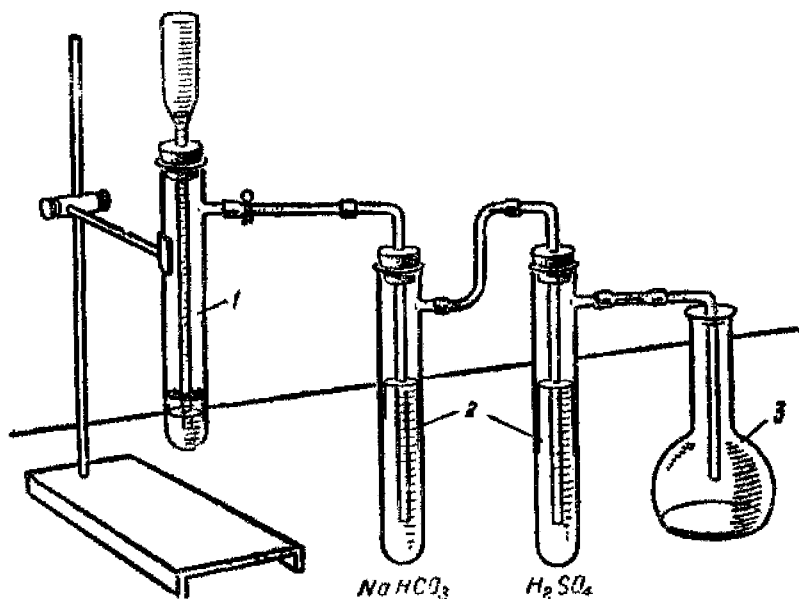


Рис. 95. Определение молярной массы оксида углерода (IV):
1 — прибор для получения газов (ППГ), 2 — пробирки, 3 — колба

пробку до метки и снова взвешивают. Повторяют опыт заполнения колбы газом и взвешивание до совпадения результатов. Затем точно измеряют объем колбы, наполнив ее водой до метки и вылив воду в мерный цилиндр.

Отмечают температуру воздуха и давление. Найденное значение объема газа в колбе приводят к нормальным условиям. Высчитывают массу воздуха в объеме колбы при нормальных условиях (1 л воздуха в тех же условиях имеет массу 1,293 г).

Вычисляют массу пустой колбы (без воздуха), массу оксида углерода (IV) в приведенном объеме колбы и массу 1 л этого газа.

Вычисляют молярную массу оксида углерода (IV), принимая во внимание, что 1 моль газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л, или что 1 л водорода в тех же условиях имеет массу 0,089 г/л, и что молекула водорода состоит из двух атомов.

Полученный результат сравнивают с молярной массой оксида углерода (IV), вычисленной по его химической формуле. Находят относительную ошибку определения (в процентах).

Результаты взвешивания и определения записывают в следующем порядке:

Масса колбы с воздухом, г	m_1
Масса колбы с углекислым газом, г	m_2
Вместимость колбы при данных условиях, л	V
Барометрическое давление, мм рт. ст.	P
Температура воздуха, °C и в градусах Кельвина	$T = 273 + t$

Вместимость колбы при нормальных условиях, л	V_0
Масса воздуха в объеме колбы, г $V_0 \cdot 1,293$ г	m_3
Масса пустой колбы $m_1 - m_3$, г	m_4
Масса углеродистого газа в объеме колбы, г $m_2 - m_4$	m_5
Масса 1 л углекислого газа, г	m_6

Вычисляют вместимость колбы V_0 при нормальных условиях ($P_0 = 760$ мм рт. ст., $T_0 = 273^\circ\text{K}$) по формуле:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T}; \quad V_0 = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot T}$$

$$V_0 = \frac{P \cdot V \cdot 273}{(273 - t) 760} \quad (\text{л})$$

$$\text{Плотность } \text{CO}_2 : \rho = \frac{\text{масса } \text{CO}_2}{\text{объем } \text{CO}_2} = \frac{m_5}{V_0} \text{ (г/л)}$$

Молярная масса $\text{CO}_2 = \text{плотность} \cdot \text{молярный объем}$

$$M_{\text{CO}_2}(\text{эксп}) = \frac{m_5}{V_0} \cdot 22,4 \text{ (г)}$$

$$M_{\text{CO}_2}(\text{теор}) = 44 \text{ г}$$

Относительная ошибка определяется:

$$\frac{M_{\text{CO}_2}(\text{теор}) - M_{\text{CO}_2}(\text{эксп})}{M_{\text{CO}_2}(\text{теор})} \cdot 100 \text{ (в \%)}$$

Работа 3. Умягчение воды с помощью ионитов

Оборудование: две делительные воронки с кранами вместимостью 50 мл, укрепленные в штативах; два стакана; штатив с пробирками; пипетка вместимостью 10 мл.

Реактивы и материалы: катиониты в Н-форме (СВС, КУ-2 и др.); аниониты в ОН-форме (АП-1, АП-2Ф и др.); хлорид натрия (5%-ный); индикаторы (метиловый оранжевый, фенолфталеин); дистиллированная вода; вага.

Приготовление ионитных колонок. Делительные воронки 1 с кранами 2 закрепляют в штативе. На дно воронок помещают тампон ваты 3. Делительные воронки на $\frac{2}{3}$ объема заполняют через конические воронки 5: одну — водной суспензией катионита (рис. 96), другую — суспензией анионита.

Открывают кран и сливают воду настолько, чтобы мениск воды был на уровне самого верхнего слоя ионита. Под обе воронки подставляют чистые стаканы 4. В каждую из воронок наливают по 10 мл раствора хлорида натрия с массовой долей 3%. Открывают краны и медленно по каплям пропускают жидкость через смолу в стаканы. Краны закрывают, когда мениск жидкости в воронке опустится до слоя ионитов.

Промывают смолы, приливая в каждую бюретку по 10 мл воды. Из стаканов отбирают пробы того и другого фильтратов и испытывают индикаторами. Фильтрат, полученный в результате

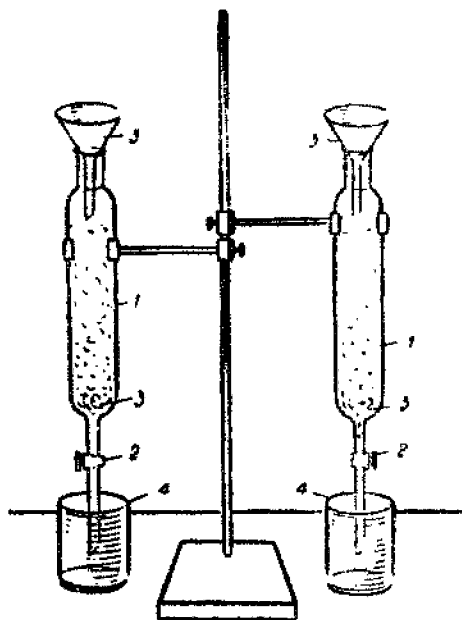


Рис. 96. Умягчение воды с помощью ионитов:

1 — делительная воронка на 50 мл, 2 — кран, 3 — вата, 4 — стакан, 5 — воронки с отростком.

Аналогично можно умягчить природную воду, содержащую различные ионы (катионы: кальция, магния и др.; анионы: хлора, сульфата, гидрокарбоната и др.).

Работа 4. Гидролиз солей

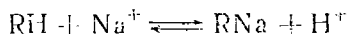
Оборудование: водяная баня; пробирки.

Реактивы: ацетат натрия; карбонат натрия, хлорид калия; хлорид алюминия; сульфит натрия; индикаторы: универсальная индикаторная бумага, лакмус (нейтральный), фенолфталеин; 0,5M растворы: ацетат натрия, карбонат натрия, хлорид алюминия, хлорид бария, сульфид аммония.

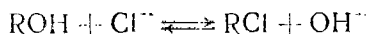
Опыт 1. Реакция среды в растворах различных солей. В шесть пробирок до $\frac{1}{3}$ их объема налить нейтральный раствор лакмуса. Одну пробирку оставить в качестве контрольной, а в остальные добавить по $\frac{1}{2}$ фарфоровой ложки (одну горошину) следующих солей: в первую — ацетат натрия, во вторую — хлорид аммония, в третью — карбонат натрия, в четвертую — карбонат аммония, в пятую — хлорид калия. Растворы размешать. (Стеклянные палочки не переносить из одного раствора в другой.)

По изменению окраски сделать вывод о реакции среды в растворе каждой соли.

пропускания раствора хлорида натрия через катионит, оказывается кислым, что указывает на поглощение ионов натрия и переход в раствор ионов водорода:



Фильтрат, полученный пропусканием раствора хлорида натрия через анионит, показывает щелочную реакцию, так как анионит поглощает хлорид-ионы и отдает в раствор гидроксид-ионы:

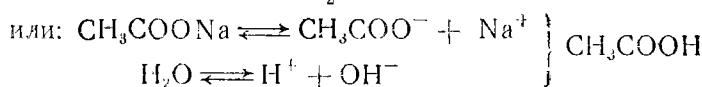
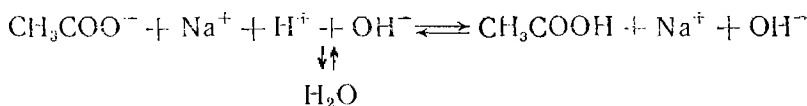


Если же раствор хлорида натрия пропустить последовательно через катионит и анионит, то будут удалены ионы Na^+ и ионы Cl^- , а перешедшие в раствор ионы водорода H^+ и гидроксид-ионы OH^- образуют воду, дающую нейтральную реакцию.

Полученные результаты записать в таблицу.

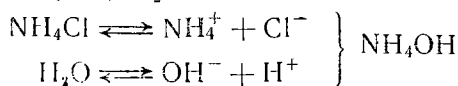
Формула соли	Окраска лакмуса	Реакция среды		
		кислая	нейтральная	щелочная
		$[H^+] > [OH^-]$ или $C_{H^+} > C_{OH^-}$	$[H^+] = [OH^-]$ или $C_{H^+} = C_{OH^-}$	$[OH^-] > [H^+]$ или $C_{OH^-} > C_{H^+}$

1) $CH_3COONa + H_2O$



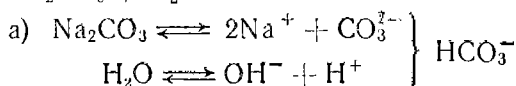
$C_{OH^-} > C_{H^+}$ — щелочная реакция

2) $NH_4Cl + H_2O$

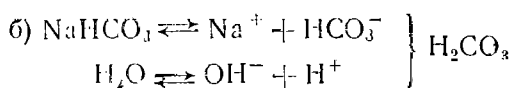


$C_{H^+} > C_{OH^-}$ — кислая реакция

3) $Na_2CO_3 + H_2O$

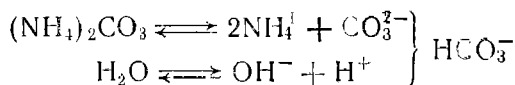


$C_{OH^-} > C_{H^+}$ — сильнощелочная реакция



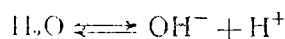
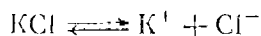
$C_{OH^-} > C_{H^+}$ — слабощелочная реакция

4) $(NH_4)_2CO_3 + H_2O$



$C_{OH^-} > C_{H^+}$ — слабощелочная реакция

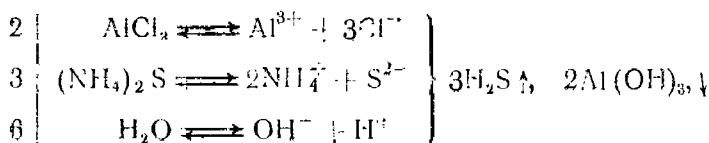
5) $KCl + H_2O$



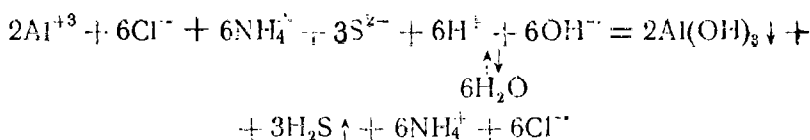
$C_{OH^-} = C_{H^+}$ — нейтральная реакция

Опыт 2. Совместный гидролиз двух солей. В две пробирки внести по 6—8 капель раствора хлорида алюминия. В одну пробирку добавить такой же объем раствора сульфида аммония, в другую — такой же объем раствора карбоната натрия. Отметить выделение сероводорода в первой пробирке (по запаху) и пузырьков оксида углерода (IV) во второй.

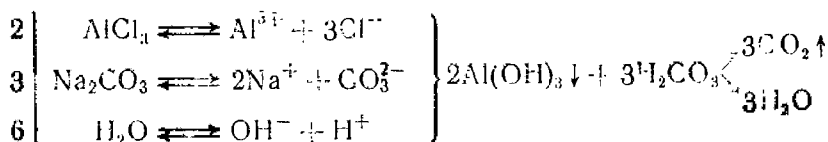
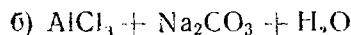
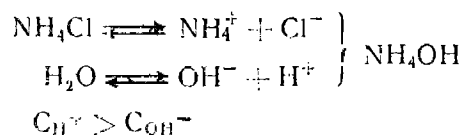
В обоих случаях в осадок выпадает гидроксид алюминия. Написать ионные уравнения реакций.



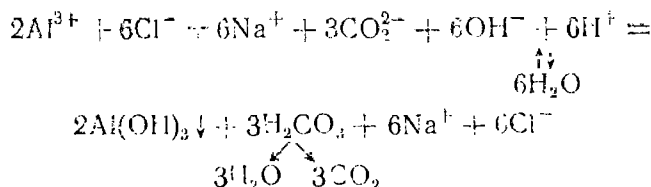
и.и.:



Кислая реакция, так как:



и.и.:

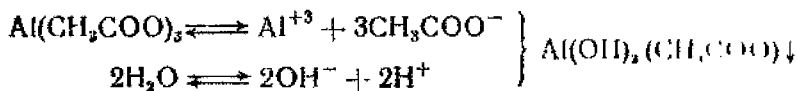
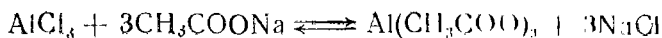
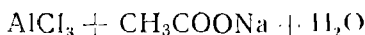
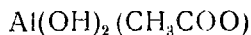


$C_{\text{H}^+} = C_{\text{OH}^-}$ — нейтральная реакция (NaCl не подвергается гидролизу).

Опыт 3. Образование основных и кислых солей при гидролизе.

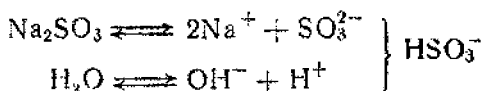
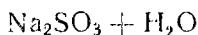
а) В пробирку внести 7—8 капель хлорида алюминия и такой же

объем раствора ацетата натрия. Укрепить пробирку в держателе и опустить ее в водяную баню, нагретую до кипения. Отметить образование осадка основной соли алюминия.



$\text{C}_{\text{H}^+} > \text{C}_{\text{OH}^-}$ — слабкокислая реакция

б) В пробирку до $\frac{1}{3}$ ее объема налить воды, внести 1 фарфоровой ложки (одну горошину) кристаллов сульфита натрия и размещать стеклянной палочкой. Две капли полученного раствора нанести на индикаторную бумагу и определить ее окраску. Написать ионные уравнения реакции гидролиза этих солей

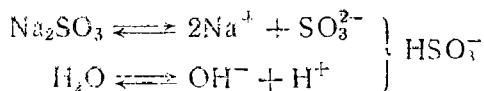
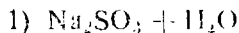


$\text{C}_{\text{OH}^-} > \text{C}_{\text{H}^+}$ — щелочная реакция

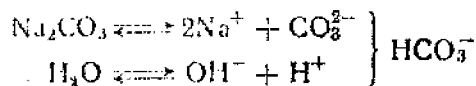
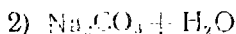
Опыт 4. Факторы, влияющие на степень гидролиза солей.

а) В две пробирки до $\frac{2}{3}$ их объема налить дистиллированной воды. В одну пробирку внести одну горошину сульфита натрия, в другую столько же карбоната натрия. В каждую пробирку добавить по одной капле фенолфталеина. В растворе какой соли окраска фенолфталеина будет более интенсивной? В каком растворе концентрация ионов OH^- более высокая?

Написать ионные уравнения гидролиза сульфита и карбоната натрия.



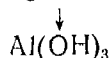
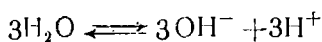
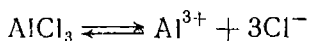
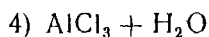
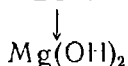
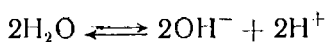
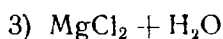
$\text{C}_{\text{OH}^-} > \text{C}_{\text{H}^+}$ — слабощелочная реакция



$\text{C}_{\text{OH}^-} > \text{C}_{\text{H}^+}$ — сильнощелочная реакция

Объяснение. Ион CO_3^{2-} связывает ион H^+ прочнее, чем ион SO_3^{2-} , другими словами, диссоциация иона HCO_3^- идет в меньшей степени, чем иона HSO_3^- , т. е. HCO_3^- более слабая кислота, чем HSO_3^- , т. е. ион CO_3^{2-} более сильное основание, чем ион SO_3^{2-} (прочнее присоединяет к себе протоны).

Какая из двух солей при одинаковой концентрации и температуре должна сильнее подвергаться гидролизу: хлорид алюминия или хлорид магния? В растворе какой соли концентрация ионов водорода выше? Проверьте свой ответ, определив с помощью универсального индикатора реакцию растворов этих солей.



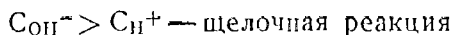
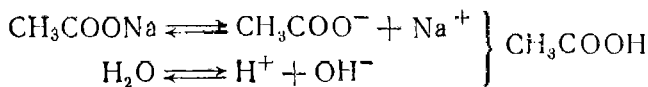
$\text{Mg}(\text{OH})_2$ более сильное основание, чем $\text{Al}(\text{OH})_3$, и поэтому гидролиз AlCl_3 проходит в большей степени — универсальный индикатор показывает сильноокислую реакцию; в случае MgCl_2 имеет место слабокислая реакция, близкая к нейтральной.

б) Налить в пробирку до $\frac{1}{2}$ ее объема дистиллированной воды и внести в нее 2 горошины ацетата натрия.

Написать полное уравнение гидролиза этой соли. Какую реакцию имеет раствор ацетата натрия: кислую, нейтральную, щелочную?

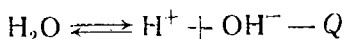
Добавить в пробирку с раствором соли одну каплю фенолфталеина. Опустить пробирку в водяную баню, нагретую до кипения.

Как изменилась окраска раствора? Какой вывод можно сделать о влиянии температуры на гидролиз солей? Указать причины этого влияния.



При нагревании гидролиз ацетата натрия усиливается, о чем свидетельствует более интенсивная окраска фенолфталеина. Про-

исходит это вследствие увеличения степени электролитической диссоциации воды при нагревании — это эндотермический процесс:



Обратная реакция — реакция нейтрализации — происходит с выделением теплоты — это экзотермический процесс.

Работа 5. Исследование реакционной способности металлов полумикрометодом

Оборудование: пластина для капельного анализа.

Реактивы и материалы: растворы солей: сульфат цинка; сульфат железа (II); хлорид олова (II); ацетат свинца; сульфат меди (II); нитрат серебра; гранулы или кусочки металлов: цинк, железо, олово, свинец, медь.

В ячейки пластины помещают 2—3 капли растворов следующих солей: в первую — сульфат цинка, во вторую — сульфат железа (II), в третью — хлорид олова (II), в четвертую — ацетат свинца, в пятую — сульфат меди (II), в шестую — нитрат серебра.

Во все эти растворы (за исключением раствора соли цинка) опускают на 2—3 мин по грануле металлического цинка.

Что происходит на поверхности цинка при его взаимодействии с растворами взятых солей? Указать в каждом случае переход электронов. Какова роль цинка в этих реакциях? Какова восстановительная активность его по сравнению с оловом, свинцом, медью и железом?

Вынимают цинковые гранулы из ячеек и опускают в них (за исключением пробирки с раствором соли железа) железные кусочки.

Какие металлы вытесняются из растворов соответствующих солей железом?

Написать в ионном виде уравнения реакций.

Провести аналогичные опыты с оловом, свинцом и медью. Наблюдать, в каких случаях происходит вытеснение металлов из их солей. Написать ионные уравнения реакций и указать в каждом случае переход электронов. Ответить на поставленные вопросы и записать уравнения реакций. На основании сделанных наблюдений составить таблицу по следующей форме:

Металл, опускаемый в раствор	Ионы металлов в растворе					
	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Ag^+
Zn	—	+	+	+	+	+
Fe	—	—	+	+	+	+
Sn	—	—	—	+	+	+
Pb	—	—	—	—	+	+
Cu	—	—	—	—	—	+
Ag	—	—	—	—	—	—

Заполнить таблицу данными наблюдений, поставив знак «+» под ионами металлов в тех случаях, когда металлы вытеснялись из соответствующих солей в свободном состоянии при действии тех или других металлов, и знак «—» в случаях, когда вытеснения не происходило.

Расположить металлы в ряд по убыванию их восстановительной активности.

Выписать их стандартные электродные потенциалы (см. справочник). Соответствует ли экспериментально составленный вытеснительный ряд металлов их положению в электрохимическом ряду напряжений металлов?

Принимая нормальный электродный потенциал водорода равным нулю, поместить водород в полученный ряд. Какие из исследованных металлов могут вытеснять водород из разбавленных кислот?

Работа 6. Изготовление гальванического элемента

Оборудование: стаканы на 50 мл (2 шт.); цинковая и медная пластинки; трубка дугообразная; гальванометр; пробка с держателем (2 шт.); проводники.

Реактивы и материалы: растворы солей: сульфат цинка, сульфат меди, хлорид калия в крахмальном клеестере.

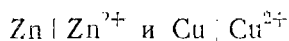
Один из стаканчиков (рис. 97) наполняют 1M раствором сульфата цинка, другой — 1M раствором сульфата меди.

Соединяют стаканы электролитным мостиком 2 (дугообразная стеклянная трубка), заполненным насыщенным раствором хлорида калия.

Опускают в раствор сульфата цинка узкую цинковую пластинку, а в раствор сульфата меди — медную.

Соединяют проводниками опущенные пластинки с гальванометром 3.

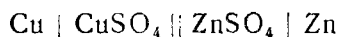
Наблюдают отклонение стрелки гальванометра, обусловленное возникновением электрического тока вследствие разной величины нормальных электродных потенциалов полуэлементов:



Учащиеся предлагают выписать из справочника числовые значения этих потенциалов и указать направление перехода электронов во внешней цепи.

Какие ионы и в каком направлении будут перемещаться в растворе?

Написать уравнения химических реакций, протекающих на электродах, и суммарное уравнение химической реакции, в результате которой получается электрический ток в данном гальваническом элементе:



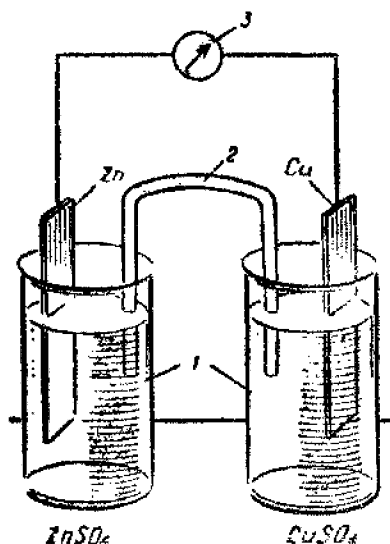


Рис. 97. Гальванический элемент:
1 — стаканы, 2 — электролитический мостик, 3 — гальванометр.

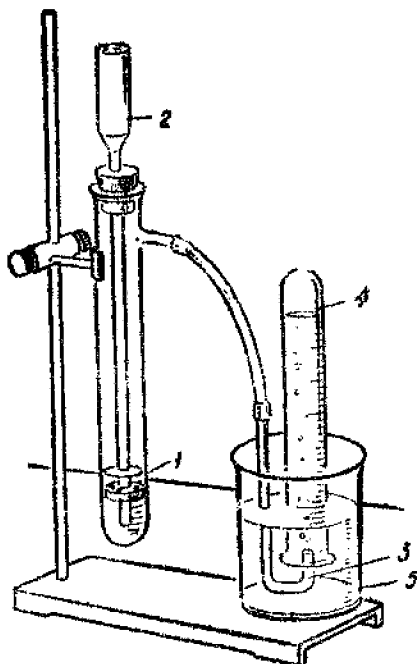
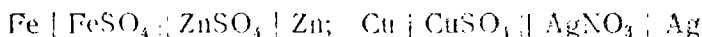


Рис. 98. Определение химической активности кислот и сравнение со степенью их диссоциации:

1 — паядка, 2 — воронка, 3 — газотводная трубка, 4 — мерная пробирка, 5 — стакан с водой.

Вычислить электродвижущую силу этого элемента. Указать, в каком направлении будут перемещаться электроны во внешней цепи гальванических элементов:



Вычислить электродвижущую силу этих элементов.

Работа 7. Определение химической активности кислот и сравнение со степенью их диссоциации [3]

Оборудование: прибор для получения газов (ППГ); пробирка мерная (10 мл); стакан (50 мл); пробка с держателем; штатив лабораторный.

Реактивы и материалы: 1 М растворы соляной, серной, уксусной кислот; цинк гранулированный.

Для реакции используют прибор для получения газов (рис. 98). В паядку 1 помещают одну гранулу цинка и через воронку 2 наливают 5 мл 1 М раствора соляной кислоты (далее объем одинаков для всех испытуемых кислот). На конец газотводной трубки 3 надевают мерную пробирку 4, заполненную водой, и опускают в стакан 5 с водой.

Замечают по часам время, в течение которого собирается в пробирке водород, и записывают показания в таблицу.

Отдельные пробы (№ пробирок)	Время (мин)	Объем выделившегося водорода при действии кислоты (мл)		
		соляной	серной	уксусной

В момент определения объема выделившегося водорода газотводная трубка удалена из-под пробирки.

Объем водорода записывают в таблицу. Объем водорода для измерения определяет экспериментатор в зависимости от размеров сосуда, в который собирают водород, количество взятых кислоты и цинка.

Аналогичные опыты проводят с растворами серной и уксусной кислот. Объем водорода записывают.

Опыт с каждой кислотой рекомендуется повторить 2—3 раза, записывая данные в первую графу таблицы. Из опытных данных по каждой кислоте вычисляют среднее арифметическое (отбросив те числа, которые резко отличаются от средних данных).

Сопоставляют объемы выделившегося водорода за одно и то же время при взаимодействии цинка с соляной, серной и уксусной кислотами, со степенями диссоциации этих кислот, приведенными в таблице (для 1М и 0,1М растворов).

Названия кислот	Степень электролитической диссоциации в растворах кислот (%)	
Соляная	79	92
Серная	52	59
Уксусная	0,4	1,3

Работа 8. Исследование эффективности действия ингибиторов

Оборудование: мерная пробирка (2 шт.); стакан на 50 мл (2 шт.); штатив лабораторный; воронки конические № 1 (2 шт.).

Реактивы и материалы: кусочки железа (скрепки, лезвия, кнопки, гвозди); серная кислота (1 : 5).

Опыты проводят в установке, изображенной на рисунке 99. Для опыта нужны две такие установки. Каждую из них собирают следующим образом.

Заполняют пробирки 1 раствором серной кислоты 1 : 5 и закрывают (осторожно!) пробкой с держателем 2.

На дно стаканов 3 помещают кусочки металла 4 и накрывают их воронками 5. В стаканы наливают одинаковые объемы серной кислоты так, чтобы уровень кислоты был на 1—2 см выше стебля воронки: в первую воронку — без ингибитора, во вторую —

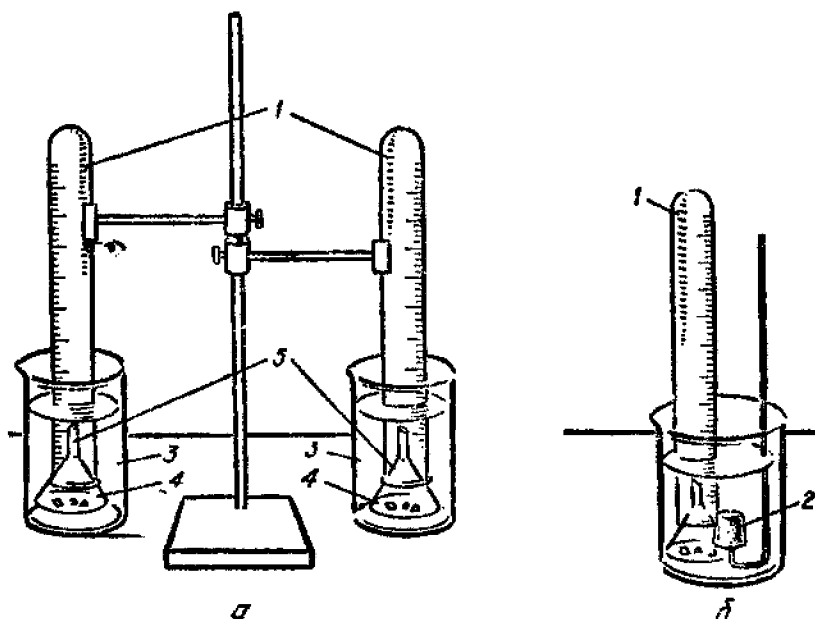


Рис. 99. Исследование эффективности действия ингибиторов:
1 — мерная пробирка, 2 — пробка с держателем, 3 — стаканы, 4 — кусочки железа, 5 — воронки со стеблем.

с ингибитором (добавка раствора апилина или раствора уротропина с массовыми долями 1%).

Пробирки опрокидывают в стаканы и под кислотой (осторожно!) вынимают пробки; надевают пробирки на отростки воронок и закрепляют в штативе.

Ведут наблюдения за протеканием эксперимента и через определенные интервалы времени (например, через 1 мин) отмечают объем выделившегося водорода в каждой пробирке.

Результат в каждой мерной пробирке записывают отдельно. По полученным данным строят графики скорости коррозионного процесса. На оси абсцисс откладывают время в минутах; на оси ординат — объем водорода в миллилитрах.

Сравнивают графики между собой.

В конце отсчета (когда почти вся пробирка без ингибитора будет заполнена водородом) производят окончательное измерение объема выделившегося водорода в каждой пробирке.

Эффективность действия ингибитора A определяют по формуле:

$$A = \frac{V_0}{V},$$

где V_0 — объем выделившегося водорода из кислоты без ингибитора,

Работа 10. Определение теплоты гидратации

Оборудование: как и в работе 9.

Реактивы: безводная сода.

Для определения теплоты гидратации в качестве безводной соли берут кальцинированную соду Na_2CO_3 (или безводный хлорид кальция CaCl_2 , сульфат меди CuSO_4 и др.) в количестве вещества 0,06 моль.

При проведении опыта используют калориметр (рис. 100).

Опыт проводят аналогично тому, как это описано для определения теплоты растворения (см. с. 210).

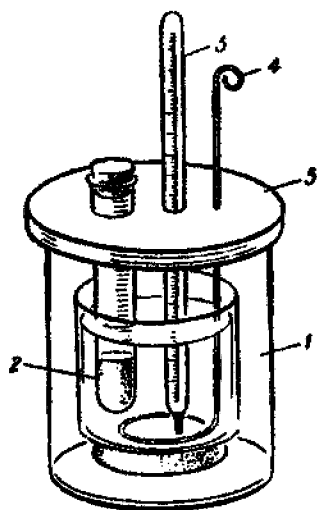


Рис. 100. Определение теплоты растворения

1 — калориметр, 2 — пробирка, 3 — термометр, 4 — мешалка, 5 — крышка.

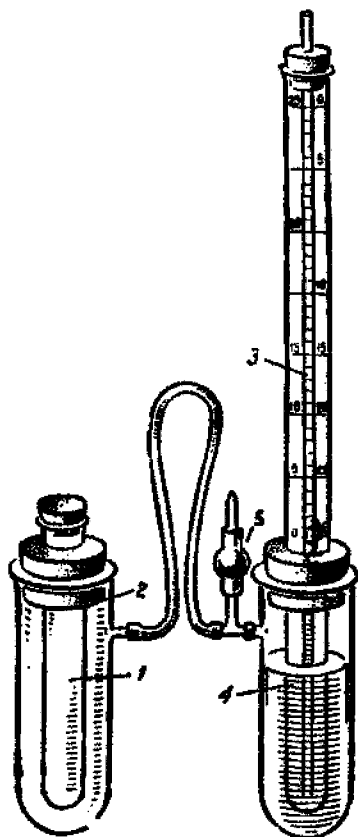


Рис. 101. Прибор для определения тепловых эффектов химических реакций (по Ю. М. Григорьеву):

1 — пробирка, 2 — калориметр, 3 — трубка, 4 — термоскоп, 5 — пипетка с оливой (или краном).

Результаты опыта записывают следующим образом:

Масса внутреннего стакана, г	m_1
Масса стакана с водой, г	m_2
Масса пробирки с солью до опыта, г	m_3
Масса пробирки с остатком соли, г	m_4
Температура воды, °C	t_1
Максимальная температура раствора, °C	t_2

Производят вычисления:

Масса воды в калориметре, г	$m_b = m_2 - m_1$
Масса растворенной соли, г	$m_c = m_3 - m_4$
Разность между конечной и начальной температурой	$\Delta t = t_2 - t_1$
Молярная масса соли	M_c

Теплоту гидратации рассчитывают по формуле:

$$Q_r = \frac{(m_b + m_c) \Delta t \cdot M_c}{m_c \cdot 1000} \text{ (КДж/моль)}$$

Полученный результат сравнивают с данными справочника.

Вычисляют относительную погрешность определения (в процентах).

Прибор для получения газов и измерения их объемов (см. рис. 94) может быть переоборудован для измерения тепловых эффектов химических реакций, как это изображено на рисунке 101.

Для этого из реактора (см. рис. 94) нужно вынуть перегородку и вставить в него пробирку 1 с надстой на нее пробкой — резервуар калориметра 2 (рис. 101), куда помещают реагирующие вещества и закрывают пробкой.

За счет выделяющейся теплоты нагревается воздух в резервуаре 2 калориметра, вследствие чего поднимается вода в трубке 3 термоскопа 4 с градуированной шкалой.

По объему вытесненной воды в трубке судят о тепловом эффекте реакции. Цену деления трубки (в джоулях) определяют с помощью тепловых эффектов реакции между серной кислотой (1 моль) и гидроксидом натрия (2 моль).

В этом приборе подъем воды в бюретке на 1 мм соответствует выделению или поглощению 3390 Дж теплоты, а одно деление (0,1 мм)—339 Дж.

Пипетка с оливой 5 выполняет роль крана и предназначена для вывода (удаления) газа из трубки (бюретки). Каждую порцию газа учитывают, суммируя объем отдельных порций газа и получают общий объем газа, образовавшийся при данной реакции.

Работа 11. Гидролиз крахмала [40]

Оборудование: штатив лабораторный; штатив для пробирок; пробирки (5 шт.); прокладка огнезащитная; колба (реактор) круглодонная (50 мл); длинная пипетка для взятия проб (стеклянная трубка); чаша фарфоровая; пробка с длинной стеклянной трубкой (обратный холодильник).

Реактивы: 1%-ный раствор крахмального клейстера; серная кислота (1:5); раствор иода; реактив Фелинга.

1. В колбу наливают 25 мл 1%-ного крахмального клейстера и добавляют 5 мл раствора серной кислоты (1:5).

2. Разливают в шесть пробирок по 1—2 мл раствора иода. В первую пробирку добавляют пробу (1—2 капли) из колбы-реактора (для контроля).

3. Колбу закрывают пробкой с обратным холодильником (шариковым или стеклянной трубкой) и нагревают через огнезащитную прокладку (см. рис. 32, в).

4. Отбирают пробу во вторую пробирку через 1—2 мин после начала кипения, отмечают окраску.

5. Оставшиеся четыре пробы берут последовательно через 1—2 мин. Фиксируют цвет раствора и результат записывают в таблицу.

6. После исчезновения окраски на одну пробу смесь кипятят 2—3 мин. Раствор охлаждают.

7. Содержащуюся в гидролизаторе серную кислоту нейтрализуют сухим карбонатом кальция (мелом).

8. Смесь фильтруют.

9. Для обнаружения глюкозы — конечного продукта гидролиза — к фильтрату добавляют феллинговую жидкость и нагревают.

10. Часть фильтрата выпаривают в фарфоровой чаше на небольшом пламени через огнезащитную прокладку до образования желтоватого густого сиропа — патоки.

Аналогично может быть проведен гидролиз клетчатки [40].

Работа 12. Получение этана электролизом раствора ацетата натрия [40]

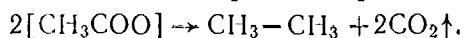
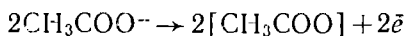
Оборудование: дугообразная трубка с графитовыми электродами (из набора ИЭХ); источник тока для физического практикума: пробирки (2 шт.); стаканы объемом 50 мл (2 шт.); штатив лабораторный; штатив для пробирок.

Реактивы и материалы: насыщенный раствор ацетата натрия; известковая вода.

Электролиз водного раствора ацетата натрия, как и растворов солей других карбоновых кислот, протекает необычно. Вместо ожидаемого выделения на аноде кислорода получают углеводород и оксид углерода (IV). Образуются эти вещества в результате следующих процессов:



На аноде:



На катоде происходит обычный процесс — выделение водорода за счет восстановления ионов водорода: $2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2\uparrow$.

В катодном пространстве образуется щелочь.

Анодное окисление анионов карбоновых кислот с получением продуктов димеризации было открыто еще в середине XIX в. и

лежит в основе получения сложных органических веществ заданного строения (синтез Кольбе).

Для получения небольших количеств этана используют установку, изображенную на рисунке 32, в [40].

Дугообразную трубку 1 заполняют насыщенным водным раствором ацетата натрия и закрывают пробками с графитовыми электродами 2 так, чтобы воздушное пространство над отводными трубками было минимальным. Воронку 3 заполняют водой, воронку 4 — известковой водой и погружают в стаканы 5 с водой.

Электроды присоединяют к источнику постоянного электрического тока (с напряжением 12 В) «Практикум».

После вытеснения из прибора воздуха выделяющимися газами отводные трубки подводят под воронки 3 и 4. В воронке 3 собирается водород, а в воронке 4 — этан. Оксид углерода (IV) поглощается известковой водой. В результате реакции образуется карбонат кальция — обнаруживается по помутнению жидкости. Первые порции газа выпускают. Газ вновь собирают в небольшие пробирки и проверяют «на чистоту». Убедившись, что газы горят спокойно, их поджигают у отверстия воронки при открытых крапах. Водород горит еле заметным пламенем, этан горит светящимся пламенем.

Рекомендуют не допускать нагревания электролита выше 20—25 °С, для чего дугообразную трубку помещают в сосуд со смесью снега и воды.

Электролиз раствора ацетата натрия можно поставить и в другом варианте, чтобы доказать объемные соотношения образующихся на аноде газов — этана и оксида углерода (IV) как 1:2 (см. приведенное выше уравнение реакции). С этой целью вместо воронки 4 подставляют градуированный цилиндр (или бюретку), наполненный не известковой, а обычной водой, куда будут собираться оба газа. Изменяют объем газа, после чего в цилиндр (или бюретку) приливают раствор гидроксида натрия для поглощения оксида углерода (IV). Остается примерно $\frac{1}{3}$ объема газа, $\frac{2}{3}$ — поглощено щелочью. Конечно, эти соотношения весьма приблизительны, если учесть, что растворимость оксида углерода (IV) в воде значительно больше, чем этана.

Работа 13. Получение сульфата тетраамминмеди (III)

Оборудование: штатив лабораторный (с муфтой и кольцом); стакан (50 мл); прокладка огнезащитная; палочка стеклянная; установка для фильтрования под вакуумом (см. рис. 1).

Реактивы: медный купорос, этиловый спирт, аммиак (25%-ный).

6 г медного купороса растворяют в 10 мл дистиллированной воды. Нагревают раствор до кипения, после чего при энергичном помешивании стеклянной палочкой постепенно приливают к нему концентрированный раствор аммиака, пока не растворится выпавший вначале голубой осадок.

Затем к полученному раствору при помешивании прибавляют небольшими порциями 5 мл этилового спирта.

Выделившуюся комплексную соль отфильтровывают через воронку Бюхнера (рис. 1), высушивают фильтровальной бумагой, взвешивают и высыпают в банку с пробкой.

Вычисляют выход соли в процентах от теоретического (по отношению к сульфату меди).

Каков цвет и состав этой соли?

Почему прибавление спирта вызвало выпадение осадка?

Как доказать, что полученная соль — комплексное соединение?

Как она диссоциирует в водном растворе?

Каково ее отношение:

а) к раствору гидроксида натрия;

б) к сероводороду?

Напишите уравнения соответствующих реакций.

Рассмотрите кристаллы этой соли под микроскопом.

РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ ХИМИЧЕСКИЕ ¹

Код	Наименование	Циф- ровая отмет- ка*	Норма расхода (в кг)	
			VIII—IX кл.	X—XI кл.
Простые вещества				
96 6113 1131	Алюминий металлический (грану- лы)	1	0,050	2 амл.
96 6113 1182	Железо восстановленное (поро- шок)	1	0,050	
96 6113 1251	Бром (в ампулах по 5 г)	3	1 амл.	
96 6113 1252	Иод кристаллический	2	0,050	
96 6113 1122	Кальций металлический (струж- ка)	2	0,050	
96 6113 1213	Кремний кристаллический	1	0,050	
96 6113 1112	Литий металлический	2	0,060	
96 6113 1128	Магний металлический (порошок)	2	0,050	
96 6113 1115	Натрий металлический (плавле- ный)	2	0,050	
96 6113 1241	Сера	1	0,100	
96 6113 1231	Фосфор красный	2	0,500	
96 6113 1127	Цинк металлический (гранулиро- ванный, без мышьяка)	1	0,200	2 амл.
96 6113 1127	Цинк (пыль)	2	0,050	

¹ Все реактивы соответствуют квалификации «чистые». Количество реактива, хранящегося в школе, не должно превышать указанного в графе. В тех случаях, когда реактивы, предназначенные для 8—9 классов, используют в 10—11 классах для постановки единичных опытов, их дополнительное приобрете-
ние не предусматривается.

² Цифровые отметки при названии реактива означают следующее:

1. При соблюдении правил ТБ используются без ограничений.
2. В формах, предусмотренных «Типовыми перечнями», используются толь-
ко учителем (используются в течение 5 лет).
3. В формах, предусмотренных «Типовыми перечнями», требуют особого об-
ращения (используются в течение 10 лет).

Код	Наименование	Циф- ровая отмет- ка ³	Сумма расхода (в кг)	
			VIII—IX кл.	X—XI кл.
Оксиды, гидроксиды				
96 6113 2231	Алюминия гидроксид — н	1	0,200	0,200
96 6113 2131	Алюминия оксид безводный	1	0,050	
96 6113 2301	Аммиак 25%-ный водный (чда)	1		
96 6113 2121	Бария гидроксид — н	3	0,200	
96 6113 2221	Бария оксид	3	0,050	
96 6113 2261	Железа (III) гидроксид — н	1	0,200	
96 6113 2181	Железа (III) оксид	1	0,050	
96 6113 2213	Кали едкое (гранулы)	3	0,200	
96 6113 2122	Кальция оксид	3	0,200	
96 6113 2222	Кальция гидроксид	3	0,050	
96 6113 2123	Магния оксид	1	0,050	
96 6113 2171	Марганца (IV) оксид (порошок)	1	5,050	
96 6113 2212	Меди (II) гидроксид — н	2	0,200	
96 6113 2112	Меди (II) оксид (порошок, чда)	1	0,200	
96 6113 2113	Меди (II) оксид (гранулы, чда)	1	0,200	
96 6113 2211	Натр едкий (гранулы)	3	0,200	0,200
96 6113 2111	Пероксид водорода — н	2	0,200	
96 6113 2141	Свинца (II) оксид	3	0,050	
96 6113 2151	Фосфора (V) оксид	2	0,050	
96 6113 2125	Цинка оксид — н	1	0,200	
Соли				
96 6113 3411	Алюминия хлорид	1	0,050	0,050
96 6113 3412	Алюминия сульфат	1		0,050
96 6113 3414	Алюмокалиевые квасцы	3	0,050	
96 6113 3413	Алюминия нитрат	3		0,050
96 6113 3111	Аммония карбонат	1	0,050	0,050
96 6113 3112	Аммония нитрат	3		0,050
96 6113 3121	Аммония хлорид	1		0,200
96 6113 3113	Аммония дихромат	3		0,050
96 6113 3115	Аммония сульфат	1		0,050
96 6113 3117	Аммония роданид — н	2	0,050	0,050
96 6113 3112	Аммония ортофосфат трехводный	1		0,050
96 6113 3119	Аммония гидроортофосфат — н	1		0,050
96 6113 3114	Аммония дигидроортофосфат — н	1		0,050
96 6113 3311	Бария нитрат	2	0,050	
96 6113 3312	Бария хлорид	2	0,050	
96 6113 3711	Железа (III) хлорид	2	0,050	
96 6113 3714	Железа (III) сульфат	1	0,050	
96 6113 3715	Железа (II) сульфат ссминвод- ный	1	0,050	

Код	Наименование	Циф- ровая отмет- ка ¹	Норма расхода (в кг)	
			VIII—IX кл.	X—XI кл.
96 6113 3731	Кальция хлорид двуводный	1	0,050	
96 6113 3323	Кальция фосфат	1		
96 6113 3324	Кальция дигидрофосфат	1		
96 6113 3326	Кальция сульфат	1	0,050	
96 6113 3322	Кальция гидрофосфат	1		
96 6113 6241	Калия ацетат	1		
96 6113 3221	Калия бромид — н	1		
96 6113 3226	Калия хлорид	1	0,050	
96 6113 3217	Калия дихромат	3	0,050	
96 6113 3218	Калия гидрокарбонат	1	0,050	
96 6113	Калия сульфат	1	0,050	
96 6113 3211	Калия гидросульфат	1	0,050	
96 6113 3212	Калия перманганат	3	0,050	
96 6113 3213	Калия нитрат	3	0,050	
96 6113 3224	Калия роданид	3	0,050	
96 6113 3214	Калия хромат	3	0,050	
96 6113 3215	Калия карбонат	1	0,050	
96 6113 3222	Калия ферро (II) гексацианид	3	0,050	
96 6113 3223	Калия ферро (III) гексацианид	3	0,050	
96 6113 3216	Калия моногидрофосфат	1	0,050	
96 6113 3225	Калия иодид	3	0,050	
96 6113 3731	Кобальта сульфат	2	0,050	
96 6113 3231	Лития хлорид	1	0,050	
96 6113 3241	Меди (II) гидроксокарбонат	1	0,200	
96 6113 3243	Меди (II) хлорид	1	0,050	
96 6113 3244	Меди (II) сульфат пятиводный	1	0,200	0,050
96 6113 3245	Меди (II) сульфат безводный	1	0,050	
96 6113 3243	Магния сульфат	1	0,050	
96 6113 3352	Магния хлорид	1	0,050	
96 6113 3651	Марганца (II) сульфат	2	0,050	
96 6113 3652	Марганца (II) хлорид	2	0,050	
96 6113 6242	Натрия ацетат	1		0,050
96 6113 3251	Натрия карбонат	1	0,200	0,050
96 6113 3261	Натрия хлорид	1	0,200	
96 6113 3258	Натрия гидросульфат	1	0,050	
96 6113 3253	Натрия карбонат десятиводный	1	0,050	
96 6113 3252	Натрия сульфат десятиводный	1	0,050	
96 6113 3261	Натрия сульфид девятиводный	1	0,050	0,050
96 6113 3262	Натрия сульфит	1	0,050	0,050
96 6113 3254	Натрия метасиликат	1		
96 6113 3255	Натрия нитрат	3		

Код	Наименование	Циф- ровая отмет- ка ²	Норма расхода (в кг)	
			VIII-IX кл.	X-XI кл.
96 6113 3263	Натрия бромид	2	0,050	
96 6113 3259	Натрия тиосульфат — и	2		0,050
96 6113 3256	Натрия ортофосфат водный	1		0,050
96 6113 3266	Натрия гидроортофосфат — и	1		0,050
96 6113 3267	Натрия дигидрофосфат — и	1		0,050
96 6113 3268	Натрия сульфат безводный — и	1		0,200
96 6113 3264	Натрия фторид	1	0,050	
96 6113 3257	Натрия гидрокарбонат	1	0,200	
96 6113 3721	Никеля сульфат	2		0,050
96 6113 3200	Серебра нитрат	3	0,050	
96 6113 3511	Свинца ацетат	3		0,050
96 6113 3611	Хрома (III) хлорид	3		0,050
96 6113 3351	Цинка сульфат	3	0,050	
96 6113 3352	Цинка хлорид	3	0,050	
Кислоты				
96 6113 4111	Азотная кислота (плотность 1,42)	3	0,200	
96 6113 4112	Борная кислота	3	0,050	
96 6113 4201	Муравьиная кислота (техн.)	3		0,050
96 6113 4113	Ортофосфорная кислота	3	5,050	0,200
96 6113 4114	Серная кислота (плотность 1,84)	3	1,000	0,500
96 6113 4124	Соляная кислота (плотность 1,19)	3	2,000	2,000
96 6113 4202	Уксусная кислота (техн.)	3	0,200	
Органические вещества				3
96 6113 6282	Ацетон	3		3
96 6113 6314	Анилин	3		3
96 6113 6311	Анилин сернокислый	3		3
96 6113 6283	Бензальдегид — и	3		3
96 6113 6131	Бензол	3		3
96 6113 6215	Глицерин	3		3
96 6113 6275	Глюкоза	3		3
96 6113 6111	Гексан	3		3
96 6113 6505	Гексахлорбензол — и	3		3
96 6113 6501	Дихлорэтан	3		3
96 6113 6264	Днэтиловый эфир	3		0,050
96 6113 6231	Кислота масляная	3		0,050
96 6113 6232	Кислота бензойная	3		0,050
96 6113 6224	Кислота стеариновая	3		0,050
96 6113 6235	Кислота пальмитиновая	3		0,050
96 6113 6236	Кислота олеиновая	3		0,050

Код	Наименование	Циф- ровая отмет- ка	Норма расхода (в кг)	
			VIII—IX кл.	X—XI кл.
96 6113 6321	Кислота аминокеусная	3		0,050
96 6113 6133	Кислота — н	3		0,050
96 6113 6151	Нефть (сырая)	3		0,050
96 6113 6211	Спирт этиловый	3		0,050
96 6113 6212	Спирт бутиловый	3		0,050
96 6113 6214	Спирт изоамиловый	3		0,050
96 6113 6213	Спирт изобутиловый	3		0,050
96 6113 6273	Сахароза	3		0,050
96 6113 6132	Толуол	3		0,050
96 6113 6502	Углерод четыреххлористый	3		0,050
96 6113 6262	Уксусноэтиловый эфир	3		0,050
96 6113 6263	Уксусноизоамиловый эфир	3		0,050
96 6113 6222	Фенол	3		0,050
96 6113 6281	Формалин 40%-ный	3		0,050
96 6113 6503	Хлороформ	3		0,050
96 6113 6504	Хлористый метилен	3		0,050
96 6113 6121	Циклогексан	3		0,050
96 6113 6221	Этиленгликоль	3		0,050
96 6113 6332	Метиламин — н	3		0,050
Индикаторы				
26 4213	Бумага лакмусовая нейтральная		5 кн.	5 кн.
26 4213	Бумага универсальная		5 кн.	5 кн.
26 4213	Бумага фенолфталеиновая		5 кн.	5 кн.
26 4213	Лакмус		0,005	0,005
26 3822	Метиловый оранжевый		0,005	0,005
26 3822	Фенолфталеин		0,005	0,005
26 4212	Индикатор универсальный		1 кор.	
26 4213	Фуксин основной		0,005	0,005
Материалы				
18 1110	Алюминий металлический		0,050	
26 1200	Активированный уголь		0,050	
19 1546	Графит		0,050	
18 4140	Медь металлическая		0,050	
21 5310	Железа (II) сульфид (пирит)		0,050	
21 0000	Кальция карбонат (мрамор)		0,200	0,200
21 5531	Кальция карбид			0,200
02 3162	Парафин		0,200	0,200
24 2110	Спирт (горючее для негазифици- рованных школ)		2,500	3,00

Код	Наименование	Циф- ровая отмет- ка	Норма расхода (в кг)	
			VIII—IX кл.	X—XI кл.
21 6500	Известь натронная			0,200
26 4220	Фильтры бумажные зольные, раз- мер 4,5 см		2 пачки	2 пачки
26 4220	Фильтры бумажные зольные, раз- мер 9 см		1 пачка	1 пачка
22 5733	Вазелин		0,050	0,050
81 9520	Вата хлопчатобумажная		0,050	0,050
24 0090	Карандаши восковые для письма по стеклу		2 шт.	
22 5700	Менделеевская замазка		0,050	0,050
96 5113 7016	Набор образцов медп — и		1 шт.	
53 8990	Пробки корковые разных диамет- ров		0,200	0,200
25 3162	Пробки резиновые (№ 10; 12,5; 14,5; 16; 19; 24; 29; 30; 34,5)		0,200	0,200
24 2119	Сухое горючее			
25 3715	Трубки резиновые наружные, Ø от 3 до 12 мм, толщина стенок 3 мм		3 м	3 м
25 3715	Трубки резиновые, Ø=14 мм		2 м	2 м
43 2517	Трубки стеклянные внутренние, Ø от 3 до 15 мм		2 м	2 м

Наборы химических реактивов¹

Код	Наименование	Расшифровка реактивов в наборах (в кг)
26 4311	Набор 1 В	
	<i>Кислоты</i>	
	Азотная кислота	0,200
26 4311	Ортофосфорная кислота	0,050
	Набор 1 С	
	<i>Кислоты</i>	
	Азотная кислота	0,200
26 4311	Ортофосфорная кислота	0,200
	Набор ЭВС	
	<i>Щелочи</i>	
	Кали едкое	0,200
	Натр едкий	0,050
26 4311	Кальция гидроксид	0,200
	Набор ЧВС	
	<i>Огнеопасные вещества</i>	
	Магний (порошок, техн.)	0,050
	Фосфор красный (техн.)	0,050
26 4311	Цинк (гранулированный, чда)	0,050
	Набор 5 С	
	<i>Органические вещества для демонстрации опытов — н</i>	
	Анилин сернокислый	0,050
	Дихлорэтан	0,050
	Кислота аминнокислотная	0,050
	Кислота стеариновая	0,050
	Кислота олеиновая	0,050
	Кислота пальмитиновая	0,050
	Сахароза	0,050
	Фенол	0,050
	Циклогексан	0,050
	Анилин	0,050
	Ацетон	0,050
	Бензол	0,050

¹ Школы, имеющие один комплект классов, приобретают 1 набор.

Код	Наименование	Расшифровка реактивов в наборах (в кг)
26 4311	Хлористый метилен	0,050
	Нефть	0,050
	Спирт бутиловый	0,050
	Спирт изоамиловый	0,050
	Спирт изобутиловый	0,050
	Толуол	0,050
	Хлороформ	0,050
	Углерод четыреххлористый	0,050
	Набор 6 С	
	<i>Органические вещества — н</i>	
26 4311	Гексан	0,050
	Глюкоза	0,050
	Глицерин	0,050
	Диэтиловый эфир	0,050
	Формалин	0,050
	Уксусная кислота	0,050
	Муравьиная кислота	0,050
	Набор 7 С	
	<i>Минеральные удобрения</i>	
26 4311	Аммофос	0,250
	Карбамид	0,250
	Мука фосфорная	0,250
	Селитра натриевая	0,250
	Селитра кальциевая	0,250
	Соль калийная	0,250
	Сульфат аммония	0,250
	Суперфосфат (гранулированный)	0,250
	Суперфосфат двойной (гранулированный)	0,250
	<i>Иониты</i>	
26 4311	Катионит	0,050
	Анионит	0,050
	Набор 9 ВС	
	<i>Образцы неорганических веществ — н</i>	
26 4311	Бария оксид	0,050
	Свинца (II) оксид	0,050
	Алюмоокисленные квасцы	0,050

Код	Наименование	Расшифровка реактивов в наборах (в кг)
26 4311	Калия моногидрофосфат	0,050
	Кобальта сульфат	0,050
	Лигния хлорид	0,050
	Марганца (II) сульфат	0,050
	Марганца (II) хлорид	0,050
	Борная кислота	0,050
	Натрия метасиликат	0,050
	Никеля сульфат	0,050
	Алюминия нитрат	0,050
	Набор 10 С	
<i>Образцы органических веществ — и</i>		
26 4311	Свинца ацетат	0,050
	Гексахлорбензол	0,050
	Кислота масляная	0,050
	Кислота бензойная	0,050
	Уксусноэтиловый эфир	0,050
	Уксусноизоампловый эфир	0,050
	Этилглицероль	0,050
	Калий уксуснокислый	0,050
	Натрий уксуснокислый	0,050
	Набор 11 С	
<i>Соли для демонстрационных опытов — и</i>		
26 4311	Аммиак водный	0,050
	Калия моногидрофосфат	0,050
	Кальция дигидрофосфат	0,050
	Кальция фосфат двухзамещенный	0,050
	Натрия фосфат	0,050
	Кальция фосфат	0,050
	Калия карбонат	0,050
	Аммония карбонат	0,050
	Калия гидрокарбонат	0,050
	Натрия карбонат	0,050
<i>Неорганические вещества демонстрационных опытов — и</i>		
26 4311	Натрия карбонат	0,050
	Калия роданид	0,050
	Калия ферро (II) гексаанид	0,050

Код	Наименование	Расшифровка реактивов в наборах (в кг)
26 4311	Калия ферро (III) гексацианид	0,050
	Калия иодид	0,050
	Натрия бромид	0,050
	Натрия гидросульфат	0,050
	Натрия фторид	0,050
	Натрия сульфат	0,050
	Сера	0,050
	Набор 13 ВС	
	<i>Галогениды — н</i>	
	Алюминия хлорид	0,050
26 4311	Железа (III) хлорид	0,050
	Цинка хлорид	0,050
	Кальция хлорид двуводный	0,050
	Магния хлорид	0,050
	Меди (II) хлорид	0,050
	Калия хлорид	0,050
	Аммония хлорид	0,050
	Бария хлорид	0,050
	Натрия хлорид	0,050
	Хрома (III) хлорид	0,050
26 4311	Набор 14 ВС	
	<i>Сульфаты, сульфиты, сульфиды — н</i>	
	Алюминия сульфат	0,050
	Аммония сульфат	0,050
	Железа (III) сульфат	0,050
	Железа (II) сульфат семиводный	0,050
	Кальция сульфат	0,050
	Калия гидросульфат	0,050
	Меди (II) сульфат безводный	0,050
	Магния сульфат	0,050
26 4311	Натрия сульфид девятиводный	0,050
	Натрия сульфит	0,050
	Цинка сульфат	0,050
	Натрия сульфат	0,050
	Набор 15 ВС	
	<i>Галогены — н</i>	
	Бром	1 ампула
	Иод	0,050
	Набор 16 ВС	
	<i>Металлы, оксиды — н</i>	
26 4311	Алюминий (гранулированный)	0,050

Код	Наименование	Расшифровка реактивов в наборах (в кг)
26 4311	Цинк (гранулированный)	0,200
	Железо	0,200
	Меди (II) оксид	0,200
	Железа (II) оксид	0,050
	Набор 17 С	
<i>Нитраты — и</i>		
26 4311	Серебра нитрат	0,030
	Алюминия нитрат	0,050
	Бария нитрат	0,050
	Калия нитрат	0,050
	Аммония нитрат	0,050
	Натрия нитрат	0,050
	Набор 18 С	
<i>Соединения хрома — и</i>		
26 4311	Аммония дихромат	0,200
	Калия дихромат	0,050
	Калия хромат	0,050
	Набор 19 ВС	
<i>Соединения марганца — и</i>		
26 4311	Марганца (IV) оксид	0,200
	Калия перманганат	0,200
	Набор 20 ВС	
<i>Кислоты</i>		
26 4311	Серная кислота	1 бут.
	Соляная кислота	5 бут.
	Набор 21 ВС	
<i>Неорганические вещества — и</i>		
26 4311	Меди (II) гидроксокарбонат	0,200
	Меди сульфат	0,200
	Натрия карбонат	0,200
	Натрия гидрокарбонат	0,200
	Кальция оксид	0,200
	Набор катализаторов — и	

Код	Наименование	Расшифровка реактивов в наборах (в кг)
26 4311	Набор щелочных и щелочноземельных металлов Литий Натрий Кальций	5 ампул 20 ампул 5 ампул

Количество лабораторного оборудования и раздаточного материала в перечнях указано из расчета наполняемости 40 учащихся в I—IX классах и 36 учащихся в X—XI классах. Однако их приобретение необходимо осуществлять с учетом фактической наполняемости классов: оборудование для фронтальных работ, практических занятий и опытов следует приобретать из расчета 1 экземпляр (набор) на двоих учащихся, раздаточный материал и пособия индивидуального пользования — на каждого ученика.

В перечнях приведены коды Общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП), присвоенные учебно-наглядным пособиям и предметам учебного оборудования.

Проект перечней составлен НИИ школьного оборудования и технических средств обучения АПН СССР (головная организация) при участии НИИ содержания и методов обучения, НИИ трудового обучения и профориентации, НИИ физиологии детей и подростков, НИИ художественного воспитания, НИИ дошкольного воспитания и НИИ преподавания русского языка в национальной школе Академии педагогических наук СССР. Проект перечней согласован с Министерством просвещения СССР и Министерством просвещения РСФСР.

ПРИБОРЫ, ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ ОПЫТОВ

Код	Наименование	Количество
Приборы		
<i>Общего назначения</i>		
96 6211 9513	Аппараты для дистилляции воды (АДУ-2)	1 шт.
96 6211 7122	Весы технические 2-го кл.	1 »
96 6211 5242	Выпрямители (В-24)	1 »
96 6211 7252	Источники электропитания для практикума (ИЭПП-2)	1 »
96 6211 9740	Комплекты электроснабжения для кабинета химии (КЭХ-10) — м	1 »
96 6211 2265	Нагреватели демонстрационные — н	1 компл.
96 6211 2238	Плитки электрические (ПЛ-300)	1 шт.
96 6211 2234	Шкафы сушильные	2 »
<i>Демонстрационные</i>		
43 2143 0010	Аппараты для получения газов (АКТ-500) ¹	2 »
43 2417 3000	Бюретки учебные, 25 мл — н	2 »
96 6211 9508	Воронки делительные для работы с вредными веществами (ВВРВ)	1 »
43 2516 0210	Газометры (Г-5)	1 »
96 6211 3111	Горелки универсальные (ГУ)	2 »
96 6211 9501	Колонки адсорбционные (КАД)	2 »
96 6211 9957	Комплекты ареометров учебных	1 наб.
96 6211 9956	Комплекты счетно-измерительные — н	1 шт.
96 6211 9519	Наборы для опытов с токсичными веществами	1 наб.
	1. Аппарат для проведения химических реакций (АПХР)	
	2. Приборы для получения растворимых веществ в твердом виде (ПРВ)	
96 6211 9530	Наборы для каталитических реакций — н	1 наб.
96 6211 0007	Наборы по электрохимии демонстрационные (НЭД) — н	1 »
96 6211 9506	Приборы для выяснения зависимости скорости химических реакций от условий — м	1 шт.
96 6211 9516	Приборы для демонстрации движения ионов — н	1 »
96 6211 9510	Приборы для иллюстрации электрохимического ряда напряжений металлов — н	1 шт.
96 6211 9511	Наборы для опытов по химии с электрическим током	1 »
96 6211 9527	Приборы для определения состава воздуха	1 »
96 6211 9512	Наборы для электролиза — н	1 »

¹ При наличии набора НПХ приобретается в одном экземпляре.

Код	Наименование	Количество
43 2121 0110	Термометры лабораторные (ТЛ-2) № 3	2 шт.
96 6211 9507	Установки переобъемные демонстрационные — м	1 »
43 2512 0010	Холодильники с прямой трубкой (ХПТ-300)	2 »
96 6211 9535	Хроматографы газовые — и	1 »
<i>Лабораторные</i>		
43 2417 0000	Бюретки учебные — и	20 »
96 6211 1221	Весы учебные (ВУЧ)	20 »
96 6211 1413	Гири 4-го класса лабораторные (Г-4-210)	21 компл.
96 6211 2833	Источники пьезоэлектрические — и	21 шт.
96 6211 2540	Источники питания «Практикум»	20 »
96 6211 0906	Наборы деталей и узлов для монтажа простейших приборов — м ¹	20 наб.
96 6211 2236	Нагреватели пробирок электрические (НПЭШ) — м ²	20 шт.
96 6211 2260	Нагреватели лабораторные (НЛШ) — и ³	20 »
96 6211 9603	Приборы для получения газов (ППГ)	25 »
	Приборы для опытов с газами	20 »
43 2518 0001	Спиртовки лабораторные (СЛ) ⁴	20 »
<i>Принадлежности для опытов (приспособления лабораторные) Для демонстрационных опытов</i>		
43 2451 2040	Аллонжи изогнутые (АИ)	5 шт.
36 9522	Баллоны резиновые	1 »
96 6311 5102	Доски для сушки посуды	1 »
96 7762	Ерши для мытья посуды	2 компл.
43 2511 9915	Зажимы винтовые	5 шт.
6311 5232	Комплекты трубок соединительных комбинированных — и	1 компл.
96 6211 9959	Комплекты этикеток — и	1 »
43 2511 1010	Краны одноходовые (К1Х А—35)	2 шт.
45 9167	Краны спускные, 2,5 мм	5 »
96 6211 9913	Ложки для веществ № 1	3 »
96 6211 9914	Ложки для веществ № 2	2 »
96 6311 9903	Наборы посуды и принадлежностей для демонстрации опытов в неполной средней школе (НПХ) — м	1 наб.
96 6311 5234	Набор деталей и узлов для просеивания опытов на экран — и	1 компл.
96 6311 5203	Наборы дозаторов поршневых — и	1 »

¹ При наличии набора НПМ не приобретаются.² При наличии КЭХ не приобретаются.³ Приобретаются взамен электрических нагревателей для пробирок.⁴ При наличии нагревателей для пробирок электрических не приобретаются.

Код	Наименование	Количество
96 6211 9922	Наборы стеклянных трубок (ТС)— м	3 наб.
96 6211 8113	Наборы сверл пробочных (НСП)	2 »
96 6211 9926	Наборы резиновых штампов — н	1 »
96 6211 3112	Насадки для газовых горелок	1 компл.
43 254 4001	Насосы водоструйные лабораторные	1 шт.
96 6211 8213	Ножи для точки пробочных сверл (НСП)	1 наб.
25 1441	Перчатки резиновые	2 пары
22 9771	Подставки для цилиндров	2 шт.
96 6311 5224	Приспособления для сверления пробок — н	1 »
25 7940	Прокладки огнезащитные (ПОД-1)	2 »
	Прокладки огнезащитные (ПОД-2)	3 »
96 6211 8222	Столики подъемные (СПд)	2 »
43 2825 1010	Ступки металлические	1 »
96 6211 1483	Сосуды пористые для демонстрации диффузии газов	2 »
43 2511 0050	Трубки соединительные (ТС-У6)	10 »
43 2515 0010	Трубки хлоркальциевые дугообразные (ТХ—УО—200)	2 »
43 2515 0010	Трубки хлоркальциевые с одним шаром (ТХ-11-30-150)	10 »
96 6311 5103	Укладки для посуды — н	1 наб.
43 2813 1010	Шпатели фарфоровые № 1	1 шт.
43 2813 1010	Шпатели фарфоровые № 2	1 »
96 6211 8227	Штативы для демонстрационных пробирок	1 »
96 6211 8223	Штативы лабораторные (ПЛБ)	3 »
96 6211 8219	Штативы лабораторные комбинированные — н	1 »
96 6211 9945	Щипцы тигельные	2 »
96 6211 9923	Экраны защитные (ЭЗ)— н	1 »
96 6211 9924	Экраны фоновые	1 компл.
<i>Для лабораторных слитов</i>		
96 6211 9917	Зажимы пробирочные (ЗП) ¹	21 шт.
96 6211 9916	Зажимы пружинные (ЗПр)	20 »
96 6211 9918	Зажимы комбинированные — н	20 »
96 6211 5235	Комплекты карточек-инструкций для лабораторных и практических работ — н	40 компл.
96 6211 9963	Ложки-дозаторы	40 шт.
96 6211 9909	Ложки для сжигания веществ	20 »
96 6211 9919	Наборы посуды и принадлежностей для работы с малыми количествами веществ (НПМ)— м	20 »

¹ При наличии набора НПМ-м не приобретаются.

Код	Наименование	Единица изм.
96 6211 9920	Наборы посуды для реактивов (НПР) — м	20 шт.
96 6211 2255	Наборы по электрохимии — н	20 »
96 6211 9927	Наборы по электрохимии лабораторные (НЭХ) — н	20 »
96 6211 5104	Наборы-укладки раздаточного материала (НРМХ) ¹	20 »
96 6211 9964	Наборы для опытов по тонкослойной хроматографии — н	20 »
94 4266	Очки защитные	40 »
43 2517	Палочки стеклянные, Ø=3 мм	2 кг
43 2825 1110	Пестики № 1 ¹	20 шт.
96 6211 9911	Пластины для капельного анализа ¹	40 »
25 7940	Прокладки огнезащитные (ПОЛ) — 1 ¹	20 »
43 2825 1010	Стулки № 1 ¹	20 »
43 2823	Треугольник для тигелей ¹	20 »
43 2515 0010	Трубки соединительные (ТС—Т)	20 »
43 2511 0010	Трубки хлоркальциевые дугообразные с отрезками (ТХ-УО-100)	25 »
96 6211 8218	Штативы лабораторные химические (ШЛХ) — н ¹	40 »
96 6211 8217	Штативы для пробирок (ШП-10) ¹	45 »
96 6211 9948	Щипцы тигельные лабораторные — м	20 »
Посуда <i>Демонстрационная</i>		
96 6211 9979	Воронки Бюхнера	1 шт.
43 2524 0040	Воронки делительные цилиндрические, 100 мл	2 »
43 2524 0040	Воронки капельные шарообразные, 50 мл ²	2 »
43 2514 0010	Воронки простые конусообразные № 4 с коротким стеблем	5 »
43 2514 0010	Воронки простые конусообразные № 6 с коротким стеблем	3 »
43 2514 0010	Воронки простые для порошков № 2	
43 2821 0010	Вставки эксикаторные без ножек № 4	1 »
43 2612 0450	Колбы для перегонки круглодонные (ПКВ-250) ²	2 »
43 2412 0500	Колбы конические (КН-250-34) ²	5 »
43 2412 0500	Колбы круглодонные (КК-250) ²	3 »
43 2412 0100	Колбы круглодонные (КК-500-29,2) ²	3 »
43 2432 0580	Колбы плоскодонные (П-100-34) ²	5 »

¹ При наличии наборов НПР и ППМ не приобретаются.² При наличии набора НПХ не приобретаются.

Код	Наименование	Количество
96 6724	Колпаки стеклянные с кнопкой и рантом	1 шт.
43 2811 1010	Кружки фарфоровые	1 »
43 2814 1010	Крышки с ушком к низким и высоким тиглям № 6	3 »
43 2433 0010	Пробирки (ПХ-21)	50 »
43 1515 1010	Склянки двугорлые (С2Г-500) ¹	2 »
43 2515 1001	Склянки для жидких промывателей ¹	2 »
43 2523 1070	Склянки с насадкой (СН-200) ¹	2 »
43 2516 2010	Склянки с тубусом под резиновую трубку (СТПР-2) ¹	2 »
43 2411 0010	Стаканы высокие (ВН-600)	5 »
43 2814 0010	Тигли низкие № 6	3 »
43 2517	Трубки тугоплавкие, Ø=20 мм, длина 250 мм	2 »
43 2517	Трубки тугоплавкие, Ø=20 мм, длина 500 мм	2 »
43 2417 1100	Цилиндры измерительные с носиком, 250 мм	3 »
43 2417 1100	Цилиндры измерительные с носиком, 500 мм	2 »
43 2812 1010	Чашы выпарительные № 5	2 »
48 2814 1010	Чашы кристаллизационные, 310 мл	2 »
43 2814 1010	Экспикаторы без крана, 2—250 мл	2 »
<i>Лабораторная</i>		
59 8811	Банки с винтовым горлом и пластмассовой крышкой, 30 мл ²	400 »
43 2514 0010	Воронки простые конусообразные № 2	24 »
43 2417 0010	Колбы мерные, 50 мл	20 »
43 2524 1001	Капельницы для однократной дозировки (П-25)	24 »
59 9160	Кастрюли фарфоровые	20 »
43 2412 0500	Колбы круглодонные (КК-50-14,5) ²	20 »
43 2412 0500	Колбы конические (КН-100-18,8) ³	20 »
43 2412 0100	Колбы круглодонные (КК-500-14,5) ³	20 »
43 2432 0400	Колбы круглодонные для перегонки (ПКВ-500)	20 »
43 2432 0500	Колбы круглодонные (П-50-14,5) ³	20 »
43 2814 1010	Крышки с ушком к низким и высоким тиглям № 3	20 »
43 2417 2010	Мензурки, 50 мл ³	20 »
43 2514	Пробирки градуированные (ПГНШ-10) ³ — н	24 »
43 2422 0010	Пробирки (П1-14) ³	250 »
43 2433 0010	Пробирки (ПШ-10)	500 »
96 6211 9940	Склянки для взятия растворов, 25—30 мл — н	40 »
59 7100	Склянки из оранжевого стекла, 25—30 мл — н	40 »

¹ При наличии наборов НПХ не приобретаются.² При наличии набора НПП приобретаются в количестве 500 шт.³ При наличии набора НПМ не приобретаются.

Код	Наименование	Количество
59 7100	Склянки из полубелого стекла, 25—30 мл	40 шт.
43 2415	Сосуды для отходов — и	20 »
43 2415	Промывалки — и	20 »
43 2411 0010	Стаканы высокие (ВН-50) ²	20 »
43 2411 0010	Стаканы низкие (НН-250)	20 »
43 2814 0010	Тигли низкие № 3 ²	20 »
43 2416 0410	Цилиндры для ареометров (Ц-125)	20 »
43 2416 0100	Цилиндры для препаратов с пластинами (ЦПП), 50×150	20 »
43 2417 1160	Цилиндры измерительные с носиком, 25 мл	20 »
43 2417 1100	Цилиндры измерительные с носиком, 100 мл	20 »
32 2812 1010	Чашы выпарительные № 1 ¹	20 »
43 2414 1030	Чашы конические с обручем, 125×60	20 »
43 2414 1030	Чашы кристаллизационные из тонкого стекла, Ø=100 мм	20 »

¹ При наличии набора НПМ-м не приобретаются.

² Приобретаются в магазинах книготоргов.

НЕКОТОРЫЕ СОВЕТЫ

Приготовление реактивов

Известковая вода. В склянку (2—3 л) всыпают гашеной извести (лучше свежегашеной) слоем 3—4 см. Склянку заполняют водой почти доверху, сильно взбалтывают и дают отстояться в течение нескольких дней. Затем прозрачную жидкость сливают через сифон в чистую склянку. Осадок гашеной извести в большой склянке может быть снова использован для приготовления следующей порции известковой воды. Хранить известковую воду лучше в склянке с хорошо подогнанной корковой пробкой.

Хромовая смесь. а) 400 мл раствора дихромата калия с массовой долей, равной 10%, смешивают со 100 мл разбавленной серной кислоты (1:1).

б) 100 мл концентрированной серной кислоты смешивают с 400 мл воды и в полученной разбавленной серной кислоте растворяют растертый в порошок дихромат калия до насыщения.

Медно-аммиачный реактив (реактив Швейцера). 10 г кристаллического сульфата меди растворяют в 200 мл воды и приливают 100 мл 2 М раствора гидроксида натрия. Осадок гидроксида меди (II) промывают водой (декантацией) до удаления сульфат-ионов SO_4^{2-} , после чего отсасывают на воронке Бюхнера. Полученный осадок гидроксида меди (II) растворяют в растворе аммиака с массовой долей, равной 25%. Аммиак приливают постепенно при постоянном перемешивании содержимого колбы. На дне колбы должно остаться немного осадка гидроксида меди (II). Раствору дают отстояться, затем сливают его декантацией или отфильтровывают через стеклянный фильтр. Хранят реактив Швейцера в плотно закрытой склянке.

Фуксинсернистая кислота. а) 0,2 г фуксина растворяют в 200 мл концентрированной соляной кислоты. Если через 15—20 мин жидкость не обесцветится, то добавляют немного активированного угля, встряхивают смесь до

обесцвечивания и затем фильтруют. Реактив хранят в плотно закрывающейся склянке из темного стекла. Чем меньше избыток оксида серы (IV) в реактиве, тем он чувствительнее.

б) 0,2 г фуксинд растворяют в 200 мл дистиллированной воды и пропускают через полученный раствор оксида серы (IV) до обесцвечивания раствора. Оксид серы (IV) получают нагреванием в колбе Вюрца 63 г металлической меди со 110 мл концентрированной серной кислоты.

Реактив Фелинга (фелингова жидкость). Готовят два раствора: а) 34,6 г кристаллического сульфата меди в 500 мл раствора; б) 173 г сегнетовой соли (смешанной натриево-кальевой соли винной кислоты), 70 г гидроксида натрия в 500 мл раствора. Перед употреблением смешивают равные объемы этих двух растворов

Дифениламин. Раствор 1 г дифениламина в 500 мл ледяной уксусной кислоты смешивают с 14 мл концентрированной серной кислоты.

Медн сульфат (бездонный). Кристаллический сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ нагревают в фарфоровой чашке на песчаной бане при непрерывном перемешивании. Температура бани не должна превышать 220°C . Полученный белый порошок растирают в ступке и хранят в плотно закрытой банке

Охлаждающие смеси

Состав смеси (в мас. д)	Температура (в $^\circ\text{C}$)
$\text{H}_2\text{O} - 16$; $\text{NH}_4\text{Cl} - 5$; $\text{KNO}_3 - 5$;	-12
$\text{HCl} - 9$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} - 8$;	-18
$\text{H}_2\text{O} - 1$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 - 1$; $\text{NH}_4\text{NO}_3 - 1$;	-22
$\text{HNO}_3 - 4$; $\text{NaPO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} - 9$;	-25
$\text{Mg} - 5$; $\text{NaCl} - 2$; $\text{NH}_4\text{Cl} - 1$;	-25
$\text{HNO}_3 - 4$; $\text{NH}_4\text{NO}_3 - 5$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 - 6$	-40

Как правило, соли должны употребляться в измельченном виде. При смешивании солей с водой и мелким льдом или снегом смесь энергично перемешивают. Сосуд, в котором готовят смесь, следует обернуть снаружи войлоком, сукном или другим теплоизолирующим материалом.

Использование реактивной бумаги (реагентных бумажных полосок)

В лабораториях широко используют индикаторы в виде реактивных бумажных полосок, сброшюрованных в книжечки (лакмусовые, фенолфталеиновые, подкрахмальные и др.).

Сброшюрованную бумагу можно пропитывать растворами солей. Такие реактивные бумажные полоски (рбп) предназначаются в качестве носителя соответствующего вещества.

Использование рбп просто, удобно, безопасно, оно дает такой же эффект, как и обычное применение готовых растворов тех же веществ. Причем снижаются расход реагентов и затрата времени на выполнение опытов, сохраняется расход стеклянной тары.

Ширина рбп не более 10 мм, минимальная длина 15 мм. Используются рбп в пробирках, содержащих до 2 мл дистиллированной воды. Изымаются рбп из пробирок с помощью стеклянной палочки. Хранят рбп в закрытых сосудах.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

1. Алексинский В. Н. Об использовании деталей установок, иллюстрирующих химические производства//Химия в школе.—1979.—№ 6.—С. 53.
2. Алексинский В. Н., Сабитов С. Г. О демонстрации движения ионов в электрическом поле//Химия в школе.—1984.—№ 4.—С. 60.
3. Афанасьев М. А. и др. Количественные опыты по химии.—М.: Просвещение, 1972.
4. Буглай Л. Н. Опыты к урокам «Электрохимический ряд напряжений металлов» и «Коррозия металлов»//Химия в школе.—1979.—№ 2.—С. 66; № 1.—С. 55.
5. Верховский В. Н. Техника и методика химического эксперимента в школе.—Л.: Учпедгиз, 1947.—Т. 1.
6. Верховский В. Н. Техника и методика химического эксперимента в школе.—М.: Учпедгиз, 1960.—Т. 2.
7. Верховский В. Н., Смирнов А. Д. Техника химического эксперимента.—М.: Просвещение, 1973.—Т. 1.
8. Верховский В. Н., Смирнов А. Д. Техника химического эксперимента.—М.: Просвещение, 1975.—Т. 2.
9. Воскресенский П. И. Техника лабораторных работ.—М.: Химия, 1970.
10. Глориозов П. А., Рысс В. Л. Проверочные работы по химии для 7—8 классов.—М.: Просвещение, 1984.
11. Жуков П. Н., Рысс В. Л. Проверочные работы по химии для 9—10 классов.—М.: Просвещение, 1985.
12. Грабецкий А. А., Лаврова В. Н., Назарова Т. С. Организация экспериментальной части программы по химии для общеобразовательной школы//Химия в школе.—1981.—№ 2.
13. Грабецкий А. А., Назарова Т. С. Кабинет химии.—М.: Просвещение, 1983.
14. Иванова Р. Г., Савич Т. З., Чертков И. П. Самостоятельная работа учащихся по химии.—М.: Просвещение, 1982.
15. Коновалов В. Н. Техника безопасности при работе по химии в средней школе.—М.: Просвещение, 1980.
16. Корсак Г. И. Экспериментальные задачи по химии.—Минск: Народная асвета, 1981.
17. Лахметкин И. И., Ушмарова Т. М. Прибор для получения газодиффузионных аппаратов//Химия в школе.—1977.—№ 5.—С. 83.
18. Лахметкин И. И., Назарова Т. С. Создание приборов для реакций в замкнутой системе — необходимое условие безопасности химического эксперимента//Химия в школе.—1981.—№ 4.—С. 69.
19. Лаврова В. Н. Некоторые вопросы электрооборудования кабинета химии//Химия в школе.—1983.—№ 2.—С. 48.
20. Лившиц С. И. Прибор для термического разложения древесины//Химия в школе.—1982.—№ 1.
21. Назарова Т. С., Грабецкий А. А., Алексинский В. Н. Организация работы лаборанта в школьном кабинете химии.—М.: Просвещение, 1984.

22. Нифантьев Э. Е. и др. Внеклассная работа по химии с использованием хроматографии.— М.: Просвещение, 1983.
23. О реформе общеобразовательной и профессиональной школы: Сб. документов и материалов.— М.: Политиздат, 1984.
24. Охрана труда в школе. Сб. нормативных документов.— М.: Просвещение, 1981.
25. Плетнер Ю. В., Полосин В. С. Практикум по методике преподавания химии.— М.: Просвещение, 1981.
26. Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии.— М.: Просвещение, 1970.
27. Правила техники безопасности для кабинетов (лабораторий) химии общеобразовательных школ Министерства просвещения СССР.
28. Программы средней общеобразовательной школы. Химия.— М.: Просвещение, 1986.
29. Прокопенко В. Г. О некоторых направлениях развития техники эксперимента//Химия в школе.— 1985.— № 4.— С. 54.
30. Прокопенко В. Г. Комплект для демонстрации опытов с применением тока высокого напряжения//Химия в школе.— 1985.— № 5.— С. 50.
31. Семенов А. С. Охрана труда при обучении химии.— М.: Просвещение, 1986.
32. Совершенствование обучения химии в 7—8 классах.— М.: Просвещение, 1985.
33. Типовые перечни учебно-наглядных пособий и учебного оборудования для общеобразовательных школ.— М.: Просвещение, 1987.
34. Тукмачев Л. М. Применение «Разряда-I» в демонстрационном эксперименте//Химия в школе.— 1981.— № 6.— С. 64.
35. Тукмачев Л. М. Демонстрационные опыты по тепловым эффектам реакций//Химия в школе.— 1983.— № 5.— С. 46.
36. Химия. Пособие для преподавателей средней школы. Ч. I и II: Пер. с английского.— М.: Мир, 1973.
37. Химия. Лабораторный практикум для средней школы: Пер. с английского.— М.: Мир, 1973.
38. Хомченко Г. П., Севастьянова К. П. Практические работы по неорганической химии с применением полумикрометода. Пособие для учащихся.— М.: Просвещение, 1976.
39. Хомченко Г. П., Платонов Ф. П., Чертков И. Н. Демонстрационный эксперимент по химии. Пособие для учителей.— М.: Просвещение, 1978.
40. Цветков Л. А. Эксперимент по органической химии. Методика и техника. Пособие для учителей.— М.: Просвещение, 1973.
41. Чертков И. Н., Черняк И. А., Колударов Ю. А. Самодельные демонстрационные приборы по химии.— М.: Просвещение, 1976.
42. Чертков И. Н. Эксперимент по полимерам.— М.: Просвещение, 1980.
43. Шиллов В. Ф., Дроздов С. Н. Исследование электрической проводимости веществ//Химия в школе.— 1984.— № 5.— С. 45.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Функции и формы школьного химического эксперимента	5
Требования к учебному оборудованию, предназначенному для постановки химических опытов	5
Функции школьного химического эксперимента	7
Формы школьного химического эксперимента	7
Требования к учебному оборудованию для школьного химического эксперимента	10
Постановка демонстрационных опытов	18
Оборудование для демонстрационных опытов	—
Типичные узлы и детали, наборы посуды и принадлежностей для монтажа приборов и установок	—
Специализированные приборы, аппараты, установки	22
1. Приборы для демонстрации опытов с вредными для здоровья веществами без вытяжных устройств	—
2. Набор для демонстрации опытов по электрохимии	23
3. Приборы для демонстрации опытов с использованием электрического тока высокого напряжения	24
4. Пьезоэлектрический источник высокого напряжения	25
5. Прибор для демонстрации зависимости скорости химической реакции от различных условий	27
6. Приборы для получения галондоалканов и сложных эфиров	—
7. Оборудование для проецирования опытов и предметов на экран	—
8. Приставка к графопроктору для демонстрации количественных опытов	29
9. Измерительные приборы	31
10. Электронагревательные приборы	32
11. Комплект электроснабжения кабинета химии КЭХ-10	33
Демонстрационные опыты в типовых приборах и установках	34
Синтез хлороводорода и получение соляной кислоты	34
Получение оксида серы (IV) и окисление его до оксида серы (VI)	36
Синтез аммиака	38
Каталитическое окисление аммиака	39
Получение аммиачной селитры	41
Взаимодействие железа с водой	42
Изучение электрохимического ряда напряжений металлов	45
Коррозия металлов и защита от коррозии	48
Каталитическое разложение пероксида водорода	52
Крекинг керосина	54
Демонстрационный эксперимент в специальных приборах и установках	55
Иллюстрация закона сохранения массы веществ	56
Определение содержания кислорода в воздухе	57

Перегонка жидкости	59
Синтез воды	61
Диффузия газов через пористый сосуд	65
Адсорбция	67
Электролиз воды и водных растворов	71
Определение электрической проводимости веществ	75
Наблюдение за движением ионов	77
Опыты в электрических разрядах	79
Получение озона	—
Получение оксидов азота из воздуха	80
Разложение метана в искровом разряде	—
Изучение тепловых явлений	82
Зависимость скорости химической реакции от условий	83
Опыты с токсичными веществами	87
Получение галондоалкапов и сложных эфиров	90
Количественные опыты, проецируемые на экран	91
Техника и методика ученического эксперимента	102
Характеристика оборудования для ученического эксперимента	103
Лабораторные опыты и практические занятия	113
Тема 1. Первоначальные химические понятия	—
Практическое занятие. Ознакомление с лабораторным оборудованием. Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете	114
Практическое занятие. Приемы обращения с лабораторным штативом и нагревательными приборами	119
Лабораторная работа. Рассмотрение веществ с различными физическими свойствами	125
Практическое занятие. Очистка загрязненной поваренной соли	126
Тема 2. Кислород, оксиды, горение	130
Практическое занятие. Получение и свойства кислорода	—
Тема 3. Водород, кислород, соли	133
Лабораторная работа. Получение водорода и изучение его свойств	—
Практическое занятие. Реакция обмена между оксидом меди (II) и серной кислотой	136
Тема 4. Вода, растворы, основания	138
Лабораторный опыт. Электролиз воды	—
Практическое занятие. Приготовление раствора с определенной массовой долей растворенного вещества и заданной молярной концентрацией	139
Тема 5. Обобщение сведений о важнейших классах неорганических соединений	141
Решение экспериментальных задач по теме: Обобщение сведений о важнейших классах неорганических соединений	—
Тема 8. Галогены	142
Лабораторный опыт. Вытеснение галогенов друг другом из растворов их соединений	—
Практическое занятие. Получение соляной кислоты и опыты с ней	143
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Галогены»	146
Тема 1. Электролитическая диссоциация	147
Лабораторные опыты. Испытание веществ на электрическую проводимость	—
Лабораторный опыт. Движение ионов в электрическом поле	150
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Электролитическая диссоциация»	152
Тема 2. Подгруппа кислорода	154
Лабораторный опыт. Получение и свойства озона	—
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Подгруппа кислорода»	—

Тема 3. Основные закономерности химических реакций. Производство серной кислоты	155
Лабораторная работа. Зависимость скорости химических реакций от условий	—
Тема 4. Подгруппа азота	158
Лабораторные опыты. Ознакомление с азотными и фосфорными удобрениями	—
Практическое занятие. Получение аммиака и опыты с ним. Ознакомление со свойствами водного раствора аммиака	159
Практическое занятие. Определение минеральных удобрений	164
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по теме «Подгруппа азота»	165
Тема 5. Подгруппа углерода	166
Практическое занятие. Получение оксида углерода (IV) и изучение его свойств	—
Распознавание карбонатов	—
Тема 6. Общие свойства металлов	167
Лабораторный опыт. Электролиз растворов хлорида меди (II) и нитрида калия	—
Лабораторный опыт. Электрохимическая коррозия металлов	168
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по разделам «Щелочные металлы. Кальций»	—
Практическое занятие. Железо и его соединения	170
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач по темам 6, 7, 8	171
Тема 2. Предельные углеводороды	173
Практическое занятие. Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах	—
Тема 3. Непредельные углеводороды	175
Практическое занятие. Получение этилена и опыты с ним	—
Тема 6. Спирты и фенолы	177
Практическое занятие. Синтез бромэтана из спирта	178
Тема 7. Альдегиды и карбоновые кислоты	179
Практическое занятие. Получение и свойства карбоновых кислот	—
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ	180
Тема 8. Сложные эфиры. Жиры	181
Практическое занятие. Синтез уксусно-этилового эфира	—
Практическое занятие. Решение экспериментальных задач на получение и распознавание органических веществ	182
Тема 12. Синтетические высокомолекулярные вещества и полимерные материалы на их основе	183
Лабораторные опыты. Опыты с образцами термопластичных полимеров	—
Практическое занятие. Распознавание пластмасс	—
Лабораторные опыты. Отношение синтетических волокон к растворам кислот и щелочей	185
Практическое занятие. Распознавание волокон	—
Практические занятия. Решение экспериментальных задач по пройденному курсу	186
Общая химия	189
Тема 2. Строение вещества	—
Лабораторные опыты. Получение и свойства комплексных соединений меди, цинка, алюминия, серебра и железа	—
Практикум	192
Работа 1. Определение эквивалентной массы цинка	194
Работа 2. Определение молярной массы оксида углерода (IV)	197
Работа 3. Умягчение воды с помощью ионитов	199
Работа 4. Гидролиз солей	200
Работа 5. Исследование реакционной способности металлов полумикрометодом	205

Работа 6. Изготовление гальванического элемента	206
Работа 7. Определение химической активности кислот и сравнение со степенью их диссоциации	207
Работа 8. Исследование эффективности действия ингибиторов	208
Работа 9. Определение теплоты растворения	210
Работа 10. Определение теплоты гидратации	211
Работа 11. Гидролиз крахмала	212
Работа 12. Получение этана электролизом раствора ацетата натрия	213
Работа 13. Получение сульфата тетраамминмеди (II)	214
Приложения	216
Литература для учителя	235

Ко
Те.
Ха
Ла

Татьяна Сергеевна Назарова
Александр Антонович Грабецкий
Вера Николаевна Лаврова

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ШКОЛЕ

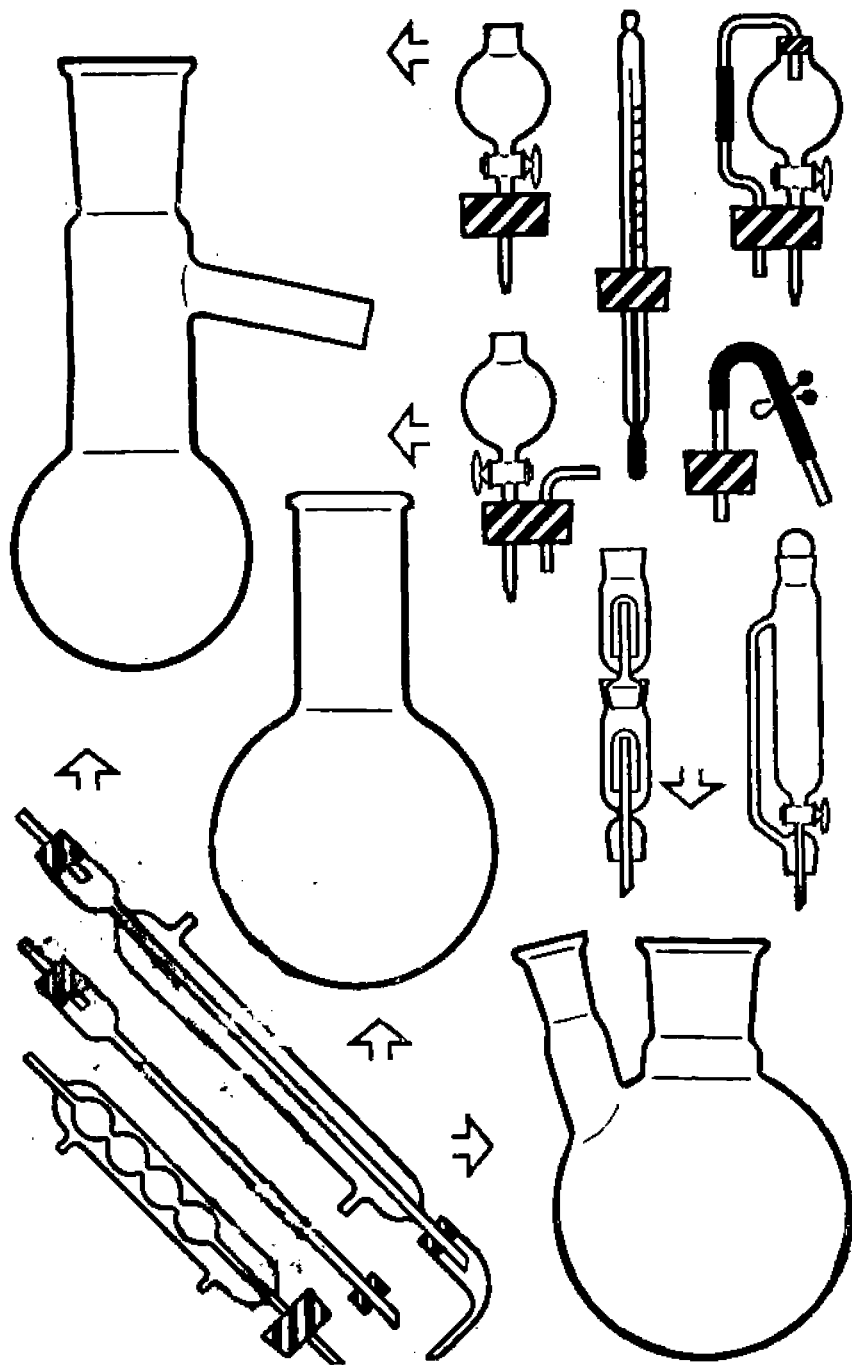
Зав. редакцией А. Н. Соколов
Редактор Т. В. Литвиненко
Младшие редакторы Е. В. Коркина, М. В. Зарвирова
Художественный редактор В. А. Галкин
Технический редактор Т. Н. Зыкина
Корректоры Е. Г. Чанюк, О. В. Ивашкина

ИБ № 10253

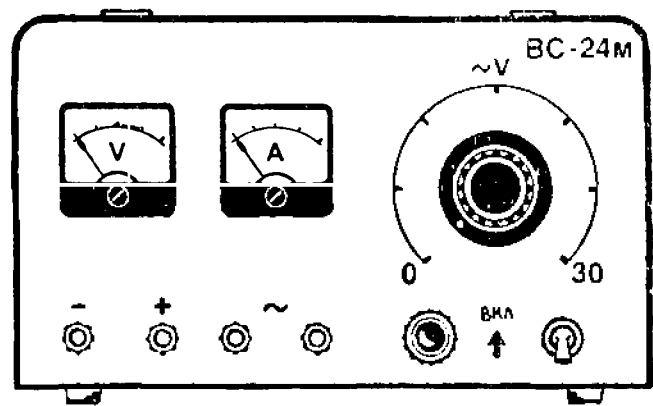
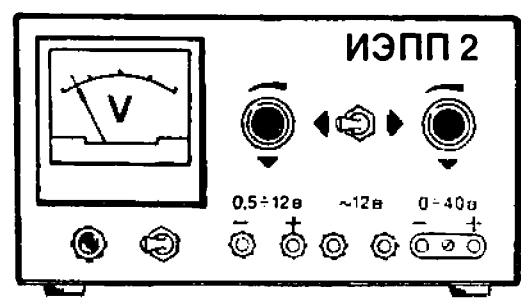
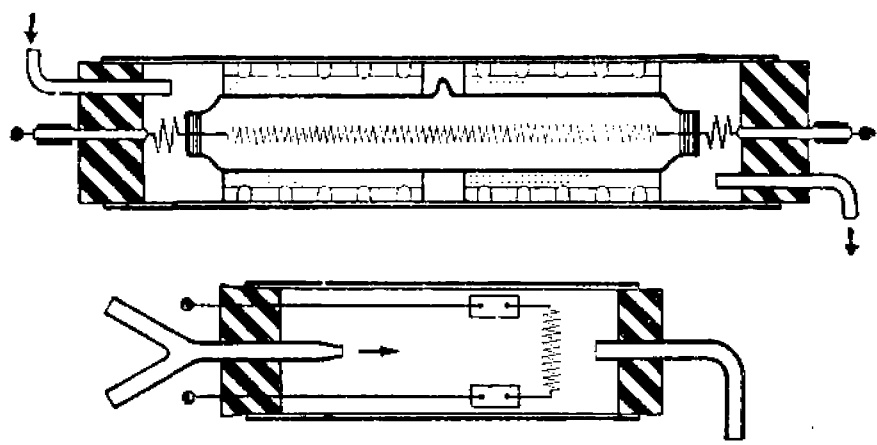
Сдано в набор 13.05.87. Подписано к печати 11.11.87. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. типограф. № 2. Гарнит. литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 15+0,25 форз. Усл. кр.-отт. 15,68. Уч.-изд. л. 15,78+0,42 форз. Тираж 104 500 экз. Заказ 1723. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, 214000, Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2



ПРИБОРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСОПОТРЕБЛЕНИЯ И ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА



ШКОЛЬНЫЕ УЧЕБНИКИ СССР

[SHEBA.SPB.RU/SHKOLA](http://sheba.spb.ru/shkola)