

Д.Олифсон
А.Баталин



Занимательные опыты по химии

2 р. 55 к.

2-245663

ОХН

и 4

ОРЕНБУРГСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1959

192

2m

Л. ОЛИФСОН, А. БАТАЛИН

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ХИМИИ

*Издание третье,
дополненное*

ОРЕНБУРГСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1959

СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания	6
Правила безопасности при химических опытах	16
Опыты с газами	20
Опыты с растворами и кристаллами	43
Опыты с кислотами и щелочами	50
Опыты с металлами	62
Опыты с катализаторами	74
Химия взрывов и вспышек	80
Опыты с красками, красителями и пигментами	88
Полимеры	95
Горючее	110
Опыты по определению состава вещества	117
Химия «чудес»	135
Химия и медицина	152
Химия в быту	159
Использованная литература	175

Лев Ефимович Олифсон

Александр Ханмович Баталин

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ХИМИИ

Обложка Т. А. Покшевой

Редактор Г. В. Худяков

Технический редактор М. И. Цюрко

Художественный редактор Л. И. Карпук

Корректор К. Б. Кайдаяк

Сдано в набор 27/VI 1959 г. Подп. к печ. 12/XI 1959 г. ФВ 01110.
 Бумага 64 × 108/32. Печ. л. 11 (9,02). Уч.-изд. л. 8,47. Тираж 10 000 экз.
 Заказ 3348. Цена 2 р. 65 к.

Оренбургское книжное издательство, Пролетарская, 2.
 Типографии издательства Оренбургского обкома КПСР «Южный Урал»,
 Постышевская, 9.

В 1751 году великий русский ученый М. В. Ломоносов в своем «Слове о пользе химии» говорил: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие... Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются перед очами нашими успехи ее прилежания».

И если эти слова, сказанные Ломоносовым свыше двух столетий назад, уже тогда свидетельствовали о важной роли химии в жизни людей, то во сто крат они справедливы теперь, когда химия проникает буквально во все отрасли нашей жизни и деятельности.

Образно выражаясь, химия в прошлом была сравнительно небольшой ветвью в науке, а сейчас она уже так разрослась и развилась, что представляет собой самостоятельное, могучее, сильно разветвленное дерево. Это дерево, впервые посаженное на истинно научную почву великим садовником науки Ломоносовым, старательно взращивала многочисленная плеяда русских ученых и среди них такие гиганты, как А. М. Бутлеров и Д. И. Менделеев, чьи открытия послужили основой для последующего успешного развития химии.

Трудно было русским химикам работать в условиях царизма и, несмотря на то, что они делали изумлявшие мир важные открытия, химическая промышленность развивалась слабо. Только после Великого Октября начался бурный рост всех ее отраслей.

Используя великое наследие классиков русской химии, опираясь на созданную за годы Советской власти материальную базу для научных исследований, советские ученые внесли и вносят неоценимый вклад в развитие химии. В нашей стране созданы все условия для того, чтобы завоевания химической науки, ее плоды полнее слу-

жили народу, росту его благосостояния, способствовали нашему движению вперед по пути к коммунизму.

А достижения, успехи химии поистине грандиозны. Глубоко проникая во все сферы современного материального производства, химия совершенно революционизирует некоторые из них, открывая новые большие возможности для ускорения процесса производства и экономии средств; она создает удивительные по своим свойствам материалы, которые так необходимы нашему народному хозяйству и в нашем быту, но которые «забыла» сотворить сама природа; она раскрывает самые сокровенные тайны строения веществ и дает возможность искусственным путем создавать материалы с заранее заданными свойствами. Трудно перечислить даже только наиболее важные достижения химии и те блага, которые сулит людям ее дальнейшее развитие. Но можно сказать: наш век — это век всемогущества химии, ее неисчерпаемых возможностей.

Вот почему в принятом XXI съездом КПСС семилетнем плане развития народного хозяйства СССР ускоренному развитию химической индустрии уделяется особое внимание. Выдвинута задача к 1965 году увеличить общий объем производства химической продукции почти в 3 раза, причем дать широкое развитие производству синтетических материалов. Выпуск искусственных волокон намечено увеличить в 4 раза, а наиболее ценных из них — синтетических в 12—13 раз, производство пластических масс и синтетических смол — в 7 раз.

Определяя значение химической промышленности в СССР, тов. Н. С. Хрущев в речи перед работниками Сталиногорского химического комбината 18 февраля 1959 г. сказал: «Ускоренное развитие химии является жизненно важным делом для нашего народа, для создания материально-технической базы коммунизма».

Химия — не только важная, но и увлекательная наука.

«В течение всей моей жизни, — говорил академик Н. Д. Зелинский в своем обращении к молодежи, — я увлекался химической наукой; и мое увлечение несколько не ослабело, а, наоборот, еще более углубилось в настоящее время. Химия меня часто одаляла величайшими наслаждениями познания еще не разгаданных тайн природы. Она дала мне возможность послужить людям, облегчить их труд, избавить их от некоторых страданий, по-

рой от гибели. Она помогла мне стать человеком, небесполезным для моей Родины. Она определила тот путь, на котором мне удалось принести пользу для социалистического строительства и обороны Страны Советов. Я уверен, что ни один из тех, кто заинтересуется химией, не пожалеет о том, что выберет эту науку в качестве своей специальности».

Число людей, интересующихся в настоящее время химией, непрерывно растет. Увеличивается потребность в разного рода химической литературе, способной оказать практическую помощь в осуществлении любителями химии соответствующих опытов или исследований, в теоретическом освещении целого ряда химических проблем или частных вопросов, в раскрытии сущности некоторых химических явлений и т. д. Очень хорошо, если материал к тому же излагается в популярной форме, доступной для широкого круга читателей.

С учетом этого и осуществляется настоящее, третье, издание «Занимательных опытов по химии». Оно существенно отличается от второго издания, вышедшего из печати в 1955 году. Учтя замечания и пожелания читателей, авторы внесли в текст книги значительные изменения и дополнения. Расширены разделы: «Химия в быту», «Опыты с газами», «Опыты с металлами» и некоторые другие. Введены новые разделы: «Горючее», «Полимеры»; по новому переработан раздел «Химия «чудес».

Как и в предыдущем издании, при отборе материала преимущество отдавалось опытам, которые могут быть осуществлены без сложного оборудования. Вместе с тем авторы нашли целесообразным ввести в книгу и более сложные опыты, например с «сухим льдом», считая, что они могут служить в качестве наглядных пособий для лекторов высших школ и других учебных заведений, где изучаются соответствующие темы химии.

Описания многих опытов заимствованы из различных книг и периодических изданий, список которых приведен в конце книги.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Демонстрация химических опытов требует знания приемов лабораторной работы, причем каждый, даже самый простой, опыт нужно предварительно проделать вне аудитории, чтобы вполне овладеть техникой эксперимента. Прекрасным руководством может служить книга Верховского «Техника химического эксперимента в школе», в которой подробно описаны все детали химических работ. Здесь мы приводим некоторые методические указания, необходимые для выполнения лабораторных работ.

Сверление пробок и работа со стеклом. При производстве опытов, которые описаны в этой книге, нужны будут приборы. Чтобы их собрать, необходимо научиться сверлить и подбирать пробки к пробиркам и колбам, резать стекло, гнуть стеклянные трубки и т. д.

Подобрать пробку к сосуду нетрудно. Для того чтобы пробка плотно закрывала отверстие сосуда, ее сначала сжимают пробкомьялкой. Если пробкомьялки нет, можно сжать пробку, прокатывая ее по столу дощечкой.

Сверление пробок производится при помощи сверл. Выбранное сверло должно быть несколько меньшего диаметра, чем диаметр трубки. Этим достигается необходимая плотность соединения. При сверлении держат пробку в левой руке, а сверло в правой и медленно сверлят, начиная с узкого конца. Если приходится сверлить резиновые пробки, то конец сверла смачивают раствором щелочи.

Стеклянные трубки и палочки разрезают следующим образом: при помощи трехгранного напильника или специального ножа для резания стекла делают на трубке

(или палочке) царапину, стараясь не раздавить стекло, а затем разламывают ее. Концы разрезанной стеклянной трубки оплавливают, медленно вращая ее в пламени горелки.

Чтобы согнуть стеклянную трубку, ее вносят в пламя горелки и нагревают место, где нужно сделать изгиб, все время вращая трубку то к себе, то от себя. Заметив, что стекло размягчается, трубку вынимают из огня и, осторожно нажимая, сгибают ее на небольшой угол, а затем снова нагревают в пламени. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не получится нужный угол изгиба. Правильно согнутая трубка не должна иметь сужения в переходе.

Прибор для получения газа должен быть проверен на герметичность. Простой прибор, состоящий из пробирки или колбы с отводной трубкой, может быть испытан следующим образом: конец отводной трубки берут в рот, всасывают из прибора воздух, и кончик трубки быстро закрывают языком. Если прибор герметичен, то язык присасывается. Можно также проверить герметичность, опустив газоотводную трубку в воду и нагревая пробирку рукой или на спиртовке.

Нагревание, кипячение, выпаривание. Простейшей горелкой является спиртовая лампа или спиртовка. После окончания работы спиртовка закрывается колпачком, чтобы спирт не испарялся.

Пробирки с жидкостями нагревают на голом огне. При этом отверстие пробирки следует направить от себя, наклонив ее, и все время вращать, чтобы нагревание шло равномерно.

Большие количества жидкости нагревают в колбах или стаканах, поставленных на асбестовые сеточки.

Для выпаривания служат специальные чашки.

Если при нагревании выделяются вредные пары или газы, то опыт следует производить на открытом воздухе или в вытяжном шкафу.

Огнеопасные жидкости (спирт и др.) нагревают, опуская сосуд в горячую воду. Вообще с огнеопасными веществами следует обращаться осторожно. Их нельзя держать возле горящей спиртовки, оставлять в открытых сосудах и т. д.

Фильтрование. При производстве опытов нередко приходится прибегать к фильтрованию.

Для приготовления фильтра квадратный кусок фильтровальной бумаги складывают вчетверо, обрезают полукругом и полученный бумажный конус вкладывают в воронку. Чтобы фильтр плотно прилегал к стенкам воронки, его перед фильтрованием смачивают водой. Воронку с фильтром помещают в кольцо штатива, а снизу ставят сосуд для стекающего фильтрата (надо, чтобы кончик воронки касался стенки сосуда). Жидкость вливают в воронку по стеклянной палочке.

Собирание газов и опыты с ними. Работая с газами, надо помнить, что многие из них в смеси с кислородом образуют взрывчатые смеси, а некоторые ядовиты. Во избежание взрывов, отравлений и т. д. следует прежде всего строго соблюдать указанную здесь методику опытов; работать с малыми количествами газов; производить опыты в хорошо проветриваемых помещениях.

В зависимости от физических и химических свойств газов для собирания их применяют различные способы. Например, водород и аммиак, как легкие газы, собирают в сосуды, перевернутые вверх дном; углекислый газ, хлор и другие тяжелые газы собирают в открытые сосуды. Для собирания окиси азота, кислорода и других труднорастворимых в воде газов пользуются следующим приемом.

Стеклянная ванночка (кристаллизатор) наполняется водой на $\frac{2}{3}$ объема. Цилиндр или другой сосуд с широким горлом, в который хотят собрать газ, наполняют водой до самого верха, а затем закрывают стеклянной пластинкой так, чтобы под ней не было пузырьков воздуха. Прижав стеклянную пластинку пальцами правой руки к отверстию цилиндра, опрокидывают его в ванночку и под водой отнимают стеклянную пластинку. Для того чтобы опущенный в воду цилиндр был устойчив, его укрепляют в штативе.

Вещества, из которых будет добываться газ, помещают в широкую пробирку, плотно закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Укрепив пробирку в штативе, начинают ее нагревать. Когда появится газ (в чем можно убедиться, опустив газоотводную трубку в воду), конец газоотводной трубки вводят в перевернутый цилиндр с водой. Поступающий газ будет собираться над водой.

После того как газ вытеснит воду из цилиндра, последний под водой закрывают пластинкой и вынимают из

ванночки. Необходимо иметь в виду, что для некоторых опытов следует оставлять в цилиндре немного воды. Если нужно наполнить газом несколько сосудов, то, вынув из воды первый цилиндр с газом, отливают избыток воды из ванночки и помещают туда следующий наполненный водой цилиндр и т. д.

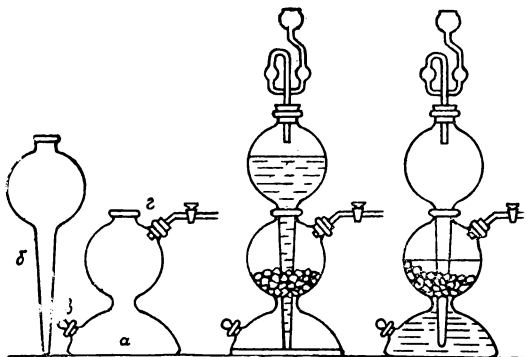


Рис. 1.

Если соединение, из которого получается данный газ, полностью разложилось, то в штатив быстро вставляют новую, заранее приготовленную пробирку с веществом.

Сам процесс получения и собирания газов представляет большой интерес для аудитории и его можно использовать для объяснения свойств газов.

Существуют различные приборы, позволяющие получить постоянный ток газа. К ним следует в первую очередь отнести аппарат Киппа и газометры. Аппарат Киппа состоит из стеклянных сосудов «а» и «б» (рис. 1). В среднюю часть сосуда помещают твердое вещество, служащее для получения газа, например мрамор, а в воронку наливают кислоту. Кислота поступает в нижнюю часть сосуда и, когда кран открыт, приходит в соприкосновение с твердым веществом. Начинается выделение газа. Если кран закрыт, то образовавшийся газ вытесня-

ет жидкость из среднего сосуда, и реакция прекращается.

Для хранения газов предназначаются баллоны и газометры. Газометры бывают металлические и стеклянные. Для того чтобы получить ток газа, достаточно открыть кран воронки с водой и верхний кран боковой трубки (рис. 2).

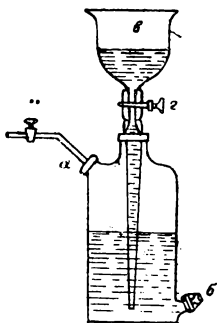


Рис. 2.

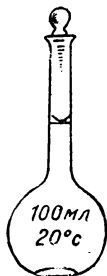


Рис. 3.

Приготовление растворов. Для химических опытов чаще всего применяются растворы молярной, нормальной и процентной концентрации.

Молярная концентрация выражается в грамм-молекулах на литр раствора. Для того чтобы приготовить раствор такой концентрации, отвешивают нужное количество вещества, растворяют его в небольшом количестве воды в мерной колбе, а затем до метки доводят водой. Допустим, что требуется приготовить 100 мл 0,1 молярного раствора глюкозы. Для этого находят молекулярный вес глюкозы — $C_6H_{12}O_6$, равный 180, следовательно, для приготовления 1000 мл раствора необходимо взять 180 г глюкозы, а для 100 мл — 18 г. Но для 0,1 м. раствора требуется всего 1,8 г. Отвесив это количество, переносят его в мерную колбу на 100 мл, прибавляют туда 50 мл воды и после полного растворения доливают воды до метки (рис. 3).

Нормальная концентрация выражается в грамм-экви-

валентах на литр раствора. Допустим, что требуется приготовить 250 мл 0,1 н. раствора безводной соды. Для этого находят молекулярный вес соды Na_2CO_3 , равный 106, и эквивалент ее, равный $106 : 2 = 53$. Для 0,1 н. раствора требуется всего 5,3 г на 1000 мл, а на 250 мл — $5,3 : 4 = 1,325$ г. Это количество переносится в мерную колбу на 250 мл, растворяется в 100 мл воды, и затем раствор доводится водой до метки.

Процентная концентрация выражается в процентах растворенного вещества по отношению ко всему количеству раствора. Например, 10% раствор поваренной соли показывает, что в 100 г раствора содержится 10 г соли и 90 г воды. Допустим, что требуется приготовить 15% раствор сахара. Для этого 15 г сахара растворяется в 85 г воды.

Растворы жидких кислот, аммиака и других летучих веществ готовят не взвешиванием, а по объему. Для этого поступают следующим образом. Ареометром определяется удельный вес вещества, находят процентное содержание вещества для данного удельного веса и рассчитывают нужный объем. Допустим, что требуется приготовить 1 л м/раствора серной кислоты. Нужно взять 98 г серной кислоты (м. в. $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$). Далее находим удельный вес кислоты. Для этого наливается в высокий цилиндр серная кислота и ареометром определяется удельный вес. Допустим, что он равен 1,84. Теперь по таблице находят, что кислота с таким удельным весом 96%. Следовательно, в 100 г кислоты содержится 96 г серной кислоты, а для приготовления 1 л раствора требуется 98 г. Составляется пропорция:

$$\frac{100-96}{x-98}; \quad x = \frac{9 \cdot 100}{96} = 102,83 \text{ г.}$$

Но удельный вес кислоты равен 1,84, следовательно, для приготовления раствора следует взять $102,83 : 1,84 = 55,88$ мл серной кислоты. Отмеренное количество кислоты прибавляется к 500 мл воды в мерной колбе на 1000 мл и затем доводится до мерки водой.

Хранение растворов. Растворы хранятся в закрытых банках с этикетками. Растворы перекиси водорода, азотнокислого серебра, йодистого калия и некоторых других должны храниться в банках из темного стекла в прохладном месте. Некоторые растворы нельзя долго хра-

нить, например растворы хлорного или азотнокислого железа, тиосульфата, сернисто-кислого натрия или калия, роданистого калия и др. Растворы щелочей следует хранить в склянках, закрытых пробкой и залитых парафином или воском, так как они поглощают из воздуха углекислый газ и переходят в гидрокарбонаты.

Взвешивание. При постановке опытов, описанных в этой книжке, достаточно пользоваться химико-техническими весами, которые позволяют взвешивать с точностью до 0,01 г. Перед началом взвешивания нужно проверить равновесие весов.

Вещество, которое взвешивается, кладут на левую чашку, а разновесы — на правую.

Сыпучие тела взвешивают в стаканчике или на часовом стекле. Вообще непосредственно на чашку весов никакие вещества класть не полагается. Нельзя также ставить на чашки горячие, мокрые или грязные предметы.

Посуда и другие принадлежности для опытов. При опытах экспериментатору чаще всего будет нужна следующая посуда: пробирки, колбы, химические стаканы, колбы Вюрца, воронки, делительные воронки, цилиндры, фарфоровые чашки, ступки. Понадобятся также асбестовые сетки, штативы с кольцами, штативы с зажимами, щетки для чистки посуды и т. д.

Клей для наклеивания этикеток. На 1 часть желтого декстрина берут 1 часть воды. Воду нагревают почти до кипения, всыпают декстрин и размешивают до полного растворения. Горячий клей фильтруют через тряпочку. Хорошо закупоренный клей может храниться продолжительное время. Полезно прибавить к нему несколько капель раствора салициловой кислоты.

Приготовление матовых стекол. Стекло покрывают при помощи кисточки смесью из 10 г сернисто-кислого бария, 10 г фтористого аммония и 12 г плавиковой кислоты.

Как отрезать дно у склянки. По окружности склянки в том месте, где должен быть разрез, проводят обмокнутым в чернила пером черту, стараясь вести ее на одном уровне.

Когда чернила высохнут, по нанесенной черте медленно проводят кончиком острого пламени паяльной трубки. Затем мокрой стеклянной палочкой касаются стекла в точке, где закончилось нагревание. Если стекло было достаточно хорошо нагрето, оно довольно гладко отделяется по черте.

Простой способ получения дистиллированной воды. Дистиллированную воду можно легко в достаточном количестве получить и без холодильника Либиха. Прибор состоит из литровой колбы, двух склянок Вульфа (2, 3)

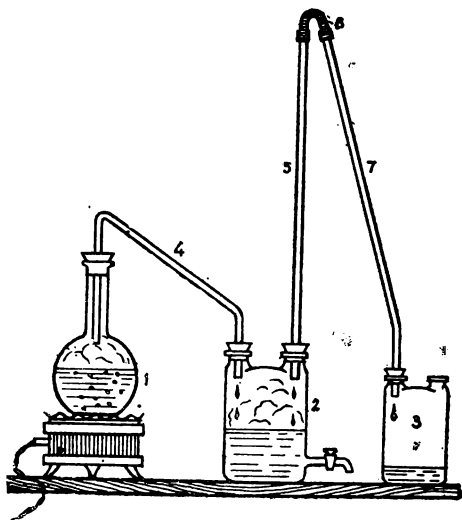


Рис. 4.

и стеклянных трубок (5, 7) (рис. 4). При достаточной длине трубки (5) (1 м) в ней происходит почти полная конденсация паров воды. Вода в колбу (1) наливается по мере надобности. Нагревают колбу на плитке. Колба соединяется с приемником (2) при помощи стеклянной трубки (4).

Некоторые замазки и пасты, применяемые в лаборатории

Легкоплавкая замазка для различных приборов. В состав этой замазки входят равные части воска и канифоли. Сплавив канифоль с воском, пробуют после охлаждения, удовлетворяет ли замазка поставленным требованиям. Если вязкость ее слишком велика, добавляют канифоль, если замазка хрупка, добавляют воск. Заливать малодоступные места удобно при помощи пипетки. Температура плавления замазки примерно 50° . Замазка хорошо прилипает к любой поверхности.

Менделеевская замазка. Менделеевскую замазку можно приготовить из того же сплава, но с наполнителем. В качестве последнего берут обычно мумию Fe_2O_3 в количестве до 25% от веса сплава. Наполнитель повышает твердость застывшей замазки.

Замазка щелей в термостатах или прикреплении стекла к металлической оправе. Это легко можно сделать при помощи «морского клея» — глумаина. Для приготовления его берут 30 г бензола и растворяют в нем при нагревании на водяной бане 3 г натурального каучука (лучше вальцованного). В горячий раствор добавляют 60 г шеллака. Клей получается в виде кусков черно-бурого цвета. Клеящая способность его очень велика. Плавится он при $130\text{--}140^{\circ}$. Склеиваемые предметы нужно хорошо высушить и подогреть.

Сургуч. Для не особенно ответственных соединений в качестве замазки может быть рекомендован сургуч. Готовят его по следующему рецепту (в весовых частях): канифоли — 20, серы — 10, скипидара — 5, мела — 8, сернокислого бария — 12, мумии — 8—10. Прибавление к смеси 5% воска значительно улучшает свойства сургуча.

Смазка для стеклянных приборов. В лаборатории очень часто приходится смазывать стеклянные приборы. Для этого употребляют вазелиновую мазь. Последняя готовится сплавлением равных частей вазелина и церезина. Вместо церезина можно взять парафин.

Паста для натирания лабораторных столов и линолеума. Такая паста состоит из воска, церезина, скипидара и бензина. Для ее изготовления необходимо взять (частей): воска — 10, церезина или парафина — 20, скипидара — 0,9, бензина — 70—80. Паста на дерево или линолеум на-

носятся тонким слоем кистью или тряпкой. После высыхания слоя его растирают обыкновенной щеткой.

Карандаши для письма на стеклянной посуде. В практике лабораторной работы имеют большое распространение карандаши для письма на стеклянной посуде. Ниже приводится несколько рецептов для их приготовления:

Черный карандаш

Воска пчелиного	. . . . .	40 частей
Сала	. . . . .	10 »
Сажи ламповой	. . . . .	10 »

Красный карандаш

Воск пчелиный	. . . . .	25 »
Спермацет	. . . . .	100 »
Сало	. . . . .	15 »
Сурик (Pb_3O_4)	. . . . .	150 »

Белый карандаш

Воск пчелиный	. . . . .	20 »
Сало	. . . . .	30 »
Окись цинка	. . . . .	50 »

Порядок изготовления карандашей: вначале расплавляются воск, спермацет и сало. Затем при помешивании в расплавленную массу добавляется краска (ламповая сажа, сурик, окись цинка и др.).

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТАХ

Аккуратность, внимание, хладнокровие — эти качества должен развивать в себе каждый химик-экспериментатор.

Небрежность и неосторожность при постановке химических опытов могут привести к ожогам, отравлениям, порезам и другим неприятным, а порою и опасным последствиям.

Необходимо заранее принять меры противопожарной безопасности. Около стола экспериментатора должен быть приготовлен ящик с песком и совок. При отсутствии водопровода следует запастись несколькими ведрами с водой. Полезно иметь огнетушитель.

Следует иметь небольшую аптечку, содержащую гигроскопическую вату, йодную настойку, бинты, спирт, соду, марганцовокислый калий, мазь от ожогов и другие средства первой помощи.

Твердые вещества тушат песком, водой, струей из огнетушителя. Чтобы отделить горящий предмет от окружающей среды, необходимо немедленно накрыть его непроницаемым колпаком. Спирт можно тушить водой; бензин, керосин, бензол, масло тушат песком или при помощи огнетушителя. Горящий натрий, калий, фосфор тушат песком.

Если охвачена огнем одежда, то нужно немедленно обернуть пострадавшего плотной тканью (одеялом, брезентом и т. д.).

В случае воспламенения электрических проводов, прежде всего надо выключить ток, а затем удалить поврежденную часть проводки и затушить горящие или тлеющие места обычными способами.

После оказания пострадавшему первой помощи нуж-

но немедленно отправить его в лечебное учреждение или вызвать скорую помощь.

При проведении опытов нельзя перемешивать химические вещества пальцами. Ничего нельзя пробовать на вкус.

После работы надо тщательно мыть руки.

Несовместимые вещества

Многие вещества при смешивании воспламеняются. Поэтому не все вещества могут быть совместимы и совместно хранимы. Следует помнить:

азотная кислота несовместима с глицерином, спиртом, эфирными маслами, смолами, сахаром, фенолом, опилками, клетчаткой;

глицерин несовместим с хлорной известью, марганцовокислым калием;

марганцовокислый калий несовместим с органическими веществами, эфирными и жирными маслами, винным спиртом, глицерином, нашатырем, серой, йодом, углем, танином;

сера несовместима с марганцовокислым калием, хлорной известью;

серная кислота несовместима со скипидаром, бертолетовой солью, спиртом, бензином;

спирт несовместим с бертолетовой солью, хромовым ангидридом, марганцовокислым калием, белком (казеином, желатиной, клеем и т. д.).

Первая помощь при ожогах

Ожог кожи огнем, паром, кипятком. Погрузить пораженный участок в раствор марганцовокислого калия: чем сильнее ожог, тем выше должна быть концентрация раствора. Компрессы из танина. Смазывание вазелином.

Ожог кислотами. Быстро обмыть пораженное место сильной струей воды. Компрессы из растворов слабых щелочей (сода, аммиак). При поражении концентрированной кислотой (серной, соляной) после обмывания немедленно обсыпать место ожога порошком соды. В дальнейшем чередовать обсыпание содой с содовыми компрессами.

Ожог едкими щелочами. Компрессы из слабых растворов уксусной кислоты.

Ожоги зева и пищевода. Внутрь обволакивающие средства: крахмальный отвар, вода с белком, молоко, растительное масло.

Ожоги глаз. Обильное промывание водой. Лед. При ожогах щелочами — промывание раствором борной кислоты. Немедленно отправить пострадавшего в лечебное заведение.

Ожоги фосфором. Обмывание спиртом и раствором медного купороса, затем крепким раствором марганцовокислого калия.

Первая помощь при отравлениях

Алкоголи, альдегиды, эфиры. Вызвать рвоту. Вынести на свежий воздух, дать вдыхать нашатырный спирт.

Бензин. Дать рвотное. Свежий воздух. Теплое и горячее попеременно на грудь и затылок.

Хлор. Свежий воздух. Вдыхание теплого водяного пара, паров аммиака. Холодные компрессы на горло и грудь. Горчичники. Полный покой. Внутрь белковая вода, молоко, магнезия с водой.

Сероводород. Свежий воздух. Вдыхание кислорода. В тяжелых случаях внутрь 2% раствор перекиси водорода чайными ложками. Искусственное дыхание.

Сернистый газ. Внутрь питьевая сода и молоко.

Угарный газ. Свежий воздух. Придать голове возвышенное положение. Холодные обливания затылка. Крепкий черный кофе. Искусственное дыхание.

Аммиак. Внутрь слабый раствор уксуса, лимонной кислоты. Вдыхание горячих паров воды с уксусом. Обливание затылка и спины холодной водой. Горчичники на живот.

Иод. Внутрь жидкий крахмальный клейстер, белковая вода, сода.

Соединения мышьяка. Рвотное. Поддерживать рвоту дачей теплого молока со взбитым белком, стакан за стаканом. Внутрь жженная магнезия с водой (5 : 100), через 5 минут по столовой ложке.

Соединения ртути. Вызвать рвоту. Внутрь угольный порошок с водой, молоко с белком и кусочками льда. Полоскать рот бертолетовой солью.

Синильная кислота. Промывание желудка 2% раствором перекиси водорода или 1% раствором марганцовокислого калия. Погрузить пострадавшего в теплую ванну, одновременно на голову холод.

Соединения свинца. Внутрь большое количество угольного порошка, молоко, яичный белок. Слабительные и потогонные средства. Горячие компрессы на голову, общие теплые ванны.

ОПЫТЫ С ГАЗАМИ

Из чего состоит воздух?

Из чего состоит воздух? Это можно показать следующим образом. В склянку емкостью в 1 л помещают кусочек белого фосфора и плотно закрывают отверстие пробкой. Затем дно склянки осторожно нагревают, пока фосфор не загорится. Когда горение закончится, опускают горлышко склянки в ванночку с водой и под водой вынимают пробку. Вода устремляется в сосуд и занимает около $\frac{1}{5}$ его объема. Значит, одна пятая часть воздуха (21%) пошла на горение фосфора. Эта часть воздуха есть кислород. Остальной воздух состоит из азота (78%), углекислого газа (0,03%), инертных газов (аргон, неон и др.).

При отсутствии белого фосфора этот опыт можно провести так. Берутся два стеклянных стакана: один пошире, другой поуже. В первый стакан наливается окрашенная марганцовокислым калием вода и опускается пробка с ватой, смоченной спиртом.

Ватка на пробке поджигается, и, когда спирт загорится, узкий стакан быстро опускается в перевернутом виде в воду, налитую во второй стакан. Спирт продолжает гореть под стаканом до полного израсходования кислорода. В это время вода из второго стакана поднимается и занимает приблизительно $\frac{1}{5}$ объема, т. е. ту часть, которую занимал кислород до сжигания спирта.

Самый легкий газ — водород

Водород почти в 14,5 раза легче воздуха. Литр водорода при нормальных условиях весит только 0,09 г.

Легкость водорода по сравнению с воздухом доказывает следующий опыт.

К лабораторным весам подвешивают два стакана, как это показано на рис. 5, и уравнивают чашки весов разновесами. Затем под один из стаканов подводят стеклянную трубку, соединенную с аппаратом Киппа, и пропускают водород. Водород, поднимаясь вверх, вытесняет из стакана воздух, и чашка весов поднимается.

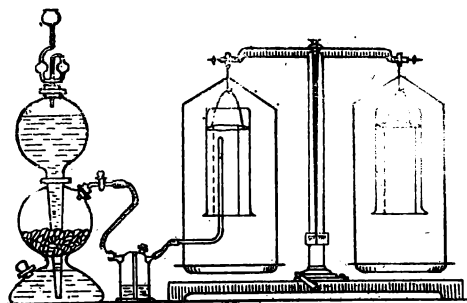
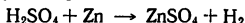


Рис. 5.

В лабораториях водород чаще всего получают действием серной или соляной кислоты на цинк в аппарате Киппа. Для этого в среднюю шарообразную часть аппарата помещают кусочки цинка а в верхний шар (воронку) наливают кислоту. Кислоты следует наливать столько, чтобы уровень ее при работе аппарата был по середине среднего шара.

Открыв кран, приводят аппарат Киппа в действие. Кислота из верхнего сосуда поступает в нижний, а затем в средний, вступая в реакцию с цинком:



Выделяющийся водород выходит из аппарата через кран.

При закрывании крана контакт кислоты с цинком прекращается, и реакция останавливается. Полученный газ можно собрать в цилиндре над водой, пропустив его туда по газоотводной трубке.

Более простым способом можно получить водород в колбе Вюрца или в обычной круглодонной колбе, в кото-

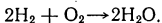
рую вставлена капельная воронка: в колбу кладут цинк, а из капельной воронки постепенно приливают серную кислоту.

Химическая гармоника

Если держать над маленьким водородным пламенем сухую, не слишком узкую стеклянную трубку, то слышен своеобразный пронзительный звук, высота которого меняется при поднимании или опускании трубки. Меняя длину трубок, можно получить аккорд. Это явление свойственно не только водородному, но и водяному пламени. Пламя является здесь как бы вибрирующим язычком, подобно язычкам свистков, кларнета.

Вода из пламени

К аппарату Киппа присоединяют согнутую под углом стеклянную трубку с оттянутым концом. Эту трубку оттянутым концом вверх укрепляют в штативе и, открыв кран аппарата, пускают ток водорода. Газ поджигают и пламя прикрывают сухим химическим стаканом. На стенках стакана появляется налет влаги, как следствие образования воды и конденсации ее паров:



Во избежание взрыва водород следует зажигать не сразу, а спустя некоторое время, когда воздух будет вытеснен из всех частей прибора. Кроме того, для предотвращения взрыва следует между конечной стеклянной трубкой и каучуковой, идущей от аппарата, вмонтировать стеклянную трубочку с вставленной в нее спиралью из медной сеточки.

Взрыв гремучего газа

Гремучим газом называется смесь двух объемов водорода с одним объемом кислорода.

Можно безопасно продемонстрировать взрыв гремучего газа следующим образом. Слянка с широким горлом на 500—700 мл наполняется на $\frac{2}{3}$ объема водородом и на

$\frac{1}{3}$ кислородом. Наполнение производится над водой: водород поступает из аппарата Киппа, кислород берут из газометра или получается при разложении смеси бертолевой соли с двуокисью марганца в пробирке при нагревании. Заполненная склянка закрывается пробкой с делительной воронкой и газоотводной трубкой. Конец этой трубки опускается в батарейный стакан емкостью в 1 л, который наполняется до краев водой. При открытии воронки вода вытесняет газ; пузырьки газа поджигают горячей ваткой, надетой на длинную лучинку. Происходят один за другим частые, напоминающие стрельбу из пулемета, взрывы гремучего газа (рис. 6).

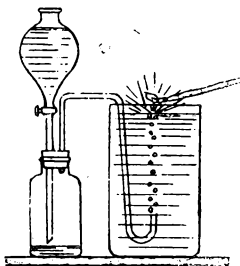


Рис. 6.

Очень опасно поджигать газ непосредственно у отверстия газоотводной трубки.

«Собачий лай»

Поднесите к газоотводной трубке аппарата Киппа сухую пробирку и, впусив в нее небольшое количество водорода, заткните отверстие пробирки пальцем, затем перевернутую вниз отверстием пробирку поднесите к пламени спиртовки — раздается звук, напоминающий лай собаки. Объясняется это тем, что водород смешался в пробирке с кислородом воздуха, образовав гремучую смесь. Так обычно проверяют чистоту водорода.

Если открыть на некоторое время кран аппарата Киппа и выпустить полностью имеющийся в нем воздух, то собранный вторично чистый водород сгорает в пробирке спокойно бесцветным или желтоватым пламенем.

«Собачий лай» можно воспроизвести и без аппарата Киппа. Для этого в широкую пробирку наливают раствор соляной кислоты (1 : 1) и прибавляют несколько кусочков

цинка. Когда начинается бурное выделение водорода, нужно поднести к отверстию пробирки зажженную лучинку.

Прыгающая банка

Берут жестяную банку из-под кофе (без крышки) или из-под консервов емкостью 0,6—0,8 л и пробивают в дне небольшое отверстие. Банку ставят на стол вверх дном и, закрыв отверстие пальцем или влажной фильтровальной бумажкой, подводят снизу газоотводную трубку аппарата Киппа. В течение 0,5 минуты банка наполняется водородом. Тогда трубку убирают, и длинной лучинкой зажигают газ через отверстие в дне банки. Сначала он горит спокойно, но затем, когда в банку проникает воздух, начинается гудение и водород взрывается, причем банка подпрыгивает вверх и пламя вырывается наружу.

Водород вытесняет воздух

Стекланный цилиндр укрепляют вверх дном в штативе и, введя в него трубку от аппарата Киппа, наполняют водородом. Вынув затем цилиндр из штатива, приближают к нему второй цилиндр с воздухом, также перевернутый вверх дном. Цилиндр с водородом осторожно наклоняют до тех пор, пока он

не окажется перевернутым (вверх отверстием) так, чтобы отверстия обоих цилиндров совпали (рис. 7).

Если теперь первый цилиндр, в котором был водород, поднести к пламени горелки, то мы убедимся, что водорода в нем уже нет, между тем как при поднесении к огню второго цилиндра происходит вспышка с небольшим взрывом.

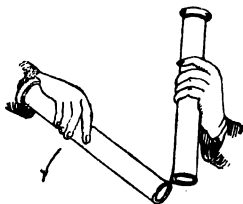


Рис. 7.

Это объясняется тем, что водород, как легкий газ, перешел в цилиндр, где прежде находился воздух.

Водород зажигает лампочку и приводит в действие звонок

Используя способность водорода проникать (диффундировать) через пористые перегородки, можно выполнить довольно эффектный опыт, сопровождающийся звуковым и световым сигналами. Для этого необходимо собрать прибор, как указано на рис. 8.

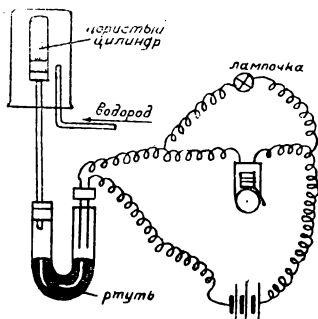


Рис. 8.

Пористый стакан из обожженной глины плотно закрывается пробкой, в которую вставлена трубка. Другой конец трубки соединен с U-образной стеклянной трубкой, примерно наполовину наполненной ртутью или раствором какой-нибудь соли. С другой стороны в U-образную трубку вставлена резиновая пробка, сквозь которую пропущены оголенные концы двух проводов. Пробка должна иметь небольшое отверстие для выхода воздуха. Провода соединены с аккумулятором или батареей на 4 вольта, с звонком и лампочкой, как показано на рис. 8.

Пористый цилиндр накрывают стеклянным стаканом, в который пропускают из аппарата Киппа ток водорода. Водород проникает в цилиндр, давление в U-образной трубке повышается, жидкость подымается и замыкает концы проводов. Благодаря этому зажигается лампочка и

начинает звонить звонок. При прекращении подачи водорода уровень ртути падает, цепь размыкается и сигналы прекращаются.

Получение кислорода из марганцовокислого калия

Насыпьте в сухую пробирку, укрепленную вертикально в зажиме штатива, марганцовокислого калия и нагревайте.

При нагревании выделяется кислород по уравнению:



Как только появятся буроватые пары, в пробирку вносят тлеющую лучинку. Лучинка вспыхивает и горит ярким пламенем.

Необходимо, чтобы марганцовокислый калий был совершенно чистым, так как в присутствии веществ-восстановителей (древесины, бумаги, угля, серы) он разлагается со взрывом.

Горение в кислороде

Предварительно необходимо приготовить достаточный запас кислорода.

5 г бертолетовой соли и 3 г двуокиси марганца смешивают в ступке стеклянной палочкой и всыпают в широкую пробирку. Пробирка закрывается пробкой с газотводной трубкой (рис. 9) и укрепляется наклонно в зажиме штатива.

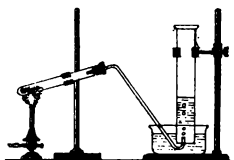


Рис. 9.

Затем три широких цилиндра или реактивных банки наполняют водой и закрывают стеклянными пластинками. Один из этих цилиндров опрокидывается отверстием вниз в ванночку.

Пробирку нагревают над пламенем сначала осторожно по всей ее длине, а затем более сильно в том месте, где находится порошок.

Если тлеющая лучина, поднесенная к отверстию газоотводной трубки, загорается пламенем, то, следовательно, выделение кислорода уже началось и тогда нужно конец газоотводной трубки подвести в цилиндр, наполненный водой.

Когда цилиндр заполнится газом на три четверти, трубку вынимают из воды и нагревание прекращают. Делается это для того, чтобы вода не всосалась в пробирку с бертолетовой солью. Вынув цилиндр с газом и закрыв его плотно пробкой или пришлифованной пластинкой, приступают к заполнению следующих цилиндров.

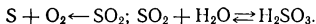
Наполнив все три цилиндра кислородом, можно приступить к опытам.

Сжигание древесного угля. Кусок древесного угля прикрепляют проволочкой к специальной ложечке для сжигания или к толстому стержню из проволоки. Уголь нагревают на огне спиртовой лампы и, когда он начнет тлеть, вносят в цилиндр с кислородом. Уголь горит ярким пламенем. Когда он сгорит, жидкость в цилиндре взбалтывают и прибавляют к ней раствор синего лакмуса.

Жидкость окрашивается в красный цвет. Кислая реакция зависит от образования углекислого газа, который с водой дает угольную кислоту:



Сжигание серы. В ложечку для сжигания кладут кусочек серы и поджигают ее от огня спиртовой лампы. Горящая сера вносится в цилиндр с кислородом и медленно опускается вниз. Горит она красивым фиолетовым пламенем. После горения цилиндр встряхивают и, прибавляя к воде синий лакмус, убеждаются, что образовалась кислота:



Сжигание стальной иглы. Обломок тонкой стальной иглы прикрепляют к железному стержню. На конце иглы укрепляют кусочек спички или пробки и вносят в пламя горелки, чтобы спичка или пробка загорелись, а затем иголку опускают в цилиндр с кислородом.

От спички или пробки игла загорается и горит, разбрасывая во все стороны ярко светящиеся искры.

Газ из мела

В стакан кладут несколько кусков мела или мрамора и обливают разбавленным (1 : 3) раствором соляной кислоты. Начинается энергичное выделение углекислого газа:



Этот газ не поддерживает горение: если в стакан внести горящую лучину, она потухнет.

Стреляющая бутылка

Положите в бутылку из-под вина (лучше шампанского) несколько кусочков мрамора или мела и прилейте разведенной соляной кислоты. Бутылку тотчас закройте пробкой (не слишком туго) и ради предосторожности заверните в полотенце. Через несколько минут произойдет выстрел и пробка взлетит почти до потолка. В нашем опыте мы получили углекислый газ взаимодействием соляной кислоты и мрамора. В шипучих винах, например в шампанском, углекислый газ получается при брожении сахаристых веществ, содержащихся в вине.

Тушение огня углекислым газом

Большой стакан емкостью в 500 мл наполняют углекислым газом из аппарата Киппа. Затем в фарфоровую чашечку наливают немного бензина (или спирта) и поджигают его. Если на горящую жидкость вылить углекислый газ из стакана, то пламя погаснет почти моментально. Показывая этот опыт, следует рассказать слушателям об устройстве огнетушителя.

Огнетушитель

Склянка с широким горлом, к которой подобрана пробка со стеклянной трубкой, согнутой над углом, заполняется больше чем наполовину насыщенным раствором соды, к которому для образования пены прибавляется спиртовый раствор мыла. В этот раствор опускается открытая пробирка с соляной или серной кислотой (1 : 1).

Склянка плотно закрывается пробкой, и «огнетушитель» готов. В фарфоровую чашку наливают небольшое количество бензина и поджигают его. Пламя тушится «огнетушителем». Для этого он переворачивается вверх дном,

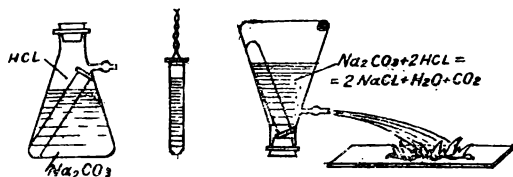


Рис. 10.

и струя, бьющая из трубки, направляется на пламя, которое мгновенно тухнет (рис. 10).

Когда переворачивается склянка вверх дном, сода соприкасается с кислотой и выделяется углекислый газ.

Переливание «из пустого в порожнее»

Пять химических стаканов емкостью в 500, 250, 100, 50 и 25 мл ставят на столе в один ряд. Стакан на 500 мл наполняют из аппарата Киппа углекислым газом. Затем переливают из большого стакана углекислый газ в соседний стакан емкостью 250 мл и показывают, опуская горящую лучинку, что углекислый газ действительно перелит, затем из этого стакана переливают углекислый газ в следующий и т. д.

Опыт показывает, что углекислый газ тяжелее воздуха.

«Собачья пещера»

В Италии есть пещера, где люди чувствуют себя хорошо, но кошки и собаки задыхаются. Объясняется это явление тем, что в пещере происходит выделение углекислого газа, который, как более тяжелый, собирается

внизу. Потому-то мелкие животные и задыхаются. Сходное явление можно показать на опыте.

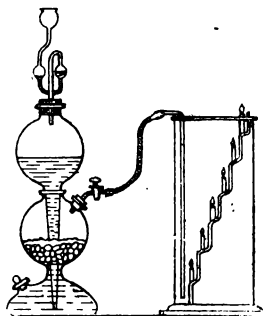


Рис. 11.

Полоску цинка или жести сгибают так, чтобы образовалось что-то наподобие лесенки с шестью ступеньками (рис. 11). К каждой ступеньке прикрепляют по огарку свечи (елочной). Лестницу помещают в широкий химический стакан и свечи зажигают. Затем стакан постепенно наполняют углекислым газом из аппарата Киппа через стеклянную трубку, опущенную до дна стакана. По мере поступления в стакан углекислого газа свечи одна за другой тухнут, начиная с нижней.

Опыты с «сухим льдом»

«Сухой лед» представляет собой белые, похожие на кусковой сахар бруски, окутанные постоянно своими парами. Получают «сухой лед» из жидкой углекислоты. При испарении она превращается в снегообразную массу, из которой путем прессования получают «сухой лед».

Получение «сухого льда». Баллон с углекислым газом устанавливают так, чтобы дно оказалось выше его верхней части. К главному вентилю баллона крепко привязывают мешок так, чтобы боковое выводное отверстие вентиля входило в мешок. Осторожно поворачивая вентиль, выпускают из баллона порцию жидкой углекислоты, которая, вытекая, частично испаряется. При этом в мешке образуется снегообразная масса «сухого льда».

«Исчезновение «сухого льда». Отколите от целого куска в фарфоровой ступке кусочек «сухого льда» и положите его на стол. Вначале наблюдается уменьшение его в объеме, а потом полное «исчезновение». При этом стол остается совершенно сухим. На короткое время «сухой лед» можно брать в руки.

Охлаждение «сухим льдом». Мелкие кусочки «сухого льда» в фарфоровой чашке обливают ацетоном до получения кашицеобразной массы. В эту массу погружается пробирка с водой. Вода быстро превращается в лед. При этом слышится характерный треск. Если в смесь «сухого льда» и ацетона поместить пробирку со ртутью, то последняя затвердевает. Этот опыт можно проделать следующим образом. В пробирку помещается ртуть с погруженным в ней железным стержнем более длинным, чем пробирка. Пробирка со ртутью помещается в смесь «сухого льда» и ацетона. Когда ртуть замерзнет, разбивается пробирка, а цилиндрик твердой ртути испытывается на удар молотком. При этом слышится металлический звук, а цилиндрик ртути сплющивается.

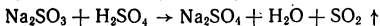
«Сухой лед» прекращает горение горящей лучинки. Если поместить в стакан маленький кусочек «сухого льда» и на короткое время прикрыть его картоном, то при опускании затем в этот стакан горящей лучинки ее горение прекращается. Если налить в стакан известковой воды, то она сильно мутится вследствие образования углекислого кальция.

Синий лакмус становится красным. В колбу кладут кусочек «сухого льда», закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с водой, подкрашенной синим лакмусом. Через непродолжительное время синий лакмус становится красным. Это указывает на то, что углекислый газ относится к кислотным окислам.

«Сухой лед» вытесняет более слабые кислоты. Газоотводную трубку от колбы с небольшим кусочком «сухого льда» опускают в раствор кремнекислого натрия (растворимое стекло); выпадает гель кремниевой кислоты.

Сернистый газ

В колбу Вюрца насыпают 5—6 г сернистокислого натрия, а в делительную воронку наливают крепкую серную кислоту (1 : 1). Открыв кран, выливают серную кислоту в колбу и нагревают ее на огне через асбестовую сеточку, а выделяющийся газ направляют в сухой цилиндр. Наполнив его газом, показывают, что газ не поддерживает горения. Образование газа идет по уравнению:



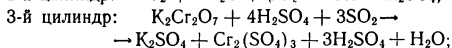
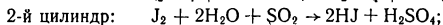
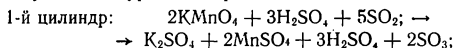
Затем приступают к опытам:

а) набрав в большой стакан сернистого газа, можно потушить с его помощью горящий бензин или спирт, как это описано для углекислого газа;

б) если в большой стакан поместить красную розу и пропустить туда сернистый газ, то роза обесцветится: сернистый газ разрушает пигмент, окрашивающий розу;

в) берут три цилиндра: в первый цилиндр наливают раствор марганцовокислого калия, во второй — раствор йода в йодистом калии, в третий — раствор двухромовокислого калия. В каждый цилиндр добавляют разведенной серной кислоты. Затем в цилиндры пропускают ток сернистого газа.

В результате жидкости в первом и втором цилиндрах обесцвечиваются ввиду образования бесцветных соединений сернокислого марганца и йодистоводородной кислоты. В третьем цилиндре жидкость окрашивается в зеленый цвет в связи с образованием соединений трехвалентного хрома. Вот уравнения реакций:



г) кристаллизатор наполняют доверху охлаждающей смесью из 2 частей снега или толченого льда и 1 части поваренной соли. В смесь погружают длинную узкую пробирку и вводят в пробирку трубку от прибора, в котором получают сернистый газ. Закрыв отверстие пробирки куском ваты, пропускают небольшой ток сернистого газа в течение 10—15 минут. В пробирке собирается жидкий сернистый газ. Когда пробирку вынимают из кристаллизатора, жидкость в ней начинает кипеть.

Демонстрируя эти опыты, следует рассказать о значении сернистого газа для народного хозяйства (получение серной кислоты, беление, дезинфекция, охлаждение).

Консервирующее действие сернистого газа. В журнале «Химия в школе» (№ 2, 1958, стр. 47) Г. А. Зданчук описал интересный опыт для демонстрации консервирующего действия сернистого газа. Когда поспевают фрукты и ягоды, некоторые из них, например вишни, помещаются в банки и заливаются растворами сернистого газа в воде.

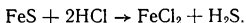
Банки герметически закрывают и оставляют до осени. Осенью учащимся демонстрируют такой опыт: из банки вынимают почти бесцветные консервированные вишни и показывают учащимся. Затем несколько вишен кладут в стакан, прибавляют 5—10 мл сока из банки и кипятят. При помощи лакмусовой бумажки обнаруживается выделение сернистого газа. Через 5—6 минут окраска сока, а затем и ягод восстанавливается. Вишня приобретает характерный аромат и становится съедобной. Этот опыт можно применить для демонстрации действия сернистого газа и на массовых лекциях по химии для населения городов и сел.

Двуокись хлора из головки спички

Головка спички обмакивается в концентрированную серную кислоту. Через некоторое время слышится легкое потрескивание и ощущается резкий неприятный запах. Свежая йодокрахмальная бумажка, поднесенная к спичке на некоторое расстояние, окрашивается в ярко-синий цвет. Объясняется этот опыт следующим образом: при действии концентрированной серной кислоты на имеющуюся в спичке бертолетову соль происходит выделение двуокиси хлора. Двуокись хлора — соединение нестойкое, распадающееся на кислород и хлор, который вытесняет из йодокрахмальной бумажки свободный йод и окрашивает ее в синий цвет.

Ядовитый газ с запахом тухлых яиц (сероводород)

К сухой пробирке подбирают резиновую пробку и вставляют в нее стеклянную трубочку с оттянутым концом. Затем в пробирку помещают 2—3 кусочка сернистого железа и наполняют ее на одну треть соляной кислотой (1 : 2). Начинается выделение сероводорода:



Если выделяющийся газ поджечь, он горит фиолетовым пламенем.

Фонтан на столе

Для устройства фонтана применяют хорошо растворяющиеся в воде газы, например хлористый водород, ам-

миак. Предварительно нужно собрать прибор, показанный на рис. 12. Хорошо высушенную склянку емкостью в 1 л закрывают резиновой пробкой со стеклянной трубкой, один конец которой (внутри склянки) несколько оттянут. На другой конец надевают резиновую трубку с зажимом.

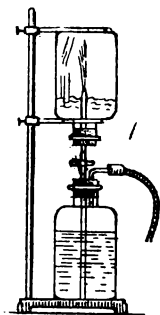


Рис. 12.

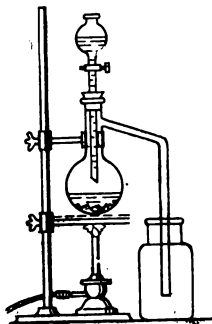


Рис. 13.

Склянку наполняют хлористым водородом или аммиаком, а затем переворачивают вверх дном и погружают конец трубки до половины в бутылку, наполненную водой. После этого нужно открыть зажим. Как только в склянку попадут первые капли воды, начинается растворение газа. В склянке поэтому образуется разреженное пространство. Вода с силой врывается в сосуд и бьет из трубки фонтаном.

Для получения хлористого водорода в колбу Вюрца (рис. 13) насыпают сухой поваренной соли, а в капельную воронку наливают серной кислоты. При постепенном приливании серной кислоты начинает выделяться хлористый водород:



Реакция ускоряется при нагревании колбы.

Газ пропускают в заранее приготовленную сухую бутылку до тех пор, пока в воздухе не будет чувствоваться

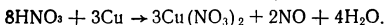
характерный запах. Затем бутыль закрывают пробкой с трубкой и зажимом.

Аммиак получают в том же приборе, но в колбу насыпают сухого хлористого аммония, а в капельную воронку наливают раствор щелочи. Колбу при этом обычно нагревают. Для собирания аммиака сухую бутылку для фонтана укрепляют в штативе вверх дном и газоотводную трубку от прибора опускают почти до дна. Пропускание аммиака продолжают до тех пор, пока в воздухе не будет чувствоваться запах газа.

Бурый газ

В пробирку насыпают немного медных стружек и азотной кислоты (1 : 3), закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой. Пробирку нагревают, предварительно укрепив в штативе. Конец газоотводной трубки опускают в кристаллизатор с водой, в котором помещен опрокинутый цилиндр, наполненный водой. Когда начнется выделение газа, трубку вводят в цилиндр с водой и наполняют его на две трети газом. Затем нагревание прекращают, вынув предварительно газоотводную трубку из воды.

В цилиндре собран бесцветный газ — окись азота:



При соприкосновении с кислородом он легко переходит в бурую двуокись. Поэтому, если открыть отверстие цилиндра, из него моментально начнет выделяться бурый газ. Закрыв после этого цилиндр пластинкой, содержащее его взбалтывают, и тогда бурый газ легко растворяется в воде. Если вновь открыть отверстие цилиндра, то опять начинает выделяться бурый газ и т. д.

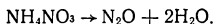
Можно показать, что при растворении двуокиси азота в воде образуется азотная кислота: синий лакмус краснеет.

«Веселящий газ»

Закись азота, или «веселящий газ», обладает рядом интересных свойств. Он поддерживает горение, как кислород (за счет отщепления кислорода при нагревании). При вдыхании вызывает возбуждение (переходящее затем в сон), откуда происходит и его название «веселящий

газ». Закись азота обычно применяется для наркоза.

«Веселящий газ» получают из азотнокислого аммония. Для этого в пробирку помещают 3—4 г вещества и осторожно нагревают. Азотнокислый аммоний разлагается по уравнению:



Газ собирают в цилиндр, наполненный горячей водой. Опуская в цилиндр тлеющую лучинку, мы видим, что газ поддерживает горение.

Силаны (кремневодороды)

Силаны, или кремневодороды, — соединения кремния с водородом. Многие из них легко воспламеняются на воздухе. Получить их можно из кремнистого магния, ко-

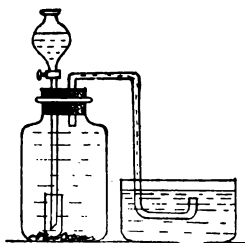
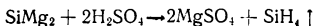


Рис. 14.

который готовится следующим образом: 5 г чистого кварцевого песка смешивается с 8 г порошкообразного магния. Смесь помещают в железный тигель и сильно нагревают, пока не начнется энергичная реакция. Остывшую смесь используют для получения силанов. Для этого собирают прибор (рис. 14).

В склянку помещают полученный кремнистый магний (около 1 г). Затем прибор полностью заполняют дистиллированной водой. Грушу воронки наполняют концентрированной серной кислотой и некоторое количество ее выпускают в склянку.

Вскоре начинается выделение пузырьков газа, которые на воздухе с треском воспламеняются. Образование силана можно изобразить следующим уравнением:



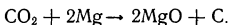
Горение без воздуха

Для тушения пожаров часто применяют углекислый газ. Нередко пожары тушат водяным паром.

Но всегда ли пар и углекислый газ мешают горению?

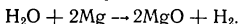
Наполняют стакан или банку углекислым газом из аппарата Киппа, зажигают на воздухе кусочек магниевой ленты и, держа ее железными щипцами, быстро вносят в банку.

Магний не погаснет, как гаснет внесенная в углекислый газ лучинка, а продолжает гореть за счет кислорода, входящего в состав углекислого газа. После горения магния в стакане остаются белый порошок и мелкие черные крупинки. Белый порошок — это окись магния, черные крупинки — углерод, выделившийся при разложении углекислого газа:



Этот опыт можно проделать с «сухим льдом». В стакан, в котором находится небольшой кусочек «сухого льда», вносят при помощи тигельных щипцов кусочек зажженной магниевой ленты. Магний продолжает гореть.

Магний может гореть и в парах воды. В колбу с широким горлом наливают немного воды, нагревают до кипения и кипятят несколько минут, пока она не наполнится водяными парами. После этого вносят в нее кусочек горящей магниевой ленты. Магний продолжает гореть бледным пламенем. Как и в первом опыте, в колбе при этом образуется белая окись магния, а над горлом колбы появляется пламя водорода:



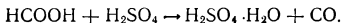
Таким образом, горящий магний разлагает водяные пары на кислород и водород. С кислородом он соединяется, а водород поднимается кверху и загорается у выхода из колбы при соприкосновении с наружным воздухом.

Угарный газ из муравьиной кислоты

В сухую пробирку наливают около 1—2 мл муравьиной кислоты, прибавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. Закрыв пробирку пробкой, в которую вставлена стеклянная трубочка с оттянутым концом, нагревают ее на спиртовке. Через некоторое время начинает выде-

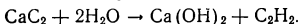
ляться окись углерода. Если ее поджечь, она горит голубоватым пламенем.

При этом опыте серная кислота отнимает от муравьиной кислоты воду, превращая ее в окись углерода:



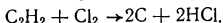
Ацетилен

В пробирку, наполненную водой на $\frac{3}{4}$, положить немного карбида кальция. Пробирка закрывается пробкой, в которую вставлена стеклянная трубочка с оттянутым концом. Если к отверстию трубки поднести зажженную лучину, то выделяющийся ацетилен вспыхнет и будет гореть коптящим пламенем. Вот уравнение реакции получения ацетилена из карбида кальция:



Смесь газов ацетилена и двуокиси углерода в автоклаве дает самую чистую сажу. Такая сажа нужна для изготовления краски, применяемой при печатании книг, газет, журналов, для резиновой промышленности, для изготовления китайской туши, графита и других материалов.

Горение ацетилена в хлоре. В цилиндр высотой 10—15 см помещают 30 г хлорной извести в порошке и обливают 15 г концентрированной соляной кислоты. В результате реакции выделяется хлор. Если внести в цилиндр стеклянную трубку с ацетиленом, то он воспламеняется и продолжает гореть в хлоре:



Хранение баллонов с хлором и ацетиленом в одном помещении категорически воспрещается.

14 простых опытов с активированным углем, насыщенным газами

В. С. Полосин («Химия в школе» № 5, 1953) рекомендует использовать адсорбционные свойства угля для хранения многих, предварительно полученных газов, с которыми предполагается проводить демонстрации.

Для этого в колбу насыпают активированный уголь из старого противогаса и пропускают осушенный газ, все

время встряхивая колбу и периодически охлаждая ее водой. Если адсорбируемый газ легче воздуха, например аммиак, колбу опрокидывают вверх дном (рис. 15).

После насыщения газом уголь насыпают в баночки с надписью «Уголь + Cl_2 », «Уголь + HCl » и т. д. Слянки должны быть герметически закрыты. В этих условиях устанавливается подвижное равновесие между молекула-

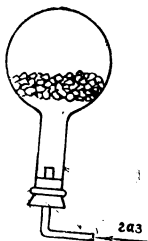


Рис. 15.

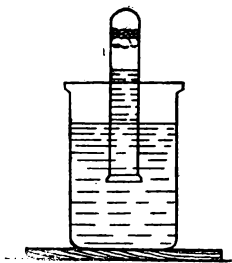


Рис. 16.

ми газа, адсорбированным углем и свободными молекулами, образующимися при десорбции.

С активированным углем + газы можно поставить ряд простых опытов.

Опыт 1. Положите в пробирку 10 крупинок угля + Cl_2 , ознакомьтесь с запахом хлора. Если запах слабый, пробирку слегка подогрейте.

Опыт 2. В пробирку положите несколько крупинок угля + Cl_2 и на некотором расстоянии вставьте тампон из ваты, чтобы не высыпался уголь, слегка подогрейте пробирку и опрокиньте ее в воду (рис. 16). Вследствие растворения хлора вода поднимется в пробирку на значительную высоту.

Опыт 3. В пробирку помещают 5—6 крупинок угля + Cl_2 и приливают 5 мл воды. Пробирку встряхивают рукой до прекращения выделения пузырьков газа. Получается хлорная вода. Часть полученной хлорной воды подливают к 2—3 мл воды, подкрашенной фуксином или чернилами. Наблюдается исчезновение окраски. К другой части хлорной воды приливают раствор азотнокислого се-

ребра — образуется белый творожистый осадок хлористого серебра (реакция на ион хлора).

Опыт 4. В пробирку налить 2—3 мл раствора бромистого натрия или калия и бросить 4—5 крупинок угля + Cl_2 . Бром вытесняется хлором. Вода приобретает буроватую окраску. Такой же опыт можно сделать с солями йода.

Опыт 5. Положить в пробирку 6—8 крупинок угля + HCl . Познакомиться с запахом хлористого водорода и растворимостью его в воде, так же как и с хлором. Вода быстро заполняет почти всю пробирку. Пробирку можно вынуть из стакана и опустить в нее лакмусовую бумажку.

Опыт 6. В пробирку помещают немного угля + HCl и 2 мл воды. Пузырьки хлористого водорода выходят из угля и растворяются в воде. Для лучшего выделения газа пробирку можно слегка подогреть. Так получается концентрированная соляная кислота. Слейте раствор соляной кислоты с угля и проверьте ее свойства (бросьте кусочек цинка — выделяется водород; подлейте азотно-кислое серебро — образуется осадок хлористого серебра).

Опыт 7. В пробирку кладут 8—10 зернышек угля + NH_3 и подливают 2—3 мл воды. Через 2—3 минуты, когда перестанут выделяться пузырьки аммиака, до-

бавляют 1—2 капли фенолфталеина. Появляется малиновое окрашивание, что указывает на щелочную реакцию.

Опыт 8. В большую колбу насыпают 1—2 наперстка угля + NH_3 и такое же количество угля + HCl . Колба заполняется белым дымом хлористого аммония.

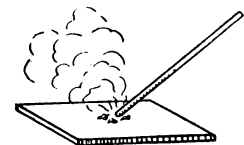


Рис. 17.

Опыт 9. На бумажку горкой насыпают уголь + NH_3 и на расстоянии 2—3 см уголь + HCl . Появляется густой белый дым хлористого аммония. Уголь, точно снегом, покрывается налетом хлористого аммония.

Опыт 10. На стеклянную пластинку кладут 3—4 зернышка угля + NH_3 и подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Выделяется белый дымок хлористого аммония (рис. 17). То же самое проделывают с азотной кислотой.

Опыт 11. Растворение сернистого газа в воде. Опыт проводится так же, как с хлором и хлористым водородом.

Опыт 12. В пробирку насыпают 10 зерен угля + SO_2 и такое же количество угля + NO_2 , подливают 3—4 мл воды и нагревают на спиртовке. Сернистый газ, растворяясь в воде, дает сернистую кислоту, которая окисляется двуокисью азота в серную кислоту. Раствор серной кислоты сливают в другую пробирку и испытывают хлористым барием.

Опыт 13. В стеклянную трубку насыпать слой окиси хрома толщиной 2—3 см и слой угля + SO_2 толщиной 2—3 см. Уголь и окись хрома разделить прокладкой из асбестовой или стеклянной ваты. Для нагнетания воздуха к концу трубки присоединяется резиновая груша. В другой конец трубки вставляется резиновая пробка с газоотводной трубкой, конец которой опускается в колбу с небольшим количеством воды.

На спиртовке сильно нагревают окись хрома. Время от времени пламя спиртовки переносят на слой угля + SO_2 . Резиновой грушей нагнетают

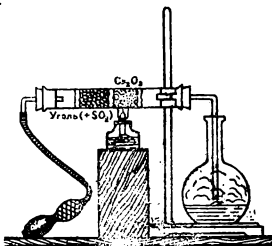


Рис. 18.

воздух. Воздух, проходя через уголь + SO_2 , увлекает сернистый газ, который окисляется при прохождении через окись хрома в серный ангидрид. В колбе собирается густое облако серного ангидрида. В течение опыта колбу несколько раз встряхивают для поглощения серного ангидрида водой. Через 3—4 минуты опыт прекращают и испытывают раствор серной кислоты хлористым барием.

Опыт 14. Для окисления аммиака в азотную кислоту можно воспользоваться прибором, который служит для получения серной кислоты.

В трубку помещают уголь + NH_3 и катализатор — медную сетку или спутанную медную проволоку. Берут также немного марганцовокислого калия (примерно в 2 раза больше угля). Сначала сильно нагревают на спир-

товке медь, затем подставляют пламя спиртовки к марганцовокислому калию, продолжая другой спиртовкой нагревать медь. Выделяющийся кислород, проходя через слой угля + NH_3 , смешивается с аммиаком и окисляет его в азотную кислоту, которая улавливается водой. Для доказательства того, что образовалась именно азотная кислота, можно использовать реакцию с дифениламином.

ОПЫТЫ С РАСТВОРАМИ И КРИСТАЛЛАМИ

Растворами называются однородные системы, состоящие из растворителя, растворенного вещества и продуктов их взаимодействия. Растворы бывают водные и неводные, если растворителем является другая жидкость. При растворении веществ происходит поглощение или, наоборот, выделение тепла. Если растворенное вещество выпадает из раствора, то этот процесс называется кристаллизацией.

Из соли холод

В металлическую кружку насыпают немного снега и ставят ее на стол или на специально приготовленную доску, на которой разлита вода. Затем добавляют к снегу поваренной соли и перемешивают ложкой снег с солью. Через некоторое время под кружкой образуется лед и она примерзнет к доске.

Объясняется это тем, что соль вызывает быстрое таяние снега. При этом поглощается большое количество тепла, и налитая под кружку вода, сильно охлаждаясь, превращается в лед.

Состав некоторых охлаждающих смесей

С о с т а в	Падение температуры	
	начальная	конечная
1 часть нитрата аммония и 1 часть воды . . .	+ 10°	— 20°
1 часть нитрата аммония, 1 часть кристаллической соды и 1 часть воды	+ 10°	— 25°
5 частей кристаллического хлорида кальция и 3 части воды	+ 10°	— 15°
2 части кристаллического хлорида кальция и 1 часть снега	+ 10°	— 30°
3 части кристаллического хлорида кальция и 2 части снега	—	— 40°
1 часть поваренной соли и 3 части снега . . .	—	— 21°

Кристаллогидраты

Кристаллогидраты — соли, содержащие кристаллизационную воду. Например, кристаллогидрат угленатриевой соли имеет формулу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, что означает, что с одной молекулой соли соединено 10 молекул воды. При нагревании кристаллогидраты превращаются в безводные соли.

«Сад» из кристаллов

Небольшой аквариум наполняют на $\frac{3}{4}$ раствором жидкого стекла (1 ч жидкого стекла на 3 ч воды). На дно бросают кристаллики следующих веществ: медного купороса, двуххромовокислого калия, марганцовокислого калия, сернокислого калия, уксуснокислого свинца. Каждый кристаллик вскоре покрывается пленкой, на которой затем появляются почки; вырастающие в разноцветные стебли. Когда рост закончится, воду сифоном сливают, а «растения» остаются. Для лучшей сохранности «сада» можно наполнить сосуд прозрачным раствором желатины, который вскоре застынет и укрепит «сад».

Рост «деревцев» объясняется тем, что пленка жидкого стекла полупроницаема и пропускает воду из раствора к кристаллу. Вода, проникая через пленку, растягивает ее и часто разрывает. Раствор, окружающий кристалл, при этом вытекает, но тотчас же снова покрывается пленкой и т. д. Так происходит рост «сада».

Длинные кристаллы

В химический стакан емкостью в 100 мл всыпается 10—12 г азотнокислого свинца и наливается 50—60 мл насыщенного раствора этой соли, к которому добавлено 1—2 мл 20% азотной кислоты. Поверх раствора осторожно наливается дистиллированная вода вровень с краями стакана. Во второй такой же стакан всыпается 10—12 г хлористого калия, наливается 50—60 мл насыщенного раствора этой соли. Затем стакан до краев заполняется дистиллированной водой. Оба стакана помещают в большой стакан или стеклянную банку на расстоянии 5—8 см друг от друга; затем осторожно наливают дистиллированную воду на 8—10 см выше краев стаканов с растворами солей. Во избежание случайного взбалтывания

жидкости в большом стакане на поверхность ее наливают слой парафина толщиной в 0,5—1 см. Через 2—3 дня на наружных краях стаканов, а затем и на дне большого стакана начинают вырастать кристаллы хлористого свинца, достигающие через несколько дней нескольких сантиметров.

Узоры из кристаллов

Приготавливаются 2% раствор агар-агара или желатины и растворы различных солей (концентрация солей может быть от 5 до 30%). Растворы нагреваются и смешиваются вместе в соотношении 1 мл агар-агара и 10 мл раствора соли. Полученная смесь выливается на стеклянную пластинку слоем толщиной в 2 мм и оставляется для высыхания. Обычно на следующий день вода испаряется и на стекле образуются различные рисунки кристаллов в виде перьев, веточек и целых фантастических ландшафтов. Можно сделать с полученных кристаллов фотоотпечатки.

Такой метод получения кристаллов в тонких пленках очень интересен. В тонком слое раствора создаются условия роста кристаллов не в объеме, а в плоскости.

Назначение желатины или агар-агара — сделать раствор менее подвижным, замедлить процесс высыхания и более прочно удерживать на стекле образовавшиеся кристаллы.

Рост кристаллов

1. В пробирку насыпают 5 г уксуснокислого натрия, прибавляют 3 мл воды и нагревают до растворения соли.

Затем, закрыв отверстие пробирки ватой, ставят пробирку в стакан с водой. Когда раствор охладится, бросают в пробирку кристаллик уксуснокислого натрия. Тотчас же начинают расти кристаллы, которые быстро заполняют всю пробирку. При этом выделяется тепло, на что следует обратить внимание присутствующих. Сущность явления заключается в том, что кристаллик, брошенный в пробирку, становится центром кристаллизации.

2. В колбу кладут 30—50 г тиосульфата натрия — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, погружают ее в водяную баню, укрепляют в лапке штатива во избежание соприкосновения со стенками и дном бани и кипятят воду, пока соль не рас-

плавится. К полученной жидкости прибавляют затем 2—3 капли глицерина, чтобы при кристаллизации получились более крупные кристаллы. После этого колбу закрывают пробкой и еще раз нагревают в течение нескольких минут, чтобы конденсат, образовавшийся в горле колбы, стекая по стеклу, смыл с него остатки расплавленной соли. После этого колбу с жидкостью медленно охлаждают. Для того чтобы показать рост кристаллов, берут стеклянную палочку, опускают ее в банку с кристалликами тиосульфата, чтобы к ней некоторые из них прилипли, и опускают ее в жидкость колбы. Прилипшие к палочке кристаллики вызывают кристаллизацию. Кристаллы растут быстро и при этом выделяется тепло.

Зимний пейзаж

В 100 частях воды (дистиллированной) растворяют при нагревании 25 частей азотнокислого свинца. Раствор охлаждают и выливают в стеклянный сосуд с плоским дном. Затем туда кладут несколько крупинок хлористого аммония. Немедленно и из всех точек соли аммония откладываются маленькие ветки белоснежного цвета, принимающие самые разнообразные формы. Получается красивый зимний пейзаж. Происходит рост кристаллов хлористого свинца.

Скалы, покрытые снегом

Готовится раствор азотнокислого цинка (на 100 частей воды 25 частей соли), который выливается в стеклянный сосуд с плоским дном. Затем в раствор вносится крупинка щавелевокислого аммония. В растворе образуются формы наподобие скал, покрытых снегом. Откладываются кристаллы щавелевокислого цинка.

Весенний пейзаж

Готовится раствор медного купороса в дистиллированной воде (насыщенный) при нагревании. Раствор фильтруется через бумажный фильтр, и фильтрат выливается в прозрачный сосуд с плоским дном. Туда же кладут несколько хорошо очищенных крупинок углекислого натрия. Немедленно начинают выделяться отложе-

ния, которые похожи на узловатые стволы деревьев, растущих на скалах и покрытых зеленым мохом. Откладываются кристаллы карбоната меди.

Осенний пейзаж

Готовится раствор азотнокислого свинца (как для получения зимнего пейзажа) и выливается в сосуд с плоским дном. Затем в раствор помещают несколько крупинок двуххромовокислого аммония. Дно сосуда принимает желтый оттенок, появляются желтые иглы, деревья, лесистые скалы, причем деревья кажутся одетыми в пожелтевшую листву. Все это напоминает осенний пейзаж.

Примечание. Во всех этих опытах следует добиваться, чтобы сосуд с раствором оставался неподвижным. При движении иглы быстро теряют свою форму.

«Сад» химика

Шесть цилиндров (или пробирок) наполняют почти доверху 50% раствором силиката натрия (жидкого стекла). Затем в первый из них бросают несколько кристалликов хлорного железа, во второй — хлористой меди, в третий — хлористого кобальта, в четвертый — хлористого никеля, в пятый — хлористого марганца, в шестой — хлористого алюминия (рис. 19). Через некоторое время начинается рост «водорослей» причудливой формы и различной окраски. В растворе соли железа — «водоросли» бурого цвета, соли кобальта — синего, соли алюминия — бесцветные и т. д.

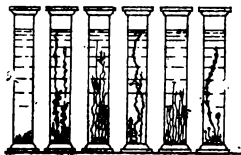


Рис. 19.

Почему это происходит? Брошенные в раствор жидкого стекла кристаллы реагируют с силикатом натрия. Образовавшиеся соединения покрывают кристаллы тонкой пленкой, но в силу диффузии вода проникает сквозь пленку, давление повышается и пленка лопается. Через

отверстие раствор солей проникает в окружающую жидкость, но скоро снова покрывается пленкой. В дальнейшем пленка опять прорывается. Так «вырастает» ветвящееся «растение».

Можно вырастить целый «сад». Для этого следует наполнить большой стакан 50% раствором силиката натрия и бросить в него перечисленные соли металлов по очереди.

Букет, предсказывающий погоду

Окраска кристаллогидратов хлористого кобальта зависит от числа молекул воды:

Число молекул воды	Ц в е т
0	Бледно-синий
1	Сине-фиолетовый
1,5	Розово-фиолетовый
2	Темно-сине-фиолетовый
4	Красный
6	Розовый

Вот как это можно показать.

В три пробирки наливают по несколько капель концентрированного раствора хлористого кобальта и добавляют в первую пробирку концентрированной соляной кислоты, во вторую — несколько кристаллов хлористого кальция, в третью — спирт. Во всех случаях розовый раствор становится синим: добавленные вещества отнимают воду от соли кобальта.

Это свойство кобальта можно использовать для изготовления своеобразного барометра.

Приготавливают букетик искусственных цветов, сделанных из бумаги или белой ткани и окрашенных раствором хлористого кобальта. В сухую солнечную погоду букет будет сохранять синюю окраску, но с приближением сырой, дождливой погоды цвет букета будет переходить в красный. С уменьшением влажности воздуха букет снова посинеет — признак приближения хорошей погоды.

Фотоснимок — гигроскоп

Гигроскоп — прибор, показывающий изменения влажности воздуха. Тем самым он может служить для предсказания погоды.

Гигроскоп можно сделать из диапозитива, то есть фотоснимка на диапозитивной пластинке.

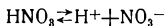
Для этого нужно подобрать негатив, изображающий летний пейзаж: зелень, небо и воду, или специально сфотографировать такой пейзаж. Затем готовят обычным способом диапозитив и после промывки опускают его на 15 минут в 10% раствор азотнокислого кобальта. Диапозитив надо просушить, не промывая, затем раскрасить растительность (траву, деревья) желтой акварельной краской — гуммигутом.

Готовый гигроскоп следует окантовать (без покровного стекла) и повесить между рамами окна.

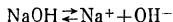
При повышении влажности воздуха, что указывает на приближение ненастной, дождливой погоды, небо и вода на снимке будут монотонно серыми, а зелень — желтого цвета. Снимок словно будет отражать пасмурную погоду. Но как только воздух станет сухим, что бывает перед наступлением ясной погоды, наш диапозитив оживет: небо и вода станут голубыми, а растительность окрасится в зеленый цвет.

ОПЫТЫ С КИСЛОТАМИ И ЩЕЛОЧАМИ

Кислотами называются такие электролиты, молекулы которых, диссоциируя в водном растворе, образуют катионы водорода и анионы кислородного остатка. Например:



Щелочами называются такие электролиты, молекулы которых, диссоциируя в водном растворе, образуют катион металла и анион гидроксильной группы. Например:



К наиболее важным неорганическим кислотам относятся: серная, соляная, азотная, фосфорная, угольная и др., а к органическим: муравьиная, уксусная, щавелевая, винная, лимонная, стеариновая, олеиновая, пальмитиновая, бензойная и многие другие. Важнейшими щелочами являются: едкий натр, едкое кали, гашеная известь, нашатырный спирт и другие.

Кислоты и щелочи обладают рядом свойств, которые позволяют отличать их друг от друга и от других веществ. Одним из таких свойств является изменение цвета индикаторов.

Электропроводность растворов

Известно, что одни химические вещества проводят электрический ток (растворы солей, кислот, щелочей, а также расплавленные кислоты, основания и соли), а другие тока не проводят (глицерин, раствор сахара, спирт и др.). Отличие электролитов (проводников тока) от неэлектролитов можно показать на опыте. Для этого

нужен прибор (рис. 20). Он состоит из электрической лампочки, включенной в сеть. Последовательно с лампочкой включены два металлических или угольных электрода.

Налейте в стаканы различные жидкости — дистиллированную воду, раствор сахара, спирт, раствор серной кислоты, раствор поваренной соли. При опускании электродов в первые три сосуда лампочка не загорается, при опускании в последние два сосуда, наполненные растворами электролитов, — горит. Перед перенесением электродов из одного сосуда в другой их следует предварительно сполоснуть в дистиллированной воде. При помощи этого прибора можно также показать силу различных кислот и оснований. Погружая электроды в соляную, серную, уксусную, щавелевую и другие кислоты, а также в растворы аммиака, едкого натра, едкого кали и других электролитов, можно заметить, что лампочка будет гореть тем ярче, чем основание или кислота сильнее.

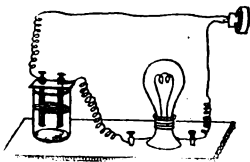


Рис. 20.

Индикаторы

Индикаторами (от латинского *indico* — указываю) в широком смысле называются вещества, которые изменяют свой цвет или образуют осадок в присутствии тех или иных веществ.

С этой точки зрения индикатором является, например, крахмал, который дает синее окрашивание при соприкосновении с йодом (даже если в 1 л жидкости растворено только 0,0 000 001 г йода).

В более узком смысле индикаторами называют вещества, которые изменяют свою окраску в зависимости от реакции среды. В качестве индикаторов употребляют различные органические краски, выделенные из растений или полученные синтетическим путем (лакмус, фенолфталеин, метилоранж и др.).

Невидимая краска

Напишите на бумаге кисточкой, смоченной 1% спиртовым раствором фенолфталеина, какой-нибудь текст. Спирт быстро испаряется, и надпись становится совершенно незаметной. Затем при помощи пульверизатора обрызгайте бумагу раствором соды, — появляются красные буквы. Если теперь из другого пульверизатора оросить бумагу раствором какой-либо кислоты (соляной, уксусной), то буквы снова исчезают. Можно несколько раз вызвать появление букв и снова их уничтожить. Явление основано на свойстве фенолфталеина окрашиваться в красный цвет в присутствии щелочей и обесцвечиваться под действием кислот.

Вместо чистого фенолфталеина можно растворить пурген, который продается в аптеках как слабительное средство и представляет собой смесь фенолфталеина и сахара.

«Батарея» индикаторов

В три стакана наливают по 30—40 мл 0,1 N раствора едкого натра, причем в один из них прибавляют несколько капель фенолфталеина (раствор становится малиново-красным), в другой — несколько капель раствора лакмуса (раствор окрашивается в синий цвет), в третий — несколько капель метилоранжа (раствор окрашивается в желтый цвет).

Затем в стаканы приливают по 10—15 мл нормального раствора соляной кислоты. Реакция раствора становится кислой, при этом в первом стакане раствор обесцвечивается, во втором — синяя окраска переходит в красную, в третьем стакане жидкость также становится красной.

Добавив в стаканы снова нормального раствора едкого натра или кали, можно получить в стаканах исходные цвета.

Индикатор сухости и влажности

Известно, что хлористый кобальт является индикатором сухости и влажности воздуха. При помощи этого индикатора можно поставить интересный опыт, показывающий обезвоживающие свойства серной кислоты. Ку-

сок марли пропитывают раствором хлористого кобальта (марля окрашивается в розовый цвет). Если эту марлю поддержать некоторое время около лампы, она перекрашивается в синий цвет. Теперь, если кусочек розовой марли поместить в эксикатор, содержащий серную кислоту, то через 40—50 минут наблюдается посинение марли.

Сок ежевики — индикатор

Отжатый сок спелых ягод ежевики смешивают с равным объемом спирта или дистиллированной воды и фильтруют. Если к полученному раствору прибавить кислоты, то он окрашивается в интенсивный красный цвет; при добавлении щелочи цвет раствора становится синим.

Можно также получить красящие вещества-индикаторы непродолжительным нагреванием с водой или спиртом листьев капусты, красной свеклы, ягод черной смородины, вишни, бузины, черемухи, лепестков васильков, фиалки и др. От действия кислот эти отвары приобретают красную или розовую окраску, в присутствии щелочей синеют или зеленеют.

Индикаторные бумажки

Для определения характера (реакции) среды удобнее употреблять индикаторные бумажки. Готовят их путем пропитывания растворами красок-индикаторов фильтровальной бумаги, которую затем высушивают.

Для приготовления лакмусовой бумажки растворяют 1 часть лакмуса в 6 частях воды, причем жидкость часто взбалтывают, а затем фильтруют. Фильтрат разделяют на две части: к одной части прибавляют разбавленной серной кислоты до покраснения, а к другой — разбавленной NaOH до посинения. Пропитывая этими растворами фильтровальную бумагу, получают синюю и красную лакмусовую бумагу.

Бесцветную фенолфталеиновую бумажку готовят, пропитывая фильтровальную бумагу раствором 1 г фенолфталеина и 100 мл 95% этилового спирта, к которому затем прибавлено 100 мл воды. От щелочи такая бумажка краснеет, а от кислоты снова становится бесцветной.

Минеральный хамелеон

Раствор марганцовокислого калия KMnO_4 иногда называют минеральным хамелеоном, потому что он изменяет цвет в зависимости от характера среды. Действительно, в воде он имеет фиолетовую окраску, при восстановлении в кислой среде обесцвечивается (образуется соль двухвалентного марганца), в нейтральной среде буреет (образуется двуокись марганца), в сильно щелочной среде синее (образуется соединение шестивалентного марганца).

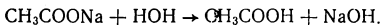
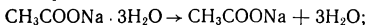
Показать это можно так: в три стакана наливают по 30—50 мл 0,1 N раствора марганцовокислого калия. Затем в один стакан прибавляют 5 мл серной кислоты (1:10), в другой — 5 мл 20% раствора едкого натра или кали, в третий — 5 мл воды и после этого во все стаканы вливают по 5—7 мл раствора сернистокислого натрия (Na_2SO_3) или калия. Цвет растворов в стаканах моментально изменяется.

Изменение реакции при нагревании

Насыпьте в сухую пробирку кристаллического уксуснокислого натрия $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, добавьте немного фенолфталеина.

При нагревании выше 58° содержимое пробирки окрашивается в красно-малиновый цвет, но при охлаждении окраска исчезает.

Изменение окраски фенолфталеина объясняется тем, что при нагревании кристаллогидраты солей разрушаются, образуя соль и воду. Соль под влиянием воды гидролизуются с образованием основания и кислоты:



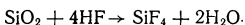
В растворе получается слабая кислота и сильная щелочь, т. е. преобладает щелочная среда, в которой фенолфталеин приобретает красно-малиновую окраску.

В случае охлаждения окрашенной смеси указанные реакции идут в обратном направлении: окраска исчезает, и вновь образуется сухая, белая смесь кристаллогидрата с примесью фенолфталеина.

При проведении опыта следует избегать сильного и длительного нагревания, так как это ведет к испарению воды и нарушает условия обратимости реакции.

Кислота, которую нельзя хранить в стеклянной посуде

Речь идет о плавиковой (фтористоводородной) кислоте. В продаже встречается 30 % раствор плавиковой кислоты в воде. Хранят ее в парафиновых бутылках, так как она разъедает стекло, образуя газ и воду:



С плавиковой кислотой следует обращаться осторожно, так как, попав на кожу, она может вызвать ожоги, которые долго не заживают. Действие кислоты обнаруживается не сразу, а только на следующий день.

При помощи плавиковой кислоты можно наносить на стекло различные надписи и рисунки. Для этого стекло покрывают воском или парафином. Затем при помощи иглки, шила или острой палочки наносят рисунок или надпись и наливают на стекло плавиковую кислоту. Через некоторое время кислоту сливают, стекло моют водой, воск или парафин удаляют. На стекле остается вытравленная надпись или рисунок. Вместо плавиковой кислоты можно применить кашичу, состоящую из серной кислоты и фтористого кальция, но в этом случае опыт идет почти в два раза дольше.

Все опыты с плавиковой кислотой производятся в вытяжном шкафу.

Обугливание без нагревания

Концентрированная серная кислота, энергично отнимая воду, обугливает многие органические вещества — бумагу, древесину, сахар и др. Очень эффектен опыт с обугливанием сахара. 50 г сахара растирают в ступке в пудру. Пудру высыпают в стакан, поставленный на блюдце и вливают 5 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешав массу стеклянной палочкой, туда же прибавляют 25 мл концентрированной серной кислоты и снова перемешивают. Через 1—1,5 минуты смесь в стакане темнеет, вспучивается и в виде рыхлой массы поднимается

над стаканом (рис. 21). Реакция сопровождается выделением тепла.

Серная кислота отнимает от молекулы сахара воду, окисляет углерод и углекислый газ, одновременно образуется сернистый газ. Выделяющиеся газы выталкивают образовавшуюся массу из стакана.

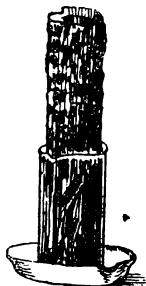


Рис. 21.

Из мрамора — известь

Берут щипцами кусочек мрамора и нагревают на паяльной горелке, пока кусочек не накалится (хотя бы по краям) добела. Затем охлаждают его и опускают в пробирку, наполненную на $\frac{1}{3}$ водой. При добавлении 2 капель фенолфталеина получается яркая малиновая окраска, указывающая на то, что образовавшийся продукт есть действительно гидроокись кальция.

Тонкие края мела можно прокалить на пламени спиртовки и получить тот же эффект.

Можно этот опыт прокаливания провести в тугоплавкой пробирке, закрытой пробкой с газоотводной трубкой, тогда легко обнаружить при помощи известковой воды и углекислый газ:



Серная кислота в качестве чернил

Стеклянной палочкой, смоченной в растворе серной кислоты (1 : 5), делают на листке фильтровальной бумаги какую-нибудь надпись и затем осторожно подсушивают бумагу на спиртовке. Вода испаряется, серная кислота обугливает бумагу и надпись резко выделяется на белом фоне.

Как очистить яйцо, не разбив скорлупы?

Если опустить сырое яйцо в раствор какой-либо (желательно сильной) кислоты, то скорлупа полностью рас-

творится и останутся белок и желток, окруженные тонкой пленкой. Так можно очистить яйцо, не разбив скорлупы.

Тепло без огня

При смешивании крепкой серной кислоты с водой выделяется большое количество тепла. По данным Д. И. Менделеева, при определенных соотношениях кислоты и воды температура смеси может достигнуть 149° .

Отмеривают точно 1 объем серной кислоты и 1 объем воды. Осторожно в химическом стакане смешивают жидкости, приливая медленно по стеклянной палочке серную кислоту в воду (но не наоборот). Стакан сильно разогревается. Если в полученную смесь опустить пробирку с хлороформом, то жидкость быстро испаряется. Тепловой эффект реакции можно проверить термометром.

Что такое ингибиторы

В два стакана наливают по 100 мл соляной кислоты. В один из них прибавляют 5 мл формалина или 2—3 мл анилина и хорошо перемешивают получившуюся смесь стеклянной палочкой. После этого в стаканы опускают по одинаковой железной пластинке.

Мы видим, что пластинка, опущенная в чистую кислоту, быстро разрушается, пластинка же в стакане с кислотой, к которой добавлен формалин, почти не изменяется (рис. 22).

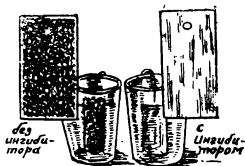


Рис. 22.

Объясняется это тем, что формалин и анилин являются замедлителями реакции. Такие замедлители, которые, не вступая в химическое взаимодействие с металлом, поглощаются (адсорбируются) его поверхностью и тем самым защищают металл от коррозий (разрушения), получили название ингибиторов.

Применение ингибиторов позволяет перевозить, например, соляную кислоту в металлических цистернах.

Советскими учеными Н. И. Путиловой, С. А. Балезиным, В. П. Баранник и Р. И. Аруновым открыт ряд ингибиторов, за что в 1951 году они были удостоены Сталинской премии.

В качестве ингибиторов используют различные органические соединения — альдегиды, кислоты, амины, аминокислоты, белки, алкалоиды и др.

Получение щелочей

1. Кристаллизатор наполняют до краев водой, к которой примешано небольшое количество раствора лакмуса. Затем вынимают из керосина кусочек натрия и высушивают его между листочками фильтровальной бумаги.

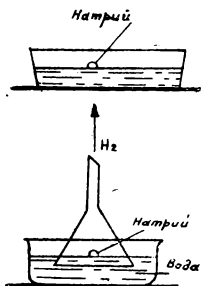
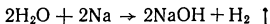


Рис. 23.

Металлический натрий серебристо-белого цвета, легко режется ножом. Очистив кусочек натрия сухим ножом от покрывающей корочки, бросают его в воду. Металл быстро «бежит» по поверхности воды, причем жидкость приобретает синюю окраску.

Объясняется это тем, что натрий, вытесняя из воды водород, образует едкий натр, который и окрашивает лакмус в синий цвет:



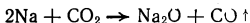
Так как натрий легче воды, то выделяющийся водород «гонит» его по поверхности воды.

2. Горошину очищенного от серовато-белой корки натрия обернуть кусочком фильтровальной бумаги и бросить в стакан с водой. Через некоторое время натрий загорается. Объясняется это тем, что, задержанный на одном месте фильтровальной бумагой, он, окисляясь, нагревается до воспламенения.

Рекомендуется, после того как бумажка с натрием брошена в воду, отойти от стола на некоторое расстояние, так как иногда крупинки натрия вылетают из стакана и могут попасть в лицо.

Горение натрия в углекислом газе

На подставку кладут смоченную водой фильтровальную бумагу, края которой загнуты вверх, чтобы натрий при движении не «выпрыгнул» вверх. На влажную бумагу кладут очищенный кусочек натрия. Натрий быстро расплавляется, а затем загорается. Опыт можно проводить в стакане с углекислым газом. Натрий, самовозгораясь от контакта с влажной бумагой, продолжает гореть в атмосфере углекислого газа. Происходящая при этом реакция может быть выражена следующим уравнением:



Вода зажигает натрий

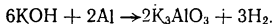
В фарфоровую чашку наливают немного керосина и помещают в него очищенный кусочек натрия. Затем в чашку наливают немного воды. При соприкосновении с водой натрий бурно с ней взаимодействует, вытесняя водород. От тепла реакции воспламеняется керосин. Для прекращения горения чашку нужно накрыть фанерным листом.

Опыты показывают опасность попадания воды в натрий, находящийся под керосином, невозможность потушить горящий натрий углекислым газом. Тушить натрий надо сухим песком или землей.

Водород из щелочи

В пробирку наливают 5—6 мл 10% раствора едкого кали, прибавляют несколько стружек алюминия, укрепляют в штативе и осторожно нагревают. Через некоторое время начинается реакция выделения водорода, который при поднесении горящей лучинки загорается. Выделяющийся водород горит. Иногда жидкость вырывается из пробирки, поэтому штатив с ней ставить на асбестовый или металлический лист.

Сущность реакции заключается в вытеснении алюминием водорода из щелочи:



Следовательно, щелочи растворяют алюминий.

Светящаяся колба

В широкогорлую колбу емкостью 1—1,5 л, через которую непрерывно в течение опыта пропускается кислород, вносят на железной ложечке зажженную смесь серы с

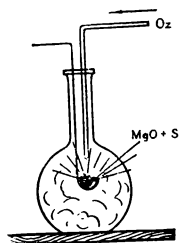
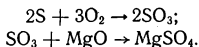


Рис. 24.

окисью магния (2 вес. части окиси магния на 1 вес. часть серы). Происходит энергичная реакция. Смесь светится ярким светом. Горение продолжается в зависимости от количества взятой смеси 2—3 минуты. Для поддержания энергичного горения следует струю кислорода направить на реакциюную массу. Образующуюся иногда на поверхности смеси корочку сплава можно разрушить с помощью трубочки, по которой поступает в колбу кислород.

Вместо окиси магния можно применять окись кальция и окись бария. Эффект в этом случае получается несколько меньший.

Протекающие при этом процессе реакции можно представить в следующем виде:



Вопреки арифметике

Сколько получится смеси, если к 50 мл одной жидкости прилить столько же другой? (100 мл). Этот ответ следует проверить опытным путем. Для этого сливают в мерную колбу на 100 мл 50 мл воды и 50 мл спирта. Смесь занимает объем менее 100 мл. Обычно разница получается в 4 мл. Описанное явление носит название в химии контракции, или сжатия. Уменьшение объема, наблюдаемое при смешении спирта с водой, объясняется взаимодействием спирта и воды с образованием гидратных соединений спирта. Это явление подтверждает химическую или гидратную теорию растворов Д. И. Менделеева.

При обычном механическом сжатии с применением

высокого давления жидкости сжимаются на очень незначительную величину. Так, если сжать спирт под давлением 15 000 атмосфер при помощи гидравлического пресса (при температуре 20°), то объем его уменьшится только на 0,0 000 000 458 (458 десятимиллиардных) первоначальной величины.

Искусственный снег

В тарелку кладут несколько камешков и между ними укрепляют сухие веточки. На камешки и вокруг них насыпают 12 столовых ложек поваренной соли, к которой примешивают немного синьки; края тарелки смазывают вазелином. После этого, не размывая, смачивают соль 6 ложками воды, и тарелка ставится в теплое место. Каждый день пипеткой добавляется к смеси в тарелке 1—2 ложки воды. На второй день появляется «снег» на камешках, а через 15 дней он уже покрывает ветки у стенки тарелки.

Сущность явления заключается в том, что сухая соль, впитывая воду, растворяется в ней. Полученный концентрированный раствор в силу капиллярности проникает в промежутки между камнями, в трещины коры, в сосуды веточек, образуя тонкую пленку. Вода испаряется, а соль остается. Этот процесс протекает непрерывно, и поэтому «снег» растет.

Загадочная жидкость

100 г гипосульфита натрия (кристаллического) поместить в стакан и нагреть на водяной бане при температуре не выше 60° до полного расплавления. Полученную жидкость осторожно охладить и хранить в накрытом стакане.

Напомнив, что переход веществ из жидкого состояния в твердое (замерзание) происходит при охлаждении, показать «загадочную жидкость» и заявить, что она будет заморожена без охлаждения и при этом будет даже нагреваться. После этого опустить в сосуд с жидкостью несколько кристалликов гипосульфита и дать присутствующим возможность убедиться, что «замораживание» ее действительно сопровождается нагреванием. «Загадка» выясняется при ознакомлении с пересыщенными растворами.

ОПЫТЫ С МЕТАЛЛАМИ

Большинство элементов периодической системы Д. И. Менделеева имеют металлические свойства. Металлы входят в состав организма человека и животных. В организме человека, например, содержатся кальций, натрий, магний, железо, калий, медь и другие металлы.

Металлы, особенно черные, играют огромную роль в жизни человечества. Заметим, что в СССР добываются все известные в природе металлы.

Свойства металлов разнообразны. Одни из них очень тверды, другие, наоборот, очень мягки (щелочные металлы); некоторые не поддаются действию даже самых сильных кислот, другие же взаимодействуют не только с кислотами, но и с водой и т. д.

Опыты, описанные в этой главе, могут дать известное представление о свойствах некоторых металлов и их соединений.

Алюминотермия (реакция Н. Н. Бекетова)

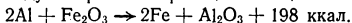
Некоторые окислы металлов в технике восстанавливают до свободных металлов при помощи алюминия. Метод этот получил название алюминотермии. Таким способом получают в чистом виде многие тугоплавкие металлы: хром, марганец и др.

Опишем опыт по восстановлению окислов железа при помощи алюминия. Опыт требует большой аккуратности. Необходимо проверить противопожарные средства, остерегаться ожогов, для защиты глаз от ослепляющего света надеть темные очки.

Приготавливают смесь из 5 г окиси железа и 2,5 г алюминиевого порошка. Смесь высыпают в небольшой фар-

форовый тигель, поставленный в песочную баню. Сверху на смесь насыпается запал, состоящий из 1 части алюминиевого порошка и 1 части бертолетовой соли или перекиси бария. В запал вертикально вставляется кусок магниевой ленты (можно взять смоченный в спирте фитиль). Затем магний или фитиль поджигают горячей длинной лучинкой.

Процесс протекает быстро, реагирующие вещества сильно раскаляются, затем плавятся. Тигель при этом обычно лопається. После остывания в тигле под слоем всплывшего шлака можно обнаружить чистый металл. Опыт следует проводить в вытяжном шкафу или на открытом воздухе. Уравнение реакции:

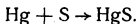


Смесь окиси железа с алюминием, известная под названием термита, применяется в технике для сваривания железных предметов (например, трамвайных рельсов), а в военном деле служит для наполнения зажигательных бомб.

Как указывает В. Четвертнов («Химия в школе» № 3, 1957), опыт горения термита может быть поставлен в каждой школе следующим образом: смесь, состоящую из 10,8 г порошка алюминия и 32 г окиси железа, насыпают кучкой на чугунную плитку, помещенную в чашке с песком. В середине кучки делается углубление, в которое помещается немного марганцовокислого калия. На марганцовокислый калий наливают 1—2 капли глицерина и засыпают термитной смесью. Тотчас же начинается реакция между этими веществами, протекающая, как известно, с выделением большого количества тепла. Вскоре происходит ослепительно яркая вспышка загоревшегося термита. Восстановившееся железо стекает с плитки на песок.

Опыт совершенно безопасен.

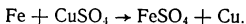
Взаимодействие ртути с серой. На дно фарфоровой ступки насыпают немного порошкообразной серы, добавляют несколько капель ртути и энергично растирают пестиком. Постепенно из серы и ртути образуется черная сернистая ртуть:



Свинцовая шуба

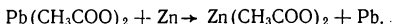
Известно, что более активный металл вытесняет из растворов солей менее активный металл. Свинец, например, вытесняется цинком, а медь железом.

Если опустить железный гвоздь в раствор какой-либо медной соли, он покрывается медью:



Этот метод применяется в технике для извлечения меди при помощи железного лома (гидрометаллургия).

Можно поставить следующий опыт с цинком и свинцом. Вырежьте из цинка фигурку человека и опустите в 10% раствор уксуснокислого свинца. Фигурка покроется пушистым слоем кристаллов свинца, напоминающим меховую одежду. Если опустить в раствор свинцовой соли несколько связанных полосок цинка, то получится так называемое «сатурново дерево», имеющее очень оригинальный вид. Реакция идет по следующему уравнению:



Химическая грелка

К 10—12 г смеси, состоящей из равного количества хлористой меди и алюминиевых стружек, прибавляют 5—6 столовых ложек сухих древесных опилок. Смесь высыпает в пакет из парафинированной бумаги. Для того чтобы грелка начала действовать, прибавляют к смеси по каплям 3—4 столовые ложки воды. Сущность процесса заключается в следующем: хлористая медь растворяется в воде и вступает в реакцию с алюминием. При этом выделяется тепло. Древесные опилки служат как бы разбавителем для того, чтобы реакция проходила не очень быстро.

Горение алюминия в парах брома

В небольшую банку вставляют пробку с пробиркой. В пробирку наливают 1—2 мл брома и бросают в нее мелкие стружки алюминия. Банку сейчас же закрывают

стеклянным колоколом. Через минуту алюминий загорается и колокол наполняется парами брома и бромистого алюминия. Реакция проходит энергично с выделением тепла и света. Спустя некоторое время на пластинку начнет оседать соль (бромистый алюминий) в виде белого налета. Если снять колокол, то соль на пластинке начнет постепенно исчезать, так как соль на воздухе будет растворяться в парах воды с образованием бесцветных капелек раствора бромистого алюминия:

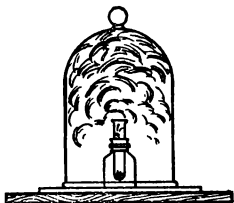
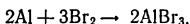
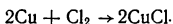


Рис. 25.

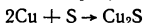
«Огненный дождь»

На дно стеклянной банки насыпают немного песка и заполняют банку хлором. Если внести в эту банку порошок меди, то он воспламеняется (без подогревания) и горит в виде «огненного дождя», образуя однохлористую медь:



Горение меди в парах серы

В зажиме штатива укрепляют в вертикальном положении пробирку с кусочками черенковой серы. Под пробирку помещают сковороду с песком на случай, если пробирка при нагревании лопнет. Пробирку с серой нагревают до кипения и в пары кипящей серы всыпают немного порошок металлической меди, который загорается краснокальным цветом, образуя сернистую медь:



Приготовление порошка меди

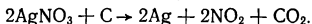
Необходимый для опытов порошок меди можно приготовить следующим образом.

В подкисленный соляной или серной кислотой раствор

хлорной меди опускают кусочек алюминиевой проволоки. Через несколько минут алюминий покрывается толстым рыхлым слоем меди. Медь снимается с алюминия, промывается слабым раствором кислоты, потом водой и просушивается на бумаге. Полученная таким образом медь легко рассыпается в порошок при слабом растирании.

Восстановление азотнокислого серебра

Фарфоровую чашку покрывают куском фильтровальной бумаги. В сухую пробирку кладут 1—2 г сухого азотнокислого серебра и расплавляют его на огне. Жидкость выливают на фильтровальную бумагу, которая мгновенно загорается. В фарфоровой чашке застывает восстановленное (черное) серебро. Сущность реакции заключается в восстановлении азотнокислого серебра и окислении органических соединений бумаги:



Простой способ серебрения

Железо, цинк, медь и другие металлы при соприкосновении с солями серебра вытесняют металлическое серебро.

Этим можно воспользоваться для серебрения различных металлов. Смешивают 3 г хлористого серебра, 3 г поваренной соли, 2 г мела (отмученного) и 6 г поташа. Поверхность предмета, который желают покрыть серебром, тщательно очищают от грязи, следов жира и т. д. Затем ее натирают приготовленной смесью при помощи тряпочки, промывают водой и полируют.

Серебрение зеркал

Когда-то в качестве зеркал употребляли отполированные серебряные пластины. Способ этот давно оставлен, и в настоящее время для изготовления зеркал применяют только серебряные соли. Серебро восстанавливается из серебряных солей при помощи формальдегида или глюкозы и осаждается на стекле. Такие зеркала очень прочны и обладают большой отражательной способностью. На 1 м² поверхности тратится всего около 2,5 г металла.

Можно приготовить зеркало, пользуясь следующим способом.

Стекло или стеклянный сосуд, предназначенный для покрытия серебром, тщательно моют сначала горячей водой с мылом, затем хромпиком и в заключение дистиллированной водой. Нельзя касаться вымытой поверхности стекла руками.

Для серебрения необходимо приготовить 2 раствора. Раствор № 1 готовится так: к 10 г азотнокислого серебра, растворенного в 50 мл воды, прибавляют по каплям раствор 25% аммиака при помешивании, пока образующийся темный осадок почти весь не растворится. Если аммиака прилито слишком много, то добавляют еще раствора азотнокислого серебра.

Правильно приготовленный раствор имеет слегка коричневатый цвет. Раствору дают отстояться, отфильтровывают и разбавляют водой до 1 л.

Раствор № 2 готовится путем растворения в 200 мл воды 20 г глюкозы и 20 г сегнетовой соли (виннокислый калий-натрий). К раствору добавляют 8 г азотнокислого серебра в 20 мл воды. Смесь кипятят несколько минут и разбавляют водой до 1 л.

Подлежащую серебрению стеклянную пластинку помещают в кюветку и наливают по 1 части сначала первого, а затем второго раствора. Кюветку ставят в сушильный шкаф или термостат с температурой 40—50°. Тотчас начинает выделяться свободное серебро, оседающее на стекле в виде зеркала.

Протекторы

В железных и стальных конструкциях под влиянием возникающих внутренних электрохимических процессов происходит электрохимическая коррозия (разрушение металла).

Она несколько отличается от обычной коррозии под влиянием атмосферных факторов и бороться с ней приходится другими средствами; окраска масляной краской или покрытие какими-нибудь металлами здесь не поможет. Для этого применяют более активные по сравнению с железом металлы (магний, цинк, алюминий, сплавы магния с алюминием и др.), называемые протекторами (от латинского слова — покровитель). Протектор при помощи провода присоединяют к защищенно-

му металлическому сооружению и зарывают в землю. Тогда разрушению будет подвергаться более активный металл, а не железная конструкция.

Протекторы по мере их разъедания нужно систематически заменять.

Вот опыт, показывающий действие протектора. Возьмите две пластинки, железную и цинковую, соедините их при помощи провода и опустите в раствор соляной кислоты, к которому добавлено небольшое количество желтой кровяной соли. Тотчас начинается выделение водорода у пластинки с цинком, железная же пластинка остается пассивной — цвет раствора соляной кислоты не изменяется. Но достаточно заменить цинк оловом, как пузырьки водорода появляются и у железной пластинки, причем раствор соляной кислоты окрашивается в синий цвет (образуются ионы железа).

В. В. Фельдт (см. список литературы) рекомендует провести этот опыт со стальным пером, в расщеп которого вставляют кусочек цинка, а затем олова — наблюдается то же явление, что и с пластинками.

Цвета побежалости металлов

Большинство металлов обладают способностью окисляться, образуя на поверхности окисные пленки. Окисление протекает наиболее интенсивно под действием окислителей и высокой температуры. В зависимости от температуры металлы приобретают ту или иную окраску, называемую цветом побежалости. Цвета побежалости позволяют судить о степени нагретости поверхности металлов.

Цвет	Соответствует температуре (t°)
Светло-желтый	220
Соломенно-желтый	240
Коричнево-желтый	265
Пурпурно-красный	275
Фиолетовый	285
Светло-синий	315
Васильково-синий	385

Если нагреть на спиртовке конец лезвия безопасной бритвы, можно наблюдать появление цветов побежалости.

Если в песчаную баню, нагретую до различной температуры, вносить лезвие безопасной бритвы, то можно наблюдать зависимость цвета от температуры.

Закалка металлов

В целях повышения твердости и прочности сталь подвергается закалке. Одним из важнейших элементов, определяющих твердость, прочность и долговечность стали, является углерод. Многие стальные изделия подвергаются с поверхности так называемой цементации, или науглероживанию.

Лезвие безопасной бритвы нагревают до появления цветов побежалости, а затем охлаждают на воздухе. При сгибании лезвия можно убедиться, что твердость стали понизилась. Если же охладить лезвие бритвы в воде или масле, то твердость стали сохраняется.

Оксидирование (воронение) металлов

1. Нагревают 2—3 раза пластинку до светло-красного каления и после каждого нагревания посыпают ее поверхность порошком желтой кровяной соли — $K_4[Fe(CN)_6]$, а затем охлаждают в воде. Поверхность пластинки изменяет свою окраску и становится более твердой.

2. Деталь, подлежащую окраске, тщательно очищают от ржавчины наждачной бумагой или песком, смоченным раствором соляной кислоты, затем протирают суконной тряпочкой до блеска (процесс шлифования). Затем деталь нагревают до исчезновения синего цвета побежалости (320°) и погружают в автол. После охлаждения ее протирают тряпкой.

3. Очищенную деталь помещают в фарфоровую чашку с раствором, состоящим из 70 г едкого натра, 20 г азотнокислого натрия и 100 мл воды. Смесь нагревают 5 минут при температуре $140—150^\circ$. После этого деталь промывают водой и протирают тряпочкой.

4. Воронение в синий цвет. В 100 мл воды растворяют 12 г гипосульфита и 3,5 г уксуснокислого свинца. Раствор нагревают до кипения и погружают в него очищенный предмет, подлежащий воронению. Предмет держат в кипящем растворе до тех пор, пока он не примет синей окраски.

5. Воронение в темно-коричневый цвет. В 100 мл воды растворяют 3 г железного купороса и 1,2 г азотнокислой меди. К раствору прибавляют 2—3 мл денатурированного спирта. Полученный раствор мягкой кистью наносят на предмет и дают ему высохнуть. Если при этом появляется ржавый налет, то его удаляют щеткой. Операцию повторяют до тех пор, пока не получится прочная темно-коричневая окраска.

6. Воронение в черный цвет. Очищенный от грязи и жира предмет опускают на 15—20 минут в 10% раствор двуххромовокислого калия. Затем его вынимают, просушивают на воздухе и держат в течение 2—3 минут над горящими, но не коптящими углями. Чтобы получить чисто черный цвет, следует повторить операцию два-три раза.

Прививка против... коррозии

Как сейчас металл предохраняют от коррозии? Краски, масла, смазки — вот наиболее проверенные союзники человека в этой борьбе. Сотни миллионов рублей расходуются на окраску металлических изделий, которые изготавливаются на наших заводах. И подчас эти союзники нас подводят: облез кусочек краски, стерлась смазка — и поползли по металлу пятна ржавчины. Случается, что ржавчина проникает под слой краски, и внешне совершенно «здоровый» металл на деле оказывается зараженным опасной и трудноизлечимой «болезнью».

Прекрасной предохранительной «прививкой» против этого «недуга» может быть применение нитрита натрия. Еще в 1908 г. академик Кистяковский в своих трудах отметил нитрит натрия как один из лучших замедлителей коррозии.

Если смочить стальные или чугунные детали водным раствором нитрита натрия — NaNO_2 (концентрация для стали 25—30%, для чугуна 44,9%), то они не корродируют 5 лет и более.

Обычно при длительном хранении деталей и машин на складах и базах необходимо заботиться о поддержании постоянной температуры и определенной влажности воздуха. Помещения нуждаются в вентиляции.

Стальные и чугунные изделия, обработанные нитритом натрия, могут лежать буквально под открытым небом. 30-

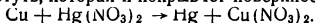
градусная жара может сменяться 30-градусным морозом, окружающий воздух может по влажности превосходить атмосферу тропических лесов, а металл не ржавеет.

Часто за короткое время, пока деталь в процессе обработки переходит из одного цеха в другой, она успевает покрыться легким налетом ржавчины. Достаточно окунуть на одну минуту снятые со станка детали в раствор нитрита натрия, и они не будут корродировать. Этот метод с успехом используется на некоторых заводах Советского Союза, хотя механизм действия нитрита натрия еще полностью не изучен.

Превращение медного пятак в «серебряный»

Берут пятак щипцами и опускают его в фарфоровую чашку с концентрированной азотной кислотой. После этого его смывают от кислоты водой и переносят в другую чашку с раствором азотнокислой ртути; через некоторое время (0,5—1 минута) пятак вынимают, смывают водой и вытирают сухой тряпочкой. Пятак превратился в «серебряный».

Но «серебряным» он долго оставаться не будет. Через сутки ртуть испарится, и пятак примет свой первоначальный вид. Процесс «серебрения» ртутью основан на том, что медь пятак вытесняет из азотнокислой ртути металлическую ртуть, которая и покрывает поверхность монеты:



«Оловянная чума»

Оказывается, что металлы также иногда «болеют». Железо покрывается ржавчиной, медь — зеленым налетом основной углекислой меди и т. д. Если вынести на длительное время на мороз кусочек олова, то на нем появятся серые пятна, которые все более и более будут увеличиваться в размере и в конце концов весь кусочек олова превратится в серый порошок, напоминающий труху. Это явление получило название «оловянной чумы».

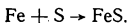
Впоследствии было установлено, что обыкновенное олово устойчиво только при температуре выше минус 13,2°; ниже этой температуры оно может превращаться в серое олово. Чем ниже температура, тем быстрее идет превращение. Появление «оловянной чумы» резко ускоряется при «заражении» белого олова серым оловом.

Огнедышащая горка

Смесь тонко измельченной в фарфоровой ступке серы (4 части) и железной пыли (6 частей) насыпают в виде конуса на асбестированную сетку, положенную на трехножник или кусок жести.

В пламени спиртовки накаливают стеклянную палочку и накалившимся концом дотрагиваются до смеси. Реакция начинается сразу. Вначале на вершине конуса появляется сияющая точка, а затем и постепенное раскаливание всей смеси до основания конуса. Если при этом палочку не отнимать, то стекло приплавляется к раскаленному сернистому железу, и оно в виде диска может быть поднято за эту палочку. Вместо стеклянной палочки до смеси можно дотронуться тлеющим концом лучинки.

Реакция взаимодействия серы и железа может быть представлена в следующем виде:



Свинцовый блеск

Свинцовым блеском называют свинцовую руду PbS , из которой добывается свинец. В лаборатории она образуется в виде черного осадка при действии сероводорода на соли свинца. Однако свинец не блестит. Настоящий свинцовый блеск в виде блестящего налета (зеркала) можно получить при помощи тиомочевина — $\text{NH}_2\text{—CS—NH}_2$.

Реакция проводится следующим образом: к 5 мл 0,1 N раствора соли свинца (уксуснокислой или азотнокислой) прибавляется 2—3 мл насыщенного раствора тиомочевины и концентрированного раствора едкого натра до растворения образовавшегося осадка; через 5—7 минут образуется зеркало сернистого свинца. Если нагреть пробирку с раствором на водяной бане до $60\text{—}70^\circ$, то зеркало образуется моментально.

Можно поступить таким образом: готовят смесь тиомочевины со щелочью в одной пробирке, а в другую наливают раствор соли свинца. Пробирки опускают в стакан с горячей водой и после некоторого нагревания содержимое пробирок сливают вместе. Моментально образуется зеркало из сернистого свинца.

Для того чтобы доказать, что полученное зеркало яв-

ляется сернистым свинцом, достаточно в пробирку прибавить немного азотной кислоты 1 : 1; начинается растворение его с выделением сероводорода.

Зеркало из сернистого свинца может храниться длительное время. Реакцией получения налета из сернистого свинца можно воспользоваться для серебрения игрушек.

ОПЫТЫ С КАТАЛИЗАТОРАМИ

Катализаторами называют вещества, изменяющие скорость химических реакций, причем к концу реакции сами они остаются химически неизменными. Известно много катализаторов, большей частью ускоряющих реакции. К их числу относятся, например, платина, никель и ряд других. Здесь мы коснемся свойств нескольких вполне доступных катализаторов.

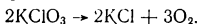
Двуокись марганца

1. В сухую пробирку насыпают около 1 г бертолетовой соли. Пробирку укрепляют в штативе и нагревают на спиртовке. Когда соль расплавится, проверяют, есть ли в пробирке кислород, опускают в нее (но не касаясь расплавленной массы) тлеющую лучинку: лучинка не загорается. Тогда добавляют в пробирку немного порошкообразной двуокиси марганца и быстро опускают тлеющую лучинку: она ярко вспыхивает.

Двуокись марганца в данном случае играет роль положительного катализатора, т. е. вещества, ускоряющего разложение бертолетовой соли. Отметим, что при нагревании бертолетовой соли кислород выделяется и без катализатора, но реакция протекает слишком медленно.

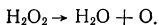
Вместо двуокиси марганца могут применяться и другие катализаторы: окись хрома, окись меди, окись магния, речной песок красно-бурого цвета, речной песок белый (кварцевый), глина гончарная, фосфоритная мука, порошок строительного кирпича. На 1 часть бертолетовой соли берут 1 часть катализатора. Реакция выделения кислорода в присутствии этих катализаторов проходит довольно бурно.

Разложение бертолетовой соли идет по уравнению:



При постановке опыта следует иметь в виду следующее: 1) бертолетова соль должна быть безупречно чистой; при нагревании загрязненной соли может произойти взрыв; 2) бертолетову соль растирать пестиком нельзя: надо осторожно раздавливать ее роговой ложечкой; 3) двуокись марганца следует предварительно прокалить при $110\text{--}120^\circ$, а затем превратить в тонкий порошок; 4) необходимо следить, чтобы уголек от тлеющей лучинки не упал в расплавленную массу бертолетовой соли; 5) нельзя, разумеется, размешивать бертолетову соль на фильтровальной или писчей бумаге и т. д.

2. В широкую пробирку наливают 5—6 мл 3% перекиси водорода. Опуская в пробирку тлеющую лучинку, убеждаются, что жидкость не выделяет кислорода. Затем в пробирку всыпают около 0,5 г порошка двуокиси марганца и снова вносят тлеющую лучинку, которая на этот раз ярко загорается. И здесь двуокись марганца ускоряет разложение перекиси водорода на воду и кислород:



Каталитическое окисление аммиака

Наполните бутылку с широким горлом газообразным аммиаком или смочите стенки и дно бутылки 25% раствором аммиака в воде. Внесите в бутылку на ложечке предварительно нагретую в пламени спиртовки окись хрома. Начинается энергичная реакция с выделением искр. Происходит каталитическое окисление аммиака кислородом воздуха под влиянием твердого катализатора — окиси хрома. Если распылить окись хрома по всей бутылке, можно получить огненный дождь. Через некоторое время в бутылке появляются имеющие бурый цвет газообразные окислы азота.

После окончания реакции можно прилить в колбу воды, отфильтровать ее и в фильтрате при помощи дифениламина определить азотную кислоту.

Этот опыт очень эффектен, если провести его в темном помещении.

Разложение спирта в присутствии меди

Нагрейте в пламени спиртовки медную, свернутую в спираль проволоку и быстро опустите ее в пробирку с 5 мл этилового спирта. Спирт начинает кипеть. Спираль еще долго остается в раскаленном состоянии, при этом распространяется характерный запах уксусного альдегида, образующегося при окислении этилового спирта кислородом воздуха на поверхности катализатора — медной проволоки.

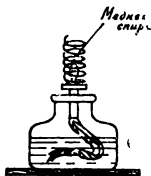
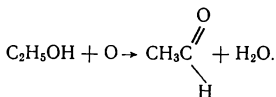


Рис. 26.

П. Н. Федосеев («Химия в школе» № 2, 1952) в аналогичном опыте рекомендует укрепить медную спираль на фитиле спиртовки, как показано на рис. 26. Затем спиртовку зажигают. Когда спираль накалится, пламя быстро задувают, но спираль еще долго остается в раска-

ленном состоянии и ощущается запах уксусного альдегида. Окисление спирта идет по уравнению:



Гидратация ацетилена

В пробирку *a* (рис. 27) насыпают небольшое количество (на кончике ножа) окиси ртути, наливают разбавленной (1 : 3) серной кислоты и смесь нагревают до кипения. В кислоту бросают несколько кусочков карбида кальция величиной с полгорошины. Пробирку закрывают газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку *б* с холодной водой, помещенную в стакан с водой.

Серная кислота, при непрерывном слабом подогревании, взаимодействует с окисью ртути и дает сульфат ртути, являющийся катализатором гидратации ацетилена. Карбид кальция в растворе серной кислоты спокойно реагирует с водой, медленно выделяя пузырьки ацетилена. Кипение протекает спокойно, без толчков, так как со дна

пробирки выделяется ацетилен, и жидкость равномерно перемещивается. Нагревание ведут в течение 6—8 мин. В присутствии сульфата ртути ацетилен превращается в уксусный альдегид:

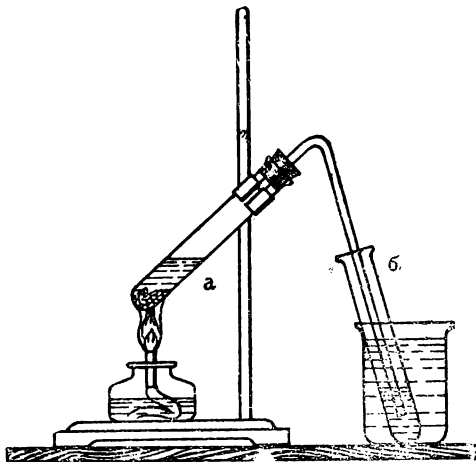
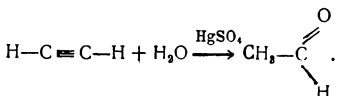
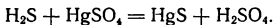


Рис. 27.

Образующийся в небольшом количестве сероводород (из-за наличия примесей в карбиде) реагирует с серно-кислой ртутью:



Уксусный альдегид поглощается водой в пробирке б,

где ощущается его характерный запах. Если этот запах незначителен, следует добавить в пробирку *a* два-три маленьких кусочка карбида кальция и продолжить опыт.

Присутствие уксусного альдегида в пробирке *b* обнаруживается реакцией с небольшим количеством свежеприготовленного гидрата окиси меди (при получении его должен быть избыток щелочи) или обычной реакцией серебрения зеркала.

Безукоризненно проходит реакция с фуксинсернистой кислотой: раствор фуксина, предварительно обесцвеченный сернистым газом, приобретает фиолетовую окраску.

Вода — катализатор

На стеклянную пластинку помещают сначала порошок магния (0,6 г), а затем на него насыпают измельченный йод (6,3 г). Перемешав вещества стеклянной палочкой, смесь делят на две части, располагая каждую часть на расстоянии 4—5 см друг от друга в виде тупого конуса.

Сделав углубление в одном из конусов, при помощи пипетки вносят в это углубление одну каплю дистиллированной воды. Через 2—3 секунды между магнием и йодом начинается довольно бурная реакция, которая завершается почти мгновенно. При этом наблюдается выделение фиолетовых паров йода, что объясняется экзотермичностью процесса, в связи с чем происходит частичная возгонка йода.

В другой части смеси никакого видимого процесса взаимодействия между магнием и йодом не замечается.

Опыты с алюминием и цинком

На сухую асбестированную сетку насыпают небольшое количество смеси 1 г алюминия и 12 г йода. Затем из пипетки выпускают несколько капель воды. Моментально начинается бурная реакция, сопровождающаяся выделением тепла, света и густых фиолетовых паров йода.

Такая же бурная реакция происходит, если на небольшое количество растертой в ступке смеси 10 г йода и 2,5 г цинковой пыли капнуть водой.

Как зажечь сахар

Если внести кусок сахара в пламя спиртовки, то он не загорается, а только плавится. Но стоит стряхнуть на сахар ничтожное количество пепла с тлеющей папиросы, как он быстро загорается синеватым пламенем.

В состав пепла табака входит небольшое количество солей лития, которые служат катализатором и ускоряют окисление сахара настолько, что он легко воспламеняется от спички.

Вместо пепла можно посыпать сахар несколькими кристаллами солей лития.

ХИМИЯ ВЗРЫВОВ И ВСПЫШЕК

Можно продемонстрировать ряд интересных опытов, сопровождающихся вспышками и взрывами. Опыты эти требуют большой осторожности. Юных любителей химии, которые имеют особенную склонность к подобным экспериментам, мы решительно предостерегаем от самостоятельного выполнения описанных в этой главе опытов, особенно таких, как приготовление черного пороха, получение йодистого азота, вспышки с перекисью натрия и т. п.

В неопытных руках взрывчатые и огнеопасные вещества могут воспламениться совершенно неожиданно и вызвать тяжелые ожоги и увечья.

Взрывчатое вещество из йода

0,2—0,3 г кристаллического йода измельчают в ступке в мелкий порошок и обливают крепким раствором аммиака (нашатырным спиртом). Смесь несколько раз перемешивают деревянной палочкой. Образовавшийся черный осадок через полчаса переносят на небольшой фильтр, слегка промывают водой, а затем спиртом, пока не растворится не вошедший в реакцию избыток йода. Когда спирт перестанет окрашиваться в желтый цвет, осадок снова промывают водой для удаления спирта.

Мокрый (никоим образом не подсохший) фильтр развертывают и деревянной палочкой распределяют осадок по всей его поверхности. Затем, разорвав фильтр на кусочки, раскладывают их на некотором расстоянии друг от друга.

После того как йодистый азот высохнет, он очень легко взрывается от соприкосновения с любым твердым предметом.

Если длинной палочкой дотронуться осторожно до кусочка фильтра, покрытого йодистым азотом, то происходит оглушительный взрыв.

Йодистый азот можно получить, подействовав нашатырным спиртом на крепкий раствор йода в спирте.

Можно привести присутствующих в немалое изумление, если, взяв в руки щепотку песка, бросить его незаметно на бумагу с йодистым азотом: тотчас происходит взрыв.

Йодистый азот $\text{NJ}_3 \cdot \text{NH}_3$ — сильно взрывчатое вещество и готовить его можно только в небольших количествах.

Смесь бертолетовой соли с красным фосфором

Берут на кончике ложечки немного бертолетовой соли и вдвое меньше красного фосфора. Оба вещества насыпают на кусочек бумаги и осторожно перемешивают лучинкой (не растирать!). Смесь завертывают в бумажку и кладут на наковальню или кусок железа. Если ударить по бумажке молотком, то происходит оглушительный взрыв и бумага разрывается на куски.

Черный порох

До второй половины XIX века в военном деле применялся исключительно черный (дымный) порох. Теперь его заменили различные другие взрывчатые вещества.

Черный порох можно приготовить, смешав 8 г калиевой селитры, тщательно растертой в фарфоровой ступке в мелкий порошок, 1 г мелкого порошка серы и 1 г мелко истертого сухого порошка угля. Каждая из составных частей должна быть растерта отдельно. Если высыпать порошок на металлическую пластинку или кирпич и поджечь длинной лучинкой, то смесь сгорает почти мгновенно, образовав облако дыма. Сгорание происходит без звука и при указанном количестве пороха вполне безопасно.

Бенгальские огни

Смеси, дающие при сжигании окрашенное в различные цвета пламя, называют в пиротехнике бенгальскими огнями.

Горючей основой бенгальских огней является обычно сера или уголь. В состав бенгальских огней входят вещества, окрашивающие пламя в различные цвета, а также какой-либо окислитель (например бертолетова соль), за счет кислорода которого происходит сгорание горючей основы.

Приводим несколько рецептов смесей:

желтый — 61 г бертолетовой соли, 32 г серы и 30 г безводной соды;

зеленый — 60 г бертолетовой соли, 16 г серы и 24 г углекислого бария;

зеленый — 73 г бертолетовой соли, 17 г серы и 10 г борной кислоты;

фиолетовый — 60 г бертолетовой соли, 16 г серы и 12 г калий-алюминиевых квасцов и 12 г поташа;

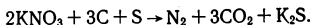
красный — 8 г бертолетовой соли, 22 г серы, 2 г угля в порошке и 67 г азотнокислого стронция.

Практически для демонстрации достаточно взять $\frac{1}{10}$ часть указанных количеств, а если бенгальский огонь сжигают не на открытом воздухе, а в помещении, то придется ограничиться очень небольшим количеством смеси (несколько граммов).

Смесь насыпают кучкой на сковородку, кусок жести, кирпич и т. п. и затем поджигают длинной лучинкой.

Окисление угля и серы

Сухую пробирку укрепляют вертикально в штативе, насыпают в нее 2—3 г калийной селитры и нагревают. Когда селитра расплавится, в пробирку бросают тлеющий уголек, который, подпрыгивая, загорается. Когда горение угля подходит к концу, в пробирку бросают небольшой кусок серы. Сера сгорает ослепительно ярким пламенем. При этом иногда плавится пробирка, поэтому под пробирку следует поставить фарфоровую чашку, чтобы не испортить стол. Сущность реакции показывает следующее уравнение:



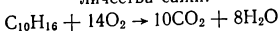
Воспламенение скипидара

На дно химического стакана насыпают слоем в 2—3 см кварцевый песок. На песке устанавливают фарфоровую чашку со смесью равных объемов концентрированных серной и азотной кислот. Затем при помощи пипетки осторожно по



Рис. 28.

каплям прибавляют к смеси скипидар (рис. 28). Он вспыхивает и сгорает с образованием большого количества сажи:



Невидимый художник

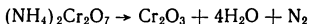
На листке бумаги крепким раствором калийной селитры наносится рисунок. Рисунок нужно делать одной непрерывной линией и так, чтобы не было пересечений. От контура рисунка тем же раствором следует провести к краю бумаги линию, отметив конец ее карандашом.

Когда бумага высохнет, на ней нельзя будет заметить ничего, кроме карандашной точки. Если прикоснуться концом папиросы или тлеющей спичкой к карандашной метке, то бумага начнет медленно сгорать за счет кислорода селитры, выкристаллизовавшейся в толще бумаги. Огонек, передвигаясь по контуру изображения, будет чертить рисунок.

«Извержение вулкана»

На кирпич или железный лист насыпают небольшую кучу двуххромовокислого аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. На вершине кучки пальцем делают небольшое углубление, в которое вливают несколько капель спирта. К смоченному месту подносят зажженную спичку. Начинается разложение двуххромовокислого аммония с выделением паров воды, газообразного азота и окиси хрома. Процесс напоми-

нает извержение миниатюрного вулкана: из углубления вырываются пламя и продукты реакции. Разложение идет по уравнению:

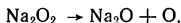


Бертолетова соль и сера

В большую фарфоровую ступку кладут немного (несколько кристалликов) бертолетовой соли и столько же серы в порошке. При трении пестиком с небольшим нажимом происходят непрерывные вспышки, сопровождающиеся звуком выстрелов, — результат энергичного окисления серы за счет кислорода бертолетовой соли. При проведении этого опыта лучше обернуть руку полотенцем, чтобы предохранить кожу от ожога мелкими искрами.

Вспышка от перекиси натрия

Перекись натрия (Na_2O_2) обладает сильными окислительными свойствами. Многие органические вещества при соприкосновении с ней воспламеняются, окисляясь кислородом, который она отщепляет:



1. В маленькую фарфоровую чашечку насыпают кучкой перекись натрия и добавляют из пипетки несколько капель уксусной кислоты. Происходит ослепительная вспышка. Сущность реакции заключается в энергичном окислении уксусной кислоты перекисью натрия.

2. Осторожно смешивают 20 г перекиси натрия с 10 г сухих опилок. Смесь насыпают на кирпич и из длинной пипетки прибавляют к ней несколько капель воды. Сухие опилки мгновенно воспламеняются за счет кислорода перекиси натрия. Смесь готовят перед самым опытом, хранить ее нельзя.

3. Осторожно смешивают равные объемы порошка перекиси натрия и порошка металлического алюминия. Смесь делят на две части, и каждую часть высыпают отдельно на поверхность кирпича. К одной кучке прибавляют из пипетки несколько капель воды, — происходит энер-

гичная вспышка. К другой кучке прикасаются раскаленной проволокой, — смесь сгорает.

Эти опыты следует проводить осторожно. Остатки смесей, содержащих перекись натрия, хранить нельзя.

Вспышка глицерина

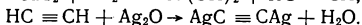
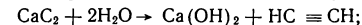
0,2—0,3 г хорошо истолченного (в ступке) марганцовокислого калия поместите в маленький фарфоровый тигелек и осторожно при помощи пипетки добавьте в тигелек 2—3 капли глицерина. Происходит энергичное окисление глицерина, сопровождающееся вспышкой.

Взрывчатая бумажка

Сначала приготовьте аммиачный раствор азотнокислого серебра. Для этого налейте в пробирку несколько миллилитров 0,1 N раствора AgNO_3 и прибавляйте по каплям слабый раствор нашатырного спирта до растворения образующегося осадка.

Затем положите в другую пробирку несколько кусочков карбида кальция и прилейте немного воды. Быстро закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опущен в пробирку с 5 мл аммиачного раствора азотнокислого серебра. При прохождении ацетилена в пробирке выпадает желтоватый осадок ацетиленида серебра (Ag_2C_2).

Уравнения реакций можно записать в следующем виде:



Жидкость профильтруйте и затем, вынув фильтр из воронки, распределите осадок стеклянной палочкой равномерно по всей бумажке. Еще мокрый фильтр разрежьте на небольшие кусочки. Когда бумажки высохнут, они легко взрываются от удара молотком или при поджигании. Взрыв небольшого количества ацетиленида серебра совершенно безопасен.

Фейерверк на столе

В небольшой узкий цилиндр наливают крепкой серной кислоты до уровня 8—10 см. Сверху осторожно наливается этиловый спирт (можно денатурат). Затем в цилиндр

небольшими порциями всыпают предварительно измельченные кристаллики марганцовокислого калия. Падающие крупинки перманганата, достигая границы, разделяющей спирт и серную кислоту, вызывают в этом слое непрерывные вспышки. В течение нескольких минут можно наблюдать внутри жидкости красивый фейерверк.

Вспышки происходят при мгновенном воспламенении спирта за счет кислорода, выделяющегося из крупинок перманганата при соприкосновении их с серной кислотой.

«Звездный» дождь

Тщательно на бумаге смешивают по одной ложечке порошков: марганцовокислого калия, древесного угля и восстановленного железа. Смесь насыпают в железный тигелек, который помещают в кольцо металлического штатива и нагревают спиртовкой.

Вскоре из тигелька выбрасывается «звездный» дождь, в пожарном отношении совершенно безопасный.

Объяснение опыта: уголь и железо окисляются кислородом, выделяющимся при разложении марганцовокислого калия; а раскаленные частицы железа выбрасываются из тигелька углекислым газом, который образуется при сгорании угля.

Безобидный пулемет

В большую фарфоровую ступку помещают несколько кристалликов бертолетовой соли и такое же количество серы в порошке. При трении пестиком с небольшим нажимом происходят непрерывные потрескивания, напоминающие выстрелы. Это происходит в результате окисления серы за счет кислорода бертолетовой соли.

Огненные краски

Пропитать несколько раз полоску белой бумаги в насыщенном растворе бертолетовой соли, затем бумажку высушить. Вторую бумажку обработать также раствором бертолетовой соли с примесью натриевой селитры, третью — с примесью азотнокислого стронция, четвертую — с примесью азотнокислого бария. При сжигании каждая бумажка окрашивается в характерный цвет (фиолетовый, желтый, зеленый и красный).

В качественном анализе часто по изменению окраски пламени определяют состав вещества.

Взрывчатая вата

Смешивают в стеклянном стаканчике 1 часть концентрированной азотной кислоты и 2 части концентрированной серной кислоты. В смесь опускают гигроскопическую вату (обезжиренную эфиром). Спустя 15—20 секунд вату вынимают, хорошо промывают водой до исчезновения кислой реакции на лакмус, затем спиртом, отжимают кусочком фильтровальной бумаги и высушивают в фарфоровой чашке на водяной бане.

Получаются азотнокислые эфиры клетчатки (нитроцеллюлоза). Реакция $(C_6H_9O_4OH)_n + nHNO_3 \rightleftharpoons nH_2O + (C_6H_9O_4NO_2)_n$ представляет первую ступень действия азотной кислоты; реакция $[C_6H_7O_2(OH_3)]_n + 3nHNO_3 \rightleftharpoons 3nH_2O + [C_6H_7O_2(NO_2)_3]_n$ представляет высшую ступень нитрования.

Кладут рядом кусочек нитроцеллюлозы и гигроскопической ваты. Поджигают их. Нитроцеллюлоза быстро вспыхивает, гигроскопическая вата медленно сгорает.

Большую скорость горения нитроцеллюлозы можно показать так: на ладонь кладут 0,1—0,2 г распушенной абсолютно сухой нитроцеллюлозы и воспламеняют ее при помощи искры от зажигалки. Сгорание происходит так быстро, что огонь не успевает причинить какого-либо ожога.

Очень интересный опыт для демонстрации бризантных свойств нитроцеллюлозы рекомендует Г. Б. Тальковский («Химия в школе» № 5, 1958):

0,4—0,5 г абсолютно сухой нитроцеллюлозы помещают в склянку из-под пенициллина. Стеклобанку «бомбу» плотно затыкают резиновой пробкой и кладут на дно консервной банки емкостью 500—1000 мл. Банку прикрывают плотно деревянной или металлической крышкой и помещают на электроплитку. Через 1—2 минуты происходит оглушительный взрыв. В закрытой банке остаются мелкие осколки стекла, что указывает на бризантные свойства нитроцеллюлозы. В большинстве случаев пробка не успевает быть выброшенной из склянки и отваливается при взрыве вместе с горлышком.

Опыт совершенно безопасен.

ОПЫТЫ С КРАСКАМИ, КРАСИТЕЛЯМИ И ПИГМЕНТАМИ

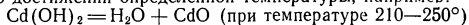
Краски-сигналы

Некоторые химические соединения изменяют свою окраску при нагревании. Так, например, сернистый кадмий, который при обыкновенной температуре бывает желтого цвета, при нагревании становится буро-красным; красная окись железа Fe_2O_3 при нагревании чернеет, а при охлаждении снова краснеет; окись цинка при обыкновенной температуре белого цвета, но при сильном нагревании приобретает желтую окраску; красная окись ртути при нагревании чернеет, а, охладившись, принимает прежнюю окраску.

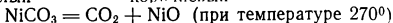
Особенно чувствительна к изменениям температуры сложная соль серебра, ртути и йода Ag_2HgJ_4 . Соль эта желтого цвета, но после самого незначительного нагревания делается ярко-красной.

Вещества, изменяющие свою окраску при нагревании, получили применение как краски-сигналы. Изменением цвета они сигнализируют об опасном перегревании машин, например химической аппаратуры при производстве взрывчатых веществ и т. д.

При помощи красок-сигналов, или термокрасок, можно судить о степени нагретости поверхности металла. Такие соединения обладают свойствами менять свой цвет по достижении определенной температуры, например:



белый коричневый



зеленый желтый

Если нанести на поверхность металла вместе с воском порошок $\text{Cd}(\text{OH})_2$ и NiCO_3 , поместить их в пробирки и нагревать, то легко заметить изменение цвета термокрасок.

Свечение карбоната свинца и мела

В затемненном помещении на металлическую пластинку, нагретую приблизительно до 600° , насыпается понемногу карбонат свинца. При этой температуре начинается разложение карбоната, сопровождаемое хорошо заметным оранжевым свечением. Вместо карбоната свинца можно взять порошок чистого мела, желтое свечение которого ярче и появляется при более низкой температуре и даже при очень слабом освещении.

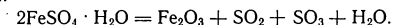
Получение красящих пигментов

Пигмент — это красящее вещество. Все пигменты разделяются на две группы: 1) с неорганической основой и 2) с органической основой. К первой группе принадлежат различные окислы металлов, соли, ко второй — главным образом производные анилина.

Красная окись железа. Красную окись железа можно получить путем прокаливании сернокислого железа $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ при температуре $700\text{—}825^{\circ}$.

Вначале соль нагревают до температуры 200° , при этом удаляется часть кристаллизационной воды и получается железный купорос состава $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Этот процесс можно провести в железном или фарфоровом тигле, путем нагревания его на спиртовке или электроплитке.

При дальнейшем нагревании железный купорос разлагается:



Лучше всего второй процесс провести в тигельной или муфельной печи с температурой нагрева $700\text{—}900^{\circ}$. Но до температуры 900° не стоит доводить, так как вещество при этом примет темно-красный цвет с синим оттенком. Лучше всего вынуть тигель из печи, когда окись железа примет красную окраску. Полученное вещество, после того как оно остынет, промывают и сушат. Это делают для того, чтобы удалить различные примеси солей.

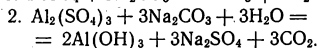
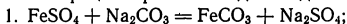
Красная окись железа имеет удельный вес $5\text{—}5,15$, устойчива к действию солнечных лучей, атмосферных явлений, щелочей и слабых кислот. Для окраски одного квадратного метра дерева или железа требуется $3\text{—}4$ г. Краска хорошо растирается с олифой. Из полученного

пигмента можно приготовить масляную или акварельную краску.

Коричневый марс. 10 г железного купороса и 5 г алюминиевых квасцов растворяют в 60 мл воды, затем приготавливают 25 мл раствора 20% углекислого натрия и медленно приливают его в первый раствор при температуре 35—40°, все время помешивая.

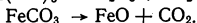
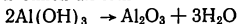
Помешивание продолжают в течение 10—15 минут. Полученную массу сначала нагревают при температуре 40—50°, а когда она высохнет, прокаливают при температуре 400°. Для полной очистки от присутствия солей, главным образом сернокислого натрия, прокаленную краску снова промывают, фильтруют и сушат при 40—50°.

Химический процесс протекает в две стадии:



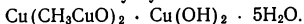
При прокаливании до 400° углекислое железо и гидрат окиси алюминия переходят в окислы.

Таким образом, коричневый марс является смесью закиси железа и окиси алюминия:



Применяется эта краска исключительно для художественных целей.

Медянка — основная уксуснокислая соль меди:



Получают медянку следующим образом: в одном стакане растворяют 25 г медного купороса в 200 мл воды при температуре 50—60°, в другом стакане — 6,5 мл 6% раствора едкого натра, в третьем стакане — 2,5 мл раствора 24% едкого натра.

В раствор медного купороса медленно, все время помешивая, приливают 6,5 мл раствора 6% едкого натра. По окончании приливания едкого натра продолжают перемешивание в течение 5—10 минут, до тех пор, пока жидкость не примет зеленояблочную окраску. Затем жидкости дают отстояться в течение 10 минут. Верхний слой жидкости сливают, и осадок промывают 3 раза водой (методом декантации).

В первой стадии процесс протекает по следующему уравнению:



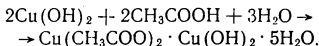
После последнего отстаивания (декантации) к осадку прибавляют 2,5 мл раствора 24% едкого натра. Полученное вещество вновь размешивают в течение 15 минут, пока осадок не изменит свой цвет из зеленояблочного в небесно-голубой.

Во второй стадии процесса полностью осаждается гидрат окиси меди и в растворе остается серноокислый натрий:



Для удаления серноокислого натрия полученный гидрат окиси меди промывают несколько раз водой, затем фильтруют. На фильтре осадок обрабатывают 6 мл концентрированной уксусной кислоты (60—80% крепости).

Образуется основная уксуснокислая соль (медянка), которая растворяется в воде. Фильтрат оставляют стоять до полной кристаллизации соли:



Полученную медянку фильтруют и просушивают при температуре 50—60°.

Медянка в чистом виде не применяется. Ее смешивают с свинцовыми или цинковыми белилами 1:1, тогда она приобретает хорошие свойства. Окрашенные ею предметы сохраняют свой цвет в течение 10 лет и более.

Желтый свинцовый крон. Все кроны в своем составе содержат хромовые соли. Краски эти имеют широкое применение в малярном деле.

В стакан наливают 50 мл 10% уксусной кислоты и 25 г глета (окись свинца — PbO), все время помешивая, пока смесь не побелеет. Образуются уксуснокислые соли. Если масса загустеет, то приливают воду.

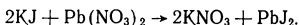
Во втором стакане в 40—50 мл горячей воды растворяют 8 г двуххромовокислого калия или натрия и к этому раствору медленно приливают 3,2 крепкой серной кислоты. Когда смесь остынет, ее медленно вливают при перемешивании в сосуд с уксусносвинцовой солью.

В результате взаимодействия двух солей — основной уксусносвинцовой и хромовой образуется желтый крон,

цвет которого может колебаться от лимонного до оранжевого. Это зависит от количества серноокислого свинца в краске. Полученный крон отфильтровывают, промывают и после отстаивания сушат.

Смешивая с маслом, получают хорошую краску, устойчивую к свету.

Йодистый свинец. В стакане с 30 мл воды растворяют 10 г йодистого калия, в другом стакане растворяют 10 г азотнокислого или уксуснокислого свинца. Оба раствора сливают в третий большой стакан, где и происходит реакция. Выпадают ярко-желтые кристаллы йодистого свинца:



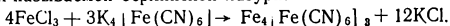
Раствору дают отстояться, а затем сливают с осадка. Полученную краску промывают 2—3 раза и после каждой промывки дают отстояться. После последней декантации прозрачную жидкость сливают и осадок сушат при температуре 50—60°. Высушенную краску помещают в пробирку и приготавливают масляную или акварельную краску.

Бланфикс. Бланфикс — белая краска, ее химический состав BaSO_4 . Бланфикс применяется для получения глянцевого и матового бумажного.

В стакане приготавливают 150 мл раствора 3% хлористого бария, в другом стакане — 150 мл раствора 6% серноокислого натрия. Раствор серноокислого натрия нагревают до 60° и медленно в него вливают раствор хлористого бария.

Полученный бланфикс оставляют стоять в течение нескольких часов, после чего сливают прозрачный раствор. Осадок подсушивают при температуре 50—60°.

Получение берлинской лазури. В стакан наливают 20—30 мл 0,1N раствора хлорного железа или железных квасцов. После прибавления 1—2 мл 0,1N раствора железистосинеродистого калия жидкость мгновенно окрашивается в синий цвет, что объясняется образованием так называемой берлинской лазури:



Берлинская лазурь — ценная краска.

Приготовление сухих акварельных красок. В фарфоровую чашку наливают 6 весовых частей воды и насыпают 7 весовых частей декстрина, тщательно смешивают и на-

гревают на слабом огне до полного растворения декстрина. К этой массе прибавляют 6 частей крахмальной патоки или меда и несколько капель 5% карболовой кислоты. Всю массу тщательно размешивают в фарфоровом тигле или чашке, чтобы не было комков и крупинок. Когда связующее вещество будет хорошо растерто, в него прибавляют красящий пигмент в пропорции: $\frac{1}{3}$ связующего вещества и $\frac{2}{3}$ краски. Снова хорошо размешивают в тигле до тех пор, пока масса не примет однородную структуру и окраску. Связующее вещество заготавливается сразу на несколько различных красок. Растертую смесь подогревают на водяной бане при температуре 35—40° до тех пор, пока она не загустеет. Затем ее помещают на стекло и шпателем выравнивают в виде узкой полоски. Краска начинает затвердевать. Ножом ее режут на кусочки и оставляют на стекле до следующего дня. Когда краска окончательно высохнет, ее завертывают в пергаментную бумагу или фольгу.

Флуоресцирующие вещества

Флуоресценцией называется свечение тела, возбуждаемое посторонним источником света.

Существуют замечательные флуоресцирующие краски — флуоресцеин, эозин и др.

Растворите 1 г флуоресцеина в 100 мл 10% водного раствора едкого натра (раствор не должен быть мутным), 1 мл такого раствора можно смешать с 50 000 000 мл воды и полученный раствор все еще будет флуоресцировать желтовато-зеленоватым цветом.

Заметной флуоресценцией при действии ультрафиолетовых лучей кварцевой лампы обладают также растворы хинина и акрихина.

Старейшая синтетическая краска

Эту краску можно легко получить в лаборатории. 1 мл расплавленного фенола вливают по каплям в стаканчик с 10 мл азотной кислоты (уд. вес 1,3). Жидкость постоянно помешивают стеклянной палочкой, а затем нагревают в вытяжном шкафу до кипения. При охлаждении выпадают желтые кристаллы пикриновой кислоты, иначе называемой тринитрофенолом. Впервые она была получена

еще в 1771 году и является, таким образом, одной из старейших синтетических красок.

Пикриновая кислота не только краска, но и взрывчатое вещество. В первую мировую войну она применялась для начинки снарядов. Пикриновая кислота в виде 2—3 % водного раствора — хорошее средство против ожогов.

Меланин

Меланин ($C_8H_5NO_3$) — пигмент, окрашивающий кожу и волосы. Летний загар появляется в результате образования в коже повышенного количества меланина. Цвет рыжих волос зависит от присутствия в них окисленного, более светлого меланина.

Превращение темных волос в светлые при помощи перекиси водорода, окисляющей меланин, можно показать путем следующего опыта. Берут прядь длинных темных волос и погружают на две трети в бокал с 3 % перекисью водорода, к которой прибавлено несколько мл пергидроля. Когда волосы станут рыжеватыми, их на $\frac{2}{3}$ извлекают из раствора, а нижнюю треть подвергают более длительному воздействию раствора. Потом волосы промывают в воде. Та часть пряди, которая не соприкасалась с перекисью водорода, остается темной, средняя часть — рыжеет, а конец пряди становится совершенно белым.

Драконова кровь

Драконовой кровью называют самый распространенный из ртутных минералов — киноварь (древнегреческое название «кинабар» — драконова кровь). Минерал этот имеет кроваво-красный цвет. Киноварь — химическое соединение ртути с серой. При нагревании до нескольких сот градусов киноварь легко взаимодействует с кислородом воздуха — выделяется сернистый газ и получается металлическая ртуть.

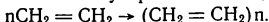
Киноварь используют для приготовления киноварных красок: художественных и технических. Лучшие сорта красной резины окрашены киноварной краской. Из киновари готовят лучшие краски для подводных частей морских судов.

ПОЛИМЕРЫ

Высокомолекулярными соединениями, или полимерами, называются соединения, молекулы которых содержат тысячи и даже миллионы атомов.

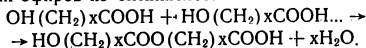
Высокомолекулярные соединения разделяются на две группы: природные и синтетические полимеры. К числу важнейших природных полимеров относятся целлюлоза, крахмал, белки и др. К синтетическим — пластмассы, химические волокна, синтетический каучук и различные смолы.

Синтетические полимеры получают двумя основными путями: методом полимеризации и методом поликонденсации. Полимеризацией называется реакция соединения между собой молекул одного и того же вещества в одну молекулу. Примером реакции полимеризации может служить реакция образования полиэтилена посредством полимеризации низкомолекулярного этилена:



Полимеризация не сопровождается выделением каких-либо атомов или групп. Мономер и продукт его полимеризации имеют один и тот же элементарный состав. Принципиально реакция полимеризации происходит за счет разрыва двойных связей.

Получение полимеров методом поликонденсации сопровождается отщеплением простых молекул воды, аммиака, спирта, кислоты и др. В качестве примера реакции поликонденсации можно привести реакцию образования сложных эфиров из оксикислот:



Методом поликонденсации получают различные виды

пластмасс (бакелит, мочевино-формальдегидные смолы, алкидные смолы и др.), капрон, нейлон; некоторые виды каучукоподобных материалов (тиокаучук) и пр.

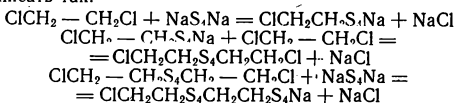
В этом разделе приведены некоторые простые опыты, которые могут оказаться полезными при проведении лекций и бесед на тему: «Высокомолекулярные соединения и их применение в технике».

Тиокаучук

Каучук получают в технике различными методами: из этилового спирта через дивинил по методу С. В. Лебедева, из газов крекинга нефти по методу Б. В. Бызова, из ацетилена по методу Н. Д. Зелинского и А. Л. Клебанского и др.

Одним из видов каучука является тиокаучук, или тиопласт. Получают его при нагревании дихлорэтана с полисульфидами щелочных металлов. В промышленности такой каучук называется тиоколом.

Уравнение реакции образования тиокаучука можно записать так:



и т. д.

Реакция протекает по схеме линейной конденсации.

Получить тиокаучук можно в лабораторных условиях следующим образом. В стакане на 200 мл, содержащем 100 мл воды, растворяют 4 г едкого натра. Раствор нагревают до кипения и добавляют 7—10 г серного цвета до тех пор, пока не растворится вся сера. По мере нагревания цвет раствора становится коричневым. Охладив раствор до 80°, добавляют 20 мл дихлорэтана и продолжают нагревать при температуре не выше 83° (дихлорэтан лучше добавлять по частям). После окончания реакции образуется губчатый эластичный осадок тиокола.

Тиокол используется в авиационной, полиграфической, химической промышленности. Из него готовят обкладки химических аппаратов. Тиокол используют для получения защитных покрытий на ткани, например аэростатной,

непроницаемой для водорода и гелия. Готовят из тиокола и бытовые изделия.

Открытие серы в вулканизированном каучуке. В пробирку помещают несколько кусочков резины. При нагревании резины выделяется сероводород, который можно открыть при помощи бумажки, пропитанной какой-либо растворимой в воде солью свинца. Бумажка при этом чернеет.

Каучук растворяется в бензине. Поместите в пробирку несколько кусочков каучука и налейте в ту же пробирку бензин. Через сутки каучук растворяется с образованием резинового клея.

Каучук имеет неопределенный характер. Разбавьте немного резинового клея бензином. Часть раствора взболтайте с бромной водой — окраска брома исчезает. Такой же результат получается при взбалтывании раствора каучука с марганцовокислым калием. Окраска KMnO_4 исчезает. Эти две реакции являются качественными реакциями на двойную связь.

Деполимеризация каучука. В небольшой пробирке с отводной трубкой нагревают немного каучука. Образующиеся парообразные продукты отводят в пробирку, охлаждаемую в стакане с водой, где они конденсируются. Полученный продукт деполимеризации представляет собою изопрен. Двойные связи в этом соединении можно обнаружить при помощи бромной воды или раствора марганцовокислого калия. Оба раствора при взбалтывании с изопреном обесцвечиваются.

Перевоплощение киноленты

Последние кадры промелькнули на экране. В зале зажгли свет. Взмолнованные фильмом зрители покидают кинотеатр. Но просмотренной ими киноленте предстоят еще сотни сеансов, пока она не износится настолько, что механики не смогут уже «крутить» ее.

Со всех концов Советского Союза такие отжившие фильмы стекаются на склады. Только в Москве их ежегодно накапливается свыше 400 тонн. Что делают с этой массой легковоспламеняющегося материала? Раньше его сжигали в специальных печах. Это неумолимо требова-

ли интересы пожарной безопасности. А сейчас на московской фабрике «Заря» для старых кинолент нашли новое применение. Пленка разматывается и погружается в ванны с горячим 2% раствором щелочи. Здесь в течение двух минут смывают эмульсию. Смытую эмульсию после ряда операций превращают в сгустки отходов, содержащих серебро. Их отправляют на другое предприятие для извлечения чистого серебра. А пленка промывается чистой горячей водой и превращается в различные изделия (гребни, расчески, пудреницы, портсигары и др.). Пленка представляет собою полимер-нитроцеллюлозу.

Старая кинолента начинает новую жизнь, новую службу. Можно легко в лаборатории или дома очистить киноленту от светочувствительного слоя, опустив ее в 2% раствор щелочи. Пленка хорошо промывается водой и высушивается на воздухе.

Из пленки можно приготовить нитролак, нитрокраски, нитроклей для кожи.

Для приготовления нитролака в пробирке при перемешивании стеклянной палочкой растворяют в смеси 80% ацетона и 20% бензола или амилацетата кинофотопленку до тех пор, пока лак не примет консистенцию глицерина. Приготовленным лаком можно покрыть металлическую или деревянную поверхность.

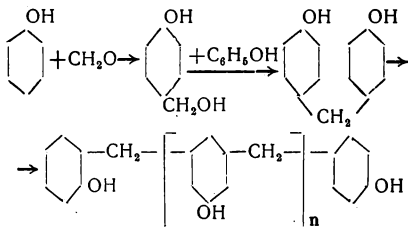
Для приготовления нитроклея в раствор нитролака добавляют немного канифоли (приблизительно около 20% от веса взятой кинопленки). При помощи приготовленного клея показывают операцию склеивания между собой двух лоскутов мягкой кожи (хрома, шевро и др.). Для этого лоскуты смазывают со стороны мездровой части полученным клеем и проглаживают нагретым до 80—100° утюгом или каким-либо сосудом с горячей водой. После охлаждения можно показать прочность полученного клеевого шва.

Для приготовления лака в раствор кинопленки вводят немного спиртового раствора какого-либо органического красителя (родамина или др.).

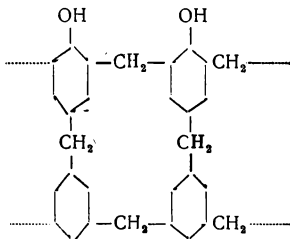
Изготовление красителя для кожи, автомобилей и других технических целей можно показать путем растирания лака с некоторым количеством окиси хрома, сажи, окиси цинка или другого пигмента.

Фенолформальдегидные смолы*

Фенолформальдегидные смолы получают при поликонденсации фенола с формальдегидом в присутствии кислот и щелочей. Реакция протекает по схеме:



Продукты конденсации, полученные в кислой среде, называются н о в о л а к а м и. Полученные же в щелочной среде называются б а к е л и т а м и. Строение бакелитов до сих пор еще окончательно не исследовано. Одна из возможных схем строения основной части бакелита следующая:



* Для желающих подробно познакомиться с фенолформальдегидными смолами рекомендуем книгу Г. С. Петрова, Б. Н. Рутовского, И. П. Лосева «Технология синтетических смол и пластических масс», М. — Л., 1946.

Получение новолачной смолы (кислотная поликонденсация). 50 г кристаллического фенола, 35 г формалина и 0,5 мл соляной кислоты смешивают в колбе на 250 мл, снабженной обратным холодильником, и ставят на водяную баню. Примерно через полчаса в результате бурной реакции жидкость закипает. Колбу немедленно снимают с бани, и как только реакция затихнет, снова помещают на водяную баню и продолжают нагревать до расслоения смеси на два слоя: в верхнем слое — вода, в нижнем — конденсационная смола. Затем все из колбы выливают в фарфоровую чашку и по остывании водный слой сливают, а нижний медленно нагревают на масляной или воздушной (хорошо на электрической) бане, доводя температуру постепенно до 200°. Появляющаяся вначале пена исчезает, как только испарятся остатки воды, и поверхность смолы становится гладкой. Еще горячую смолу выливают на лист жести. После охлаждения смола затвердевает и принимает светло-желтую окраску. Смола растворима в спирте. Выход — 45 г.

Получение бакелита (щелочная поликонденсация). Получение бакелита состоит из двух стадий: получение растворимого продукта конденсации; превращение (спекание) в неплавкую нерастворимую форму.

1. Получение растворимого продукта конденсации ведут так же, как и при получении новолака. В колбе с обратным холодильником нагревают на водяной бане смесь фенола кристаллического — 50 г, 38—40% формалина — 50 г и 25% аммиака — 5 г. После образования двух слоев смесь выливают в фарфоровую чашку и по охлаждении верхний слой сливают, нижний слой (продукт конденсации) промывают до нейтральной реакции. При нагревании эта светло-желтая смола становится жидкой. Смола растворима в спирте, ацетоне. Выход — 60—65 г.

2. Для превращения плавкого и растворимого продукта конденсации в бакелит его обезвоживают осторожным нагреванием с перемешиванием на водяной бане при температуре не выше 60° (лучше всего это сделать при небольшом вакууме). Разлив смолу в пробирки, ее спекают (полимеризуют далее) в термостате или над электролампой в асбестовом кожухе, добиваясь равномерного прогревания, вначале при 60—70° (8—10 часов), затем при 80—90° (4—5 часов) и заканчивают процесс при 100—120°, когда бакелит легко будет извлекаться из пробирки.

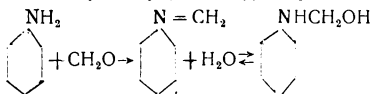
Выход твердого неплавкого и нерастворимого продукта — 50 г.

Для демонстрации получения бакелита на уроке за 20—30 мин. можно провести в следующем варианте.

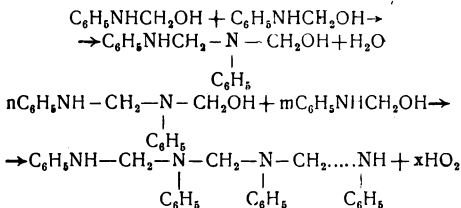
25 г фенола расплавляют в фарфоровой чашке, затем вносят 2,5 г растертого в ступке едкого натра и 18 мл 40% формалина. При постоянном перемешивании стеклянной палочкой смесь нагревают до тех пор, пока масса не будет пениться и не уплотнится (тяга). При медленном охлаждении получается янтарноподобный продукт, который можно обрабатывать напильником.

Амино-формальдегидные смолы

Конденсация ароматических аминов с формальдегидом идет по следующему (главному) направлению:



Молекулы аминспирта далее образуют цепи с выделением воды:



Получение анилино-формальдегидной смолы. Смешивают в банке 46,5 г свежеперегнанного анилина, 46,5 г 35% формалина и 7,5 г 80% уксусной кислоты и взбалтывают при комнатной температуре 1,5—2 часа, не давая температуре подняться выше 50° (реакция экзотермическая), помещая банку время от времени в холодную воду. Постепенно вся масса густеет и превращается в аморфный порошок (ангидро-формальдегид-анилин). По-

следний переносят в чашку, промывают декантированием водой от уксуснокислого анилина, затем смесью спирта и эфира (для сушки) и отжимают на фильтровальной бумаге. Превращение полученного порошка в смолу проводят в стаканчике на 150 мл. Добавив 8—10 мл уксусной кислоты, нагревают смесь медленно на сетке до 130—140°. Уже через 15—20 минут смесь сплавляется в смолу, принимая желтую или оранжевую окраску. Когда смола станет прозрачной, для увеличения твердости ее дополнительно нагревают при той же температуре 2—3 часа. Для охлаждения смолы ее, еще горячей, выливают на лист жести или в какую-нибудь форму. Смола растворима в спирто-бензольной смеси. Выход — 40—45 г.

Амидо-формальдегидные смолы (аминопласты)

Большое практическое значение имеет мочевино-формальдегидная смола, получаемая конденсацией мочевины с формальдегидом в водном растворе при воздействии щелочных и кислых катализаторов. При щелочной конденсации сперва образуется монометилолмочевина (1), а при избытке формальдегида — и диметилолмочевина (2), через стадию образования которых и протекает дальнейшая конденсация с получением нерастворимой смолы:

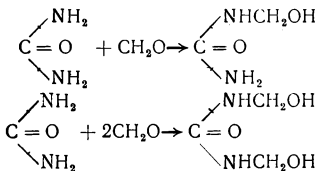
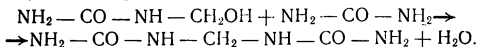


Схема последующей конденсации в настоящее время точно не установлена. Для простоты можно изобразить линейную схему образования цепей, которые образуются ввиду наличия реакционных групп на концах молекулы:



Этот первичный продукт конденсации может конденсироваться дальше или с мочевиной, или с метилолмочевиной, с последующим наращиванием длины цепи.

Получение мочевино-формальдегидной смолы. Реактивы: мочевина — 20 г, 40% формалин — 30 мл. Катализатором в данной конденсации служит всегда присутствующая в формалине свободная муравьиная кислота.

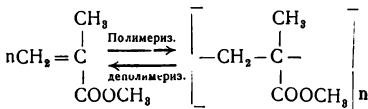
Реагенты смешиваются в стаканчике, и смесь медленно нагревается на асбестовой сетке. Когда все перейдет в раствор, быстро, в результате бурного превращения, образуется белый порошок полимера. Для избежания разбрызгивания необходимо реакционный стакан накрыть перевернутым другим большим стаканом. Опыт требует 3—5 минут.

Получение полимера из тиомочевины и формальдегида. 20 г тиомочевины растворяют при нагревании, помешивании и встряхивании в формалине — 20 мл. Нагревание продолжают до образования консистенции меда. После быстрого охлаждения получают стеклообразную, почти бесцветную массу. Неосторожное нагревание ведет к перегреву продукта и разложению его с образованием дурнопахнущего меркаптана. Время опыта 10—15 минут.

Органическое стекло

Органическое стекло — плексиглас — в особых условиях легко превращается в жидкость, которая снова может быть превращена в твердую смолу. Исходным продуктом для получения органического стекла служит мономер — метилметакрилат, иначе называемый метиловым эфиром метакриловой кислоты.

Процесс полимеризации и деполимеризации может быть выражен следующей схемой:



Для опытов можно воспользоваться изделиями, изготовленными из органического стекла (портсигары, ручки, мундштуки и др.). Процесс полимеризации и деполимеризации можно провести следующим образом.

Деполимеризация плексигласа. 50 г мелких кусочков плексигласа смешивают с 25 г прокаленного песка и нагревают в колбе Вюрца на песчаной бане при температу-

ре 250—300°. В течение двух часов отгоняют в приемник образующийся метилметакрилат. Затем полученную жидкость перегоняют в присутствии 2 г гидрохинона (стабилизатор) с дефлегматором, отбирая фракцию в пределах 95—105°. Эту фракцию последовательно промывают 1% раствором соды, 2% раствором серной кислоты, сушат сернистым натрием. Повторная перегонка дает чистый продукт с температурой кипения 99—100°.

Полимеризация мономера. В колбу с обратным холодильником наливают 50 г перегнанного метилметакрилата и 0,6 г перекиси бензоила. Смесь нагревают на водяной бане при температуре 58—60° до образования вязкой сиропообразной массы. Процесс длится примерно 3—4 часа.

Сироп разливают в формы или пробирки и ставят в термостат, постепенно повышая температуру до 100°. Термостат можно заменить мощной электролампой. Вязкая жидкость через некоторое время превращается в твердую, прозрачную, стеклообразную массу. Органическое стекло хорошо растворяется в ацетоне, хлороформе, этилацетате.

Для получения из массы полимера-пластинки готовится специальная форма.

Между двумя чистыми стеклянными пластинками помещается прокладка (от толщины прокладки будет зависеть и толщина получаемого органического стекла); края пластинки обклеиваются с трех сторон бумагой (лучше калькой). После того, как клей просохнет, прокладка вынимается. Получается форма, напоминающая ящичек. В эту форму заливается густой продукт. Заполненная форма ставится в термостат при 50—60°. Форма из термостата периодически вынимается, охлаждается и снова нагревается до превращения вязкого продукта в твердый, стеклообразный. При этом соблюдается температурный режим, так как перегрев ведет к образованию в массе пузырьков. После охлаждения всей массы бумагу формы размачивают водой и освобождают пластинку органического стекла.

Сложные полиэфиры (полиэфирные смолы). При поликонденсации многоосновных ароматических кислот с многоатомными спиртами получают сложные полиэфиры. Важным представителем этой группы синтетических

смола является глицеринофталиевый полиэфир (глифталиевая смола).

В пробирку помещают 5 г фталиевого ангидрида и 3 мл глицерина. Смесь нагревают в пламени спиртовки 10—12 минут. Полученную жидкость выливают на стекло. Постепенно жидкость застывает, превращаясь в клеевидную прозрачную смолу (продукт неполной конденсации).

Если часть жидкости дополнительно нагреть в течение 5 минут и вылить на стекло, то получается смола бледно-желтого цвета.

Шелк из пороха

Первая попытка получить шелк искусственным путем из целлюлозы относится к середине XIX века. Так как в состав натурального шелка входят 4 вида атомов (углерод, кислород, водород, азот), а в целлюлозе их только три (углерод, кислород, водород), то решили обработать ее азотной кислотой. Полученная азотосодержащая целлюлоза легко растворялась в спирте, а также в смеси спирта и эфира. Раствор ее можно было вытянуть в тонкие шелковые нити.

Вещество такого состава легко приготовить в лаборатории.

Осторожно смешивают в фарфоровой чашечке 2 мл концентрированной азотной кислоты (удельный вес 1,4) и 5 мл серной кислоты (удельный вес 1,84). Полученную смесь охлаждают до 20° и погружают в нее на несколько секунд 0,4 г гигроскопической ваты. Затем осторожно вынимают вату стеклянной палочкой, хорошо промывают ее сначала водой, а потом раствором соды до нейтральной реакции, затем снова промывают водой и высушивают при обыкновенной температуре. Обработанный таким путем клочок ваты превратился в тринитроклетчатку. Нитроклетчатка (иначе нитроцеллюлоза, или пироксилин) служит основой для производства бездымного пороха и других взрывчатых веществ.

Если небольшой кусочек нитроклетчатки внести в пламя, то происходит моментальная вспышка.

Растворив нитроклетчатку в смеси равных объемов спирта и эфира, получают клейкий раствор. Если погрузить в раствор стеклянную палочку и затем быстро ее вытащить, то можно видеть образовавшиеся тонкие ни-

ти, так как спирт и эфир очень быстро испаряются. Из таких нитей раньше и изготовляли искусственный шелк.

Нитрошелк огнеопасен, и поэтому его выработка в настоящее время совершенно прекращена.

Ткань, которая не мешает загорать на солнце

Как правило, ткани не пропускают ультрафиолетовых лучей. Однако в купальном костюме, сделанном из ацетатного шелка, можно загорать на солнце с таким же успехом, как и без костюма. Получается этот шелк из хлопковой целлюлозы, обработанной уксусной кислотой или уксусным ангидридом.

В лаборатории ацетилцеллюлозу можно получить следующим образом.

Наливают в колбу 15 г ледяной уксусной кислоты и 1—2 капли концентрированной серной кислоты. Колбу нагревают на водяной бане до 60—70° (термометр помещается внутри колбы), затем понемногу добавляют 3 г гигроскопической ваты. Колбу при этом хорошо взбалтывают. Когда образуется кашица, колбу снимают с бани и приливают при взбалтывании 10—15 мл уксусного ангидрида до растворения клетчатки. Если смесь разогреется, прекращают на время приливание ангидрида.

Полученный раствор тонкой струйкой выливают в стакан с водой, где он застывает. Это и есть ацетилклетчатка.

На фабриках, для того чтобы получить шелк, растворяют ацетилклетчатку в смеси спирта и ацетона и продавливают через тонкие отверстия (фильеры).

Самые тонкие шелковые нити

До недавнего времени предельно тонким волокном считали паутину. Оказывается, однако, что можно приготовить еще более тонкие нити. Нити натурального шелка имеют толщину 18 микронов, паутина — 3—5 микронов, а волокна медно-аммиачного шелка — только 2 микрона. Изготовленные из медно-аммиачного шелка чулки и ткани столь тонки, что кажутся совершенно прозрачными.

Медно-аммиачный шелк готовится путем растворения целлюлозы в аммиачном растворе гидрата окиси меди.

В лаборатории этот шелк можно получить так: 1 г медного купороса растворяют в воде и приливают раствор едкого натра до полного выпадения осадка, избегая избытка щелочи. Осадок отфильтровывают, хорошо промывают водой и обезвоживают между листами фильтровальной бумаги.

Затем осадок растворяется в концентрированном аммиаке (избегать избытка!). В этот раствор (так называемый Швейцеров реактив) погружают 0,5 г гигроскопической ваты и размешивают до полного растворения. Полученный раствор выливают тонкой струйкой в высокий стакан с 500 мл воды, подкисленной 10 мл концентрированной серной кислоты (уд. вес. 1,84).

Из раствора клетчатки в медно-аммиачном комплексе можно приготовить нить. Для этого готовится достаточно концентрированный раствор клетчатки в реактиве Швейцера, который профильтровывается через стеклянную вату.

Затем раствор наливается в воронку с тонко оттянутым концом, который на 2 см погружается в разбавленный раствор соляной кислоты (1 : 10), налитый в высокий цилиндр.

Как только нить появится из отверстия воронки, ее зацепляют крючком, которым заканчивается длинная стеклянная палочка (рис. 29). Медленно вращая палочку и постепенно погружая ее в раствор соляной кислоты, наматывают на палочку нить. Как только палочка будет обмотана нитью до самого верха, можно дать ей возможность под силой собственной тяжести опуститься до дна цилиндра, после чего зацепить и наматывать новую нить.

Так можно продолжать опыт до полного израсходования раствора на воронке. С течением времени нить становится белой (вследствие гидролиза), а раствор голубым. Весь опыт длится не более 3—5 минут.

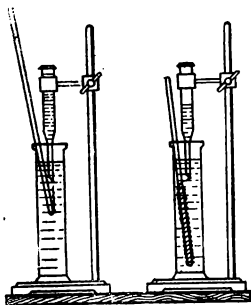


Рис. 29.

Капроновые волокна

Эти волокна формируются из полимера капролактама. Капролактамам можно синтезировать, исходя из веществ, получаемых из каменного угля или нефти по различным технологическим схемам.

В настоящее время наиболее разработанный метод промышленного синтеза капролактама — это получение его из фенола. Капролактамам может быть получен из бензола и циклогексана, источником которого может служить нефть. Формула капролактама:



Капроновые нити получают, пропуская жидкую нагретую смолу через «сито» с мельчайшими отверстиями диаметром 0,25 микрона.

Капроновое волокно превосходит по прочности хлопковое, вискозное и другие виды волокна. Отрицательным его качеством является полная гидрофобность, т. е. неспособность впитывать влагу.

Если поместить изношенный капроновый чулок в жестяную банку и нагреть, то он расплавляется в жидкую массу, которая, затвердев, превращается в кусочек смолы.

Можете легко из капрона приготовить капроновые нити. Для этого разрезают капроновый чулок на кусочки и кладут их в консервную банку. Когда куски чулка расплавятся — превратятся в жидкую смолу, стеклянной палочкой потягивают смолу вверх. Застывая на воздухе, смола превращается в тонкие нити.

Некоторые цветные реакции на волокна

1. Несколько ленточек вискозного шелка помещают в пробирку с концентрированной серной кислотой.

Через несколько минут волокно окрашивается в красно-коричневый цвет.

2. Образцы вискозного и ацетатного волокон помещают в пробирки или фарфоровые чашки с 0,5% раствором марганцевокислого калия.

Через несколько минут вискозное волокно окрасится в темно-серый цвет, ацетатное — в черный цвет.

3. Образцы вискозного и натурального шелка помещают в фарфоровые чашки или пробирки с 0,5% раствором бихромата калия.

Через несколько минут вынуть образцы волокон, промыть их и высушить.

Натуральный шелк окрашивается в желтый цвет, вискозный остается без изменения.

ГОРЮЧЕЕ

В качестве горючего применяются природные и искусственные твердые вещества (ископаемые угли, дерево, кокс и др.), жидкие (бензин, керосин, соляровые масла и др.) и газообразные (природные газы, генераторный, водяной и др.).

Опыты с древесиной

Сухая перегонка дерева. Собирают прибор, как указано на рисунке 30. Пробирку (приблизительно наполовину) заполняют древесными опилками и соединяют при

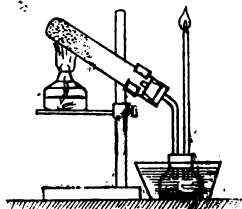


Рис. 30.

помощи стеклянной трубки с приемником, который имеет оттянутую с одного конца газоотводную трубку. Приемник помещают в чашку с холодной водой или льдом. При нагревании пробирки с опилками выделяются жидкие и газообразные вещества. Жидкие вещества (подсмольная вода) конденсируются в приемнике, а газообразные выходят через газоотводную трубку наружу. Выходящий из трубки газ можно поджечь. Он состоит главным образом из углеводорода метана (CH_4), который называют также болотным газом. Наряду с газом при сухой перегонке дерева получается ряд весьма ценных жидких продуктов: уксусная кислота (около 5% от веса древесины), метило-

вый спирт (1—2%) и ацетон (0,2%); в технике уксусную кислоту осаждают из подсмольной воды, обрабатывая известью (получается уксуснокислый кальций), а метиловый спирт и ацетон выделяют дробной перегонкой.

Обугливание древесины. Древесина, входящая в состав дерева, легко обугливается при действии концентрированной серной кислоты. Для этого достаточно в пробирку с кислотой опустить на несколько минут лучинку. Вынув лучинку из пробирки, следует избыток кислоты смыть водой, прежде чем передать ее слушателям.

Воспламенение сухой лучинки. В сухую пробирку насыпают около одного грамма марганцовокислого калия и нагревают ее, укрепив в штативе, до 200—250°. После этого, не прекращая нагревания, вносят в пробирку сухую лучину. При касании лучиной нагретого марганцовокислого калия она воспламеняется и горит ярким пламенем. Воспламенение происходит за счет кислорода, который выделяется из марганцовокислого калия. Лучина сгорает в атмосфере кислорода.

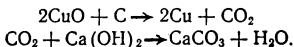
Опыты с углями

Поглощение активным углем паров брома. В цилиндр для собирания газов помещают 2—3 капли брома и закрывают притертой стеклянной крышкой (стеклянной пластинкой). Цилиндр наполняется парами брома. Затем открывают крышку, насыпают 2—3 столовых ложки активного древесного угля и встряхивают. Красно-бурая окраска паров брома исчезает. Следовательно, уголь поглощает пары брома.

Обесцвечивание подкрашенной воды активным углем. Приготавливают водный раствор фуксина, метиленблау, конгорота или чернил. К этим растворам, которые помещаются в колбах, прибавляют по 1—2 столовых ложки активного, или древесного угля, растертого в порошок. Содержимое колбы встряхивается несколько раз и пропускается через бумажный фильтр. Фильтрат совершенно прозрачен. Следовательно, уголь поглотил краску. Если промыть уголь, находящийся на фильтре, небольшими порциями спирта, то фильтрат окрашивается. Следовательно, спирт вытесняет из угля краску. Здесь уместно рассказать слушателям об угольном противогазе и привести схему устройства его.

Избавление от дурного запаха с помощью активного угля. Явления адсорбции, т. е. поглощения поверхностью древесного угля различных веществ, открыл в 1785 году академик Т. Е. Ловиц. При выпаривании растворов для получения винной кислоты он обнаружил, что они сильно темнеют. Для того чтобы избавиться от окраски, он применил древесный уголь. В процессе изучения этого вопроса он нашел, что уголь способен «истреблять запах и цвет». Он писал: «...Гнилое мясо, растертое угольным порошком, клопы, посыпанные оным, болотная вода, гнилая урина, сивуха — свою вонь теряют от примешанного угля». Он предложил воспользоваться угольным порошком для очистки уксуса, испорченных вин, водки и т. д. В настоящее время угольный порошок применяют для удаления сивушных масел при получении водки, очистки сахарного сиропа и т. д. В небольшую колбочку помещают несколько кристаллов сернистого натрия и прибавляют воды. При этом образуется сероводород, который узнается по характерному запаху. Пахучий раствор пропускают через слой древесного, или активного угля, помещенного на ватной подстилке стеклянной воронки. Фильтрат совершенно лишен запаха. Такой же опыт можно проделать с другими пахучими веществами: одеколоном, сернистым газом, растворенным в воде, и т. д.

Древесный уголь — восстановитель. Смешивают 8 г окиси меди с 0,6 г угольного порошка и помещают в пробирку, которую закрывают пробкой с проходящей через нее согнутой под углом стеклянной трубкой. Полученный приборчик укрепляют горизонтально в лапке штатива. Длинное колено стеклянной трубки опускают в стакан с прозрачной известковой водой и осторожно нагревают содержимое пробирки. Через некоторое время чистый цвет смеси сменяется красно-желтым цветом металлической меди. Образующийся углекислый газ, проходя через известковую воду, мутит ее:



Крекинг нефтепродуктов

Для демонстрации крекинга нефтепродуктов можно использовать следующий простой прибор (рис. 31).

Прибор состоит из небольшой стеклянной воронки,

двух изогнутых стеклянных трубок и тонкостенной металлической трубки — «печи крекинга» длиной 10—12 см, диаметром в 1 см (в качестве металлической трубки можно использовать муфту от так называемых ручек карандашей). Внутри этой трубки помещается спираль из

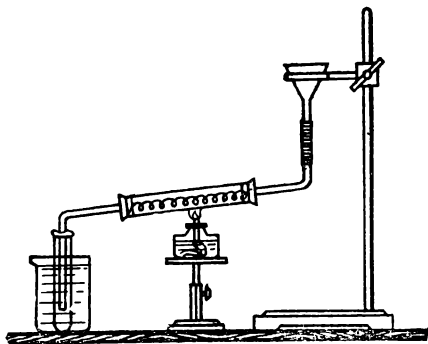


Рис. 31.

балалаечной струны. Металлическая трубка соединяется с изогнутыми стеклянными трубками при помощи корковых пробок, пропитанных силикатным клеем (жидкое стекло). Небольшая резиновая трубка, соединяющая воронку с одной из стеклянных трубок, снабжена металлическим зажимом. В качестве приемника служит обыкновенная пробирка, закрытая кусочком ваты и помещенная в стакан с холодной водой.

Закрыв герметически металлический зажим, наливают в воронку 5—7 мл керосина, очищенного от непредельных углеводородов, а под металлическую трубку помещают горящую спиртовку. Через 2—3 минуты из воронки при помощи зажима пропускают керосин в «печь крекинга» небольшими порциями, по 2—3 капли, через каждые 15—20 секунд в течение 4—5 минут. За этот промежуток времени обычно получается 2 мл жидкого дистиллята, хорошо обесцвечивающего бромную воду и

изменяющего окраску раствора перманганата калия. Газообразных продуктов крекинга в этих условиях получается мало, так как сильно нагреть нефтепродукты не удается.

Вспышка бензина или керосина. При поднесении огня бензин и керосин воспламеняются при всех практически встречающихся температурах окружающего воздуха. Следовательно, там, где хранится горючее, не должно быть открытого огня. Бензин в присутствии кислорода начинает воспламеняться с поверхности тела, имеющего температуру 480° и выше, а керосин в тех же условиях воспламеняется при температуре от 430° и выше. Следовательно, керосин в этих условиях оказывается более опасным в пожарном отношении, чем бензин.

Пары бензина или керосина, смешанные с воздухом, образуют взрывчатые смеси, которые легко воспламеняются от искры или другого источника огня. Бензиновые смеси воспламеняются тогда, когда паров бензина в воздухе содержится от 1,1 до 5,4% по объему, а керосиновые смеси — когда в воздухе находится от 2 до 3% паров керосина. При хранении бензинов с началом кипения ниже 60° в плохо вентилируемом помещении наиболее вероятно образование взрывоопасных смесей при 0° и ниже.

В фарфоровую чашку наливают почти до самых краев воды. Затем туда прибавляют 1—2 мл бензина. При поднесении огня горящей лучинки бензин воспламеняется и сгорает коптящим пламенем.

Загадочные пожары. У автоцистерн с горючим, как правило, сзади тянется по земле металлическая цепочка. Это не небрежность водителя. Цепочка заземляет автоцистерну и тем самым предохраняет ее от пожара, который мог бы возникнуть при разряде статического электричества. Известны случаи, когда при наливании бензина в автоцистерну без видимой причины происходит пожар. Известны такие случаи, когда при стирке носильных вещей в бензине возникали пожары. Все эти пожары обусловлены статическим электричеством, возникающим при трении. При перекачке бензина по шлангам и трубопроводам вследствие трения о стенки возникает статическое электричество. Наэлектризованные частицы бензина, попав в автоцистерны, отдают свои заряды поверхности сосуда. Если автоцистерны не заземлены, то на их поверхности может скопиться статическое электричество напряже-

нием в несколько тысяч вольт. Прикосновение к такой автоцистерне любого проводника может дать искру, способную воспламенить бензиновые пары.

Почему взрывается пустая бочка из-под бензина. Нельзя ударами лома или молотка вскрывать железную бочку с бензином или из-под бензина. Нельзя подходить с огнем даже к пустой бочке. Пренебрежение этими требованиями ведет к несчастным случаям. 14 августа 1937 года газета «Правда» описала такой случай: «По Б. Рогожскому переулку (Москва) проезжала подвода с железными бочками из-под бензина. Неожиданно раздался взрыв. Одна из бочек взорвалась. Оба извозчика получили серьезные ожоги и ранения. Силой взрыва в домах № 2/8, 7, 9 и 14 Большого Рогожского переулка частично выбиты стекла».

Почему же взорвалась пустая бочка из-под бензина? Если налить 20—30 мл бензина в пустую бочку, то через некоторое время пары бензина с воздухом образуют гремучую смесь. В пустых бочках от бензина всегда может остаться 20—30 мл бензина, достаточных для образования взрывчатой смеси. От искры может произойти взрыв большой силы.

Газообразное горючее

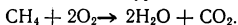
К газообразным видам топлива относятся природные газы, генераторный и водяной газы, газ подземной газификации, коксовый, доменный, нефтяной и другие газы. По сравнению с твердыми и жидкими видами топлива они обладают рядом преимуществ. Все эти газы могут быть использованы как важное сырье для получения аммиака, спирта, синтетических волокон и пластических масс, жидкого топлива и т. д. В состав газообразного топлива входят метан, окись углерода, некоторые более сложные углеводороды и другие вещества.

Получение метана. Смесь 1 весовой части обезвоженного ацетата натрия и 2 весовых частей прокаленной натронной извести помещают в пробирку и наклонно укрепляют ее в лапке штатива. Пробирка закрывается пробкой с газоотводной трубкой. Собираание газа производится над водой в цилиндре. Пробирку со смесью сначала осторожно нагревают, а затем сильно. При этом происхо-

дит реакция, которую можно изобразить таким уравнением:



Полученный в цилиндре метан следует испытать на горение. Для этого к цилиндру с метаном подносят на длинной лучинке огонь. Метан горит едва заметным пламенем. После сгорания в цилиндр наливают немного известковой воды, чтобы доказать, что при горении метана образуется углекислый газ по уравнению:



Получение водяного газа. В пробирку помещают 1—2 мл воды и активного угля с таким расчетом, чтобы смесь занимала половину пробирки. Вода поглощается углем. Таким образом, в пробирке образуются два слоя: нижний, содержащий уголь с водой, т. е. влажный, и верхний, состоящий из сухого угля. Этот сухой слой сильно нагревается после закрытия пробирки пробкой, в которую вставлена трубочка с оттянутым концом. Образующийся водяной газ при выходе из оттянутого конца трубки поджигается. Химизм реакции можно изобразить таким уравнением:



ОПЫТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОСТАВА ВЕЩЕСТВА

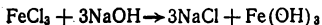
Цветные осадки

Пять пробирок ставят в штатив и наливают в каждую по 2—3 мл растворов солей: свинца, цинка, кадмия, сурьмы и висмута. Затем прибавляют понемногу сероводородной воды. При этом выпадают окрашенные в различные цвета осадки сернистых металлов: черный (PbS), белый (ZnS), желтый (CdS), оранжевый (SbS₃), бурый (Bi₂S₃).

Показывая этот опыт, следует объяснить слушателям, что сероводород — групповой реактив, рассказать, как образуется в природе сероводород, каковы его свойства, значение природных источников сероводорода для медицины, а также указать, что многие металлы встречаются в природе в виде сернистых соединений — блесков и обманок.

Осадки от щелочей

В 5 пробирок наливают по 3—5 мл 1 N растворов хлорного железа, медного купороса, серноокислого марганца, хлористого кобальта, хлористого кадмия и в каждую из них прибавляют по 1—2 мл 1 N раствора едкого натра или калия. При этом выпадают осадки гидратов окислов железа (бурого цвета), меди (синего), марганца (телесного, но буреющего на воздухе), кобальта (синего, буреющего), кадмия (белого цвета). Сущность реакции заключается в реакции двойного обмена между щелочью и солью, например:



Металлы окрашивают пламя

Следует приготовить большую спиртовую горелку с хорошим фитилем, чтобы при горении получалось бесцветное пламя. На стол ставятся небольшие склянки с хлоридами натрия, кальция, бария, калия, стронция, меди и свинца. Возле каждой из них кладется впаянная в стеклянную палочку алюминиевая (лучше платиновая) петля, следовательно, семь таких петель. Зажигается спиртовка и, например, петля, лежащая возле склянки с хлористым натрием, вносится в пламя и прокаливается, а затем ею набирается из склянки немного соли и вносится в пламя. Пламя при этом окрашивается в желтый цвет. То же делается с другими солями. При этом хлористый кальций окрашивает пламя в желто-красный цвет, хлористый барий — в желто-зеленый, хлористый калий — в фиолетовый, хлористый стронций — в кармино-красный, хлористая медь — в зеленый, хлористый свинец — в синеватый. Таким образом можно открыть небольшое количество металлов, входящих в состав солей.

Цвет ионов и молекул

На стол ставят три цилиндра на 100 мл каждый. В один из них наливают 50 мл этилового спирта, в другой — 50 мл дистиллированной воды, а третий оставляют пустым. В первый цилиндр со спиртом прибавляют 1 г, а во второй цилиндр — 0,5 г безводного хлористого кобальта. В первом цилиндре образуется раствор синего цвета — эта окраска недиссоциированных молекул хлористого кобальта, во втором цилиндре — раствор розового цвета — окраска ионов кобальта. Теперь половину раствора из первого цилиндра переливают в третий — пустой и добавляют 50 мл воды. Происходит диссоциация безводного хлористого кобальта, и раствор окрашивается в красный цвет.

Открытие серебра ртутью

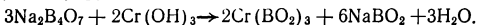
В пробирку наливают каплю ртути и приливают немного 10% раствора азотнокислого серебра. Через несколько часов на поверхности ртути появляется много иглообразных, ярко блестящих кристаллов серебра:



Перлы буры

В ушко платиновой проволоочки захватывают немного буры ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и нагревают в пламени горелки. Образовавшийся прозрачный стекловидный шарик (перл) буры погружают в раствор соли кобальта и опять вносят в пламя горелки. Перл окрашивается в синий цвет. Если перл буры погрузить в раствор соли никеля, то в пламени горелки он окрашивается в буро-красный цвет, а после охлаждения приобретает золотисто-желтую окраску.

Если вместо соли никеля взять соль хрома, то перл будет изумрудно-зеленого цвета:



Сущность этих опытов заключается в образовании окрашенных стекол. Описанный прием применяется в качественном анализе для обнаружения солей кобальта, хрома, железа, марганца и никеля.

Чувствительная реакция

В 1905 г. известный русский химик Л. А. Чугаев установил, что если на раствор соли никеля подействовать спиртовым раствором диметилглиоксима, то образуется красный осадок. Эта реакция чрезвычайно чувствительна. Продемонстрировать ее можно таким образом. Приготовив раствор какой-нибудь соли никеля, наливают 1 мл его в пробирку и добавляют спиртового раствора диметилглиоксима. Образуется красный осадок.

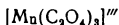
Затем берут 1 мл приготовленного раствора и разбавляют водой в 1000 раз. К 1 мл получившегося раствора снова добавляют диметилглиоксима и опять наблюдают образование красного осадка.

Раствор, уже разбавленный в 1000 раз, можно разбавить еще в 100 раз и снова наблюдать характерный осадок.

Открытие марганца

В пробирку или цилиндр наливают 2 мл нормального раствора сернокислого марганца и прибавляют к нему около 1 мл 10% раствора едкого натра. Смесь встряхи-

вают несколько секунд, а затем прибавляют к ней по каплям раствор щавелевой кислоты. Верхний слой смеси окрашивается в фиолетово-розовый цвет. Сущность реакции заключается в образовании комплексного соединения марганца и щавелевой кислоты:



Цвет и отбеливающие свойства хлора

В цилиндр насыпают 1—2 г хлорной извести и прибавляют немного 30% серной кислоты. При этом выделяется желто-зеленый газ — хлор. Если опустить бумажку, смоченную в чернила, она тотчас обесцвечивается. Можно просто лить по каплям в цилиндр чернила — они будут обесцвечиваться. Опыт следует производить в вытяжном шкафу или у открытого окна, или на воздухе. Цилиндр надо закрывать стеклянной пластинкой.

Обнаружение воды в спирте

Прокалите в тигле синий кристаллический медный купорос, содержащий 5 молекул кристаллизационной воды $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Синие кристаллы при этом превращаются в белый порошок.

Полученный порошок следует хранить в склянке с притертой пробкой, так как на воздухе он постепенно поглощает воду и синеет. При помощи такого порошка можно обнаружить присутствие воды в спирте (насыпанный в спирт порошок синеет). В лабораториях безводный медный купорос применяют для получения абсолютного спирта, т. е. спирта, не содержащего воды. Для тех же целей применяют также негашеную известь, металлический натрий и кальций и др.

Спирт из пива и вина

Спирт содержится во всяком напитке, полученном путем спиртового брожения. Для пива это можно показать следующим образом. Пол-литра пива выливают в стеклянную колбу, в горлышко которой вставлена пробка со стеклянной трубкой длиной около 1 м. Если нагреть пи-

во до кипения и поднести к верхнему отверстию трубки зажженную спичку, то выходящие пары спирта вспыхнут и будут гореть светло-голубым пламенем (рис. 32).

Если в колбу перегонного аппарата налить виноградного вина и кипятить его, то в приемнике получается прозрачный, как вода, дистиллят (погон) спирта. В далекие времена думали, что этот дистиллят содержит «дух» вина — латыни *spiritus vini*. Отсюда и произошло название спирта.

Удивительные чернила

В химический стакан наливают 30—50 мл воды, несколько капель раствора йода в йодистом калии и 1—2 мл разбавленной соляной кислоты. После этого прибавляют около 0,5 мл раствора крахмала, и жидкость моментально окрашивается в синий чернильный цвет. Если стакан нагреть, то жидкость обесцвечивается, а при охлаждении окрашивается снова. Этот опыт можно повторять сколько угодно раз.

Изменение цвета объясняется тем, что комплексное соединение крахмала с йодом при нагревании разрушается.

Слетающие чернила

Смешать в стаканчике немного крахмала с водой и прилить несколько капель спиртового раствора йода. Получившимися «чернилами» написать на листке несколько слов, осторожно высушить над спиртовкой.

Напомним русскую пословицу: «Написанное пером не

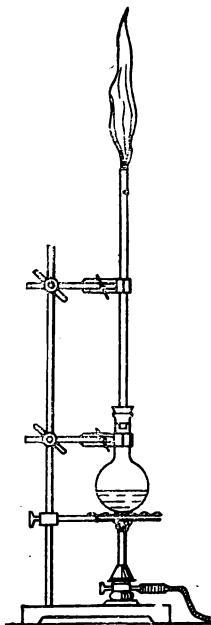


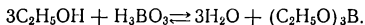
Рис. 32.

вырубишь топором», заявить, что в действительности написанное можно даже смахнуть платком, и продемонстрировать это.

Зеленое пламя

В фарфоровую чашку наливают немного спирта и поджигают его. Он горит почти бесцветным пламенем. Когда горение окончится, в ту же чашку наливают 5 мл спирта и 0,5 мл насыщенного раствора борной кислоты и поджигают. Спирт горит красивым зеленым пламенем.

Объясняется это тем, что борная кислота образует со спиртом сложный эфир, окрашивающий пламя в зеленый цвет:



Микрохимический анализ

Около двухсот лет тому назад М. В. Ломоносов начал пользоваться микроскопом для изучения химических реакций. Этим он положил основание микрохимии, т. е. изучению химических реакций в малых количествах. Теперь микрохимия стала самостоятельной отраслью химии.

Особенно широкое применение получила микрохимия в области химического анализа. Современный микрохимический анализ делится на ряд отделов:

а) микрокристаллоскопию, когда открытие того или иного вещества производится по форме кристаллов соединения, которые наблюдаются под микроскопом;

б) анализ путем растирания крупинок веществ с крупинками реактивов;

в) капельный метод и т. д.

Метод Флавицкого

Профессор Казанского университета Ф. М. Флавицкий в 90-х годах минувшего века разработал интересный метод химического анализа. Дело в том, что химические реакции между веществами могут происходить не только в растворе или при нагревании, но и в случае растирания их крупинок. Например, если растереть в ступке крупинку медного купороса и крупинку железистосинеродистого калия, то смесь станет красно-бурого цвета. Характерное

окрашивание появляется также, если растирать крупинки взятых веществ деревянной палочкой на писчей бумаге.

Метод Флавицкого очень прост. Для его применения не требуется сложных приборов, дорогих реактивов, особых температурных условий. Реакции могут быть выполнены не только в школе, но и дома, в поле и т. д.

Вот примеры реакций на железо, кобальт и никель:

1) на полоске писчей бумаги растирают стеклянной палочкой крупинку хлорного железа (или квасцов железных) и крупинку железистосинеродистого калия (желтая кровавая соль). На бумаге образуется синее пятно;

2) при растирании крупинки соли кобальта и роданистого аммония образуется сине-фиолетовое пятно;

3) на полоске писчей бумаги растирают стеклянной палочкой крупинки соли никеля и диметилглиоксима. Образуется пятно красного цвета.

Можно также растирать крупинки солей и реактивов в фарфоровой чашечке или на крышке фарфорового тигля.

При проведении реакции методом Флавицкого следует иметь в виду, что они ускоряются, если на растертые вещества подышать.

Капельный анализ

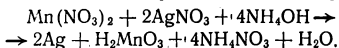
Н. А. Тананаев открыл в 1920 г. новый, капельный микрометод химического анализа. По этому методу для реакции берут капли жидкостей, содержащих исследуемые вещества. Реакции производятся на полосках фильтровальной бумаги или на стеклянных пластинках. «В тесном смысле слова, — пишет Н. А. Тананаев, — капельный метод означает анализ прикосновением капель реактива к капле испытуемого раствора с целью получить какое-нибудь цветное пятно, указывающее на присутствие в растворе того или иного элемента». Этот анализ получил у нас широкое развитие.

Можно показать ряд интересных опытов на полосках фильтровальной бумаги.

Открытие алюминия. На полоску фильтровальной бумаги наносят каплю раствора соли алюминия и обрабатывают пятно парами аммиака. Затем пятно смачивают спиртовым раствором ализарина, и еще раз обрабатывают парами аммиака. На фиолетовом фоне появляется

красновато-розовое окрашивание. Здесь имеет место образование ализаринового лака.

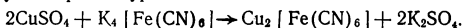
Открытие марганца. После нанесения капли раствора соли марганца и капли аммиачного раствора азотнокислого серебра появляется черное пятно, состоящее из выпавшего металлического серебра. Сущность реакции заключается в окислении марганца катионом серебра:



Открытие кадмия. К капле раствора соли кадмия прибавляют каплю разбавленной соляной кислоты и каплю сероводородной воды. Образуется желтое пятно сернистого кадмия.

Открытие двухвалентной ртути. При взаимодействии капли раствора соли двухвалентной ртути и капли разведенного раствора йодистого калия образуется красная йодистая ртуть. В случае избытка йодистого калия окраска исчезает.

Открытие меди. После нанесения капли раствора соли меди и капли раствора железистосинеродистого калия образуется красно-бурое пятно:



Открытие иона азотистой кислоты. Помещают на бумагу каплю раствора соли азотистой кислоты и каплю раствора уксуснокислого бензидина. Появляется желтое пятно.

Открытие иона мышьяковой кислоты. Наносят каплю раствора соли мышьяковой кислоты, а затем каплю раствора азотнокислого серебра. Образуется пятно шоколадного цвета.



Бесстружковый анализ

В последнее время советская техника обогатилась новым ценным методом анализа металлов и металлических деталей, так называемым бесстружковым методом. Автором его также является проф. Н. А. Тананаев.

Обычно, для того чтобы определить состав металла, из которого изготовлена деталь, с нее снимают некоторое количество стружек.

Этот способ отнимает много времени, требует значительного расхода химических реактивов и, как правило, приводит к порче исследуемой детали.

По бесстружковому методу можно сделать анализ любой детали машины, не нарушая ее целостности. На очищенную поверхность детали наносят несколько капель кислоты, например азотной, в которой растворяется данный металл. В результате химического взаимодействия кислоты с металлом детали капля кислоты превращается в раствор солей тех химических элементов, которые входят в состав металла. Этот раствор и подвергают анализу.

Приведем два примера:

1. Открытие марганца. На очищенную наждачной бумагой поверхность металла наносят каплю азотной кислоты (1:1). Через 1—2 минуты ее переносят на фильтровальную бумагу и сверху наносят каплю аммиачного раствора окиси серебра. В присутствии марганца появляется черное пятно.

2. Открытие никеля. Предмет из сплава, содержащего никель, тщательно освобождают от жира при помощи ваты, смоченной эфиром, и на его поверхность наносят каплю аммиачно-спиртового раствора диметилглиоксима. Через несколько секунд появляется розовое пятно, вызванное следами окиси никеля, всегда имеющимися на поверхности металла, содержащего примесь никеля.

Обнаружив в полученном растворе присутствие солей тех или иных элементов, специалисты устанавливают марку металла, из которого изготовлена деталь. При этом деталь остается невредимой.

Открытие ядовитых паров и газов

Воздух различных предприятий может быть загрязнен пылью, парами и газами, которые выделяются в процессе производства. Например, воздух литейных загрязняется окисью углерода, воздух кожевенных заводов — сероводородом и т. д. Воздух некоторых предприятий может содержать пары бензина, керосина, бензола, такие ядовитые вещества, как синильная кислота, фосген, хлорпикрин и т. д. Количество загрязнений, их концентрация и химический состав зависят от ряда условий. Важнейшее значение имеют технологический режим, состояние аппаратуры, наличие и мощность вентиляции, температура возду-

ха и т. д. Концентрация ядовитых и других веществ в воздухе обычно очень невелика, всего доли миллиграмма на литр воздуха. Однако и в таких количествах они уже оказывают вредное влияние на здоровье людей. Например, если в воздухе содержатся горючие вещества с низкой температурой вспышки, то они могут вызвать пожар. Некоторые пары и газы с воздухом образуют взрывчатые смеси. Все это показывает, что определение содержания ядовитых и других примесей в воздухе имеет важное значение. Следует иметь в виду, что методы определения этих веществ должны быть чрезвычайно чувствительны и обладать большой точностью.

В простейших исследованиях воздуха различных предприятий ограничиваются качественным открытием примесей, или, как говорят, индикацией. Для индикаций вреднодействующих примесей в воздухе применяют несколько способов: 1) по запаху, или органолептическая индикация; 2) индикация с помощью реактивных бумажек; 3) индикация с помощью пористых носителей; 4) индикация с помощью жидких поглотителей.

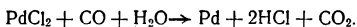
Индикация по запаху. Этот метод основан на том, что ничтожные следы некоторых веществ можно уверенно установить по запаху, в то время как химические методы оказываются бессильными. Рядом опытов установлено, что по запаху можно установить содержание веществ, если количество их на один кубический метр воздуха приходится: аммиака — 7—10 мг, бензола — 5 мг, брома — 1,5 мг, иприта — 0,00003 мг, метилмеркаптана — 0,000002 мг, фенола — 4 мг, хлороформа — 0,3 мг, хлорпикрина — 0,6 мг, эфира (этилового) — 1 мг и т. д.

Индикация с помощью индикаторных бумажек. Индикаторными бумажками называются полоски фильтровальной бумаги, пропитанные соответствующими реактивами. В зависимости от содержания или отсутствия той или иной примеси к воздуху реактивные бумажки изменяют свой цвет или остаются без изменения. По скорости изменения окраски и по ее интенсивности опытный химик может сделать заключение и о количественном содержании примеси. Применение реактивных бумажек является простым, удобным и быстрым методом индикации. Иногда для открытия того или иного вещества реактивные бумажки подвергаются дополнительной обработке.

Индикация с помощью пористых носителей. Этот метод основан на том, что вместо фильтровальной бумаги пропитывают реактивами пористые тела: пемзу, неглазурованный фарфор, силикагель, алюмогель и другие тела. Перед этим они размельчаются на крупинки величиной с булавочную головку. Этими крупинками наполняют стеклянные трубки, через которые просасывается при помощи аспиратора, насоса или груши исследуемый воздух. Примеси, загрязняющие воздух, остаются на крупинках пористых веществ. После просасывания воздуха пористые вещества обрабатываются соответствующими реактивами.

Индикация с помощью жидких поглотителей. Для этого применяются микропромывалки с небольшим количеством жидкого реактива, через который просасывается исследуемый воздух. В зависимости от применяемого реактива и исследуемого воздуха в жидкости наблюдаются появление, исчезновение или изменение окраски, появление или исчезновение мути и т. д.

Оксид углерода. Чувствительной является реакция с хлористым палладием. При действии окиси углерода на хлористый палладий образуется металлический палладий по уравнению:



Опыт проводится следующим образом. Полоски фильтровальной бумаги пропитываются 1% раствором хлористого палладия и высушиваются. Перед употреблением они смачиваются 5% раствором уксуснокислого натрия. В присутствии окиси углерода в воздухе бумажки чернеют.

Для открытия окиси углерода в воздухе пользуются также реакцией с кровью. От окиси углерода кровь принимает малиновую окраску вследствие перехода оксигемоглобина в карбоксигемоглобин.

Сернистый газ. Сернистый газ обладает характерным запахом, по которому его можно обнаружить в воздухе при содержании 0,008—0,03 мг на 1 литр воздуха.

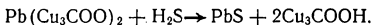
Сернистый газ можно обнаружить при помощи влажной лакмусовой бумажки (синяя окраска лакмуса превращается в красную), а также бумажки, пропитанной раствором конгокрасным (красная бумажка синеет).

Сернистый газ восстанавливает йод. Поэтому, если пропитать фильтровальную бумажку раствором йода и окрасить ее раствором крахмала в синий цвет, то от дей-

ствия воздуха, в котором содержится сернистый газ, она обесцвечивается. При этом йод превращается в йодистый водород.

Сероводород. По характерному запаху можно открыть от 0,0014—0,003 мг сероводорода в 1 литре воздуха.

Сероводород легко открывается при действии раствора уксуснокислого свинца. Выпадает черный осадок сернистого свинца. Для открытия сероводорода пользуются фильтровальными бумажками, пропитанными уксуснокислым свинцом. При малых количествах сероводорода в воздухе бумажки окрашиваются не в черный, а в коричневый или желтый цвет:



Легко открывается сероводород с помощью нитропруссиды натрия ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Если к щелочному раствору, содержащему сероводород или сульфид, прибавить несколько капель 10% раствора нитропруссиды натрия, то он окрашивается в фиолетовый цвет. Готовят также реактивные бумажки, пропитанные 4% раствором нитропруссиды и 2% раствором соды.

Сероуглерод. Это бесцветная, легко воспламеняющаяся, подвижная жидкость. Пары его в 2,6 раза тяжелее воздуха. При испарении он дает очень легковоспламеняющиеся пары, которые загораются уже при -20° . С воздухом пары сероуглерода образуют смеси, которые легко взрываются. Содержание 6% сероуглерода в воздухе уже огнеопасно. Сероуглерод применяется при холодной вулканизации каучука, при изготовлении искусственного шелка, для растворения жиров, для борьбы с вредителями в сельском хозяйстве и т. д.

Открыть и определить сероуглерод можно многими способами. Простейшим из них является почернение раствора соли свинца. Если к раствору соли свинца прибавить раствор сероуглерода, то образуется черный осадок сернистого свинца. Чувствительность этой реакции повышается в присутствии формалина. К испытуемому на присутствие сероуглерода раствору прибавляют 2—3 капли формалина и каплю щелочного раствора плюмбита свинца. Появляется черный осадок. Этим путем можно обнаружить 0,002 мг сероуглерода в 1 мл раствора.

Реакция с молибдатом. К раствору сероуглерода в спиртовом растворе щелочи прибавляют уксусную кисло-

ту до кислой реакции и несколько капель 5—10% раствора молибдата аммония. Появляется сначала красное, затем фиолетовое и, наконец, устойчивое голубое окрашивание. При нагревании окраска усиливается.

Аммиак. Аммиак применяется для производства азотной кислоты, в холодильном деле, в производстве соды и т. д. Он содержится в воздухе газовых, кожевенных заводов, в kloачных газах и т. д. Смеси аммиака и воздуха, содержащие 16,5—26,8% NH_3 по объему, обладают взрывчатыми свойствами.

Открыть аммиак можно различными методами. По запаху обнаруживается до 0,007 мг в 1 литре воздуха. Легко открывается аммиак при помощи красной лакмусовой бумажки. Смоченная в дистиллированной воде, она синет на воздухе, если в состав его входит аммиак. Чувствительной является реакция с фуксином. К 0,1% водному раствору фуксина прибавляют соляной кислоты до получения светло-желтой окраски. Этим раствором пропитывают полоски фильтровальной бумаги и высушивают. В воздухе, содержащем аммиак, бумажки окрашиваются в розовый или красный цвет.

Свободные галогены. Свободные галогены — хлор, бром и йод можно относительно просто открыть в воздухе, прежде всего по характерному запаху. Например, хлор можно обнаружить в воздухе при содержании 0,003 мг/л. Запах брома ощущается при содержании в воздухе меньше 0,033 мг/л. Хлор и бром вытесняют из соединений йод. Поэтому для их открытия пользуются йодокрахмальной реакцией. Фильтровальная бумага, пропитанная раствором йодистого калия и крахмала, окрашивается в синий цвет в воздухе, содержащем свободный хлор или пары брома. Синюю окраску вызывает выделяющийся йод:



Такую же окраску вызывают и пары йода, если они находятся в воздухе, т. е. свободный йод действует на крахмал, которым пропитана фильтровальная бумажка.

Бензидиновая реакция. Свободные галогены действуют на бензидин с образованием окрашенного в синий цвет продуктов окисления — бензидиновой сини. Полоски фильтровальной бумаги смачивают 0,3% раствором бензидина в 5% уксусной кислоте. В присутствии свободных

галогенов в воздухе фильтровальная бумажка синее. Следует иметь в виду, что и другие окислители вызывают посинение раствора бензидина.

Хлористый водород. Синяя лакмусовая бумажка, смоченная водой, окрашивается хлористым водородом в красный цвет. Водные растворы хлористого водорода от прибавления раствора азотнокислого серебра дают белый осадок, при малых концентрациях — белую муть хлористого серебра.

Фосген. При обыкновенной температуре фосген — газ, обладающий своеобразным запахом. Он в 3,4 раза тяжелее воздуха. При охлаждении сгущается в жидкость с температурой кипения 8,2°. Вода растворяет фосген (один объем воды — два объема фосгена). В воздухе можно обнаружить фосген по запаху. Запах его ощущается при содержании 5—6 объемных частей на 1000 000 таких же объемных частей воздуха.

Анилиновая реакция. Исследуемый воздух просасывается через промывалку со свежеприготовленным насыщенным раствором анилина. При наличии фосгена образуется белый осадок труднорастворимой в воде дифенилмочевины:



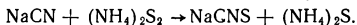
Синильная кислота. Безводная кислота при комнатной температуре — бесцветная жидкость с запахом горького миндаля. Смешивается с водой, спиртом, бензолом и другими жидкостями. Горит фиолетовым пламенем. Смеси паров синильной кислоты с воздухом обладают взрывчатыми свойствами при содержании от 5,6% до 12,8% HCN. При хранении синильная кислота частично разлагается. Соли синильной кислоты при хранении на воздухе разлагаются под влиянием углекислого газа и влаги. Синильная кислота образуется при горении целлулоида, содержится в неочищенном бытовом газе, в табачном дыме и т. д. Она применяется для дезинфекции, для некоторых органических синтезов, а соли ее — в гальванопластике, металлургии, для извлечения золота из руд и т. д. Синильная кислота чрезвычайно ядовита. Концентрация ее в воздухе 0,3 мг/л вызывает немедленную смерть. Следует отметить, что многие вещества поглощают синильную кислоту, например шерсть, кожа, бетон, кирпич, дерево и т. д.

Обнаружить синильную кислоту в воздухе можно по запаху. Запах синильной кислоты ощущается уже при содержании 0,01 мл паров ее в 1 литре воздуха.

Реакция образования берлинской лазури. Исследуемый раствор на синильную кислоту подщелачивают и нагревают с сернокислым железом. Затем фильтруют, добавляют несколько капель раствора хлорного железа, охлаждают и подкисляют соляной кислотой. В присутствии синильной кислоты или ее солей образуется синий осадок берлинской лазури. Сущность реакции заключается в образовании железистосинеродистого калия, который с трехвалентным железом образует синий осадок берлинской лазури:



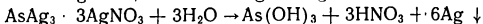
Родановая реакция. К 3—5 мл подщелоченного исследуемого раствора прибавляют несколько капель желтого сульфида аммония и выпаривают на водяной бане досуха. При этом из цианида образуется роданид:



Остаток растворяют в воде и добавляют несколько капель соли трехвалентного железа, предварительно подкислив азотной кислотой. В присутствии роданида появляется кроваво-красная окраска роданида железа, что свидетельствует о наличии синильной кислоты в исследуемом растворе.

Мышьяк и мышьяковистый водород. В виде металла мышьяк не имеет распространения в промышленности. Однако его соединения довольно широко применяются. К ним можно отнести мышьяковистый водород, мышьяковистый ангидрид, соли мышьяковистой кислоты и другие. Мышьяковистый водород и мышьяковистый ангидрид — сильные промышленные яды. 5 мг/л воздуха вызывают немедленную смерть. Для открытия мышьяка часто пользуются реакцией Гутцайта. Она заключается в том, что при действии мышьяковистого водорода на азотнокислое серебро образуется желтое окрашивание, переходящее затем в черное. Выполняется реакция следующим образом: в пробирку помещают исследуемое вещество (например пыль), небольшое количество цинка и серной кислоты 1 : 3, закрывают отверстие пробирки ватой и на ватку кладут кристаллик азотнокислого серебра. В при-

сутствии мышьяка кристаллик желтеет, а затем чернеет:



Следует иметь в виду, что фосфористый и сурьмянистый водород, сероводород дают ту же реакцию.

Ртуть. Ртуть испаряется при обыкновенной температуре и загрязняет воздух. Вдыхание паров ртути влечет за собой острые и хронические отравления. Допустимая концентрация в воздухе 0,01 мг/м³. Для обнаружения присутствия ртути в воздухе предложены реактивные бумажки, в частности бумажки, пропитанные медным купоросом и йодистым калием. В присутствии ртути они из светло-желтого цвета переходят в светло-розовый или красный. При больших концентрациях окраска наступает через несколько часов, при очень малых количествах — через несколько дней.

Отличия удобрений от ядохимикатов

1. Вещества, растворимые в воде. К растворимым веществам в воде относятся калийные и азотнокислые удобрения, а также ядохимикаты, например медный и железный купорос, хлористый барий и др. Поэтому, если вещество растворимо в воде, то оно может быть удобрением, а не ядохимикатом: 1) когда оно белого цвета, кристаллическое или гранулированное и на раскаленной поверхности древесного угля дает вспышку; 2) когда оно белого или зеленоватого цвета, на раскаленной поверхности древесного угля плавится и при действии 10% раствором щелочи выделяет аммиак и 3) когда оно белого или серого цвета, водный раствор от серной кислоты остается бесцветным, чистым и прозрачным, а от 10% раствора уксуснокислого свинца выпадает белый осадок.

2. Вещества, нерастворимые в воде. К нерастворимым в воде относятся фосфорные и известковые удобрения, например цианамид кальция, гипс, а также и ядохимикаты. Для отличия этих веществ делают пробы на кальций, мышьяк, ртуть.

Проба на кальций. 1—2 г вещества растворяют в 10% растворе уксусной кислоты и фильтруют. К фильтрату прибавляют 5—10 капель 10% раствора щавелево-

кислого аммония. Выпадение белого осадка свидетельствует о наличии кальция.

Проба на мышьяк и ртуть

1 г вещества растворяют в 5—6 мл 15% соляной кислоты, опускают в этот раствор ярко очищенную медную проволоку или пластинку и подогревают. Мышьяк и ртуть дают на пластинке серый налет, но при протирании бумажкой налет от ртути становится блестящим. Если в веществе отсутствуют мышьяк и ртуть, а имеется кальций, то это удобрение, а не ядохимикат.

Проба на раскаленном угле

Если на раскаленную поверхность угля нанести небольшое количество удобрения, то 1) если оно содержит селитру — появятся вспышки; 2) если это аммиачное удобрение, то оно будет плавиться и даст едкий дымок с запахом нашатырного спирта; 3) если это калийное удобрение, то оно или потрескается или останется без изменения.

Проба ядохимикатов на огне

Небольшое количество вещества помещают на узкую металлическую пластинку или кончик ножа и держат над пламенем горелки. Сера при этом плавится и горит голубым пламенем с выделением сернистого газа, крысид горит белым коптящим пламенем и т. д.

Проба медной проволокой на хлор

Конец медной проволоки сгибают в петлю и с ее помощью набирают немного вещества и держат над пламенем горелки. Если пламя имеет сине-зеленую окраску, это означает, что образец содержит хлор. При этом образуется хлористая медь.

Отличие арсенидов от арсенатов

Арсениды — соли мышьяковистой кислоты, арсенаты — соли мышьяковой кислоты. Для того чтобы отличить эти соли, можно воспользоваться реакцией с марганцовокислым калием. 1—2 г образца растворяют в

10% серной кислоте и прибавляют несколько капель 1% раствора марганцовокислого калия. Если испытываемый образец содержит арсениты, то реактив восстанавливается и обесцвечивается; если он содержит арсенат, то окраска реактива остается без изменения.

Проба с аммиаком

1 г ядохимиката растворяют в 5—6 мл 10% раствора серной кислоты и прибавляют туда избыток раствора аммиака. Если препарат содержит медь, например медный купорос, препарат АБ, парижскую зелень, то появляется синее окрашивание.

Проба с хлорным железом

2—3 мл исследуемого жидкого препарата разбавляют водой и туда же по каплям прибавляют 5% раствор хлорного железа. Если препарат содержит карболовую кислоту, то появляется фиолетовое окрашивание.

ХИМИЯ «ЧУДЕС»

Современные достижения науки, в том числе и химии, убедительно опровергают религиозные догмы. Наука не может мириться с религиозными, вымышленными представлениями о жизни природы и человека — она не совместима с религией.

Наука опирается на факты, на точный эксперимент. В основе же религиозных представлений лежат библейские предания, фантастические вымыслы; религия призывает людей уповать на бога и ожидать от него милости.

Церковники широко использовали и используют химические явления для обмана верующих. Известны такие «чудеса», как «обновление» икон, «самовозгорание» свечей, появление «кровоточащих» крестов и др.

Есть много химических реакций, которые могут показаться темным людям «чудесами», если преподнести их соответствующим образом.

Так, например, известно, что желтый фосфор на воздухе загорается сам собой; смесь равных частей сахара и бертолетовой соли вспыхивает голубым огнем, если на нее капнуть крепкой серной кислотой; смесь селитры, серы, угля вспыхивает от крепких кислот и т. д.

В этой главе описаны опыты, которые можно с успехом использовать при чтении лекций на антирелигиозные темы, например, «Как химия разоблачает «чудеса» религии» и др.

«Низведение огня с неба»

Чуда, описанного в третьей «Книге царств» (библии) о низведении пророком Ильей огня с неба на жертвенный костер, никогда не было. Тем не менее рассказы о

подобных «чудесах» жили в религиозных верованиях многих народов. Своего рода «низведение огня с неба» можно продемонстрировать следующим образом. На железный лист или кирпич кладут несколько кристалликов перманганата и смачивают их концентрированной серной кислотой. Вокруг накладывают щепки в виде костра, располагая их так, чтобы они не касались смеси. Экспериментатор смачивает спиртом небольшой кусочек ваты и незаметно зажимает его между пальцами. В момент, когда нужно зажечь «костер», достаточно выдавить спирт из ваты так, чтобы капли попали на смесь перманганата с серной кислотой. «Костер» моментально загорится (надо быстро убрать руки, чтобы ватка со спиртом не вспыхнула). В этом опыте происходит энергичное окисление спирта за счет кислорода перманганата.

Вместо смеси перманганата и серной кислоты можно взять красные кристаллы хорошо просушенного хромового ангидрида. Для того чтобы зажечь «костер», нужно полить его небольшим количеством спирта или денатурата. При соприкосновении с хромовым ангидридом денатурат вспыхивает, после чего пламя охватывает весь «костер».

Можно для этих целей применить также металлический натрий. В кучу палочек, которая будет у нас изображать костер, положим кусочек натрия величиной с горошину (минут за 5 до опыта), затем польем на него водой, но не слишком много, чтобы палочки не очень замочило. Этого будет достаточно, чтобы «костер» загорелся сам собой.

«Самовоспламенение» свечей

«Чудо» сошествия «небесного огня» на землю в течение сотен лет регулярно практиковалось в Иерусалиме в пасхальную заутреню. Ровно в 12 часов на гробе господнем вдруг вспыхивал огонь и сразу раздавалось торжественное: «Христос воскрес из мертвых».

Это «чудо» можно показать следующим образом. Оголенный, растрепанный на отдельные нитки фитиль восковой свечи смачивается при помощи стеклянной пипетки 1% раствором фосфора в сероуглероде. Через некоторое время свеча воспламенится сама, даже в руках самого грешного человека. Сероуглерод препятствует

фосфору воспламениться, поэтому воспламенение происходит лишь после его испарения. Белый фосфор ядовит и с ним нужно обращаться с большой осторожностью. При попадании на кожу он вызывает ожоги, которые долго не заживают. Все предметы, которые соприкасались с фосфором, лучше сжечь в печке или зарыть поглубже в землю.

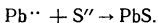
«Обновление» икон

В 1900 г. произошло одно из первых «обновлений» иконы казанской богородицы. А немного погодя «самообновление» приняло массовый характер. В 1904 г. только в Херсонской епархии за три месяца было десять «обновлений».

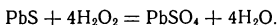
Как происходит «обновление» икон? Ответ на этот вопрос был обнаружен, например, в дневнике одного сельского священника, найденном после его смерти. Одна из последних записей этого дневника гласила: «Сегодня узнал простой и дешевый рецепт для обновления. Не сильно потемневшая икона светлеет, если ее несколько раз протереть луковичками и затем смазать постным маслом».

Защитники религии, заинтересованные в «самообновлении» икон, разработали ряд других более сложных способов их «обновления».

Как известно, иконы пишутся обычно масляными красками, в состав которых входят соединения свинца. Под действием сероводорода, находящегося в воздухе, свинец со временем переходит в черный сернистый свинец, в силу чего икона темнеет:



Чтобы разрушить сернистый свинец — PbS и тем самым обновить икону, ее поверхность обрабатывают каким-нибудь окислителем, например перекисью водорода. Для этого поверхность ее протирают ваткой, смоченной 10—15% раствором перекиси водорода. Затем икона промывается водой и протирается. С перекисью водорода сернистый свинец дает соединение белого цвета — PbSO_4 .



Сажа с икон легко смывается обычной мыльной водой (иногда с добавлением соды). Копоть с икон, написанных масляными красками, смывается смесью, которая

состоит наполовину из спирта и наполовину из скипидара.

В случае, если икона очень старая, то к составу добавляют еще треть чайной ложки нашатырного спирта. Под действием этого состава копоть и лак быстро смываются. Дальнейшее разъедающее действие состава останавливается тем, что икону осторожно протирают сухой тряпкой, а затем смазывают подсолнечным маслом, олифой или лаком. Зелень и ржавчина удаляются азотной кислотой.

В наше время детально разработана научная методика реставрации старых картин и икон.

«Плачущая» икона

Для того чтобы икона «заплакала», просверливают в иконе в месте выхода слез отверстия. С противоположной стороны иконы помещают специальный резервуар с водой. Специальным приспособлением жидкость выдавливается из резервуара и по резиновым трубочкам поступает к глазам изображения и здесь выходит наружу в виде «слез».

В кафедральном соборе Смоленска для этой цели пользовались грузиком, который давил на пропитанную водой губку и тем самым заставлял воду поступать к венцу Иисуса.

Для того чтобы вода не лилась ручьем, а скатывалась слезинками, икону смазывают подсолнечным маслом.

«Чудо» исцеления

Можно ли ножом вскрыть человеку вену и быстро остановить кровь, не оставив на месте пореза даже маленькой царапины? Такое чудо часто показывают фокусники, оно может быть продемонстрировано следующим образом: оголяют одному из слушателей руку, протирают ее ваткой, смоченной раствором треххлористого железа (можно сказать, что это йод), затем берется тупой нож, опускается будто бы для дезинфекции в раствор роданистого аммония и проводится по руке, обработанной хлорным железом. Тотчас же образуется роданистое железо (крово-красного цвета) — «кровь».

«Исцеление» проходит очень быстро. Чистой ваткой снимается раствор, и рука остается невредимой.

«Обновление» куполов

В 1930 г. один из куполов Харьковского собора, когда-то позолоченный, а затем сильно потемневший от времени, внезапно засверкал, как новый. Подобные случаи «обновления» золотых и серебряных вещей давно объяснены учеными. Оказывается, на поверхности золота может развиваться особый вид плесени, образующий бурые пятна.

При высокой сухости воздуха слой плесени может подсохнуть и отвалиться, а золоченая поверхность под ним оказывается резко посветлевшей. Бывает, что железные кресты на открытом воздухе ржавеют. Дождь смывает ржавчину, и на кресте появляются как бы кровавые полосы. Многие верующие это вполне естественное явление принимали за «чудо».

Заржавленные железные предметы очень хорошо «обновляются» в концентрированной ортофосфорной кислоте. Для тех же целей могут быть применены метафосфорная и пирогосфорная кислоты. Кислота растворяет ржавчину (окислы железа), но мало действует на металл. Поверхность протравленного фосфорной кислотой предмета становится серебристой.

Очищенные железные предметы можно «позолотить», опустив в раствор медного купороса: медь вытесняется железом из раствора и оседает на поверхности железа.

«Кровоточащие» иконы и кресты

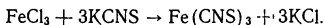
Организаторы «чудес» в первые послереволюционные годы показывали «чудо» появления на иконе пятен крови, а также заставляли «кровоточить» крест.

«Чудо» организуется следующим образом: берется крепкий раствор хлорного железа и с помощью ватки им покрывается поверхность иконы. После того как икона высохнет, на нее брызгают 10—20% раствором роданистого калия, который можно выдать за «святую воду», так как раствор совершенно прозрачен. Образующееся в результате химической реакции роданистое железо вызывает появление кроваво-красных пятен, очень напоминающих кровь.

Превращение воды в «кровь»

Растворы треххлористого железа и роданистого аммония можно использовать также для другого опыта — превращения воды в «кровь».

В стакан или цилиндр наливают 5% раствор роданистого калия или аммония. В качестве «чудесной» жидкости служит 5% раствор треххлористого железа. При сливании растворов жидкость окрашивается в кроваво-красный цвет благодаря образованию роданистого железа:



«Исчезновение» креста

Это «чудо» можно совершить следующим образом. Из сплава Вуда отливают крест. Если его опустить в воду, нагретую до 80° , то крест исчезает, так как сплав плавится при температуре $65,5^\circ$. Для того чтобы не было видно, что расплавленный металл находится на дне стакана, нижнюю часть его обклеивают кругом черной бумагой. Состав сплава Вуда: висмута 50,1%, свинца 24,9%, олова 14,2% и кадмия 10,8%. Отвесив составные части, нагревают их до плавления.

«Фараонова змея»

К концентрированному раствору азотнокислой ртути прибавляют 10% раствор роданистого калия. Выпавший осадок роданистой ртути $\text{Hg}(\text{CNS})_2$ собирают на фильтре, подсушивают и формуют палочки толщиной в карандаш и длиной в 4—5 см. Если палочку поджечь, то из нее начинают выползать плотные продукты горения, создавая впечатление извивающейся змеи.

«Черная змея»

В тарелку насыпают песок конусом и пропитывают его спиртом. Затем делают углубление в центре и помещают туда смесь из 2 г питьевой соды и 13 г сахарной пудры и поджигают спирт. Сахар при этом превращается в карамель, а сода разлагается с выделением углекислого газа. Из массы начинает выползать толстая темно-

серая змея, которая, вертясь и извиваясь, расползается по тарелке. Чем больше горит спирт, тем длиннее ползает змея. Тарелку следует поставить на кирпич.

«Таинственная тень»

На одном вечере занимательной химии произошло следующее:

«На стене начали мелькать разноцветные огоньки, на уровне пола вспыхнул синий огонь. Густой белый дым заволок театральный зал, потом воцарилась тьма, но скоро стена начала излучать зеленоватый мерцающий свет и на ней отчетливо выделилась громадная человеческая тень».

Происхождение этого «чуда» объясняется тем, что стена была покрыта смесью сернистой сурьмы, азотно-кислого бария и радиоактивной соли. Под действием радиоактивной соли сернистая сурьма вспыхивала красноватым цветом, азотнокислый барий давал зеленые вспышки. Синеватый огонь и дым возникли оттого, что около стены был рассыпан самовоспламеняющийся порошок. При свете вспышки стена, покрытая смесью, начинала светиться, а участок, не покрытый солями, оставался темным, — это и была тень.

Наша промышленность выпускает в настоящее время светящиеся радиоактивные краски, которые могут найти применение для данного опыта. Светящиеся в темноте стрелки и циферблат часов покрыты такой краской.

Светящиеся составы можно приготовить и без радиоактивных веществ. Такие составы после облучения продолжают некоторое время светиться, обнаруживая явление фосфоресценции. Их называют люминофорами, или фосфорами.

Приводим некоторые рецепты светящихся составов (люминофоров), которые были опубликованы В. Я. Кронгаузом в журнале «Химия в школе» № 6 за 1953 г.:

Рецепт № 1 (фиолетовое свечение)	Рецепт № 2 (зеленое свечение)	Рецепт № 3 (зеленовато- голубое свечение)
CaCO_3 — 10 г	CaCO_3 — 10 г	CaCO_3 — 4 г
MgCO_3 — 0,6 г	S — 3 г	SrCO_3 — 16 г
S — 3 г	Na_2SO_4 — 0,5 г	MgCO_3 — 2—3 г

Рецепт № 1 (фиолетовое свечение)	Рецепт № 2 (зеленое свечение)	Рецепт № 3 (зеленовато- голубое свечение)
Na_2SO_4 — 0,5 г K_2SO_4 — 0,5 г Сахароза — 0,5 г $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ — 0,5 мл 0,5% раствора Температура 750 — 800° Время прокалива- ния 45 мин.	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — 0,4 г Сахароза — 0,3 г $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ — 0,5 мл 5% раствора Температура 800 — 900° Время прокалива- ния 15 мин.	S — 6 г Na_2SO_4 — 0,8 г $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — 0,5 г Сахароза — 0,3 г $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ — 1 мл 0,5% раствора Температура 650 — 700° Время прокалива- ния 60 мин.

Исходные вещества для приготовления состава должны быть предварительно несколько раз перекристаллизованы.

Очищенные сухие вещества, согласно рецепту, смешивают в фарфоровой ступке, затем тщательно растирают. Затем насыпают в тигель и прокаливают в тигельной печи. Через определенное время, указанное в рецепте, прокаливание прекращают и после охлаждения извлекают из тигля готовый светящийся состав.

«Святая» вода

Еще довольно часто в наши дни можно встретить людей, которые убеждены, что так называемая «святая» вода не портится потому, что она обладает сверхъестественной, божественной природой.

В действительности же причины этого явления остаются не замеченными этими людьми. Каковы эти причины? Их несколько.

1. В январе месяце, т. е. когда происходит «освящение», вода в проруби наиболее чиста. В ней мало как гнилостных бактерий, так и пищи для них. Именно поэтому она долго не «протухает» — просто в ней почти нечему гнить. А поскольку «святая» вода хранится обычно в чистой, плотно закупоренной посуде, то исключается

возможность проникновения гнилостных бактерий извне, из воздуха. Если мы в таких же условиях будем хранить «неосвященную» воду, взятую с того же водоема, то последняя будет сохраняться столь же долго, как и «освященная».

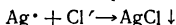
Еще лучше будет сохраняться дистиллированная вода, т. е. вода, очищенная методом перегонки (можно поставить опыт получения дистиллированной воды — показать слушателям прибор для перегонки воды и, если кто пожелает, дать эту воду на хранение). «Святую» воду необходимо обязательно закупорить пробкой. Если посуду оставить незакупоренной, то в нее из воздуха попадет масса подлающих к гниению частичек, что способствует быстрому развитию гнилостных бактерий, и никакая «святость» не предотвратит ее от быстрой порчи.

2. Обычно люди не обращают внимания на то обстоятельство, что в церкви «святую» воду хранят в серебряной посуде (иногда опускают в нее серебряный крест). А ведь это совсем не случайно.

Еще в 80-х годах прошлого столетия было обнаружено, что даже ненадолго опущенное в воду серебро убивает находящиеся в ней гнилостные бактерии или создает для них такую среду, в которой они не могут развиваться.

Убивают бактерии ионы серебра, которые образуются при опускании серебра в воду. В настоящее время ионы серебра получают в специальных ионаторах и применяют для консервирования молока, пива и других продуктов питания. Серебряную воду применяют как эффективное средство при желудочно-кишечных заболеваниях, при воспалительных процессах носа и глаз, при язвах желудка и двенадцатиперстной кишки.

Для подтверждения наличия ионов серебра в такой «святой» воде добавьте к ней 5% раствор хлористого натрия — тотчас же появляется белая муть, или осадок хлористого серебра (качественная реакция на ион серебра):



3. «Святую» воду можно получить при помощи ветки вербы. Если поместить в воду ветку вербы, то такая вода также может долго не портиться.

Объясняется это тем, что из ветки вербы в воду переходят дубильные вещества, которые обладают сильными

бактерицидными (бактериоубивающими) свойствами. Присутствие дубильных веществ в такой воде можно обнаружить при помощи FeCl_3 — треххлористого железа (появляется коричневато-красная окраска).

Превращение воды в «вино»

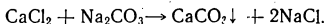
Ставят на стол два стакана: один на 500 мл, второй на 100 мл. В первый стакан наливают 1% раствор пищевой соды, во второй — 1% раствор фенолфталеина. В стаканчик с фенолфталеином опускают стеклянную палочку. Стакан с содой ставят так, чтобы он был виден слушателям. Затем берут стеклянную палочку, а еще лучше стеклянную трубку, опущенную в раствор фенолфталеина, и размешивают ею раствор соды. Раствор соды окрашивается в розоватый цвет, напоминающий цвет вина.

Такое «вино» можно испытать на вкус. Пищевая сода и фенолфталеин безвредны для человека. Фенолфталеин под названием «пурген» продается в аптеках как слабительное средство. Фенолфталеин от щелочей окрашивается в розовый цвет. В аналитической химии он применяется как индикатор.

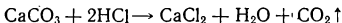
Превращение воды в «молоко» и молока в «воду»

Готовят 3 стакана по 300 мл. В первый стакан наливают 100 мл концентрированного раствора хлористого кальция, во второй — такое же количество соды, в третий стакан — 10% раствор соляной кислоты.

В стакан с хлористым кальцием вливают раствор соды. Прозрачная вода превращается в «молоко». Образуется углекислый кальций:



Затем к образовавшемуся «молоку» приливают соляную кислоту. Раствор снова становится бесцветным:



«Нерукотворные» письма и лики

Уже давно химиками были изобретены так называемые «симпатические чернила». Это жидкости, которыми можно писать на бумаге так, что написанное исчезнет, но

потом, при желании, появляется вновь. Это делается путем нагревания или при обработке каким-либо химическим веществом. Появляющиеся и исчезающие «кровавые» письма можно получить, если взять два слабых раствора хлорного золота и хлористого олова. Если одним из растворов написать или нарисовать что-нибудь на бумаге, на дереве, на полотне и дать высохнуть, а другим раствором протереть написанное, то надпись и рисунок появляются как будто бы они сделаны кроваво-красной краской. Если написанное вынести на холод, то краска исчезает, а при нагревании снова появляется. Таким способом могут быть показаны «нерукотворные» надписи и лики. Если написать что-нибудь луковым соком и бумагу нагреть, то выступают буквы желтого цвета.

Можно нарисовать рисунок солями свинца, марганца, кадмия, сурьмы и проявить его раствором сернистого натра. На рисунке появляются черный, телесный, желтый и оранжевый цвета. Все исходные растворы бесцветны.

Для этих же целей можно использовать 2% спиртовой раствор фенолфталеина.

Следует нарисовать на фильтровальной бумаге картинку, фигуру человека, икону и т. д. при помощи 2% раствора фенолфталеина в спирте. После испарения спирта остается чистая бумага. Если такую бумагу побрызгать из пульверизатора слабым раствором щелочи (NaOH или KOH), то появляется рисунок красного цвета. Из другого пульверизатора можно побрызгать картину слабой соляной кислотой — рисунок снова исчезает. Так, меняя растворы, можно несколько раз проявить рисунок и снова его обесцветить.

Фенолфталеин является индикатором — от щелочей окрашивается в красный цвет, от кислот становится бесцветным.

Двумя цветами можно получить рисунок, если покрыть его растворами роданистого аммония и желтой кровяной соли. Для проявления рисунка применяют треххлористое железо. Роданистое железо от треххлористого железа окрашивается в красный цвет, а желтая кровяная соль — в синий.

«Самонаписание» иконы

В истории религиозных «чудес» встречались случаи «самонаписания» иконы. Например, в церкви деревни Лы-

щи, Доброславского прихода, Пинской губернии, в 1910 г. верующими было замечено с правой стороны лика спасителя, написанного на холсте, туманное изображение богородицы. Священник Хлебцевич не позволил специалисту произвести исследование «чуда».

Известно, что если раствором хлористого кобальта сделать на бумаге какое-нибудь изображение, то оно будет незаметным, а при нагревании листка выступит яркий рисунок. Возможно, что таким путем было вызвано «самонаписание» иконы. Можно его вызвать и другим путем: растворяют в воде немного уксуснокислого свинца (на 3—4 см³ воды берут соли на кончике перочинного ножа с полгорошины). Кисточкой, смоченной в этом растворе, обводят картину, чуть намеченную на бумаге карандашом или угольком. Когда рисунок просохнет, добавляют в раствор еще такое же количество соли и этим раствором наносят на рисунке тени. Еще более крепким раствором рисуют брови, глаза, нос и т. д. После просушки можно приступить к явлению «чуда». Для этого нужно просто окуривать невидимую картину сероводородом. Чтобы получить сероводород, надо в пробирку насыпать немного растолченного сернистого железа, которое изготовляют, прокалив докрасна смесь растолченной в порошок серы и железных опилок, и налить в пробирку раствор соляной кислоты. Пробирку заткнуть пробкой с отводной грубкой, через которую и будет выделяться сероводород. При окуривании картины выступает изображение коричневого цвета. Опыт окуривания сероводородом нужно проводить на открытом воздухе или под вытяжным шкафом, так как сероводород — ядовитый газ. В помещении картину можно побрызгать из пульверизатора или из промывалки сероводородной водой. Изображение может появиться и без окуривания сероводородом, если невидимая картина находится в помещении, где бывает большое скопление народа. Ведь организм человека выделяет некоторое количество сероводорода. Под его воздействием и может проявиться изображение.

«Скромный» сахар

В прежние времена верующие страшно боялись «оскоромиться» в постные дни, чтобы не угодить за такой тяжкий грех в ад, в «пекло».

Но что, казалось бы, скромного в обыкновенном сахаре?

Оказывается, смущал процесс очистки сахарного сока при получении рафинада с помощью животного угля, получаемого сжиганием крови или костей животных. Этим широко пользовались в свое время предприимчивые люди. Они к обыкновенному сахарному песку прибавляли различные примеси и красящие вещества и получали так называемый «постный сахар», который продавался по повышенной цене.

Активированный уголь, получаемый из костей и крови животных, обладает большой адсорбционной (поглощающей) способностью и хорошо очищает раствор сахара от различных примесей.

Слово рафинад происходит от слова рафинировать — очищать. С активированным углем можно поставить некоторые опыты.

Высокий стеклянный цилиндр на $\frac{3}{4}$ наполняют водой, подкрашенной фуксином, индигокармином или анилиновыми чернилами. Затем к воде прибавляют 1—2 ложки порошка активированного угля, закрывают цилиндр шлифованным стеклом и несколько раз взбалтывают. Через некоторое время жидкость становится совершенно прозрачной, так как краситель адсорбируется на поверхности частичек угля. Рекомендуется затем профильтровать жидкость через фильтровальную бумагу или вату, чтобы задержать уголь.

В качестве активированного угля может служить карболен, который продается в аптеках. Для опыта достаточно 2—3 таблеток, растертых в порошок.

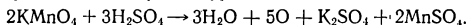
Можно показать поглощение углем паров брома. Для этого в цилиндр вливают около 0,5 мл брома и прибавляют 2—3 ложки активированного угля. Бурые пары брома исчезают (особенно быстро при встряхивании). Следует иметь в виду, что пары брома ядовиты.

Демонстрируя этот опыт, уместно рассказать слушателям об устройстве противогаза.

«Волшебная» палочка

К фитилю спиртовки, смоченному спиртом, прикасаются стеклянной палочкой, погруженной в кашицу, состоящую из смеси KMnO_4 и серной кислоты. Фитиль мгновенно

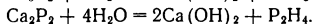
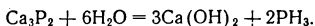
но загорается. Воспламенение происходит при окислении спирта кислородом, выделяющимся при взаимодействии перманганата с серной кислотой. Реакцию выделения кислорода можно выразить уравнением:



«Блуждающие огни»

Существует суеверие, связанное с существованием в природе так называемых «блуждающих огней». Слухи о том, что иногда ночью на кладбищах и торфяных болотах появляются «чудесные огни», не лишены истины. Эти огни то появляются, то исчезают: исчезают в одном месте, а появляются в другом — как бы блуждают. Суеверные люди это явление приписывают действию «нечистой силы». Но здесь ничего таинственного нет. Секрет этого явления связан со свойствами соединений фосфора. При гниении органических веществ, содержащих фосфор, образуются водородные соединения фосфора. Известно несколько водородных соединений фосфора, среди которых имеются газообразный PH_3 и жидкий P_2H_4 . Жидкий фосфористый водород отличается тем, что его пары даже при обычной температуре на воздухе самовоспламеняются. Конечно, эти пары выделяются не только ночью, но и днем, когда их вспышки не заметны.

Получение фосфористого водорода. P_2H_4 можно получить из фосфида кальция — Ca_3P_2 , который всегда содержит примесь Ca_2P_2 . Бокал наполняют водой, подкисленной соляной кислотой, и бросают в нее небольшие кусочки фосфида кальция, беря их пинцетом. При этом выделяется газообразный PH_3 с примесью жидкого P_2H_4 , пары последнего на воздухе самовоспламеняются и поджигают газообразный PH_3 . Каждый пузырек газа, выходя из жидкости, сгорает, образуя кольцо белого дыма, состоящего из фосфорного ангидрида:



Несколько иначе «блуждающие огни» образуются на болотах. Там горит не фосфористый водород, а главным образом болотный газ (метан). Правда, болотный газ воспламеняется также жидким фосфористым водородом,

который, хотя и в ничтожном количестве, но все-таки образуется в болотах.

Для иллюстрации появления «блуждающих огней» можно воспользоваться также опытом получения фосфора из костей.

Получение фосфора из костей. Соберите прибор, как показано на рисунке 33. В нижнем угольном электроде, имеющем несколько больший диаметр, чем

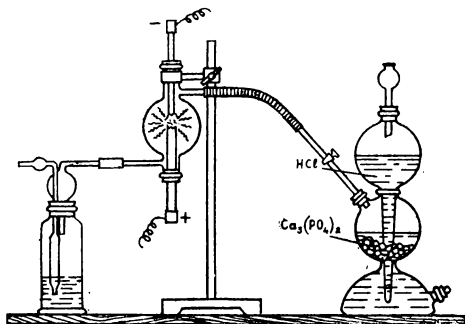
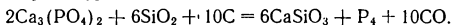


Рис. 33.

верхний электрод, сделано воронкообразное отверстие глубиной 1—2 см. В углубление поместите предварительно тщательно растертую в ступке смесь, состоящую из 3 весовых частей костяной муки, 2 весовых частей песка (кремнезема) и 1 весовой части древесного угля. Присоедините заранее заряженный аппарат Киппа и вытесните из прибора воздух (водородом или углекислым газом).

Как только из прибора будет вытеснен воздух, пропустите между двумя электродами электрическую дугу. Начинаются реакции, которые можно выразить следующим суммарным уравнением:



Образующиеся пары фосфора постепенно оседают на внутренних стенках колбы. После окончания опыта можно продемонстрировать свечение.

Огненные буквы

Белый фосфор растворяют в сероуглероде. Если таким раствором написать буквы на каменной стене (деревянная может загореться) или облить какой-нибудь негорючий предмет, то сероуглерод быстро высохнет, а тонкий слой фосфора останется. В темноте написанные буквы будут светиться и как бы дымиться синеватым светящимся дымом.

Жертва богу Амону

Жрецы утверждали, что будто бы в день новолуния жители Нильской дельты приносили девушек в жертву богу Амону. Их разрезали заживо, но жертвы не издавали при этом ни малейшего звука. В 1923 г. в Париже химик Пьер Пиоб воспроизвел это «чудо» египетских жрецов. Он в присутствии слушателей разрезал на куски живого ягненка, который при этом не издал ни единого звука.

В чем дело? Оказывается, перед началом опыта ягненку дали сахар, пропитанный ядом кураре, который вызывает паралич нервов. Это свойство яда использовали жрецы. Кураре относится к алкалоидам, в основе структуры которых лежит бис-бензил-тетрагидроизохинолиновая группировка эфирного характера. Кураре выделен из растения барбариса и др.

«Нетленные мощи святых угодников»

Часто в монастырях показывают «мощи святых угодников», которые сохранились в нетленном виде. Объясняется это тем, что тела попали в такие условия, где гнилостные бактерии не могли развиваться. Случиться это может тогда, когда тело умершего находится в помещении с очень сухим воздухом или в сухом грунте.

При омывании тел почвенной водой, содержащей большое количество извести, оно может окаменеть. Когда в такие условия попадают тела даже самых «грешных» людей, то они также могут сохраниться.

«Чудесной» нетленности умели добиваться, как известно, еще в древнем Египте. Из трупа удаляли внутренности и пропитывали его душистыми смолами. После такой обработки тело в сухом, жарком климате Египта высыхало, превращалось в мумию.

Пропитывание трупа химическими веществами называется бальзамированием. Для бальзамирования предложен ряд химических веществ: сулема, квасцы, креозот, тимол, камфора и др. Для непродолжительного хранения применяются способы, основанные на пропитывании трупа водным раствором формалина (10—20%). Для пропитывания учебных и научных препаратов применяется бальзамирующая жидкость, состоящая из формалина (10—20%), спирта (20%), глицерина (20—25%), карболовой кислоты (5%) и воды (40—50%). Эта жидкость надолго предохраняет трупы от разложения.

«Дьявольская сила»

Сторонники религии долгое время старались задержать развитие науки о газах, а некоторые наиболее реакционные защитники религиозного взгляда на мир видели в этом посягательство на духовную сущность бога. Так, например, обнаруженные в природе газы считались «дьявольской силой». Удушение в пещерах, колодцах и подвалах от накопившегося в них большого количества углекислого газа приписывалось непосредственному действию этих злых духов. Такая точка зрения на газы поддерживалась сторонниками религии в течение многих веков. Для демонстрации «дьявольской силы» можно воспользоваться опытом с углекислым газом (см. «Опыты с газами»).

ХИМИЯ И МЕДИЦИНА

Фиолетовый «газ»

В химический стакан емкостью в 500—1000 мл помещается смесь йода с йодистым калием. Стакан устанавливается на песочной бане и в него погружается дно круглодонной колбы, наполненной на $\frac{3}{4}$ водой, колбу укрепляют в штативе. Затем стакан с йодом нагревают. При этом йод переходит в фиолетовые пары, которые заполняют стакан и, охлаждаясь, образуют блестящие кристаллы йода на холодном дне колбы.

Йодная настойка

В лечебной практике применяют спиртовую настойку йода (5—10%). Йод растворяется также хорошо в растворе йодистого калия. Такой раствор называют Люголевским раствором.

Цвет растворов йода и брома

В три пробирки помещают по 2 мл 0,5 N раствора йодистого калия. К одной из них прибавляют 1—2 мл бензина, к другой — столько же эфира, к третьей — столько же бензола. В другие три пробирки помещают по 2 мл 1 N раствора бромистого калия и прибавляют те же растворы. Затем к каждой из пробирок прибавляют хлорной воды и взбалтывают. Бром и йод при этом растворяются в органических разводителях, окрашивая их в характерные цвета. Так можно отличить йод от брома.

«Синий» хлеб

Кусочек белого хлеба смачивают слабым раствором йода. Йод должен быть слабо-желтоватого цвета. Хлеб

окрашивается в синий цвет. Если цвет получился темный, то взято было очень много йода.

Йод содержится в различных органах тела человека, главным образом в виде содержащих йод органических соединений. В наибольшем количестве йод содержится в щитовидной железе.

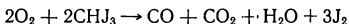
Соли йодистоводородной кислоты KJ и NaJ — часто употребляемые лечебные препараты.

Йодированная соль часто выпускается в продажу.

Йодированную соль можно приготовить самому, смешав хорошо 100 г хлористого натрия с 1 г йодистого натрия или калия.

Запах аптеки

Из йода получают другое лекарственное вещество — йодоформ. Йодоформ действует на микробов не сразу, как йод, а постепенно. При этом вначале образуется атомарный йод, обладающий большой активностью. Действие его начинается только при соприкосновении с кровью или другими жидкостями человеческого организма, в которых есть окислительный фермент каталаза. Происходит выделение свободного йода:



Йодоформ — мелкокристаллический порошок со специфическим запахом. Часто говорят, что он имеет запах аптеки.

Наливают в пробирку 1 мл воды и несколько капель этилового спирта. Затем прибавляют 3 мл раствора йода в йодистом калии (растворяют 2 г йода и 6 г йодистого калия в 100 мл воды) и по каплям водный раствор 10% едкого натра до исчезновения окрашивания йода. Через некоторое время выпадает кристаллический осадок йодоформа.

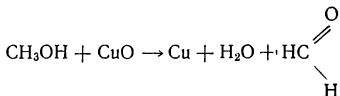
Образование йодоформа из винного спирта может служить реакцией на винный (этиловый) спирт.

Опыты с формалином

Формалин представляет собою раствор формальдегида в воде. Большие количества формалина идут для дезинфекции. Формалин с успехом применяется для уплот-

нения и дальнейшего хранения анатомических препаратов.

Получение формальдегида. В пробирку помещают 10—15 капель метилового спирта — CH_3OH , опускают туда накалившую докрасна спираль медной проволоки (при накаливании спираль покрывается слоем окиси меди): ощущается запах формальдегида (нюхать осторожно!):



Бумажка, смоченная раствором фуксина, обесцвеченная сернистой кислотой, окрашивается в розовый или красный цвет от паров формальдегида.

Осаждение белковых тел. К раствору желатины (или куриного белка) прибавляют формалин, получается белый осадок.

На осаждении формалином белковых тел основано применение формалина для дезинфекции, дубления кож и приготовления искусственных масс, например из казеина (творога) молока.

Из двух жидкостей — твердое лекарственное вещество. К 5—10 мл раствора формалина приливают нашатырный спирт до сильно щелочной реакции по лакмусовой бумажке и жидкость выпаривают на водяной бане досуха. Получается кристаллический порошок — уротропин (гексаметилентетрамин).

Уротропин применяется в медицине как противогриппозное средство, а также как средство для дезинфекции мочевых путей.

Смесь, состоящая из 33% уротропина и 67% хлористого кальция, получила название кальцекса.

Если к уротропину добавить воды и слабой серной кислоты и жидкость прокипятить, то образуется вновь формальдегид.

Опыты с фенолом, хлорной известью и другими веществами

Открытие фенола. Наливают в пробирку 2—3 мл 1% раствора фенола, добавляют одну каплю 5% раствора хлорного железа. Наблюдается появление характерного фиолетового окрашивания.

Фенол, или карболовая кислота, является антисептическим средством. Производные фенола — крезолы поступают в продажу под названием «сырой» карболовой кислоты. Смесь крезола с мылом применяется в медицине под названием «лизол».

Реакция на хлорную известь с анилином. Наливают в пробирку 1 мл водного раствора анилина и несколько капель 10% раствора хлорной извести. Наблюдается появление фиолетового окрашивания. При помощи хлорной извести открывают также присутствие анилина.

Фиолетовая краска из салициловокислого натрия. Салициловокислый натрий широко применяется в медицине для лечения ревматических заболеваний. Если приготовить раствор этой соли в воде и прилить к нему раствор треххлористого железа, то жидкость окрашивается в фиолетовый цвет.

Красная и зеленая краска из ПАСКа. ПАСК — параминосалициловая кислота — новый препарат для лечения туберкулеза. Белый порошок, хорошо растворимый в воде. Если к 1% раствору ПАСКа прибавить 1% раствор соли хлорного железа, то получается кроваво-красное окрашивание и оседает красная краска. Если вместо соли железа взять соль меди, можно получить зеленую краску. Можно использовать ПАСК в качестве симпатических чернил. Написать на бумаге бесцветным ПАСКом и проявить солями железа.

Мыло «К». Мыло «К» антипаразитическое. Его можно купить в аптеке.

Если белье прополоскать в 3% растворе такого мыла, то оно после сушки предохраняет человека от насекомых (вшей, клопов) в течение почти трех недель. Такое мыло может найти применение в практике качественного анализа. Растворите кусочек мыла в воде, прибавьте раствор поваренной соли. Выпадает осадок мыла. В растворе остается антипаразитическое вещество — бисэтилксантогенат и этилксантогенат натрия. Раствор этих солей дает с солями меди желтый осадок, с солями железа — темно-коричневый, с солями свинца — желтый, переходящий в черный, с солями ртути — белый, переходящий в черный.

Медные краски из сульфамидных соединений. В отдельных пробирках растворяют натриевые соли стрептоцида, сульцимила, альбуцида, норсульфазола.

В каждую пробирку приливают по 2 мл 1% раствора медного купороса. Выпадают осадки солей меди, окрашенные в различные цвета: от зеленоватого до коричневого.

Краска из белого стрептоцида. 0,1 г белого стрептоцида растворяют в 3 мл 0,5 N раствора соляной кислоты и приливают 5 мл 0,1 N раствора нитрита натрия. Полученный раствор смешивается с 5 мл 1% щелочного раствора бета-нафтола. Выпадает красный осадок краски.

Цветная реакция на хинин. Наливают в пробирку 1 мл 0,1% раствора сернокислого хинина, бромной воды и 10% раствора аммиака. Наблюдается появление зеленого окрашивания.

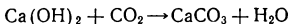
Цветная реакция на пирамидон. Наливают в пробирку 3 мл 2% раствора пирамидона и 1—2 капли 3% раствора хлорного железа. Наблюдается появление сине-фиолетового окрашивания.

Пирамидон — важное болеутоляющее и жаропонижающее средство.

Бром и «бром». Врачи часто говорят больному: «Я приписываю бром». Конечно, это не настоящий бром, а только соль брома — NaBr или KBr. Чистый бром — ядовитая жидкость, на теле производит медленно заживающие ожоги. Соли брома играют большую роль в медицине при нервных заболеваниях.

В пробирку наливают 2 мл 1% раствора бромистого калия и приливают 1% раствор азотнокислого серебра — выпадает желтый осадок, постепенно темнеющий на свету. При помощи этой реакции определяют бромистые соли.

Вода, которая мутится при дыхании. Приготовьте насыщенный раствор известковой воды. Если продувать выдыхаемый воздух через такую воду, начинает выпадать белый осадок, и вода становится мутной. Известковая вода служит для обнаружения углекислого газа, который с ней образует осадок углекислого кальция — мела:



Дистиллированная вода вредна. При продолжительном употреблении ее для питья она выщелачивает из клеток желудка и кишок соли, что ведет к серьезным заболеваниям.

Дистиллированная вода применяется в медицине для получения различных лекарств. В химической лаборатории все реактивы готовятся на дистиллированной воде.

Отличить дистиллированную воду от обычной можно следующим образом.

В пробирку наливают 3 мл воды и добавляют 5 капель кошенили (раствор готовится так: в течение 2 дней настаивают 2 г кошенили в 100 мл дистиллированной воды; получается темно-красный раствор). Если окраска кошенили не исчезает, то вода дистиллированная. Если окраска в течение нескольких минут исчезает с переходом ее в серую с выпадением мелких хлопьев, то это говорит о том, что вода недистиллированная. Сущность реакции заключается в том, что соли щелочноземельных металлов (бикарбонаты, хлориды, сульфаты) осаждают кошениль.

Соляная кислота в желудке. В желудочном соке человека содержится 0,4—0,5% свободной соляной кислоты. Соляная кислота необходима для усвоения и переваривания белков, она убивает многих болезнетворных бактерий и прекращает гнилостные и бродильные процессы.

В пробирку наливают немного желудочного сока (желудочный сок продается в аптеке) и приливают раствор азотнокислого серебра — выпадает белый творожистый осадок хлористого серебра. При добавлении к желудочному соку раствора соды выделяются пузырьки углекислого газа.

Искусственный желудочный сок готовится из чистой соляной кислоты. К соляной кислоте добавляют небольшое количество пепсина.

Сладкий спирт. Сладким спиртом называют глицерин. Он имеет вкус патоки. Сладость его приближается к сладости глюкозы. Глицерин — трехатомный спирт, хорошо растворимый в воде. Применяется в медицине для изготовления глицеринового мыла и т. д.

Наливают в пробирку 1—2 мл водного 10% раствора едкого натра и несколько капель 1% медного купороса. К смеси прибавляют 2 капли глицерина. Наблюдается растворение осадка и появление темно-синего раствора. Этой реакцией в химии доказывают присутствие в химическом соединении двух и более гидроксильных групп.

Можно из глицерина получить акролеин, который легко узнается по острому запаху (нюхать осторожно). Этот

запах характерен для сильно пережаренной пищи вследствие распада жиров и разложения освобождающегося при этом глицерина.

В сухую пробирку наливают 2—3 капли глицерина и прибавляют щепотку кристаллического кислого сернокислого калия или натрия. При нагревании смеси появляется острый запах акролеина. Этот опыт следует проводить в вытяжном шкафу.

Из глицерина получают взрывчатое вещество — нитроглицерин, который служит для изготовления динамита.

Но это сильное взрывчатое вещество находит применение и в медицине для лечения некоторых сердечных заболеваний.

Витамин С. Молибденовые соединения при действии различных восстановителей (глюкоза, цинк и др.) окрашиваются в синий цвет.

Следует растворить 0,1 г молибденовокислого аммония в 20 мл 25% серной кислоты и прилить к полученному раствору 20 мл 10% раствора едкого натра, содержащего 2 мл жидкого стекла. Щелочь приливают отдельными порциями до появления желтой окраски раствора. Полученным реактивом можно воспользоваться для открытия аскорбиновой кислоты (витамина С).

К 2 мл реактива добавляют 1 мл витаминсодержащей жидкости. При наличии аскорбиновой кислоты появляется в этих условиях синяя окраска. Глюкоза и другие восстановители с предлагаемым реактивом дают в большинстве случаев зеленую или бурую окраску.

Исследование полуды консервных банок на примесь свинца. Место исследования очищают от жира ватой, смоченной эфиром. Другой кусочек ваты смачивают 40% уксусной кислотой и прикладывают на 3—4 минуты на очищенное место. Затем на то же место прикладывают вату, смоченную 4% раствором йодистого калия. Быстрое пожелтение ваты (йодистый свинец) указывает на примесь свинца выше нормы, т. е. более 1%; пожелтение через 1—2 минуты говорит о том, что свинца менее 1%. Свинца в полуде консервных банок допускается не более 0,04%.

ХИМИЯ В БЫТУ

Повседневнo человеку приходится иметь дело с различными химическими процессами. Приготовление пищи, сохранение продуктов, стирка белья, чистка ковров, одежды, обуви, посуды, уход за мебелью, реставрация различных предметов домашнего обихода связаны с химией.

Химия — могучее оружие в руках советского человека, преобразующего природу. Химическая наука перестала принадлежать узкому кругу людей — специалистов и стала достоянием широких масс трудящихся.

В этом разделе приведены рецепты, которые могут быть полезны каждому человеку в его повседневной жизни.

Как удалить накипь с чайника

Природная вода содержит известное количество растворенных солей кальция и магния, определяющее так называемую жесткость воды. Жесткая вода плохо мылится и оставляет на стенках посуды накипь. Стенки чайника постепенно покрываются плотной коркой накипи. Отбивание накипи механическим путем часто приводит к повреждениям чайника. Удалить накипь можно только химическими методами. Для удаления накипи применяют щелочи, соли или кислоты. Щелочи не действуют на металл, за исключением алюминия.

Для удаления накипи можно взять тринатрийфосфат или стиральную соду (20—40 г на литр воды). Наливают в чайник раствор одного из этих веществ и кипятят 1—2 часа. После этого накипь соскабливают и посуду промывают несколько раз чистой водой. Если накипь сразу не удаляется, обработку продолжают 2—3 раза. Из

кислот применяют уксусную эссенцию, 2 чайные ложки на литр воды. Кипятят 1—2 часа, затем посуду промывают чистой водой.

Быстро можно снять накипь ингибированной соляной кислотой, которая представляет собой разведенную в 3—4 раза техническую соляную кислоту с добавлением 4% (по объему) формалина или двух чайных ложек сахара на 1 литр кислоты. Кислота быстро растворяет накипь с выделением углекислого газа. Обычно приходится делать 2—3 промывки кислотой небольшими порциями. После этого раствор прополаскивают слабым раствором соды и промывают водой.

Для удаления накипи в медных чайниках применяют раствор каустической соды (10 г на литр воды).

Как чистить металлическую посуду (алюминиевую, никелированную, серебряную)

Алюминиевая посуда портится от щелочей и кислот. Поэтому алюминиевую посуду моют горячей водой с добавлением небольшого количества мыла, можно также прибавлять немного нашатырного спирта, который удаляет жировые вещества.

Загрязненную никелированную посуду, а также серебряные вещи следует протирать шерстяной тряпочкой, смоченной в нашатырном спирте.

Как быстро наточить ножи

Ножи легко и быстро натачиваются, если предварительно лезвие опустить на полчаса в слабый раствор поваренной соли. Не рекомендуется мыть ножи горячей водой, от этого они тупятся.

Как склеить деревянные предметы

Дерево можно склеить клеем, приготовленным из творога, растворенного в нашатырном спирте (на 4 части творога 1 часть нашатырного спирта). Этим клеем смазывают детали и связывают их веревкой.

Как обновить тусклую фотографию

Тусклым, серым фотографиям можно придать яркость и выразительность, покрыв их любым бесцветным лаком или тонким слоем воска.

Лак нужно нанести очень тонким слоем при помощи ватного тампона. Если применяют воск, то его предварительно растворяют в бензине (1 г воска на 10 мл бензина) или скипидаре (4 г воска на 100 мл скипидара).

Как очистить замерзшие стекла

Чтобы освободить стекла от льда, следует их обмыть крепким раствором соды. От этого лед на стеклах быстро оттаивает. Его смывают холодной водой, затем стекла и подоконники вытирают сухой тряпкой.

Как мыть крашенные полы

Крашенный пол моют теплой водой с добавлением 1—2 столовых ложек нашатырного спирта. Нашатырный спирт придает краске блеск. Нельзя мыть пол содой и мылом — от них масляная краска тускнеет.

Как окрашивать кирпичные печи

Поверхность печи надо смочить водой и, как только глина размокнет, снять ее с помощью шпателя. Затем снова смочить печь водой и протереть тряпкой, загладив все швы и шероховатости. Когда печь просохнет, можно начать ее красить. Краску можно приготовить из известкового теста (1 кг) и столовой соли (40—50 г); растворив соль в воде, вливают раствор в тесто и разбавляют водой до густоты жидкой сметаны. Чтобы придать краске голубоватый оттенок, в нее добавляют немного синьки.

Как продлить жизнь елки

Чтобы подольше сохранить елку, ее надо поставить на широкогорлый сосуд, в который налить 3 л воды, 5 г лимонной кислоты, 6 г желатины и 16 г толченого мела. Перед тем как поставить елку в раствор, надо обрезать

ствол острым ножом, чтобы открыть свежие поры. По мере того как дерево будет впитывать раствор, в сосуд добавлять воду.

Как паять и лудить на спиртовке без паяльника

Для простейшей спайки мелких железных, медных и цинковых деталей, пластинок, проволок можно пользоваться сплавом, состоящим из 1 части олова и 2 частей свинца. Называется он третником,

Прежде чем приступить к спайке деталей, поверхность их очищают напильником или наждаком и смачивают при помощи щеточки раствором хлористого цинка. Раствор легко приготовить самому, растворив в соляной кислоте несколько кусочков цинка.

На поверхность одной из спаиваемых частей кладут кусочек сплава и нагревают на горелке или просто на свечке при спаивании очень мелких частей. Можно к нагретой и смоченной в растворе хлористого цинка поверхности прикоснуться полоской сплава так, чтобы отделилось небольшое его количество. Когда сплав расплавляется по поверхности, прикладывают другую деталь, прогревают место сплава и дают ему охладиться.

Вместо того чтобы смачивать поверхность детали раствором хлористого цинка, можно нанести на него сухой нашатырь (хлористый аммоний) или буру в порошке. При пайке электрических проводов вместо нашатыря употребляют только канифоль, растворенную в спирте.

Спаянное место после охлаждения обливают водой и обрабатывают напильником. Напильник надо брать старый, чтобы не жаль было испортить его оловом. Сплавы его очень вязки и легко забивают бороздки напильника.

Чтобы вылудить железную или медную проволоку, пластинку, деталь и т. д., их смачивают раствором хлористого цинка и тряпкой или кусочком асбеста размазывают по поверхности расплавленный сплав, подогревая деталь на огне.

Как паять алюминий

Благодаря прочной пленке окиси алюминия он обычным способом не паяется. Только при условии предохранения поверхности алюминия от изолирующего действия

Al_2O_3 можно спаять алюминий с алюминием или с другим металлом. Осуществить это можно следующим способом.

Запаиваемую поверхность алюминиевого предмета, например кастрюли, очищают до блеска при помощи совершенно новой, не бывшей в употреблении шкурки, а если нужно, то и выскабливанием ножом, но не напильником. Одновременно нагревают паяльник (простой или электрический) и в чайной ложке расплавляют канифоль. Расплавленную канифоль немедленно выливают на очищенное место алюминиевого изделия и сейчас же натирают его горячим, хорошо залуженным (тоже канифолью, а не нашатырем) паяльником. Олово с паяльником переходит на алюминий, хорошо смачивает его поверхность, хотя алюминий при этом сильно нагревается. К такой залуженной поверхности, пользуясь в качестве флюса порошком канифоли, можно припаивать обычным способом проводники, накладывать заплатки из жести, красной меди или латуни. При соединении алюминия с алюминием обе спаиваемые поверхности должны быть залужены, как указано выше.

В качестве припоя можно применять чистое олово (температура плавления 232°) или лучше припой следующего состава: 1) олова 1,5 вес. части, свинца 1 часть (температура плавления сплава 180°); 2) олова 2 вес. части, свинца 1 часть (температура плавления 171°).

Клей для склеивания изделий из пластмасс

Измельченное органическое стекло всыпают во флакон с хлороформом (1 : 10). Смесь оставляют стоять на сутки. Получается бесцветный клей, пригодный для склеивания изделий из пластмасс, а также из обычного стекла.

Как получить прозрачную пленку на стеклянной елочной игрушке

50 г канифоли растворяют в 1 кг спиртового шеллачного лака. Затем растворяют 1,5—2 г анилиновых красителей в 50 мл спирта. В первый состав (канифоль на спиртовом лаке) постепенно вливают второй состав (анилиновые красители) и тщательно перемешивают. После 5-минутного отстаивания стеклянные изделия быстро окунают в раствор, затем, вращая, подвергают сушке.

Как получить самодельные диапозитивы

Стеклянные пластинки для диапозитивов нарезаются из оконного стекла. Можно использовать для этой цели также смытые негативы (9×12). В качестве состава, которым покрываются стеклянные пластинки, применяются не очень густой раствор канифоли в бензине, взбитый до пены раствор куриного белка (1 часть белка на 100 частей воды) или 3—4% раствор желатины в нагретом состоянии. Готовый раствор кисточкой наносят тонким слоем на стеклянную пластинку и дают ему застыть (если употребляют раствор канифоли, то нужно подождать до тех пор, пока не испарится бензин). Когда раствор застынет, стеклянная пластинка накладывается чистой стороной на рисунок, чертеж, схему и т. д. Затем все линии рисунка при помощи остро отточенного карандаша или тонкого пера с тушью переносятся на покрытую составом сторону пластинки. Сверху на эту пластинку накладывается такая же чистая и обе они по краям оклеиваются полосками бумаги так, чтобы получился один диапозитив. В том случае, когда нужно приготовить цветные диапозитивы, рисунки на стеклянных пластинках раскрашиваются анилиновыми красками или разноцветными чернилами.

Как окрасить изделия из органического стекла

Для окраски изделий из органического стекла применяются органические красители, растворимые в хлороформе, бензоле, ацетоне (родамин, бриллиант грюн, фуксин и др.).

Для окраски изделий из плексигласа их опускают на некоторое время в раствор красителя. Происходит диффузия красителя в органическое стекло с одновременным его окрашиванием.

Химия стирки

Эффективность стирки зависит от качества воды. Не пригодной для стирки является вода, содержащая железо.

При стирке железо в виде ржавчины осаждается на белье и постепенно разрушает ткань. При стирке в жесткой воде растворимые кальциевые соли свертывают мы-

ло, которое вместе с загрязнениями остается на ткани, придавая ей серый или желтоватый цвет. Белье делается хрупким, липким, теряет прочность. Шерстяные и шелковые вещи от жесткой воды больше садятся при стирке, теряют мягкость, блеск и быстрее изнашиваются.

Для стирки наиболее пригодной является вода слабой жесткости. Расход мыла, соды в умягченной воде меньше в среднем на 15%. Жесткую воду от мягкой можно отличить следующим образом.

Немного измельченного мыла кладут в стакан с горячей водой. Если мыло полностью растворится и после охлаждения получится прозрачный раствор, следовательно, вода мягкая, если же на поверхности образуется пленка нерастворимого мыла, — вода жесткая.

Для улучшения воды применяют каустик (едкий натр), соду, поташ, буру, тринатрийфосфат, силикат натрия (жидкое стекло), зольный щелок, нашатырный спирт (аммиак).

Расход химических веществ на умягчение воды зависит от степени жесткости ее.

Например, если жесткость воды равна 5—15°, то берут от 1 до 3 г кальцинированной соды на 1 ведро воды. Для более жесткой воды — 1 г соды на каждые 5° жесткости.

Для стирки применяют специальные стиральные материалы: мыло, соду, силикатный клей, синтетические моющие вещества ОП-7, ОП-10.

Стиральные порошки ОП-7 и ОП-10 частично заменяют мыло, обладают большей устойчивостью в воде и не образуют осадка с кальциевыми солями.

Химия чистки

Очистка различных предметов от загрязнений основана на химических реакциях. Например, составы, применяющиеся для очистки ржавчины, содержат кислоты или другие вещества, вступающие в реакцию с окислами железа (очистка от загрязнений основана на применении растворителей).

Иногда для придания предмету определенного внешнего вида (блеск кожаных изделий, цвет материала и др.)

используют белки, воск, парафин, скипидар и другие вещества.

Для демонстрации химии чистки приводится ряд опытов.

Чистка кожаных изделий

1. Загрязненные места изделий протирают мягкой тряпкой, смоченной взбитым яичным белком. После такой обработки кожа приобретает хороший блеск.

2. Готовят при слабом нагревании смесь из следующих веществ: касторовое масло — 4 вес. части, скипидар — 18 вес. частей, желтый воск — 15 вес. частей, ка-нифоль — 1 вес. часть. Полученной массой смазывают изделия и натирают до блеска.

Чистка клеенки

Сначала клеенку моют молоком, наполовину разбавленным водой, затем вытирают сухой тряпкой. Для придания блеска применяют состав: воск — 1 вес. часть, парафин — 2 вес. части, скипидар — 5 вес. частей.

Чистка и полировка медных и латунных изделий

Готовят кашицу из уксусной кислоты, муки и опилок. Этой массой покрывают поверхности предметов и оставляют до высыхания. Счистив высохшую массу, предметы протирают шерстяной тряпкой.

Полировку производят следующим составом: нашатырного спирта — 5 вес. частей, воды — 10 вес. частей, мела — 2 вес. части, после чего тщательно протирают сухой тряпочкой.

Удаление ржавчины с металлических изделий

1. Ржавчину можно удалить следующим составом: виннокаменной кислоты — 1 вес. часть, хлористого цинка — 10 вес. частей, воды — 100 вес. частей.

2. Предметы, покрытые ржавчиной, смачивают раствором желтой кровяной соли (1 вес. часть на 5 частей

воды), затем натирают смесью: желтой кровяной соли — 1 вес. часть, воды — 20 вес. частей, мыла — 1 вес. часть, мела — 2 вес. части.

Чистка раковин, умывальников, ванн

Предметы очищают при помощи разведенной серной кислоты (на 1 л воды 25—50 г серной кислоты) или соляной кислоты (100 г на 1 л воды). Остаток кислоты удаляют водой.

Эмалированные изделия хорошо очищаются раствором соды (25 г на 1 л) в горячей воде.

Чистка книг и бумаги

Жировые пятна удаляют сухим мелом или зубным порошком. Мел покрывают чистой бумагой и проглаживают слабонагретым утюгом, затем мел стряхивают. Если пятно не сойдет сразу, чистку повторяют 2—3 раза.

Хорошо удаляются также жировые пятна пастой из жженной магнезии и бензина.

Для удаления чернильных пятен пользуются пропускной бумагой, смоченной крепким раствором щавелевой кислоты, или составом: 1 вес. часть лимонной кислоты, 1 вес. часть алюмокалиевых квасцов, 2 вес. части воды. Бумагу предварительно высушивают.

Пятна от сырости удаляют раствором алюмокалиевых квасцов, пятна от ржавчины — раствором щавелевой или лимонной кислоты. Если чернильные пятна не выводятся щавелевой или лимонной кислотой, то применяют гидросульфит или раствор хлорной извести.

Клеи и замазки

Столярный клей. Куски столярного клея заливают небольшим количеством воды так, чтобы они были полностью покрыты жидкостью. Через несколько часов клей подогревают, помещая посуду с ним в кастрюлю с горячей водой.

Для получения водоупорного столярного клея к набухшему клею прибавляют двуххромовокислого калия (хромпика) 10% от веса клея, а затем разваривают как обычно.

Казеиновый клей. Казеин (обезжиренный творог) высушивают, расстилая на бумаге, затем промывают чистым бензином для удаления остатков жира и опять сушат. Для получения клея 30 г казеина замешивают в 100 мл воды, затем добавляют 25 г концентрированного аммиака и 10 мл 35% раствора едкого кали. Получается густой клей, который разводят водой.

Казеиновый клей может применяться для склеивания различных предметов (фарфоровых, деревянных и т. д.).

Клей из крахмала и муки. Крахмал предварительно замешивают в небольшом количестве воды до тех пор, пока не исчезнут комочки. Затем в крахмал льют при тщательном помешивании кипяток, ставят посуду с клейстером на огонь и подогревают еще до получения прозрачной массы.

Таким же образом готовят клейстер из муки (пшеничной, ржаной).

Универсальный клей. Столярный клей (4 вес. части) измельчают, замачивают в воде в течение 1 суток, подогревают 1—2 часа для растворения (не доводя до кипения). Отдельно смешивают гашеную известь (1 вес. часть), сахар (3 вес. части) и воду (9 вес. частей), нагревают до кипения и оставляют на 2—3 дня. Отстоявшийся раствор сливают сверху и к нему прибавляют жидкий клей.

Клей для стекла. 1. Казеин — 1 вес. часть, жидкое стекло — 6 вес. частей. Смешивают до получения однородной массы. 2. Негашеная известь (1 вес. часть), вода (1 вес. часть), яичный белок (3 вес. части), гипс (5 вес. частей).

Клей для кожи. Столярный клей (20 вес. частей) замачивают в воде (30 вес. частей) до набухания, нагревают при тщательном размешивании и добавляют скипидар (1 вес. часть) и густой крахмальный клейстер (20 вес. частей).

Можно приготовить клей для кожи из казеина.

Казеин (10 вес. частей) замачивают в воде (10 вес. частей) и прибавляют раствор буры (3 вес. части на 15 частей воды). Смесь подогревают до растворения.

Клей из киноленты. Очистить киноленту, опустив ее в 2% раствор щелочи, затем после промывки водой и высушивания растворить в ацетоне или уксусно-этиловом эфире. Этим клеем можно склеивать изделия из целлулоида и пластмасс.

Замазка для склеивания фарфора. Свинцовый глет нагревают в течение нескольких минут до 300° на железной пластинке и по охлаждении смешивают с безводным глицерином до образования мягкой пластической массы (100 г глета и 25 мл глицерина). Замазка выдерживает нагрев до 250°, она кислото- и щелочеупорна.

Замазка на жидком стекле. К жидкому стеклу прибавляют каолин, мел или тальк до получения густого теста (рекомендуется смесь 80% измельченного асбеста и 20% талька). Затвердевание продолжается 5—10 часов. Замазка выдерживает нагрев до 700—800°.

Предохранение стекол от запотевания и замерзания

Жидкой смесью глицерина (1 вес. часть) и винного спирта (10 вес. частей) натирают стекло с внутренней стороны окон и затем протирают замшей. Можно применять один глицерин, которым смазывают стекло с обеих сторон. Хорошим средством служит также смесь глицерина (3 вес. части), скипидара (1 вес. часть) и прозрачного жидкого мыла (5 вес. частей).

Для предохранения очков от запотевания натирают их смесью из 3 частей глицерина, 7 частей зеленого мыла и нескольких капель скипидара.

Чистка изделий из мельхиора

Мельхиор представляет собой сплав из меди, цинка, никеля и железа. Такие предметы чистят зубным порошком, протирая тряпкой.

Как восстановить старые побледневшие чернила

Прежде всего нужно установить природу чернила, которыми была написана рукопись. Для этого осторожно кисточкой наносят так называемый освежающий раствор на несколько букв, дают им подсохнуть и наблюдают его действие. В качестве освежающих растворов применяются растворы танина, железного купороса, медного купороса, хромовокислого калия, йода, аммиачные пары и др.

Рукопись, побледневшую от действия морской воды, можно освежить путем обработки 5% раствором роданистого калия и газообразным хлористым водородом.

Для восстановления протравленных, пожелтевших, бледных, почти незаметных мест чернильного письма применяют 30% водный раствор медного купороса или 50% раствор нашатыря (хлористого аммония).

Жидкое стекло сохраняет продукты

При длительном хранении пищевых продуктов чрезвычайно трудной оказалась задача предохранения яиц от порчи. Применение холода здесь не достигает цели. Жидкое стекло, или силикат натрия, помогло справиться с этой задачей. Опущенные в 10% раствор жидкого стекла яйца могут сохраняться длительное время без загнивания и порчи. Консервирующая способность растворимого стекла обусловлена, с одной стороны, его антисептическим (стерилизующим) действием — способностью убивать микроорганизмы, с другой — закупоркой пор скорлупы от проникновения внутрь яйца воздуха.

Хорошо сохраняются также яйца в смеси отрубей (3 вес. части) и извести (1 вес. часть). Также доступным средством служит смесь гашеной извести (1 вес. часть) и поваренной соли (1 вес. часть) в 100 частях воды. Перед опусканием в этот раствор яйца смазывают жиром. Яйца можно также сохранять в известковом молоке, расплавленном парафине.

Качество яиц определяют при помощи 10% раствора хлористого натрия. Те яйца, которые тонут в этом растворе, качественные, а те, которые всплывают на поверхность, некачественные.

Как сделать материю непромокаемой

Самый простой способ состоит в следующем: парафин, настроганный ножом, рассыпают по материи и проглаживают горячим утюгом, пока парафин не впитается.

Можно парафин растворить в бензине. Получившимся раствором при помощи кисти несколько раз покрывают поверхность материала, давая ей при этом высохнуть.

Можно также применить и такой способ: ткань мочат в крепком мыльном растворе (100 г мыла на 1 л воды). Раствор должен быть теплым. Когда ткань хорошо пропитается раствором, ее отжимают и погружают в насыщенный раствор квасцов. После пропитки материю надо,

не отжимая, высушить. Пропитка будет еще лучше, если к 4,5 л мыльного раствора прибавить 250 г бельевой соды и 450 г просеянного порошка канфоли. При приготовлении раствора его надо все время размешивать.

Парусина для непромокаемости покрывается эмалевым лаком или масляной краской. Брезент из парусины можно сделать, выкрасив последнюю составом из 3 кг льняного масла и 0,25 кг воска, проваренного в течение двух часов. После сушки окраску повторяют.

Химия выведения пятен

Для выведения пятен применяют различные химические реактивы. Действие их основано на различных химических реакциях: образовании бесцветных соединений, хорошо растворимых в воде, окислительно-восстановительных реакциях, а в ряде случаев на растворении вещества, образовавшего пятно, в каком-либо растворителе. Например, выведение чернильных пятен основано на образовании бесцветного лейкооснования краски под влиянием реактива и растворении его в этиловом спирте.

Для демонстрации приводятся некоторые опыты.

Выведение пятен неизвестного происхождения. Пятна неизвестного происхождения, а также смешанные пятна удаляются специальными средствами, состоящими из жидкостворителей, нашатырного спирта, мыла и других веществ. Приведем несколько рецептов для приготовления таких средств.

	Количество част. й
I	
Денатурированный спирт	4
Глицерин	1
Мыло ядровое	6
Серный эфир	2

II	
Глицерин	1
Денатурированный спирт	1
Мыло ядровое	1
Нашатырный спирт	4

III

Бензин	25
Серный эфир	2
Нашатырный спирт	1
Отвар мыльного корня	2

IV

Денатурированный спирт	1
Мыло	10
Нашатырный спирт	1
Вода горячая	15

V

Скипидар	50
Нашатырный спирт	50
20% раствор мыльного корня	50
Серный эфир	1

VI

Для шелковых тканей:

Серный эфир	10
Уксусная кислота	1
Вода	50

Пятна от ржавчины на белых тканях удаляют горячим раствором из 4 частей соляной кислоты, 4 частей щавелевой кислоты и 92 частей воды, после этого пятно следует тщательно промыть чистой водой.

Практикуется еще такой способ. В стакане готовят смесь из 1 части щавелевой кислоты, 1 части лимонной кислоты, 1 части поваренной соли и 8 частей воды. Несколько каплями этого состава смачивают пятно и держат над наполненной кипятком посудой, после чего замыывают пятно мыльной водой.

На цветных вещах пятно намазывают тестом из равных частей глицерина и туалетного мыла, оставляют на сутки, а затем хорошо замывают. С белых костюмов пятна хорошо выводятся разбавленной соляной кислотой.

С шерстяных вещей пятна выводят смесью из равных

частей глицерина, воды и мыла. Этим тестом намазывают пятно, оставляют на 24 часа и замывают.

Есть и другой способ. Пятно смачивают холодной водой, посыпают тонким слоем мелкоистолченной щавелевой кислоты и промывают чистой теплой водой. Можно смочить пятно свежесжатым лимонным соком, посыпать тонким слоем столовой соли, оставить в таком виде на сутки, а затем промыть водой.

Пятна от смолы, дегтя, смазочного масла отмывают хлороформом, а затем, если окраска допускает, вещь простирывают в мыльной воде. Если приходится выводить пятно с линючих тканей, взбивают в пену желток, намазывают им пятно, сверху накладывают чистую тряпочку, слегка поливают горячей водой и протирают чистой тряпкой. Пятно впитывается в тряпочку, которой оно покрыто. Когда пятно сойдет, вещь прополаскивают в чистой воде.

Смолу можно также удалить смесью, состоящей из равных частей скипидара и картофельной муки с незначительным добавлением денатурата.

Пятна от смазочных минеральных масел хорошо выводятся пятновыводящей жидкостью, состоящей из 0,5 л воды, 15 г мыла, 50 г нашатырного спирта, 10 г скипидара и 50 г уксусного эфира. В эту смесь добавляют до 1 л воды. Смесь хранят в хорошо закрытой бутылки и перед употреблением взбалтывают.

Пятна от чернильного карандаша, если допускает окраска вещи, выводят подогретым денатурированным спиртом с добавлением нескольких капель соляной кислоты. Для подогревания посуду со спиртом ставят в кипятке.

Чернильные пятна можно вывести смесью, состоящей из 1 части уксусной кислоты и 1 части щавелевой кислоты. Смачивание повторяют до полного исчезновения пятна, затем вещь тщательно замывают. С белого белья пятна можно удалить хлорной водой с последующей тщательной промывкой. Пятна на вещах из белой шерсти или белого шелка смачивают слабым раствором виннокаменной кислоты или же спиртом, немного подкисленным уксусной кислотой.

Пятна от молока на белых и цветных вещах смачивают чистой щеткой, смоченной глицерином. Глицерину дают впитываться в ткань в течение 10 минут, затем

пятно замыывают теплой чистой водой и гладят с изнанки, пока оно не высохнет.

Пятна от пота. На вещах из шевиота и камвольных тканей пятна протирают чистой щеткой, смоченной в бензине, окончательно чистят мыльным раствором и замыывают теплой водой. На цветных тканях пятна натирают яичным желтком, разведенным денатурированным спиртом. Когда желток подсохнет, его соскабливают и пятно замыывают чистой, теплой водой. Пятно от пота на цветной шелковой подкладке и подмышками выводят денатурированным спиртом в смеси с нашатырным спиртом. На белой шелковой подкладке грязные места протирают теплым раствором перекиси водорода или хорошо действующим составом из 1 части нашатырного спирта, 3 частей спирта и 3 частей серного эфира. На меховых вещах пятна протирают раствором нашатырного спирта в воде, туда же добавляют немного столовой соли.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев В. П. Качественный анализ. Госхимиздат, 1948.
- Балезин С. А., Разумовский Г. С., Филько А. И. Лабораторные работы по неорганической химии. М., 1948.
- Балезин С. А. Ингибиторы. «Наука и жизнь», № 2, 1952.
- Буянов А. Ф. Новые волокна. Изд-во технико-теоретической литературы, 1950.
- Верховский В. Н. Техника и методика химического эксперимента в школе. Учпедгиз, т. 1, 1947; т. 2, 1949.
- Вольфович С. И. Пути современной химии. Изд-во Академии наук СССР, 1950.
- В помощь лаборанту МТС и колхозов. Сельхозгиз, 1954.
- Глинка Н. Л. Общая химия. Госхимиздат, 1948.
- Гостев М. М. Химический эксперимент в процессе внеклассной работы, VII класс. Изд-во Академии педагогических наук, 1954.
- Дубынин Л. А. Руководство для школьных лаборантов по химии. Учпедгиз, 1950.
- Казарян П. Е. Химия в быту. М., 1958.
- Краткий справочник химика. Госхимиздат, 1951.
- Журнал «Техника молодежи» за 1950—1951 гг.
- Напольский С. А. Применение индикаторов в опытах с кристаллогидратами. «Химия в школе», № 2, 1952.
- Некрасов В. В. Курс общей химии. Госхимиздат, 1948.
- Полосин В. А. Лекционные опыты по химии. Госхимиздат, 1950.
- Рейнбольдт Г. Техника химического демонстрационного эксперимента. М., 1935.
- Реутов О. А. Органический синтез. Изд-во технико-теоретической литературы, 1951.
- Рубинштейн А. М. Химия вокруг нас. Изд-во технико-теоретической литературы, 1950.
- Левашев В. А. Вечер занимательной химии. Изд-во Академии педагогических наук, 1958.
- Тананаев Н. А. Бесстружковый метод. Госхимиздат, 1949.
- Утевская Е. Л. Практикум по общей химии. Госхимиздат Украины, 1947.
- Федосеев П. Н. Химические опыты с окисью хрома в качестве катализатора. «Химия в школе». № 1, 1951.

Фельд В. В. Техника и методика химического эксперимента в средней школе. Учпедгиз, 1949.

«Химия в школе». Методический сборник. Вып. 4. Учпедгиз, 1950.

Борисов И. Н. Химия и научно-атеистическое воспитание. Учпедгиз, 1958.

Папок К. К. Бензины. М., 1955.

Вейцер Ю. И. и Лучинский Г. П. Маскирующие дымы. Госхимиздат, 1947.

Попов И. П. Домашняя стирка белья. М., 1953.

Шидловский А. Основы пиротехники. Оборонгиз, 1943.

Роскин Е. С. Настоящее и будущее синтетических материалов. Л., 1957.

Коренман И. М. Анализ воздуха промышленных предприятий, 1947; вып. 2 1948.

Житкова А. С. Методика определения вредных газов и паров в воздухе. М.—Л., 1939.

