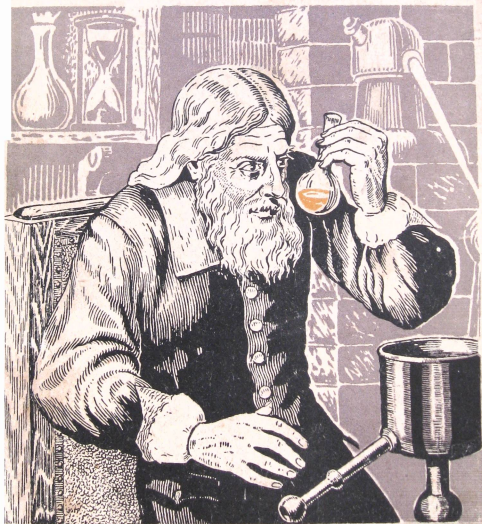


В. В. Р Ю М И Н

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ



В Р Е М Я

В. В. РЮМИН

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ

ОПЫТЫ И РАЗВЛЕЧЕНИЯ
ИЗ ОБЛАСТИ ХИМИИ

ЧЕТВЕРТОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ ИЗДАНИЕ

С 57 РИСУНКАМИ



КООПЕРАТИВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВРЕМЯ»
ЛЕНИНГРАД

Обложка и рисунки работы
Ю. Д. СКАЛДИНА

1929

Ленинградский Областлит № 22056.

Заказ № 869.

Тираж 6.000—

Центральная Типография Наркомвоенмора (Ленинград, пл. Урицкого, 10)

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящая книга — не учебник, не систематический сборник химических опытов. Это — книга для вольного экспериментирования, содержащая ряд интересных опытов, основанных на законах химии. Попутно делаются указания и на практические приложения химии к различным отраслям человеческой деятельности, не всегда отмечаемые в элементарных учебниках. Хотя книга не преследует учебных целей, все же, я думаю, незнакомый с химией вынесет из нее начальные понятия об этой науке; знакомый же найдет в ней указания на то, как использовать свои познания для постановки опытов в более эффектном виде, чем они проделываются обычно в школьных лабораториях.

Наиболее благодарная аудитория для описываемых здесь опытов — конечно, детская. Но, развлекая детей эффектными и поучительными опытами, взрослые не должны забывать о том, что среди веществ, служащих для экспериментирования, имеются и ядовитые. Поэтому надо поставить себе правилом: *малолетних зрителей к столу экспериментатора не подпускать*. Для самостоятельного экспериментирования детей и юных подростков предназначается другая моя книга;¹ настоящий же сборник имеет в виду читателей более зрелых, умеющих соблюдать осторожность в обращении с не вполне безопасными веществами. Как следует обращаться с подобными веществами, чтобы не повредить себе и другим, указано в особом дополнении в конце настоящей книги; читатель, даже совершенно не знакомый с химическими манипуляциями, найдет там необходимые указания к их выполнению.

¹ «Для юных химиков». Изд. «Начатки Знаний». Агр. 1926 г.

При составлении „Занимательной химии“ я пользовался:

1) книжкой Johnson'a — „Chemistry and chemical magic“; 2) последним двухтомным изданием книги Günter'a — „Chemie für jungen“, представляющей переделку по современным взглядам замечательного в педагогическом отношении труда Фабра; 3) очень ценной для каждого экспериментатора книжечкой Furneaux — „Elementary chemistry“; 4) многими статьями и заметками разных авторов, рассеянными на страницах журнала „Физик-любитель“ за все годы его издания; 5) трудом д-ра Я. Фишмана — „Газовая война“, 1914 г.; 6) переводами книг: Д. Мартин — „Чудеса и завоевания современной химии“, О. Нагель — „Романтика химии“ и мн. другими. Эти источники служили преимущественно лишь для выбора тем химических развлечений; в самую же постановку опытов обычно вносились те или иные изменения и упрощения. В частности, всюду, где возможно, вещества ядовитые или опасные заменены безвредными или хотя бы менее опасными.

За всякое указание, клонящееся к улучшению содержания книжки, буду читателям весьма признателен.

В. Р.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

В высшей степени доброжелательные отзывы критики о предыдущих изданиях этой книжки заставили меня постараться с своей стороны, насколько могу, оправдать их, для чего я тщательно пересмотрел ее текст и заново исправил некоторые уже успевшие устареть данные и устранил те мелкие фактические неточности, которые оставались незамеченными в прежних изданиях.

Буду надеяться, что это 4-е издание „Занимательной химии“ будет так же дружески встречено читателями, как и три предыдущих.

В. Р.

ЧТО ТАКОЕ ХИМИЯ?

Один из героев французского писателя Мольера всю жизнь не знал, что он говорит прозой.

Многие, впрочем, и сейчас этого не знают, как не знают и того, что всю жизнь имеют дело с химией.

„Как же,—скажут они,—мы даже не знаем, что такое химия!“

И мольеровский герой не знал, что такое проза,—потому-то и не подозревал, что он ею говорит. Кто знаком с химией, нашего утверждения опровергать не станет.

Химия—это наука о *составе веществ*. Веществ, а не вещей.

Вещь может быть сложной по своему устройству и простой по составу и—наоборот: с виду крайне простой, а по составу необычайно сложной.

Дверной замок—вещь. Собран он из многих отдельных частей, хитро прилаженных друг к другу; но все эти части и весь замок в целом сделаны из одного вещества—из железа. Сложная вещь по устройству, а по составу вещества простая.

Вот как-будто совсем простая вещь—полено дров. Между тем, по составу веществ, в нем заключающихся,—одна из самых сложных в мире.

Химия и занимается не самими вещами, а теми веществами, из которых состоят все вещи.

Вещество, материя образует весь окружающий нас мир. Зная это, трудно отрицать, что мы, и не будучи

химиками, но всю жизнь имея дело с различными вещами, а, следовательно, и с веществами, из которых они состоят, тем самым имеем дело и с химией.

Вставши утром, вы подошли к умывальнику и взяли в руки кусок мыла. Вот вы уже имеете дело с химией в лице одного из ее продуктов и в химическом процессе—действия мыла на кожу.

Вы зажгли свечу или лампу, затопили печь, наконец просто закурили папиросу—опять-таки, не отдавая себе отчета, вы воспроизвели ряд химических явлений, и при этом настолько интересных, что мне еще придется с вами поговорить о них подробно.

А сколько разного народа занято химией, чтобы доставить вам все необходимое для вашей жизни!

Вставая утром, вы оделись и обулись. Одежда, т. е. пряжа и ткань, из которой она сделана, химически побелены и окрашены, кожа ботинок выдублена и вычернена. Все это химические процессы, как и предварительное изготовление нужных для этого белящих, дубящих и красящих веществ.

Кстати: знаете, откуда получается большинство современных красок? Из темно-бурой каменноугольной смолы. Сотни различных ярких, радующих наш глаз, красок добывают из нее химики; и сверх того, хотя смола пахнет прескверно, из нее же получают они благовонные ароматические вещества. Та же смола дает ряд ценных лекарств, помогающих при различных болезнях, обеззараживающие вещества и—увы!—материалы для изготовления убийственных ядов.

Как видите, химия—наука занимательная.

Одевшись и умывшись, вы садитесь пить чай, и опять перед вами дары химии.

Листочки чайного дерева не просто засушены, они предварительно провялены, подвергнуты химическому

процессу брожения, а иногда, что греха таить, еще и безбожно подкрашены и фальсифицированы химически.

В стакан с чаем вы положили кусок—другой сахара. Кто же не знает, что он выделяется на специальных заводах, с помощью сложной химической обработки свекловичного сока!

Булка к чаю—продукт химических процессов брожения и печения теста.

Отпив чай, вы садитесь за стол писать или рисовать и видите, что и тут химия пришла вам на помощь, изготовив чернила, „химический“ карандаш, краски и бумагу.

Словом, куда ни бросите взгляд, вокруг вас—продукты химической промышленности, а самая жизнь ваша—смена различных химических процессов.

И не только ваша, но и всех людей, животных и растений. Теми же процессами сопровождается жизнь самой Земли и, более того, всех планет, солнца и звезд, всей безграничной вселенной.

Зарождение миров, их развитие, появление на них жизни и их кончина (ибо и миры не вечны) неизменно связаны с химическими превращениями вещества.

Химия—удивительная наука. Она научила нас познавать состав небесных тел и даже определять их возраст, она же вручила нам оружие для борьбы с самыми злейшими болезнями, она создала всю современную технику, весь тот жизненный комфорт, которым культурный человек отличается от своего первобытного предка, не знавшего огня, пожиравшего сырую добычу и не имевшего других орудий, кроме дубины и куска камня.

Первым бессознательным химиком был тот доисторический дикарь, который зажег огонь. Быть может, это случилось долгие тысячи лет спустя после появления на

земле человека. Но и до этого времени люди дышали и питались; значит, и до этого в их организмах, неведомо для них самих, совершались химические процессы.

И если вы хотите „познать самого себя“, сознательно отнестись к физиологическим процессам своего организма, чтобы жить здоровой и бодрой жизнью, вам нельзя обойтись без знания химии.

Нет отрасли человеческой деятельности, которая не имела бы прямой или косвенной связи с этой великой наукой. Земледелец она учит, как удобрять обрабатываемую им почву, воину помогает поражать врага, врачу — лечить больных, художнику — писать картины, инженеру — выплавлять металлы, производить стекло, сахар, керосин, бумагу и тысячи других продуктов. Даже поэту она подносит чернила, чтобы он мог зафиксировать создания своей фантазии, и типографскую краску, чтобы их напечатать.

Всю жизнь говорим мы прозой и всю жизнь неразрывно связаны с химией.

Познакомимся же с ее чудесами, с ее современными достижениями и на легких, интересных опытах узнаем основы этой науки.

ХИМИЧЕСКАЯ МАГИЯ

Среди фокусов, которыми заезжие „профессора белой и черной магии“ поражают неприхотливых обывателей глухих провинциальных городов, многие основаны на химии.

В сущности, это, конечно, не фокусы, а просто более или менее эффектно показанные химические опыты, и все они легко могут быть проделаны каждым из нас.

Я покажу вам несколько десятков таких опытов, и вы увидите, что они не только любопытны, но зачастую и весьма поучительны.

ПОСЛУШАНАЯ ПАПИРОСА

Одним из самых простых и в то же время наиболее мудреных для не знающих химии фокусов является такой: фокусник берет в рот папиросу и, показывая на стоящий перед ним стакан, говорит, что сейчас соберет дым папиросы в этот стакан, да еще и закрытый. При этом „профессор белой и черной магии“ закуривает папиросу, а стакан прикрывает чайным блюдцем.

Действительно, по мере того, как выкуривается папироса, стакан все более и более наполняется дымом (рис. 1).

Этот фокус можно вариировать на разные лады. Можно предварительно выкурить папиросу и сказать публике, что вы сейчас сделаете то, чего никто из присутствующих сделать не может: соберете рассеявшийся по комнате дым и наполните им закрытый стакан.



Рис. 1. Стакан наполняется дымом.

Говоря так, вы обратите внимание зрителей на стакан прикрытый визитной карточкой или игральной картой, на которой стоит другой стакан, опрокинутый вверх дном. Еще лучше, если замените стаканы двумя узкими и высокими стеклянными цилиндрами с широкими флянцами (рис. 2).

Быстрым движением вы выдергиваете картонный листок, разделяющий стаканы или цилиндры,—и почти ментально они наполняются дымом.

Можно обойтись и без всякой посуды и изумить публику, покуривая сразу две трубочки, дым которых будет идти из одной в другую (рис. 3).

Я покажу вам этот фокус в его самой поучительной форме.

Смотрите. Я беру ленточку металла *магния*, который жгут для освещения темных помещений при фотографических съемках. Один конец ее укрепляю в пробке, пробкою же закупориваю бутылку с отрезанным дном, так что ленточка висит внутри ее. На тарелку наливаю воды, зажигаю магний снизу и ставлю бутылку в тарелку.

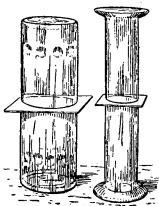


Рис. 2. Видоизменение предъидущего опыта.

Вскоре бутылка наполняется белым дымом.

Я сейчас заставляю его перейти из нее в закрытый стакан. Стакан, находящийся на другом конце стола, прикрываю чайным блюдцем, как в фокусе с папиросой, и—смотрите внимательно—по мере того, как редет и исчезает дым в бутылке, он появляется и густеет в стакане (рис. 4).

Заметьте еще, что вода из тарелки проникла в бутылку и стоит там на более высоком уровне, чем вокруг нее в тарелке.

Не кажется ли вам это странным? Ведь от нагревания воздух в бутылке должен был расшириться, а не сжаться.

Но не пора ли объяснить химический смысл всех этих фокусов?

Конечно, дым от выкуренной папиросы рассеивается в воздухе, а в бугылке образуются белые хлопья соединения кислорода воздуха с магнием — *окись магния*.

Поднятие воды под колоколом объясняется тем, что часть находящегося в нем кислорода соединилась с магнием.

— Ну, а причина дыма в закрытом стакане?

На дно его я до начала опыта капнул несколько капель нашатырного спирта, а ту сторону блюда, которая прикрывает стакан, тогда же смочил *соляной кислотой*.

Соляная кислота — это раствор в воде *хлористоводородного* газа, а нашатырный спирт — тоже раствор в воде другого газа — *аммиака*.



Рис. 3. Дым из одной трубки идет в другую.

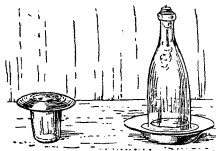


Рис. 4. Дым исчезает в бутылке и появляется в стакане.

Оба летучи и, выделяясь из растворов и смешиваясь в воздухе, соединяются в виде дыма в микроскопические кристаллики *нашатыря*, того самого нашатыря, который кладут в гальванический элемент электрического звонка.

Фокус объясняется, следовательно, просто, но вводит нас сразу в гущу химических понятий, давая нам

сведения о существовании таких веществ, как кислоты, основания и соли.

Что они собою представляют, мы узнаем из дальнейших опытов.

— Ну, а как же с трубками, обменивающимися своим дымом?—напоминаете вы мне.

Да разве не догадались? В одну фокусник заранее вкладывает ватку, смоченную нашатырным спиртом, в другую—соляной кислотой. Конечно, он при этом не курит, т. е. не втягивает воздух в себя, а, наоборот, выдыхает его через трубки, вдыхая носом.

Вот и весь несложный секрет!

ТРИ КИТА ХИМИИ

Исследуя вещества, из которых состоит окружающий нас видимый мир, ученые разделили их по сходным признакам на группы.

Громадное большинство этих веществ удалось разложить на более простые, но часть их до самого последнего времени никак не поддавалась такому разложению, и им приписывалась абсолютная элементарность состава. Считалось, что все металлы и часть не-металлов являются теми „кирпичами мироздания“, из которых построена вселенная.

Однако, с 1919 года, когда одному английскому ученому удалось доказать сложность состава *азота*¹, наше представление о делении веществ на простые и сложные значительно изменилось.

К этому делению я еще вернусь в дальнейшем, а пока укажу, что среди веществ, заведомо сложных, выделяются

¹ Азот в количестве $\frac{4}{5}$ по объему входит в состав воздуха, являющегося смесью азота с $\frac{1}{5}$ (приблизительно) кислорода и ничтожными количествами других газов.

три группы, имеющие особо важное значение для прикладной химии: *кислоты, основания и соли*.

Народная фантазия представляет Землю стоящей на трех китах. Наука давно освободила китов от этой непосильной для них задачи и предоставила Земле свободно нестись в мировом пространстве.

Три кита химии, напротив, все еще несут свою службу, поддерживая стройную систему классификации веществ.

Из кислот вы, конечно, ближе всего знакомы с *уксусной*, которой столовый уксус обязан своим кислым вкусом. Возможно, что слышали и о других кислотах пищевых веществ: *молочной, яблочной, лимонной* и пр. Из минеральных кислот, вероятно, знаете *серную*, а может быть, еще *азотную* и *соляную*.

Растворимые кислоты окрашивают раствор *лакмуса* (растительной краски, добываемой из некоторых лишайев) или пропитанную им бумажку в красный цвет. Все они содержат в своем составе элементы не металлического характера (так называемые *металлоиды*).

Определять, что такое *основания*, пока не стану; я объясню вам это понятие несколько позже. Пока удовольствуемся сведением, что легко растворимые в воде основания (*щелочи*) имеют характерный „мыльный“ вкус и окрашивают лакмус в синий цвет.

Вообще, как кислоты, так и щелочи меняют цвета многих красок и притом не одинаково. Эта способность их даст нам богатый материал для проделывания очень эффектных опытов,—вернее, химических фокусов.

При соединении кислот с основаниями образуются *соли*. Характерным примером последних будет хорошо вам знакомая обыкновенная *поваренная соль*, давшая свое название этому классу соединений. Однако, не все соли солонны на вкус. Между ними есть и горькие

(применяемая как лекарство сернокисломагниева соль так и называется горькой солью), есть и сладкие (уксусно-кислосвинцовая не даром носит название свинцового сахара). Не вздумайте только пробовать их на вкус!

Все соли способны образовывать кристаллы и все они не действуют на лакмусовую бумажку. В отношении последнего правила, впрочем, некоторые из них составляют исключения. Соли, образованные сильной щелочью и слабой кислотой, окрашивают лакмус, как щелочь, и, наоборот, происшедшие от соединения сильной кислоты с слабым основанием—как кислота.

Соли далеко не всегда бесцветны, как поваренная соль: многие из них ярко окрашены. Соли могут вступать в химическое взаимодействие друг с другом, при чем в некоторых случаях из растворимых солей получаются нерастворимые, из бесцветных—окрашенные, из солей одного цвета—соли другого цвета.

На этих свойствах солей основана целая серия поразительных фокусов, которые я вам собираюсь показать. Но что гораздо важнее, на тех же свойствах держатся в технике производство красок и крашение пряжи и тканей.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

Обстановка „магического кабинета“, где я собираюсь демонстрировать вам серию опытов, подтверждающих перечисленные выше свойства „трех китов химии“, весьма несложна.

Стол, пара совершенно одинаковых бутылок из прозрачного бесцветного стекла, полдюжины „винных“ или хотя бы тонкостенных чайных стаканов — вот и все, что пока мне понадобится.

Стол может быть заменен низеньким шкафом с раскрытыми дверцами, либо обыкновенным столом с табуретом или перевернутым вверх дном ящиком под ним. В последнем случае пространство между верхним краем стола, обращенным к зрителям, и полом должно быть закрыто свесившейся со стола скатертью.

Стаканы, если не гнаться за сценичностью опытов, можно заменить *пробирками* (рис. 5)—открытыми стеклянными цилиндриками с тоненькими стенками, применяемыми химиками в их лабораториях.

На скрытой от взора зрителей полке стола-шкафа помещаю запас *реактивов* (химических веществ, нужных для опытов): твердых—в баночках (рис. 6), растворенных—

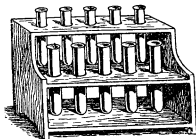


Рис. 5. Пробирки.

в склянках (рис. 7). Те и другие—с притертыми стеклянными пробками; на тех и других наклеены ярлыки с названиями веществ, в них содержащихся. Тут же в уголку, на всякий случай,—противоядия против ядовитых веществ, без которых в этой серии опытов не обойдешься ¹.

Сядьте недалеко против стола и смотрите внимательно: я начинаю.



Рис. 6. Банка.



Рис. 7. Склянка.

МОЛОКО ИЗ ВОДЫ

На столе пустой стакан. Можете осмотреть его—в нем нет ничего магического: стакан как стакан.

Два таких же стакана наполовину налитых каждый, насколько можно судить по виду, прозрачной чистой водой, держу в правой и левой руке (рис. 8).

Внимание! Я сливаю воду из обоих стаканов одновременно в стакан, что стоит на столе.

Чудеса! Лил воду, а стакан наполнился молоком!

¹ См. дополнение в конце книжки.

Молочные торговки дорого бы дали за такой способ получения молока из воды, если бы стоящая перед вами молочно-белая жидкость была действительно молоком. Но стоит подождать несколько минут, и иллюзия рассеивается—густой белый творожистый осадок опускается на дно стакана, а вода над осадком снова становится прозрачной. Поэтому, если, повторяя мой опыт, вы не захотите испортить его эффект—немедленно прячьте стакан с „молоком“ в стол и переходите к другим фокусам. Я же не оставляю вас в заблуждении и открою секрет превращения.

В стаканах, которые я держал в руках, была налита не вода, а прозрачные водные растворы: в одном — обыкновенной поваренной соли (хлористого натрия), в другом — ляписа (азотно-кислого серебра). Имейте в виду,

что ляпис ядовит, обращайтесь с ним с особенной осторожностью, в руки не берите, вынимайте его из баночки, в которой храните, пинцетом (рис. 9); баночка должна быть из темного стекла, так как на свету ляпис разлагается. На этом и основано его применение в фотографии. Растворять азотнокислое серебро необходимо в перегнанной воде, купленной в аптеке, так как в обыкновенной воде оно дает муть.

При сливании растворов произошла химическая реакция (взаимодействие)—соли обменялись металлами, входившими в их состав. Получились: *хлористое серебро*, нерастворимое в воде и вскоре осевшее в виде снежно-белого осадка,



Рис. 8. Молоко из воды.

и азотнокислый натрий (селитра), оставшийся в растворе. В последнем нетрудно убедиться, если, осторожно слив жидкость с осадка, выпарить ее в фарфоровой чашечке на спиртовой лампе. Когда вода выкипит, на дне чашки останутся кристаллики селитры.

Маленькое замечание практического характера: оттого-то и нельзя растворять ляпис в водопроводной воде, что самая, казалось бы, чистая и на вкус совершенно пресная вода содержит всегда в растворе хотя бы следы поваренной соли. В лабораториях пользуются описанной реакцией

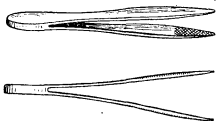


Рис. 9. Пинцеты.

для определения количественного содержания в воде хлористого натрия. Осадив его полностью из отмеренного количества испытуемой воды, осадок высушивают и взвешивают. Химические соединения, в отличие от простой смеси

веществ, происходят лишь при наличии строго определенных весовых отношений между составляющими их веществами. Зная вес образовавшегося хлористого серебра, химик умеет вычислить, какое количество соли было в испытуемой воде.

ВОДА И ВИНО В ОДНОЙ БУТЫЛКЕ

А теперь, если хотите, я могу налить вам либо вина, либо воды, по вашему указанию, из одной и той же бутылки.

Пожалуйста, осмотрите ее перед началом опыта и даже попробуйте на вкус наполняющую ее жидкость. Это убедит вас, что в бутылке не вино, а самая обыкновенная вода.

Вы, конечно, просите налить вина.

Наполняю из бутылки один из стоящих передо мною стаканов, и по чудной окраске жидкости вы можете судить, что перед вами красное вино.

Но мне самому хочется пить, а вино мне вредно. Я переливаю его в другой стакан, и оно снова превращается в воду.

Выпиваю ее, и фокус кончен.

Сделан он был так: в бутылку налита в действительности простая вода, но в ней было предварительно растворено с четверть чайной ложки *фенолфталеина* (не ядовит). На дно первого стакана я налил еще до начала опыта немного крепкого раствора *соды*, на дно второго — такой же раствор *винно-каменной кислоты*.



Рис. 10. Превращение вина в воду.

И эти вещества не ядовиты, — потому я и выпил так спокойно всю смесь растворов. Фенолфталеин краснеет в щелочах и солях с преобладающими щелочными свойствами. *Сода* (*углекислый натрий*) как раз и есть такая соль. Она образована очень слабой *угольной кислотой* и резкой щелочью — *едким натром*. Кислоты разрушают эту окраску, поэтому при переливании окрасившегося от соды раствора в стакан с винно-каменной кислотой он снова обесцветился.

Кстати о фенолфталеине. Он постоянно применяется в химических лабораториях, служа для указания появления и исчезновения щелочной реакции растворов в так называемом объемном анализе веществ. Как и лакмус, он,

следовательно, является химическим индикатором, т. е. указателем реакции.

Заменяя фенолфталеин другой искусственной, органической краской—*метил-оранжем*, дающим желтую окраску в щелочах и красную в кислотах, можно в нашем опыте налить из бутылки с водою в один стакан белого вина, в другой—красного, а в третий—чистой воды.

Но в этом случае пить налитые вина я бы не стал!

ВОДА ИЗ БУТЫЛКИ С ВИНОМ

И в этом случае нельзя пробовать на вкус ни вина, ни воды как из бутылок, так и из стаканов.

Бутылки на этот раз беру две, столько же стаканов. Одна бутылка наполнена, повидимому, красным вином, другая—водою.

Лью вино в стакан, и он наполняется прозрачной водою. Беру бутылку с водою и наливаю из нее в другой стакан красное вино.

Согласитесь, фокус довольно поразительный.

Подготавливается он раствором в первой бутылке щепоткой *марганцевокалиевой соли* (она применяется для дезинфекции и дезодорации¹, а в очень слабых растворах для полоскания рта) в полурюмке *серной кислоты*. Последняя требует очень осторожного с собой обращения и должна быть всегда вливаема по каплям в воду, а не наоборот². Жидкость становится похожей на вино. Ее наливают в первый стакан, в котором заранее налито немного концентрированного раствора *гипосульфита натрия* (применяется в фотографии для закрепления проявленных негативов), при чем жидкость обесцвечивается.

¹ Уничтожение зловония.

² См. дополнение.

ИЗ ВОДЫ РАЗНОЦВЕТНОЕ ВИНО И СНОВА ВОДА

Бутылка, три стакана, чуточка *метил-оранжа*, щепотка *винно-каменной* кислоты и немного *хлорной воды*. О том, как приготовить последнюю, расскажу потом, когда будем послушать хлор.

Бутылка наполнена чистой водой; в первом стакане помещено немного метил-оранжа, во втором—кислота, в третьем на дне налито чуть-чуть хлорной воды.

Лью воду в первый стакан—она краснеет, переливаю ее во второй—желтеет, в третий—обесцвечивается.

Секрет такой подготовки фокуса может выдать запах хлора, поэтому зрителей надо в этом случае сажать по-дальше от стола.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ВОДЫ В ЧЕРНИЛА И ЧЕРНИЛ В ВОДУ

Передо мною две бутылки—одна с водой, другая—пустая и четыре стакана. Лью в них воду из бутылки, и вы видите, что в четных по порядку стаканах она превращается в чернила, а в нечетных остается сама собою.

Отлейте немного полученных чернил в пузырек и при случае удостоверьтесь, что ими отлично можно писать.

Беру пустую бутылку и сливаю в нее содержимое из всех стаканов. Встряхиваю бутылку, взбалтываю жидкость. Как видите, бутылка полна чистой воды. Чернил как не бывало.

Чтобы показать вам этот фокус, я предварительно в воде первой бутылки растворил с пол-ложки *танина*. Танин—это сложное дубильное вещество, заключающееся в так называемых чернильных орешках, наростах на листьях дуба, происходящих от повреждения их особыми насекомыми (орехотворками). В состав его входит органическая *диалловая кислота*. В четные стаканы я тоже

заранее прилил по несколько капель крепкого раствора *хлорного железа*. С этим соединением, как и с другими солями железа, танин дает чернила.

В бутылку, казавшуюся вам пустою, было мною налито на дно немного крепкого раствора *щавелевой кислоты* (ядовита!).

Совершенно таким же образом можно показать превращение воды в красные чернила и, наоборот, красных чернил в воду, заменив раствор танина раствором *салицилового натрия* (хорошее лекарство против лихорадки). С ним, как видите, могут иметь дело не только больные, но и здоровые. Первые применяют его для лечения, вторые—для развлечения.

ВОДА ИЗ РАДУГИ

Великолепное зрелище представляет собою радуга, появляющаяся на небе, когда дождь еще не прошел, а солнце уже проглянуло из-за туч.

Не менее красива гамма цветов солнечного спектра, получающаяся на белой стене, если освещающий ее солнечный луч прошел по пути через стеклянную призму и разложился на свои составные цвета.

Но можно получить все цвета радуги и чисто химическим путем.

Вот в этой бутылке у меня налита замечательная вода.

На столе семь стаканов, по числу цветов спектра. Лью в каждый из них воду, и перед вами вся гамма цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Великий английский физик Ньютон, имя которого, надеюсь, вам известно, не только разложил белый цвет на семь цветных, но доказал и обратное, что, сливаясь

друг с другом, они производят на наш глаз впечатление белого цвета.

Тем же свойством обладает и показанная сейчас мною вода. Сейчас мы проверим указание Ньютона химически, слив все наши цветные жидкости обратно в бутылку.

Да куда же я ее дел? Ах! По рассеянности убрал со стола и поставил на полку. Вынем ее оттуда и сольем в нее содержимое стаканов.

Красная, оранжевая, желтая и т. д. жидкости льются одна за одной в бутылку, и вот перед вами она снова полна прозрачной водой.

Красивый и эффектный фокус, но проделать его в полном объеме со всеми семью цветами спектра не так-то просто. Во-первых, для этого надо подобрать семь органических красок, легко и быстро растворяющихся в слабом растворе щелочи и дающих цвета, близкие к спектральным. Для красного цвета вполне подойдет уже применявшийся раньше *фенолфталеин*, для желтого—*метилоранж*, для оранжевого—их смесь, для зеленого—*хлорофил*, для голубого—*лакмус*, он же в более крепком растворе для синего и *анилин-виолет*—для фиолетового.

Все они должны быть перед опытом испытаны и подобраны в достаточном, но не избыточном количестве, чтобы растворы их оставались прозрачными. Чтобы сделать незаметным для зрителей присутствие красок или крепких растворов их на дне стаканов, низ последних у самого дна можно оклеить вокруг узенькой ленточкой, вырезанной из черной бумаги. Хороша для этой цели матово-черная бумага, в которую обычно бывают обернуты фотографические пластинки. Издали черные бумажки сливаются с черной поверхностью стола, и стаканы кажутся совершенно пустыми. Чтобы краска быстрее смешивалась с водой, можно, наливая воду, держать бутылку в правой

руке, левой брать стакан, закрыв ладонью наклеенную снизу бумажку, и слегка взбалтывать жидкость.

Самое трудное в этом фокусе—добиться того, чтобы слитые вместе растворы быстро и совершенно теряли свою окраску.

Для этого на полке стола прячется вторая бутылка, совершенно такая же, как та, из которой льют в стаканы слабый раствор щелочи (например, *едкого натра*).

То, что вы сочли с моей стороны рассеянностью, было обычным приемом фокусников, чтобы подменить один предмет другим.

Поместив бутылку на полку, скрытую от вас передней доской стола, я вынул вместо нее другую такую же, с таким же количеством жидкости, какое оставалось в первой бутылке. Только жидкость-то в ней была другая. Это была хлорная вода, обесцвечивающая органические краски.

МНИМАЯ ОШИБКА ФИЗИКОВ

Физика учит, что при смешении синего и желтого цветов получается составной зеленый цвет. В том же убеждены все живописцы. А между тем я легко могу доказать вам, что такое утверждение ошибочно. Синий и желтый—дополнительные цвета, взаимно уничтожающие друг друга. Растворы синей и желтой краски при сливании дают бесцветную смесь.

Смотрите сами! В этом стакане, как видите, синяя жидкость, в этом—желтая. Выливаю их в третий стакан. Перед вами прозрачная вода; синий и желтый цвета уничтожили друг друга.

Почти уверен, что вас я не введу в заблуждение, и вы сами разгадаете тайну такого нарушения законов оптики; но кто еще не видел показанных мною раньше опытов, тот, пожалуй, будет поставлен этим фокусом втупик.

Вы говорите, что в первом стакане у меня был щелочной раствор лакмуса, в другом—такой же раствор метил-оранжа, а в третьем, куда я слил содержимое двух первых,—хлорная вода.

Вы правы: так оно и было.

ВОДА В МОЛОКО, МОЛОКО В ВОДУ.

Мы уже видели, что можно обратить воду в молоко, получая при сливании бесцветных растворов двух солей белый, взвешенный в воде осадок.

Могу показать теперь и другой способ получения такого „химического молока“, в отличие от ранее полученного, могущего обращаться снова в воду.

Вы уже настолько посвящены мною в секреты превращения различных жидкостей друг в друга, что нет надобности показывать вам этот опыт; достаточно будет, если я расскажу вам, как его надо проделать.

Возьмите два совершенно одинаковых графина. Налейте наполовину один из них прозрачным бесцветным раствором *соды*. Другой графин, со слабым раствором *соляной кислоты*, спрячьте на полке нашего магического стола. Не забудьте, что уровень жидкости в нем должен быть соответственно ниже, чем в первом, так как из первого вам придется часть раствора отлить. На стол поставьте стакан, наполовину наполненный раствором *хлористого кальция*. Все названные жидкости бесцветны, прозрачны и по внешнему виду ничем не отличимы от чистой воды.

Сказав, что вы умеете превращать воду в молоко, долейте из графина стакан, что стоит на столе.

Сода (*углекислый натрий*) даст с *хлористым кальцием*, нерастворимый в воде, *углекислый кальций* и остающийся в растворе *хлористый натрий* (поваренную соль). Жидкость в стакане замутится и издали будет вполне похожа

на молоко. Поднесите стакан ко рту, как-будто пробуя на вкус (не ядовито), сняв одновременно графин со стола и поставив его на полку.

Сделав вид, что вкус молока вам не понравился, подмените графин, взяв с полки тот, в котором у вас раствор соляной кислоты, и вылейте в него „молоко“ обратно. Взболтайте жидкость и покажите зрителям, что она вновь обратилась в воду.

В этом случае, действительно, будет обратное превращение,—только, конечно, не молока в воду, а углекислого кальция снова в растворимый хлористый кальций.

Не перепутайте второпях графины!

ПРЕВРАЩЕНИЕ ВОДЫ В КРОВЬ.

На столе перед вами стакан с водою. Беру кусок *воска* или *парафина* и отделяю от него крохотный кусочек, остальное передаю вам. Можете убедиться, что это действительно воск или парафин, в воде, как вам известно, нерастворимые.

Заодно осмотрите внимательно и мою волшебную палочку фокусника (рис. 11). Опять-таки—самая обыкновенная стеклянная палочка. На ваших глазах прилепляю на ее конец свой кусочек воска и начинаю помешивать ею воду в стакане.

Ничего не происходит!

Неужели фокус не удался?

Подождите. Считайте до десяти. Как только вы скажете „десять“, вода мгновенно превратится в кровь.

Поднимаю стакан, и вы видите—он до краев полон крови.

В крупинке воска, которую я на ваших глазах отделил от целого куска, был предварительно залеплен мною крошечный кристаллик *роданистого аммония*. В воду заранее

прилито несколько капель *хлорного железа* с соблюдением осторожности, чтобы вода не пожелтела. В противном случае следует вылить часть раствора и долить стакан чистой водою. Когда вы сказали „десять“, я слегка надавил концом палочки о дно стакана: этим я раздавил кристаллик роданистого аммония, освободив его от восковой оболочки. С хлорным железом он дал *роданистое железо*, и последнее окрасило воду в кроваво-красный цвет.

Наш „фокус“ ежедневно проделывают в химических лабораториях всего мира. Эта в высшей степени чувствительная реакция служит для обнаружения малейших следов железа.



Рис. 11. Волшебная палочка.

КАК ОДНОЙ КРАСКОЙ КРАСЯТ В РАЗНЫЕ ЦВЕТА

Если вам не скучно посидеть несколько минут без дела, могу на ваших глазах отварить несколько листьев красной капусты в кипящей воде, чтобы извлечь из них сок, содержащий органическую краску, напоминающую по своим свойствам лакмус.

Ну, вот, отвар готов; сливаю его в тарелки и приступаю к крашению.

В первую тарелку погружаю лоскуток белой ткани и вынимаю его зеленым; во вторую погружаю такой же лоскуток, но он становится пурпурным; третий в третьей тарелке делается пунцово-красным.

Это химическое „чудо“ и сотни ему подобных являются самым обыкновенным приемом красильщиков пряжи и тканей. Его знали еще красильные мастера древнего

Египта и Индии, где оно практиковалось за тысячи лет до нашей эры.

Называется оно окраской по протраве. Тряпочки, которые я погружал в одну и ту же краску, оттого окрашивались ею каждая в другой цвет, что я до начала опыта пропитал их различными веществами, после чего все их высушил. Первую я обработал раствором *квасцов*, вторую — раствором *поташа*, третью смочил *соляной кислотой*.

Одна и та же краска, вступая в химическую реакцию с разными протравами, дает различно окрашенные соединения.

СЕКРЕТ СТАРЫХ КРАСИЛЬЩИКОВ.

Химики наших дней дали красильщикам пряжи и тканей такое обилие искусственных органических красок, что крашение естественными растительными красками почти совершенно вышло из употребления.

В прежние годы, до второй половины прошлого века было не так. Выбор красильных веществ в те времена не отличался особым богатством, так что мастерам красильного дела приходилось изыскивать способы, как одним и тем же красильным пигментом окрашивать пряжу и ткани в различные цвета.

Одной из излюбленных старыми мастерами красок был отвар *кампешового дерева*. Его и сейчас можно найти в москательных лавках, так как приготовляемые из него краски безвредны и применяются для окраски пищевых веществ, главным образом, дешевых фальсифицированных вин.

К сожалению надо отметить, что безвредность не принадлежит к числу достоинств большинства искусственных органических и минеральных красок. Многие из них ядовиты и не раз служили причиной отравления детей, евших ярко окрашенные конфеты или пирожное.

Если найдете в продаже кампешевое дерево (оно продается в виде стружек), отварите его в тонкостенной колбе, а за неимением таковой—хоть в глиняном горшке, но не в металлической кастрюле. Разлейте отвар по чашкам и прилейте к нему в одну чашку *уксуса*, в другую—раствора *квасцов* (двойная сернокислая соль алюминия и калия, натрия или аммония), в третью—раствора *хлорного железа*, и вы поймете, как одной и той же краской можно красить в разные цвета.

УЛИКА БУЛОЧНИКОВ

Если химия дает воюющим могучее оружие для нападения, то она же дает им и оружие защиты.

Так и в темном деле фальсификации пищевых продуктов путем примесей к ним различных химических веществ мы ищем защиты нашего здоровья от покушений на него фальсификаторов у той же химии.

Она нам и дает такую защиту в виде реактивов, которыми можно обнаружить фальсификацию.

Кампеш, например, служит прекрасным средством чтобы уличить булочников в прибавке к муке, из которой они выпекают белый хлеб и булки, квасцов. Прибавляют же квасцы к муке с целью улучшить цвет хлеба и увеличить его пористость. Нельзя сказать, чтобы эта подмесь была ядовита, но во всяком случае она не вполне безразлична для здоровья потребителей хлеба. Лучшим способом обнаружить ее является вымачивание испытуемого хлеба в свежем *спиртовом настое кампешевых стружек*, к которому прибавлено небольшое количество *углекислого аммония*. Пропитавшийся настоем кампеша хлеб вынимают из жидкости и сушат в теплой печке. Если в нем были квасцы, то, в зависимости от их количества, хлеб приобретает более или менее резко выраженный *синий* цвет.

При отсутствии квасцов цвет высушенного хлеба будет красно-бурый.

Еще много вреднее, чем подмесь квасцов, прибавка к затхлой и низкосортной муке толченого в порошок *медного купороса*. Между тем булочников неоднократно уличали и в таком „сдабривании“ хлеба.

Чтобы открыть эту примесь, хлеб смачивают раствором *укусной кислоты* и затем—раствором *желтой кровяной соли (железисто-синеродистого калия)*. В случае присутствия солей меди хлеб при такой обработке окрашивается в *шоколадно-коричневый цвет*.

При случае испытайте хлеб, который подают вам к чаю. Нельзя ручаться, что опыт даст отрицательный результат.

ЗАБЫТОЕ СЛОВО

В одной очень старинной басне есть такое выражение: „Изрядно насандалив нос...“ В наше время, пожалуй, не всякий его поймет. Происходит же слово „насандалить“ от слова *сандал*, как кратко называют *сандаловое дерево*, растущее, как и кампешевое, в тропических краях.

В былые дни, до открытия искусственных органических красок, сандал был весьма популярен среди красильщиков. Теперь же его даже достать так же трудно, как кампеш, но все же иногда удается, потому что и эта окраска рекомендуется, будучи безвредной, для подкраски съестных продуктов.

Отварите купленные стружки сандала в слабом растворе *щелока (едкого натра или кали)*, разделите отвар на две порции и прибавьте к одной из них раствора *хлористого кальция*, а к другой—*хлористого бария*. Получите так называемые *лаки фиолетового цвета*, еще сравнительно недавно применявшиеся в обойном производстве.

Другую часть стружек настояйте на спирту; спирт окрасится в красный цвет очень красивого оттенка. Оттого-то и применялся сандал в виноделии (а может быть, и по-сейчас еще применяется), что при его помощи из воды, спирта и карамели готовили виноградные вина без единой виноградной ягодки. Недаром в конце 80-х годов прошлого века из Москвы „виноградных“ вин вывозилось больше, чем ввозилось в нее, а, насколько известно всем и каждому, виноград в Москве не растет.

Отсюда понятно и выражение „насандалить нос“. Известно, что от неумеренных употреблений спиртных напитков нос краснеет, сандал же красит опять-таки в красный цвет.

Смысл выражения, значит, двойкий—и прямой и косвенный.

„КАНЦЕЛЯРСКОЕ СЕМЕЧКО“.

Еще более великолепной красной краской является *кармин*. Если вы рисуете акварелью, то должны знать, что это самая дорогая краска, плитка которой ценится в пять—восемь раз дороже, чем плитки других цветов. Конечно, если кармин настоящий или выдается за настоящий. Подделывается же он с прилежанием, достойным лучшего назначения.

Вы знаете из чего делают настоящий кармин?

Это—единственная краска, которая в наше время получается из животных. Раньше использовались красящие вещества, вырабатываемые организмами некоторых моллюсков (пурпур древних и сепия), а теперь и эти вещества и кармин готовят искусственно. Только еще, пожалуй, высокосортная акварельная краска этого цвета делается из *кошенили*. Кошениль — насекомое из породы тлей и живет она на кактусах, растущих преимущественно в Мексике

Есть, однако, и у нас насекомое, *кермес* или *дубовая кошениль*, водящаяся на Украине, в которой содержится то же красящее начало, как и в привозной кошенили, и которая некогда служила источником для получения кармина. Было время, когда кермес составлял ценный предмет вывоза в Западную Европу из Украины и Польши. Польские паны даже собирали оброк с своих крепостных кермесом.

Теперь европейский кермес совершенно забыт, да и привозную кошениль можно достать с большим трудом, в особенности не фальсифицированную. Фальсифицируют же ее самыми разнообразными способами, включительно до продажи вместо настоящих насекомых комочков глины с примесью клея и дешевой краски, обсыпанных тальком.

Лет пятьдесят тому назад кошениль еще была в ходу у красильщиков и почему-то носила курьезное название „семечка“ и при том „канцелярского“. Но что это „канцелярское семечко“ не что иное, как засушенные насекомые, в этом легко убедиться, размочив крупинку кошенили и рассматривая ее в увеличительное стекло.

Красили этим препаратом, отваривая его в мягкой (это обязательно) горячей воде и осаждая из раствора лаки. Я уже упомянул это слово, говоря о крашении сандалом. Лаками в красильном деле называются соединения естественных растительных и животных красок с солями металлов. Ничего общего с обыкновенным лаком—жидкостью, дающей при высыхании блестящую гладкую пленку,—они не имеют.

Из водного раствора краска осаждается *квасцами*; отфильтрованный осадок высушивать надо, не нагревая. Если его растереть с примесью растительных клеящих веществ, то и получится кармин. Попробуйте на досуге приготовить сами эту дорогую краску, неподражаемо

красивого оттенка, а заодно можете получить ряд карминовых лаков от темно-малинового до изжелта-красного цвета. Они тоже применимы в акварельной и масляной живописи.

Готовятся карминовые лаки растворением полученного квасцового осадка и приливанием к нему растворов *уксусно-кислого свинца*, *хлористого свинца* и др. солей тяжелых металлов.

Будучи безвредным, кармин применялся для подкраски вин и съестных, преимущественно кондитерских, продуктов. Лаки его шли, помимо окраски пряжи и тканей в ситценабивном и обойном деле, и для изготовления красных чернил.

Все это было и быльем поросло! Хотя и сейчас в некоторых руководствах химической технологии говорится о применении кошенили для крашения, но нигде она теперь уже для этого не применяется: ее вытеснили дешевые анилиновые краски.

ЗОЛОТО, РАСТВОРИМОЕ И РАСТВОРЕННОЕ

В прелестной сказке „Что рассказывал ветер о Вольдемаре До и его дочерях“ Андерсен так описывает средневекового делателя золота: „Вольдемар До был горд и смел, но также и знающ. Он много знал. Все это видели, все об этом шептались. Огонь пылал в его комнате даже летом, а дверь всегда была на замке; он работал там дни и ночи, но не любил разговаривать о своей работе: силы природы надо испытывать в тиши. Скоро, скоро он найдет самое лучшее, самое драгоценное на свете—красное золото.

„От дыма и пепла, от забот и бессонных ночей волосы и борода Вольдемара До поседели, кожа на лице сморщилась и пожелтела, но глаза попрежнему горели жадным блеском в ожидании золота, желанного золота.

„Но вот в первый день пасхи зазвонили колокола! в небе заиграло солнышко. Вольдемар До лихорадочно работал всю ночь, варил, охлаждал, мешал, перегонял. Он тяжело вздыхал, горячо молился и сидел за работой, боясь перевести дух. Лампа его загасла, но уголья очага освещали бледное лицо и впалые глаза. Вдруг они расширились. Гляди в стеклянный сосуд! Блестит... Горит, как жар! Что-то яркое, тяжелое! Он поднимает сосуд дрожащею рукою и, задыхаясь от волнения, восклицает: „Золото Золото!“

„Он выпрямился и высоко поднял сокровище, лежавшее в крупном стеклянном сосуде. „Нашел, нашел! Золото!“—закричал он и протянул сосуд дочерям, но... рука его дрогнула, сосуд упал на пол и разбился вдребезги. Последний радужный мыльный пузырь надежды лопнул!“¹.

Какая верная картина далекого прошлого химии, когда все мысли ученых и дилетантов были направлены к одной цели: получить золото искусственным путем!

Какими таинственными загадочными фразами выражали эти люди результаты своих работ! Сколько из них старалось уверить себя и других, что ими разрешена многовековая задача, что они овладели секретом получения благородных металлов!

И ломали голову над их писаниями другие алхимики, тщетно стараясь разобраться в тайном смысле хотя бы таких манускриптов:

„Вот тайна: змея, пожирающая свой хвост, состав, поглощенный и расплавленный, растворенный и превращенный брожением. Он становится темнозеленым и переходит в зеленый цвет. От него происходит красный цвет киновари. Это киноварь философов.

¹ По переводу А. и П. Ганзен.

„Его чрево и спина желты, его голова темна и зелена. Его четыре ноги—четыре стихии. Его три уха—поднявшиеся пары.

„Одно снабжает другое своей кровью, одно зачинает другое. Сущность радуется, сущность очаровывает сущность, и это не потому, чтобы оба были противоположны, но потому, что это—одна и та же сущность и происходит из себя самой с трудом, с большим усилием.

„О, мой друг! Приложи свой ум к этому, и ты не вступишь в ошибку. Но работай серьезно и с прилежанием, пока не увидишь конца.

„Змей простерся у порога, он сторожит этот храм и овладел им. Убей его, обдери кожу и, содрав ее вплоть до самых костей, устрой из нее ступени для входа в храм.

Войди в него, и ты найдешь жаданное. Потому что его жрец, вначале медный человек, изменил свой свет и природу и стал серебряным. Через несколько дней, если ты хочешь, найдешь его превратившимся в золото“¹.

Попробуем и мы, по примеру алхимиков, поискать способ получения золота, ну, хотя бы из воды.

Пока вы читали отрывки из Андерсена и Зосимы Панополитана, я вскипятил в двух колбах воду. Выливаю из них кипяток в третью, большей вместимости, прикрываю ее платком и произношу таинственное заклинание древних магов.

Готово! Снимаю платок и передаю вам остывшую колбу.

Какая красота! Какой блеск! Она вся наполнена мельчайшими чешуйками золота, которые так и искрятся в свете солнца.

Однако, боюсь пробудить в вас чувство алчности, а потому прошу у вас колбу обратно и ставлю ее на сетку,

¹ Из рукописи Зосимы Панополитана, жившего в IV веке. По книге Н. А. Морозова: „В поисках философского камня“.

лежащую на треножнике, зажигаю под сеткой спиртовую лампочку—и через несколько минут золота как не бывало: оно сплошь растворилось в кипящей воде.

Нет надобности, конечно, говорить, что это и не было золото. В колбочках отдельно я вскипятил растворы *уксуснокислого свинца* (ядовит!) в дистиллированной воде и *иодистого калия* (применяется как лекарство). Сливая их вместе, получим путем *обменного разложения* этих солей две новых—*уксуснокислый калий*, оставшийся в растворе, и *иодистый свинец*. Последний растворим только в горячей воде, а при охлаждении раствора выпадает из него в виде мелких чешуйчатых кристалликов с золотым блеском.

Это едва ли не самый красивый из всех химических опытов.

По поводу внешнего сходства кристаллического иодистого свинца с крупинками золота и его растворимости в воде мне хочется сказать несколько слов об ошибке средневековых алхимиков и о возможности действительного получения золота из других веществ, а также и извлечения его из воды.

Алхимики верили в существование первичной материи и не различали понятий о сложных и простых веществах. Их ошибки состояли в том, что они все свое внимание обратили на физические свойства тел, а не на их химический состав. Они надеялись, что, комбинируя разные вещества, обладающие отдельными свойствами золота, можно, в конце концов, получить и самое золото. В особенности пленяла их мысль превратить в золото тяжелую и блестящую ртуть, придав ей твердость и желтый цвет. Оттого обычно они и смешивали ее для этого с твердой и желтой серой. По их мнению, сера должна была придать ртути недостающие последней свойства.

В этом случае они впадали в глубокую ошибку, так как, соединяясь, вещества утрачивают свои физические свойства и приобретают новые. Так, сера, соединяясь с ртутью, давала совсем не золото и даже не новый металл, а красную краску—*киноварь*. Зато они случайно оказались и правы в предположении, что есть какая-то связь между золотом и ртутью.

Не дальше как в 1924 г., один германский ученый, пропуская через ртутные пары электрический ток высокого напряжения, превратил, как он думал, после долгого времени, часть ртути—правда, крайне ничтожную—в золото.

Это открытие было опровергнуто дальнейшими опытами, но во всяком случае оно не имеет практического значения: такое искусственное золото обошлось бы в 10.000 раз дороже добываемого в золотоносных породах; с теоретической же стороны оно было бы очень интересно, лишний раз доказывая, что державшееся свыше ста лет разделение веществ на сложные и простые—чисто условно. Наши так называемые элементы отнюдь не являются веществами первичными, абсолютно не разлагаемыми.

Впрочем, для химика-практика это мало меняет дело, так как получать искусственное золото заводским путем вряд ли когда-нибудь будет доступно. Скорее мы можем рассчитывать научиться выделять его из морской воды.

Чего только не содержит в себе вода морей и океанов!

Омывая берега континентов и островов, питаясь водами рек, сбегających со всей поверхности суши, за миллионы веков своего существования океаны накопили в себе колоссальные запасы всевозможных химических соединений, выщелачиваемых водою из земной коры.

В числе этих веществ обнаружено в морской воде и золото в виде соединения с хлором.

Но какой же это слабый раствор!

В 200.000 тоннах океанской воды содержится не более одного грамма золота.¹ Самые бедные земные золотосодержащие породы, разработка которых уже почти не оплачивается, содержат его в 1.200 раз больше.

Но зато количество воды в океанах так колоссально велико (1.200.000,000 куб. километров), что, если бы вы делить из нее все это золото, его получилось бы около 6 миллиардов тонн.

Все население земного шара исчисляется приблизительно в 1.7 миллиарда. На долю каждого из нас, следовательно, приходится около четырех тонн морского золота!



Рис. 12. Ваша доля золота.

Столько весит золотая плита длиною и шириною в один метр и толщиной в два дециметра (рис. 12).

Не правда ли, как мы с вами богаты? Вот только как нам достать свою долю золота из воды?

Не думайте, что попыток химического извлечения золота из недр океана не делалось.

Их было много, некоторые из них были, с научной точки зрения, вполне удачны, но с экономической стороны все они пока не более успешны, чем попытки древних алхимиков превратить в золото дешевые металлы.

Золото океанов ждет еще того химика, который найдет дешевый способ извлечь его на поверхность.

О СТРАШНЫХ ГАЗАХ

Много лет тому назад один известный ученый писал другому: „Опишу вам опыт страшный и ужасный“, — а речь то шла всего-на-всего о разряде лейденской банки¹, опыты с которой теперь безбоязненно проделывает любой школьник.

Однако, ученый был прав, называя опыт „ужасным“, так как он иной раз оканчивался смертью экспериментатора².

Отчего же то, что казалось раньше страшным, да и в самом деле таким было, теперь никого не пугает?

Оттого, что люди научились как следует обращаться с лейденской банкой, чтобы ее разрядом не причинять вреда ни себе, ни другим.

Химику постоянно приходится иметь дело с веществами, куда пострашнее лейденской банки!

Даже при самом поверхностном знакомстве с этой благодетельной, но и грозной наукой, нельзя избежать встречи с веществами, могущими оказаться очень опасными при неумелом обращении с ними.

Немало химиков поплатилось здоровьем и даже жизнью, впервые работая с такими веществами.

Зато теперь мы знаем, как обезопасить те страшные силы, что в них скрыты, и безбоязненно проделываем с ними всевозможные опыты.

¹ Электрический конденсатор.

² Доппельмейер в 1750 году.

„Нет плохих ролей, а есть плохие актеры“, — уверял какой-то драматург. Так и мы скажем, что „нет опасных веществ, а есть неумелые экспериментаторы“.

Мы постараемся не попасть в их число! Хотя и говорят: „Тот не ездок, кто под конем не бывал; тот не химик, у которого ни разу водород не взорвал“, — с последним я не согласен. Химик должен быть осторожен и аккуратен, а у осторожного и аккуратного человека никаких непредвиденных катастроф быть не должно.

А потому, приняв все меры предосторожности, займемся теперь получением „страшных газов“.

Кто в наше время не слышал об убийственных газах на полях сражений последней мировой войны! Кто не читал предсказаний, что последующие войны станут „химическими“, что в них главная роль отведется отравлению противника смертоносными, всюду проникающими ядами!

На первый раз мы познакомимся с газом, хотя и не ядовитым и не применяемым в химической войне, но тем не менее весьма опасным и требующим наибольшей осторожности при его получении.

САМЫЙ ЛЕГКИЙ ГАЗ

Самый легкий из всех газов называется *водородом*. Он в 14 раз легче воздуха. Воздух же, надо вам заметить, в 770 раз легче воды.

Таким образом вода, с которой мы все так хорошо знакомы, заключает в своем составе наиболее легкое из всех известных нам на земле веществ.

А что это так, что вода не простое тело и водороду не даром дано его прозвище, я сейчас вам докажу.

Мы все безбоязненно пьем воду, она необходима для поддержания нашей жизни, она в количестве 58% входит в состав нашего тела. Это значит, что человек (т. е. его

труп), высушенный до полной потери влаги, становится более чем вдвое легче.

Дело в том, что водород не растворен в воде, как сахар в стакане чая: он вместе с другим газом, кислородом, образует воду. В том-то и заключается удивительная тайна химических превращений, что вещества, вступая в соединения друг с другом, дают совершенно новые тела, а не простую смесь начальных веществ. Водород и кислород—газы. Смешиваясь, они дают смесь газов, соединяясь—воду.

Но не довольно ли рассуждений, не пора ли перейти к опытам?

Перед вами две двугорлые склянки, наполненные каждая на две трети водой; их горла плотно заткнуты про-



Рис. 13. Добывание водорода.

варенными в парафине мягкими и упругими пробками; через первую пробку первой склянки пропущена почти до самого дна склянки стеклянная трубка, оканчивающаяся воронкой. Вторая пробка этой склянки соединена с первой пробкой второй склянки изогнутой под прямыми углами стеклянной трубкой, которая в первой склянке опущена лишь немногим ниже пробки, а во второй достигает почти до дна. Из последней пробки выходит газоотводная трубка, изогнутая, как показано на рисунке 13-м. Оттянутый кончик ее с узким отверстием погружен в воду пневматической ванны. Роль последней может играть обыкновенная глубокая тарелка.

Раньше чем приступить к опыту, я самым тщательным образом замазываю все пробки, кроме первой, замазкой,

чтобы газ, который мы станем добывать, не нашел нигде выхода через зазоры между стеклом и пробкой.

Наполнив два-три узких и высоких стеклянных цилиндра водой, я прикрываю их квадратными кусочками матового стекла. Такие цилиндры с широкими верхними флянцами, тоже матовыми, чтобы прикрывающее их стекло не скользило, продаются в аптекарских магазинах. Их можно, при нужде, заменить обыкновенными бутылками из-под минеральной воды или из-под кваса, словом, достаточно толстостенными. Здесь же на столе у меня штатив с пробирками и полотенце; как можно



Рис. 14. Спиртовая лампочка.

дальше от прибора для добычи газа, всего лучше—на особом столике, поставленном в нескольких шагах от первого,—спиртовая лампочка с колпаком (рис. 14).

В школах обычно добывают водород в подобных приборах, действуя *серной кислотой на цинк*.

Вы знаете, что серную кислоту наливают в стаканчики, которые на зиму ставят между двойными рамами окон. Она в высшей степени гигроскопична, т. е. отлично сушит воздух, отнимая от него влагу; оттого-то в этом случае окна и не „потеют“. Обратите внимание, что с осени ее наливают не более четверти стакана, а к весне он становится почти полным.

Металлы в большинстве случаев хорошо растворяются в серной кислоте, образуя соответствующие *сернокислые соли*, и вытесняя из кислоты водород.

Долгое время употреблявшийся для наполнения аэростатов водород и добывали подобным образом; только

вместо дорогого цинка брали дешевое железо в виде железного лома.

Однако, я покажу вам другой способ получения интересующего нас газа. Он гораздо удобнее и менее опасен.

Не будем забывать, что серная кислота это такая штука, с которой чем меньше будем иметь дела, тем лучше, особенно, когда нельзя обойтись каплей-другой, а приходится манипулировать с относительно большими количествами.

Я воспользуюсь тем, что многие металлы вытесняют водород не только из кислот, но и из воды. Правда, в большинстве случаев такое разложение происходит лишь при очень высокой температуре, но, по счастью, есть некоторые металлы, способные разлагать воду и при обыкновенной температуре.

К таким металлам принадлежит *кальций*. Я храню его в баночке с плотно притертой пробкой. Как видите, он залит какой-то жидкостью. Это — керосин, на который кальций не действует химически. Зато на воздухе этот металл быстро окисляется, ржавеет, превращаясь в *известь* (негашеную). Тот же процесс происходит под водою, только в этом случае образовавшаяся окись соединяется с избытком воды в *водную окись кальция* (так называемую *гашеную известь*).

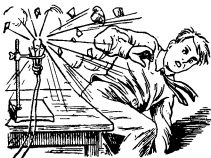


Рис. 15. Неосторожный опыт с водородом.

Вынув кусочек серовато-белого ¹ металла щипчиками, осторожно обсушиваю его пропускной бумагой, удаляя следы керосина, не касаясь металла руками.

Теперь смотрите: я вынимаю из первой склянки первую пробку, быстро бросаю куски кальция в воду, сейчас же вновь закупориваю банку и обмазываю пробку замазкой.

Куски металла, упав на дно склянки, покрываются пузырьками газа, которые, оторвавшись от поверхности кусков, быстро всплывают вверх. Вскоре жидкость в банке кажется словно кипящей. Выделяющийся газ вытесняет, вернее, увлекает с собой воздух и идет с ним вместе во вторую склянку, а оттуда из газоотводной трубки—в окружающую атмосферу, булькая пузырьками через воду.

Наполняю одну из пробирок водой, закрываю ее большим пальцем, переворачиваю и опускаю ее конец в воду тарелки, играющей у нас роль пневматической ванны. Отвожу палец в сторону и держу отверстие пробирки над отверстием трубки. Пузырьки газа, ранее выходившие через воду, идут в пробирку, вытесняя из нее воздух. Вскоре пробирка наполняется газом. Опять закрываю ее пальцем, вынимаю из воды и быстро несу к столику, на котором горит спиртовая лампочка. Держа пробирку отверстием вниз, подношу ее к пламени и открываю.

Слышали свист? Он показывает, что водород в пробирке смешан с воздухом и обращаться с ним надо осторожно. Впрочем, такую смесь как раз удобно использовать, произведя опыт ее взрыва в большем размере. Совершенно таким же путем, как наполнял я пробирку, наполняю газом стеклянный цилиндр или толстостенную бутылку и не туго обворачиваю сосуд полотенцем. Это

¹ В учебниках ему по старой памяти все еще иногда приписывают желтый цвет, но чистый кальций—сероватый.

на всякий случай. Если его и разорвет, то нас не поранят осколки.

Подношу к пламени, открываю отверстие.

Какой взрыв!

Нужно, следовательно, подождать немного, пока выделяющийся водород вытеснит следы воздуха из аппарата. Чтобы не сидеть без дела, прочтите страничку из книги одного английского химика о том, как иногда может быть опасен взрыв водорода.

Вот что он пишет:

„Несколько лет тому назад рабочие, занятые при постройке большого парового котла для германского военного судна, по небрежности оставили внутри его несколько кусков цинка; им в голову не приходило, что этим они могут причинить смерть многим своим товарищам и повергнуть много счастливых семей в глубокое отчаяние. В свое время паровик был поднят на судно и установлен на место.

Несколько времени спустя, судно отправилось в пробное плавание. Трюм был переполнен занятыми кочегарами; машины впервые дрогнули и быстро погнали мощное судно по морю. Вода за это время нагрелась до чрезвычайно высокой температуры, и цинк быстро растворялся в ней, освобождая при этом значительное количество водородного газа. Этот газ вместе с воздухом образовал в паровике страшно взрывчатую смесь. Люди, работавшие вокруг паровика, конечно, ничего этого не подозревали, а между тем котел постепенно наполнялся все больше и больше этой смертоносной смесью. Как вдруг, без малейших предупредительных признаков, с ослепительным блеском и оглушительным громом большой паровик разорвался на части, убив или искалечив всех находившихся в помещении людей, а само судно наполнилось

облаком перегретого пара. Причина взрыва оставалась тайной, пока в остатках паровика не нашли кусочков цинка. Таким образом мы видим, что силы химического сродства, находясь под контролем, становятся полезными слугами, а вне контроля—страшными господами¹.

ВОДА ИЗ ОГНЯ

Ну, теперь опять можно вернуться к нашему прибору. Наполним газом еще один цилиндр; на этот раз газ сгорает почти беззвучно и не моментально; можно даже заметить появившееся при этом почти бесцветное пламя.

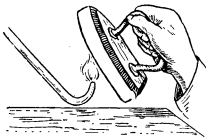


Рис. 16. Сухой утюг покрывается каплями воды.

Вынем газоотводную трубку из пневматической ванны и, отвернув на всякий случай в сторону лицо, зажжем выходящий из нее газ. Он горит спокойно (рис. 16), маленьким, еле видимым пламенем.

Что же получается при горении? Вода! Приблизьте к пламени холодный, совершенно сухой утюг,—он покрывается каплями воды (рис. 16).

Металлы отнимают от воды кислород, а выделившийся водород снова при сгорании с ним соединяется и снова превращается в воду.

Водород горит не только в воздухе: еще энергичнее, чем с кислородом, соединяется этот газ с *хлором*. Если бы опустить наше водородное пламя в сосуд с хлором, оно не погасло бы; оно продолжало бы гореть, сменив свой

¹ Д. Мартин.—«Чудеса и завоевания современной химии».

голубоватый чуть заметный цвет на зеленоватый, ясно видимый. Хлор (мы еще с ним познакомимся) — цветной газ. Его желто-зеленый цвет бледнел бы по мере горения водорода, и, когда бы содержимое сосуда обесцветилось, пламя угасло бы само собою. В результате горения мы получили бы уже знакомый нам по прежним опытам *хлористый водород*. Прилив в сосуд воды и взболтав сосуд, мы получили бы *соляную кислоту*, окрашивающую синюю лакмусовую бумажку в красный цвет.

Только мы не станем проделывать этот опыт: как хлор, так и хлористый водород ядовиты, и их не следует добывать в комнате.

ВЗРЫВ АЭРОСТАТА

Только в самые последние годы химики обезопасили воздухоплавание, наполняя оболочку дирижаблей не горючим *гелием*. К сожалению, гелий не так легок, как водород, и, что самое важное, стоит очень дорого. Поэтому нельзя еще считать проблему безопасности воздухоплавания решенной полностью. Дирижабли, а тем более не управляемые аэростаты все еще наполняются в большинстве случаев водородом, а вторые — и светильным газом. Последний тяжелее водорода и также огнеопасен, но обходится значительно дешевле.

Весной на улицах городов появляются продавцы с гроздями красных, зеленых и синих детских воздушных шаров, наполненных светильным газом.

Купите при случае такой шар: с ним можно в безопасном виде воспроизвести катастрофу, которая в дей-



Рис. 17. Взрыв игрушечного аэростата.

ствительности ужасна. Такие катастрофы с воздухоплавателями, увы, бывали.

Прикрепив к шару легонькую корзиночку (гондолу), вырезанную из бумаги, и усадив в нее пару таких же бумажных воздухоплавателей, привяжите к нему вместо обычной тонкой бечевки, удерживающей шар, стопиновую нить. Такие шары имеют внизу коротенькую резиновую трубочку, туго-на-туго перевязанную несколькими оборотами бечевки. Не развязывая последней, обвяжите

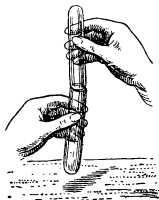


Рис. 18. Переливание
вверх.

трубочку концом стопиновой нити. Стопин — это, собственно, не нить, а узенькая ленточка, пропитанная медленно горящей смесью селитры с пороховой пылью. Метр стопина сгорает в течение пятнадцати секунд. Вам его понадобится не более полутора метров. Дав шар подняться на длину стопиновой нити, подожгите свободный конец последней и выпустите шар на волю. Конечно, опыт делайте не в комнате, а на открытом воздухе и в тихую погоду.

Шар, плавно поднявшись в высоту, менее чем через минуту взрывается, и несчастные аэронавты, крутятся и перевертываясь в воздухе, падают, безжизненные, к вашим ногам.

ПЕРЕЛИВАНИЕ ВВЕРХ

Всегда ли переливаемое вещество льется сверху вниз? Мы так привыкли переливать жидкости, которые во много раз тяжелее воздуха, что нам и в голову не приходит ставить подобный вопрос. А между тем, подумав, вы сами легко сообразите, что нельзя из пробирки с водородом

перелить этот газ в другую пробирку тем же приемом, какой мы применяем при переливании воды. В этом случае придется как раз наоборот—переливать из нижней в верхнюю.

Наполнив под водой одну из пробирок водородом, берем другую „пустую“, т. е. наполненную воздухом, и, держа последнюю отверстием вниз, ставим ее рядом с первой. Теперь пробирку с водородом быстро переворачиваем вверх отверстием так, чтобы оно пришлось как раз под отверстием второй пробирки (рис. 18). Если опыт удался, легонький взрыв при приближении второй пробирки к пламени спиртовой лампы докажет нам, что водород „перелился“ в нее из первой.

Известный навык, требующийся для такого опыта, приобретается после двух—трех предварительных неудач.

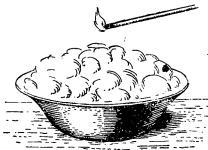


Рис. 19. Взрыв мыльной пены.

МЫЛЬНЫЕ ПУЗЫРИ

Обратили ли вы внимание, что мыльные пузыри зимой поднимаются вверх, а летом падают вниз? Это происходит оттого, что теплый воздух легче холодного, и зимой разница между температурой воздуха в комнате (особенно вблизи окон) и выдыхаемого вами в пузырь, достаточна, чтобы преодолеть тяжесть его оболочки. Наполняя мыльные пузыри водородом, можно увидеть их летящими ввысь и в самый жаркий летний день. Как бы тепел ни был летний воздух, он все же тяжелее водорода.

Чтобы получить пузыри величиной в крупное антоновское яблоко, возьмите совершенно чистое, так называемое

марсельское мыло, настрогайте его перочинным ножом мелкими стружками и растворите в воде, добавив потом к ней глицерина.

Мыла и глицерина возьмите поровну (например, по 5 граммов), а дистиллированной или мягкой дождевой воды вчетверо больше (20 граммов). Всыпав мыло в аптекарский „унцевый“ пузырек и залив водою, оставьте стоять на сутки, потом долейте глицерином и, хорошо переболтав, дайте смеси постоять еще сутки.

Такая смесь будет вам служить долго; для опытов же ее достаточно брать каждый раз по чайной ложке.

Укрепив в отверстии газоотводной трубки прибора для добывания водорода соломинку с расщепленными концами, легко научиться при ее помощи выдувать крупные пузыри. Надо только несколько усложнить газоотводную трубку, надев на ее конец отрезок резиновой, а в другой конец последней, вставив стеклянную трубку с оттянутым концом. Сжимая резиновую трубку пальцами можно регулировать быстроту выдувания.

Пузыри поднимаются в комнате до самого потолка, а на открытом воздухе в безветренную погоду улетают так высоко (метров на двести), что скрываются из глаз.

Можете привязанным к палке горящим огарком подовать на полете и такой „мыльный аэростат“, только не забывайте о близости прибора для получения водорода и не взорвите и его заодно.

Налив мыльную воду в глубокую тарелку и погрузив в нее конец газоотводной трубки, получите целую гору мыльной пены. Отнесите тарелку подальше от прибора с водородом и тем же способом взорвите пену (рис. 19).

ЗАГАДОЧНЫЙ ФОНТАН

„Ого, какое сложное сооружение!“

Согласен, сооружение внушительное, но не такое уж сложное, как вам кажется. Длинной резиновой трубкой я соединяю наш аппарат для получения водорода с горлом бутылки, дно у которой отрезано. Образовавшимся стеклянным цилиндром прикрыт пористый глиняный сосуд от гальванического элемента, поставленный дном вверх на круглую стеклянную пластинку с отверстием в центре (рис. 20). Длинная стеклянная трубка, состоящая из двух отдельных отрезков, соединенных резиновой трубкой, выходит верхним концом в пористый сосуд, а нижним пропущена через пробку двугорлой банки. Вся эта машина поддерживается металлической штангой с зажимом.

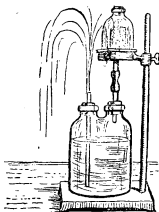


Рис. 20. Фонтан.

Склянка налита водой; из ее второго горла выступает стеклянная трубка с оттянутым концом; нижний конец ее опущен почти до дна склянки. Все щели и зазоры соединений плотно замазаны замазкой.

Пока я объяснял вам устройство прибора, я все время сжимал пальцами резиновую трубочку, соединяющую длинные вертикальные стеклянные трубки.

Отойдите подальше, чтобы вас не облило водою; я опускаю руку, и... каков фонтан! Он бьет из узкого отверстия левой трубки на высоту чуть ли не целого метра.

Зажав вновь резиновую трубочку, я останавливаю фонтан; опустив опять, даю ему бить.

Не будем, впрочем, увлекаться этим зрелищем и прекратим получение водорода; он в данном случае выходит прямо на воздух; а вы знаете, как опасна такая смесь. Откроем окно, чтобы очистить в комнате воздух, и разберем прибор на части.

Этот фокус основан на *диффузии* (проникновении водорода через пористые стенки глиняного сосуда. Оттуда газ проходит в двугорлую склянку и давит на воду, заставляя ее бить высоким фонтаном.

ИЗ ЖЕЛТОГО В ЗЕЛЕНое БЕЗ ПРИБАВЛЕНИЯ СИНЕГО

Раз уже у нас идет речь о водороде и кальций под руками, покажу вам еще один опыт. Он не особенно эффектен, но поучителен.

В стакане—красно-желтый раствор *хлорного железа*. Как превратить его цвет в зеленый, не придивая к нему синей краски? Бросаем в стакан кусочек кальция: выделяется водород, и жидкость постепенно зеленеет.

Это очень важная реакция *восстановления*, противоположная реакциям *окисления*. Не будем пока на ней останавливаться, но в дальнейшем я еще напому вам об этом опыте. Он поможет нам отчасти выяснить тайну строения окружающих нас веществ.

ВОЕННАЯ ХИМИЯ

Когда говорят, что отныне войны будут „химическими“ го забывают, что химия уже свыше 700 лет широко использована в военном деле для изготовления пороха и других взрывчатых веществ, а частично применялась еще и того ранее, когда при ее помощи сражающиеся сжигали неприятельские суда и укрепления горючими составами.

Так был сожжен „греческим огнем“, в состав которого входили *нефть* и *селитра*, флот Олега, пытавшегося взять Царьград с моря; так Ольга сожгла укрепления древлян и т. п.

Еще раньше европейцев знали взрывчатые вещества китайцы. Применяли они их, впрочем, оригинально: устрашая врага грохотом взрыва. Только с 1259 г. они использовали порох в „копье, дышащем огнем“—прообразе европейских ружей.

Арабы первые около 1290 г. заменили катапульты и баллисты древних, разбивавшие стены метанием камней, пушками.

Введение пороха в европейских армиях имело колоссальное значение. На протяжении шести веков довольствовались им человечество. Величайший химик всех времен и народов, Лавуазье, работал над улучшением его состава, но это был все тот же черный порох из *угля*, *серы* и *селитры*.

Полный переворот в деле изготовления взрывчатых веществ произвел открытый в 1846 г. *пироксилин*, давший

толчок к изобретению бездымного пороха, который появился в 1882 г. За ним пошли все более и более ужасные взрывчатые вещества: прогрессит, карбонид, робурит, лиддит, шимозит и пр., и пр.

На ряду с бездымным порохом военные химики использовали составы противоположного свойства, дающие густой дым. Они применяются в качестве „дымовых завес“, маскирующих передвижения воинских частей или скрывающих суда от взора неприятеля. Бомбардировка снарядами с такими веществами намечает пункт для попадания в цель. Вещества, развивающие цветные клубы дыма, применяются для сигнализации, в частности, с аэропланов.

В ночное время, помимо прожекторов, для освещения местности употребляются светящиеся ракеты, освещающие позиции противника. Подобного рода осветительные составы сбрасываются и с аэропланов.

В деле световой сигнализации на воде применяются карбиды, разлагающиеся водою с выделением ярко горящего ацетилена.

Как видите, применение химии в деле массового взаиморазрушения людей не ново.

Но под „химической войной“ обычно подразумевают войну при помощи ядовитых веществ и полагают, что ее начало было положено немцами весной 1915 года.

Думая так, опять же ошибаются.

Известный этнограф Вейле указывает, что применение отравляющих газов для военных целей было знакомо еще древним китайцам, бросавшим в неприятеля „вонючие горшки“, и, что еще более удивляет нас, первобытным обитателям Америки. „Шведский исследователь Э. Норденшильд установил,—пишет Вейле,—что в обычаи индейцев Южной Америки входило употребление еще более неприятных, даже опасных для жизни газов. Испанец

Овиедо-и-Вальес сообщает о нападении с помощью „перечного газа“. При сражении у реки Ориноко в 1532 г. два молодых индейца шли впереди фронта, неся каждый в руке сковороду с горящими угольями, а в другой—размолотый перец. Как только ветер казался им благоприятным, они всыпали перец в уголь. Результаты были наглядны, так как пар привел в беспорядок ряды испанцев, заставляя каждого из них продолжительное время чихать.

По сообщению француза Дю-Тертр'а, это средство содействовало изобретению газовой маски.

„Пар перца раздражает слизистые оболочки носа и бронхи так сильно, что может повести к смерти, если не покинуть отравленного пространства или не употребить средства, состоящего в смачивании платка в крепком уксусе и завязывании им носа, чтобы нейтрализовать вредное действие перца.

„Действующая часть кайенского перца называется *капситин*. Мы знаем, что оно вызывает раздражение слизистых оболочек и дыхательных путей; это было известно и индейцам, и потому в примененной ими военной химии за ними можно признать большие заслуги, чем за близкими к ним по расе первобытными обитателями Канады, о которых еще в 1558 г. рассказывали, „что они умеют уничтожать нападающего неприятеля паром жиров и запахом каких-то растений. Для этой цели они перед нападением врага собирали хворост, пропитывали его рыбьим жиром и зажигали, бросая в огонь высушенные листья некоторых деревьев“¹.

Итак, „ничто не ново под луною“ или „ново то, что хорошо забыто“. Слезоточивое вещество, *акролеин*, выделяемый горящим жиром, оказывается, применялся чуть ли

¹ К. Вейлс.—„Химическая технология первобытных народов“. 1924 г.

не за 400 лет до нашего времени. Да и прототип теперешних противогазовых масок также был еще тогда известен!

Трудно предсказать, какие газы или другие отравляющие вещества будут применяться в дальнейшем, но пока для этой цели брался главным образом *хлор* и его производные.

Выйдемте в сад, и я познакомлю вас с этим газом, так как, добывая его в комнате, мы рискуем очутиться в положении одного химика-дилетанта, который своими опытами переполошил всех жильцов многоэтажного дома.

Конечно, при соблюдении осторожности и получая небольшое количество газа, можно вести добычу хлора и в нежилой комнате перед открытым окном.

Чтобы самому экспериментатору не стать жертвою газа, лучше, делая опыты, дышать через платок, смоченный раствором *гипосульфита натрия*. Техники так и зовут его *антихлором*, применяя для удаления следов хлора из отбеливаемых последним пряжи, тканей и бумажной массы.

Вообще надо заметить, что хлор задолго до использования в военном деле готовился в больших количествах для различных технических целей, а опыт войны привел к применению хлора в земледелии для отравления вредителей растительности. Им же отравляют разносителей чумных бактерий. В виде *белильной извести* и *хлорной воды* этот газ является испытанным дезинфекционным средством. Сравнительно недавно медики научились дезинфицировать им живой организм человека. Оказывается, что если вдыхание воздуха, содержащего достаточную примесь хлора, вызывает удушье и даже смерть, то воздух с очень ничтожным содержанием хлора вылечивает грипп и другие болезни дыхательных путей, убивая болезнетворных микробов, но не разрушая тканей нашего организма.

Но самое любопытное, что хлор, будучи сам боевым газом, служит средством защиты от действия еще более страшного чем он газа, *иприта* (горчичного газа). Иприт это тоже одно из сложных производных хлора. Не испугайтесь его научного названия: дихлордиэтилсульфид.

Химик, впервые его открывший, писал о нем: „Поразительно, как вещество с виду такое безобидное, мало летучее, почти не растворимое в воде, с слабым запахом, с совершенно нейтральной реакцией и с химической структурой, при которой совершенно нельзя предположить столь опасных свойств, — оказывает такое сильное действие“.

А действие, надо отдать справедливость, сильное!

Сильнейшие ожоги кожи, трудно заживающие, гноящиеся язвы, гнойное воспаление легких, временная слепота, бронхит, лихорадка и проч. и проч.—следствия отравления ипритом.

Эта жидкость, разлитая на каком-либо пространстве может держаться в почве в течение месяцев, все время делая местность необитаемой.

Средство его обеззараживания—нейтрализация иприта хлором. Как тут не вспомнить пословицу: „клин клином выгоняют“?

Попутно скажу, что еще ужаснее иприта другое сложное производное хлора, мышьяка, углерода и водорода—*люизит*, пока не испытанный на полях сражения. Его называли „смертельной росой“, полагая, что 50 аэропланов, несущие начиненные люизитом бомбы, могут начисто уничтожить все население Нью-Йорка.

Не знаю, как будет с люизитом, а иприт тоже уже испытывался в качестве средства для лечения чахотки.

Что одно и то же вещество может являться и ядом и лекарством, химикам давно известно.

Кто же в наше время не знает, что такие страшные яды, как мышьяк, стрихнин, синильная кислота и прочие с успехом применяются в медицине? Невинные лавро-вишневые капли, целительное средство нервных дам, содержат синильную кислоту, одна капля которой, если ее взять в чистом виде, убивает лошадь.

Но я заговорился... Идемте же в сад, аппарат для получения прародителя всех военных газов мною там уже собран.

Он не сложен и состоит из колбы с воронкой и газотводной трубкой, опущенной прямо на дно стеклянного цилиндра для сбора газа. Цилиндр сверху прикрыт куском картона с отверстием для трубки. Хлор в два с половиной раза тяжелее воздуха, так что его можно, в особенности на открытом воздухе, собирать таким упрощенным способом. В воде же он хорошо растворяется, в холодной лучше, чем в горячей; поэтому, если собирать его под водою, как мы это делали с водородом, то воду надо брать как можно более горячей, а при этом трудно избежать лопания сосудов для сбора газа.

В колбе находится тесто из *перекиси марганца с соляной кислотой*. Колба стоит на треножнике, покрытом проволочной азбестированной сеткой (для равномерного нагревания колбы), под которую я поставил спиртовую лампочку. Нагревать надо слегка.

Зажигаю спирт, и реакция начинается. Замечаете, как желтеет воздух в колбе?

Богатая кислородом перекись марганца ¹ отдает его соляной кислоте, отнимая от последней водород. Марганец же в обмен берет себе хлор, обращаясь в хлористый марганец, но так как всего выделяющегося при этом

¹ Марганец — металл группы железа.

хлора он связать не может, то часть газа остается в свободном состоянии ¹.

Этот зеленовато-желтый газ, постепенно вытесняющий воздух из колбы и цилиндра, и есть хлор. Вы, вероятно, уже чувствуете его запах, так как он наполнил сборный сосуд и начал переливаться через край. У меня под рукой несколько таких цилиндров. Заменяю наполненный хлором новым, а первый прикрываю куском стекла.

ХЛОР, ЦВЕТЫ И ЦВЕТА

Сорвите, пожалуйста, вон ту прекрасную розу и пару—другую каких-нибудь ярко окрашенных цветов с ближайшей клумбы.

Обрызгиваю их из пульверизатора водой (для растворения хлора) и опускаю в сосуд с хлором.

Куда делась их чудная окраска!

Смотрите, как они побледнели, какими стали некрасивыми.

Бросаю в тот же цилиндр несколько ярких тряпочек, тоже увлажнив их предварительно. Они обесцвечиваются.

Во второй цилиндр лью одну за другой жидкости разных цветов, подкрашенные растительными и искусственными органическими красками; туда же вливаю немного чернил из чернильницы и, закрыв отверстие цилиндра стеклом, взбалтываю смесь, пока она не обесцвечивается.

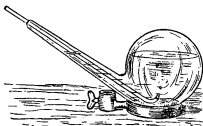


Рис. 21. Добывание хлорной воды.

¹ Перекись марганца можно заменить *марганцевокалиевой солью*; тогда и нагревать не нужно.

Впрочем, с обесцвечивающей способностью хлора мы с вами уже знакомы: мы пользовались ею в опытах-фокусах, с которых начали нашу беседу. Только тогда мы брали не газообразный хлор, а его раствор в воде—хлорную воду. Ее легко приготовить.

Погрузим трубку, отводящую газ из колбы, в сосуд с холодной водой, например, в перевернутую реторту (рис. 21). Желтоватые пузырьки газа исчезают, не дойдя до поверхности воды: газ раньше успевает раствориться.

Хлорная вода белил не хуже хлора (повторите опыт обесцвечивания цветов и красок); однако, в заводской практике для белиения не всегда можно пользоваться газообразным хлором или его водным раствором. Чаще для белиения, а также для дезинфекции хлор берут в виде *хлорной извести*. В ней он связан химически, но связь эта непрочна, хлор из нее легко выделяется; оттого-то белильная известь и имеет его запах. Хлорную известь можно достать готовой; поэтому для химических фокусов, основанных на обесцвечивании хлором, вам нет надобности самим готовить этот газ, как мы это делаем сейчас, а можно заменить его водой, настоянной на белильной извести.

Кстати, ее белящее действие вдвое сильнее, чем у газообразного хлора. Курьез заключается в том, что хлор не сам белил краски,—их обесцвечивает кислород, выделению которого в свободном состоянии способствует хлор. Сам же хлор является сильным разрушителем волокон пряжи и тканей. Оттого-то на заводах отбеленные хлором вещи отмываются раствором антихлора, т. е. гипосульфита, как мы уже о том говорили (стр. 56).

Вы заметили, как желтеют старые газеты, какой ломкой становится бумага, на которой они напечатаны?

Это результат отбели хлором бумажной массы.

ОКРАСКА ХЛОРОМ В СИНИЙ ЦВЕТ

Если вы скажете красильному мастеру, что хлором можно не только ~~белить~~, но и красить, он с этим никогда не согласится. Между тем это верно—при помощи хлора бесцветное можно сделать цветным. В пробирке, которую я держу в руке, бесцветный жидкий клейстер. Опускаю в пробирку газоотводную трубку от прибора для получения хлора—газ проходит через раствор, но не поднимается выше его уровня, раствор же, как видите, приобретает красивый фиолетово-синий цвет.

Клейстер был мною сварен из крахмала в растворе *иодистого калия*. Из этого последнего хлор вытеснил иод¹, который с крахмалом дает темно-синее окрашивание.

Попутно замечу, что это очень чувствительная реакция на крахмал и в упрощенном виде, когда берется прямо готовый иод, служит для нахождения крахмала в качестве подмеси к творогу, какао, колбасам и проч.

Не забудьте о ней: она еще послужит нам для одной химической шутки за чайным столом.

ОКРАСКА ХЛОРОМ В КРАСНЫЙ ЦВЕТ

Красильные мастера вообще не слышали, что хлором можно красить, но лица, изучавшие химию, знают, что он выделяет иод из соединений последнего и что иод окрашивает крахмал в синий цвет. Но даже и они не все знакомы с фактом, что хлором можно красить и в красный цвет.

Как это делается, сейчас покажу.

Беру один из стеклянных цилиндров с хлором и отливаю из него немного газа в другой, пустой (т. е. наполненный воздухом) цилиндр. Прикрываю последний сверху

¹ Иод — элемент группы хлора, твердое тело; его спиртовой раствор—обычное домашнее средство против опухолей и др.

стеклом и несколько раз переворачиваю его вверх и вниз, чтобы хлор хорошенько смешался с воздухом. Обратите внимание, что хлора было взято так мало, что смесь газов осталась бесцветной. Опускаю в цилиндр влажную полоску фильтровальной бумаги и вынимаю ее оттуда окрашенной в розовый цвет. Повторяю опыт, прилив немного больше хлора, — бумажка принимает интенсивно красную окраску.

Бумагу я увлажнял раствором *бромистого калия* (применяется как лекарство при нервных болезнях), к которому была прибавлена капля щелочного раствора — *флуоресцина*. Хлор вытесняет из бромистого калия бром¹, а бром превращает флуоресцин в ярко-красный *эозин*, органическое вещество, обладающее весьма большой красящей способностью.

Эту его способность мы также используем в свое время для одного забавного химического фокуса.

Гораздо серьезнее то, что описанным путем на войне можно обнаружить следы хлора в воздухе ранее, чем он дойдет до окопов, и тем предохранить солдат от опасности отравления, дав им время надеть предохранительные маски.

И ЕЩЕ ОКРАСКА ХЛОРОМ

Беру пробирку и, налив ее до половины водой, растворяю в ней кристаллик зеленого *хлористого железа*. Слабо-зеленоватое окрашивание раствора почти совсем незаметно. Погружаю в пробирку газоотводную трубку от аппарата для добычи хлора и пропускаю несколько времени газ через раствор. Жидкость принимает красно-желтоватый цвет: хлористое железо превратилось в *хлорное*.

¹ Бром — другой элемент группы хлора, красно-бурая зловонная жидкость. Вся эта группа с водородом дает кислоты, не содержащие кислорода (напр., соляная кислота).

Эта реакция противоположна действию водорода на хлорное железо. Хотя в данном случае *кислород* в реакции не участвовал, она все же относится к реакциям окисления.

Говоря о восстановлении железной соли водородом, я сказал, что она поможет нам выяснить одну из тайн строения веществ.

Постараюсь выполнить обещанное.

Железо дает с *кислородом* два окисла: *закись* — с меньшим содержанием кислорода и *окись* — с большим. Присоединение к закиси кислорода будет ее окислением, отнятие его от окиси — восстановлением. С хлором железо дает тоже два соединения, соответствующие закиси и окиси. Перевод одного в другое по аналогии также называется окислением и восстановлением.

Тайной же химического строения веществ является то обстоятельство, что элементы соединяются друг с другом в строго определенных весовых отношениях, и когда один из них присоединяется к другому в различных количествах, то эти количества находятся в простых кратных отношениях одно к другому. Так в *воде* на одну весовую часть водорода приходится 8 весовых частей кислорода, а в *перекиси водорода* — 8×2 , т. е. 16.

Пока довольно! Мы ведь решили больше развлекаться занимательными химическими опытами, а поучения из них выводить лишь попутно и в небольших порциях.

ГОРЕНИЕ БЕЗ ВОЗДУХА

Что такое горение? В элементарных учебниках природоведения говорится, что „горение есть энергичное соединение вещества с кислородом воздуха, сопровождаемое выделением тепла и пламени“.

Об этом частном случае горения мы с вами поговорим особо: он очень важен в практическом отношении,

но с точки зрения химика все же остается не более, как частным случаем. В дальнейшем вы увидите, что гореть вещества могут не только в воздухе, но и под водою, а сейчас я покажу вам, что горение может происходить и без кислорода.

Хлор тоже может настолько энергично соединяться с некоторыми веществами, что этому соединению сопутствует выделение тепла и образование пламени.

Помните, я говорил вам, что водород горит в хлоре?



Рис. 22. Горение в хлоре.

Дополню, что не только водород, но и его соединения и, сверх того, некоторые металлы.

Вот я зажигаю огарок свечи, надетый на проволоку, и опускаю его горящим в сосуд, наполненный хлором (рис. 22).

Видите: свеча продолжает гореть. Правда, коптит во-всю, не хуже керосиновой лампы с слишком выдвинутым фитилем, и по той же причине.

В коптящей лампе горению не хватает кислорода, и часть углерода, входящего в состав керосина, не сгорает, выделяясь в виде сажи. Здесь же совсем нет кислорода, а в хлоре углерод не горит; в нем сгорает только водород, находящийся в составе свечи.

Зато сродство водорода и хлора так велико (смесь равных объемов этих газов взрывает даже без нагревания на солнечном или ярком искусственном свете), что вещества, богатые водородом, сами собою загораются в хлоре.

ГОРЕНИЕ БЕЗ ЗАЖИГАНИЯ

Вот еще пример ошибочной привычки обобщать частные случаи. Мы привыкли видеть, что тела загораются, будучи зажжены каким-нибудь другим, уже горящим телом. Ставят самовар — зажигают лучинки спичкой или в огне печки; закуривают папиросу — зажигают ее о свечу или о пламя зажигалки. При этом как-то забывают, что сама-то спичка ничем не зажигается извне, а самовозгорается от трения ее головки о бумажку на коробке, т. е. от повышения ее температуры.

Не верна поговорка: „Нет дыма без огня“. Мы видели, что дым и без огня бывает, а уже тем более было бы неправильно думать, что нет огня без огня. Страшные подземные пожары каменноугольных копей чаще всего возникают от самовозгорания угля. Сырое сено тоже может загореться без злоумышленного или случайного поджога.

Пробирка с хлором докажет нам возможность самовозгорания некоторых веществ.

Наливаю в другую пробирку немного *скипидару*, согреваю его, опустив пробирку в горячую воду, и смачиваю теплым скипидаром полоску пропускной бумаги.

Бросаю ее в пробирку с хлором, — она вспыхивает и сгорает коптящим пламенем!

И НЕГОРЮЧЕЕ МОЖЕТ ГОРЕТЬ

Удивительно виденное нами горение горючих тел без воздуха, но еще более странным кажется горение в хлоре таких веществ, которые мы вообще привыкли считать негорючими.

Горит ли медь?

„Что за странный вопрос? — скажете вы. — Конечно, нет!“

Ну, так смотрите!

Беру медную монету и тру ее о стальной напилке, чтобы получить немного меди в порошке. Работа медленная и скучная. Делаю ее на ваших глазах только для того, чтобы вы не заподозрили меня в обмане. А вот тут в баночке у меня такой же мелкий порошок бронзы¹, взятый в мастерской, где обтачивают бронзовую арматуру паровых котлов. Для удаления из них следов масла, применяемого при обточке, я их промыл крепким спиртом. Вот еще очень тоненький, тоньше бумажного листа, кусочек меди.

Сбрасываю с бумаги напильные на ваших глазах медные опилки в сосуд с хлором, — они вспыхивают и сгорают яркими блестками. Понемногу сыпаю туда же бронзовый порошок, — он также загорается сам собою и сгорает весь без остатка. В заключение опускаю в хлор медный листок; обратите внимание на зеленый цвет его пламени.

Зеленая пыль, покрывшая дно сосуда, это—соединение меди с хлором — хлористая медь.

Итак, негорючесть меди нами опровергнута!

ДЫМОВАЯ ЗАВЕСА

К числу многих новостей военного дела относится маскировка расположения воинских частей, сокрытие их действий от наблюдения неприятеля за дымовой завесой. Только это не дым костров или вообще настоящий дым, образующийся при горении. И в этом случае на помощь сражающимся пришла химия, то злобная, то благотельная, смотря по тому, как применяет человек знание ее.

Если мы заменим в нашем предыдущем опыте медь оловом, взятым в виде станиоля (тонких оловянных

¹ Бронза—сплав меди с оловом.

листов, в какие, например, завертывают плитки шоколада), а самый газ немного подогреем, то эффект будет тот же самый — олово сгорит.

Не буду делать этого опыта: у меня есть уже готовое хлорное олово. Как видите, при обыкновенной температуре это не твердое, а жидкое вещество. На один момент приоткрываю склянку, в которой оно у меня хранится. Замечаете этот густой белый „дым“? Это хлорное олово соединяется с парами воды, всегда присутствующими в воздухе, и дает тончайшую белую пыль.

Выливая хлорное олово на землю, войска за образованной им густой белой завесой скрывались от врага.

Защита недешевая! Хлорное олово—вещество дорогое, поэтому на войне пользовались дымовыми завесами, получаемыми другими способами.

ФЕЙЕРВЕРК В СКЛЯНКЕ

Наиболее эффектным примером самовозгорания и горения в хлоре является горение в ней металлической сурьмы.

Сурьма—очень хрупкий элемент, стоящий на границе между металлами и металлоидами по своим химическим свойствам.

Истолченную в порошок сурьму, — а толчется она легко,—всыпаю в маленькую шаровидную колбочку и соединяю горло последней широкой резиновой трубкой с стеклянной трубкой, проходящей через пробку, которая закрывает сосуд с хлором (рис. 23).



Рис. 23. Подготовка огненного дождя.

Вот и все приспособление для фейерверка.

Поднимаю колбу вверх и небольшими порциями пересыпаю порошок сурьмы в банку с хлором.

Правда, какой красивый огненный дождь!

Каждая порошинка сурьмы, раньше чем сгореть, раскаляется добела, и тысячи огненных искр наполняют банку.

На этом, в полном смысле слова блестящем, опыте покончим наше знакомство с хлором.

Повторяя описанные опыты самостоятельно, не забывайте, что хлор поддерживает только горение, но не дыхание. Берегите ваши легкие и глаза и, делая опыты в комнате, если лишены возможности работать на открытом воздухе, работайте у открытого окна или перед печной тягой.

ЕЩЕ СТРАШНЫЙ ГАЗ

Участники минувшей мировой войны рассказывают, что как ни страшна газовая атака хлором, но она кажется невинной в сравнении с действием *фосгена*, представляющего соединение *хлора с окисью углерода (хлорокись углерода)*. Газ бесцветен, резкого запаха в смеси с воздухом не имеет, и отравление им дает знать себя не сразу, а часов через 8, вызывая отек легких и смерть.

К нему, а впоследствии и к другим соединениям хлора, стали прибегать военные химики, когда противники обзавелись масками, парализующими действие хлора.

Вот о второй-то составной части фосгена, об окиси углерода, я и хочу сказать вам несколько слов. Самое страшное в ней, что она каждому из нас грозит опасностью среди самого глубокого мира, в кругу семьи, за весело кипящим самоваром, в теплой спальне с рано закрытой печью, при работе с паяльником, при варке варенья на жаровне.

Это так называемый „угарный газ“.

Угорев (а кому из вас не случалось угореть), не забывайте, что вернейшее предупреждение вредных последствий угара это—выйти на свежий воздух; в серьезных случаях обязательно обращение к врачу. Последний, делая искусственное дыхание, может спасти угоревшего даже тогда, когда окружающим кажется, что смерть уже наступила.

Мы не станем получать этот газ (он получается разложением *щавелевой кислоты*, но этот опыт слишком

рискован), тем более не будем делать с ним опытов, а лучше прочтем, что писал о нем один ученый.

„СТРАШНЫЙ СПУТНИК НАШИХ ЖИЛИЩ“

Так была озаглавлена большая статья об этом „домашнем яде“, из которой я приведу главнейшее, что каждому следует знать об угарном газе ¹.

„Кто не знает, что окись углерода (угарный газ) представляет собою один из сильнейших ядов для человеческого организма, ничем не уступающий пресловутой синильной кислоте? В домашнем обиходе мы никогда не имеем дела с синильной кислотой, в то время как окись углерода ежедневно грозит нам отравлением; и несмотря на это, первая пользуется всеобщей известностью, и одно имя ее внушает почтительный страх, тогда как вторая нам, вообще говоря, мало знакома и не обращает на себя столько внимания, сколько она вполне бы этого заслуживала.

„Давно известно, что примесь ее к воздуху в самых малых количествах (несколько тысячных долей объема воздуха) совершенно достаточна для того, чтобы менее, чем в полчаса убить человека. И что особенно ужасно, такой воздух, заключающий в себе смертельную дозу отравы, ничем не отличается (по внешним признакам) от чистого воздуха: окись углерода есть газ, не имеющий ни вкуса, ни цвета, ни запаха.

„В условиях повседневной жизни отравления, оканчивающиеся смертью, сравнительно редки; большею частью они ограничиваются сердцебиением, головной болью, тошнотой, головокружением, но еще чаще (при нескольких миллионных долях содержания окиси углерода в воздухе)

¹ К. А. Чернышев. „Физик-Любитель“, т. II, № 6—7.

тяжестью головы, апатией, дурным расположением духа, беспокойным сном. „Пустяками“, как привыкли говорить в подобных случаях.

„Эти пустяки послужили однако предметом научных исследований, которые показали, что при вышеуказанных внешних явлениях происходят внутри нашего организма явления, которые уже никак не могут быть названы пустяками.

„Сущность отравления окисью углерода была раскрыта знаменитым физиологом Клодом Бернаром. Благодаря ему мы знаем, что окись углерода, приходя в соприкосновение с кровью в наших дыхательных путях, полностью поступает в красные кровяные шарики и соединяется в них с гемоглобином (красящим веществом шариков). Так как соединение гемоглобина с окисью углерода более прочно, чем с кислородом, то окисление крови делается невозможным. Само собою разумеется, что долго и в сколько-нибудь значительных размерах такое явление продолжаться не может — наступает асфикция (удушение), за которой следует вскоре смерть. Но и во всех тех случаях, когда мы вдыхаем ничтожнейшие количества окиси углерода, эта последняя делает понемногу свое губительное дело — уничтожает жизнедеятельность некоторой части кровяных шариков. Это ведет к расстройству отправлений организма во всех областях его деятельности: мускулы слабеют и делаются неспособными к обычной работе, пищеварение становится неправильным, сердце и пульс судорожно сжимаются, нервы расстраиваются в форме излишней раздражительности, голова (мозг) тяжелеет и теряет способность соображать привычным образом, память изменяет на каждом шагу (например, в именах окружающих лиц).

„Такова ужасная картина единичного легкого отравления окисью углерода. Она представляет собою все

характерные явления, имеющие место при остром малокровии. При условии времяпрепровождения или работы на открытом воздухе, потеря жизнедеятельности крови восполняется более или менее быстро, „угар проходит“. Другое дело, если профессия пострадавшего заставляет его оставаться без движения в недостаточно проветренном помещении; горе ему, если легкие отравления повторяются более или менее часто. Неизбежный исход этих отравлений—общее малокровие.

„Этим однако далеко не исчерпываются все последствия повторных отравлений окисью углерода. Если в организме имеется какой-нибудь недостаток, то при частом расстройстве всех отправлениях организма, вызываемых малыми дозами окиси углерода, этот недостаток должен развиваться и усиливаться.

„Но и это еще не все. Из воздуха и с пищей, как известно, в наш организм постоянно попадают всевозможные болезнетворные микробы, с которыми сейчас же вступают в ожесточенную борьбу кровяные тельца. Недостаток жизнедеятельных кровяных телец обеспечит перевес в этой борьбе за микробами. Таковы микропричины и макро-следствия.

„Жаровня с горящими угольями в комнате с закрытыми дверями и окнами—хорошо известное и бесспорное средство, которым часто пользуются романисты в повестях с трагической развязкой. Но повествователи большей частью бывают плохими химиками; вероятно, поэтому они умалчивают, как образуется смертоносный яд в жаровне с угольями.

„Такая жаровня в нашей повседневной русской жизни по крайней мере два раза в день подается для всех членов семейства и добрых знакомых в форме самовара за чайным столом. Не подумайте, что здесь есть какое-

нибудь преувеличение: за теплой беседой в тесном кругу не следует трагическая развязка только потому, что двери столовой не остаются плотно закрытыми, горячие газы из самоварной трубы поднимаются кверху, а более высокая температура в столовой гонит нагретый отравленный воздух в прочие комнаты. При не столь благоприятных условиях угар дает себя знать в более или менее сильной степени.

„Не один самовар в обиходе нашей жизни служит источником окиси углерода: тот же яд выделяют американские утюги, жаровни для варки варенья, кухонные плиты и печи всевозможных систем, начиная от наиболее зловредных—переносных и кончая постоянными герметическими печами. Мы видим таким образом, что вся наша жизнь окружена источниками ядовитого газа, не менее опасного, чем, например, синильная кислота, и, без сомнения, мы постоянно и ежедневно отравляемся окисью углерода в различной степени.

„Кухонная плита представляет собою почти такой же идеальный источник окиси углерода, как классическая жаровня. Помимо того, что сверху в ней видны явные щели, необходимо знать и иметь в виду тот факт, что сквозь сплошную чугунную плиту, накалившуюся докрасна, окись углерода проходит почти с такой же легкостью, как вода сквозь сито.

„Не менее интересен такой никем не подозреваемый источник угара, как сплошной чугунный утюг, нагреваемый на плите или прямо в топке и внесенный в другое помещение для глажения: в невидимых порах чугуна заключается большой запас окиси углерода, которая выделяется наружу по мере остывания утюга. Гладильщик, наклоняющийся над утюгом, может угореть таким образом на открытом воздухе, без кусочка горящего угля поблизости.

„Трудно себе представить, чтобы в культурном человечестве существовал обычай систематически и ежедневно втягивать окись углерода в свои легкие. Этот обычай захватил более половины человеческого рода и заимствован он более 400 лет тому назад от диких народов Америки. Имя этому обычаю—куренье.

„Курящаяся папироса или трубка есть идеальный источник окиси углерода: при ее тлении очень мало образуется углекислоты. Вместе с окисью углерода в наши легкие поступает никотин и другие продукты горения и разложения табака; о вреде их мы говорить не будем—достаточно одной окиси углерода, чтобы понять, какой яд мы вводим в наш организм при курении. Это бесспорное медленное отравление есть несомненный агент, подготовляющий почву для туберкулеза и других болезней всех лиц, жизнь которых проходит в спертom воздухе жилых помещений.

„Тление и вообще неполное горение при недостатке тяги всегда сопровождается выделением окиси углерода. Стоит, например, только опустить фитиль в лампе, как ослабленное горение уменьшает тягу, и лампа обращается в источник окиси углерода“.

К сожалению, в широких кругах публики не подозревают, что окись углерода— „коварный газ“, который нельзя обнаружить обонянием. Ошибаются, говоря, что самовар „пахнет угаром“. Пахнут в этом случае сравнительно безвредные продукты сухой перегонки угля, присутствие которых, правда, служит косвенным указанием на наличие страшной окиси углерода. Хуже всего убеждение большинства, что, если „угаром не пахнет“, значит, и опасности никакой нет. И опять-таки, к сожалению, мало кто знаком с прекрасным способом обнаружения присутствия окиси углерода в воздухе в самых ничтожных дозах. Этот способ прост: надо внести в помещение,

в котором подозревают наличие угарного газа, пропускную бумажку, смоченную раствором *хлористого палладия*. От малейших следов окиси углерода бумажка почернеет.

Для установления диагноза, отравлен ли человек угарным газом, химия дает также способ: несколько капель раствора *медного купороса*, прибавленных к разбавленной водой крови здорового человека, меняют окраску последней на желто-зеленую; кровь угоревшего остается ярко-красной.

„Несмотря на то, что окись углерода не применялась в прошлую войну как средство нападения, она всегда находится на полях сражения всюду, где происходят разрывы снарядов, так как взрывчатые вещества дают от 40 до 70% по объему окиси углерода. Взрываются ли мина, снаряды, гранаты, стреляет ли пушка—происходит сильное выделение окиси углерода. Это выделение, почти не опасное на открытом воздухе, где газ быстро рассеивается, делается очень опасным, если взрыв происходит в закрытых местах“¹.

Однако техника сумела и этот страшный газ применить с пользой к делу.

ГОЛУБОЙ И ВОДЯНОЙ ГАЗЫ

Надо отдать справедливость техникам, что они удивительно любят придумывать совершенно неудачные названия, ставящие втупик непосвященных. Химия не знает голубого газа. Так прозвали техники получаемую умышленно в больших количествах окись углерода, потому что этот газ горит голубым пламенем. Вы сами, вероятно, не раз любовались его голубыми огоньками, глядя в горящую печь.

Получают его сжиганием дешевых сортов топлива, не развивающих при сгорании большого жара. Горящий газ

¹ Я. Фишман.— «Газовая война». 1924 г.

направляют навстречу току искусственно нагретого воздуха, смесь вспыхивает и сгорает в конечный продукт окисления углерода, в *угольный ангидрид* (углекислый газ). Температура такого пламени доходит до 1000° , и оно применяется там, где требуется не только большое количество тепла, но и сильный жар: в металлургии, в стеклянном производстве.

Что касается водяного газа, то физик и химик назовут водяным газом, т. е. водой в газообразном состоянии, водяной пар, перегретый до такой температуры, при которой его никаким давлением нельзя сгустить в жидкость.

Техник же называет „водяным газом“ горючую смесь окиси углерода с водородом, получающуюся при разложении раскаленным углем воды, пульверизируемой на его поверхность в виде пыли или пускаемой в виде струи пара. Уголь при этом соединяется с кислородом воды в окись углерода, а водород освобождается. В избытке воздуха такая смесь газов сгорает, при чем окись углерода обращается в неспособный к дальнейшему горению угольный ангидрид, а водород—обратно в воду.

Сказанное попутно объясняет нам, почему в кузницах, чтобы усилить жар, брызжут на уголь воду и отчего гашение большого пожара тонкими струйками воды из ручных пожарных насосов только усиливает пламя.

ГАЗЫ ДЫХАНИЯ И ГОРЕНИЯ

Один английский химик сказал, что поэт, впервые уподобивший жизнь горению свечи, был ближе к истине, чем сам это думал.

Зажжем свечу. Коснемся ее пламени холодным утюгом. На нем, как и при прикосновении к пламени водорода, мы заметим капли воды, но, кроме того, еще и сажу.

Поставим огарок свечи в высокий стеклянный цилиндр (хотя бы в банку из-под варенья). Погорев некоторое время, свеча погаснет. Вольем в сосуд известковой воды— вода помутнеет.

Подышим на холодное стекло,—оно „запотеет“, покроется мелкими каплями воды. Будем дышать через налитую в стакан прозрачную известковую воду, опустив в нее один конец стеклянной трубки, а другой держа во рту (рис. 24). Вдыхайте при этом воздух носом и, задержав его в легких секунд на пять, выдыхайте ртом через трубочку: вода опять-таки помутнеет.



Рис. 24. Мы выдыхаем угольный газ.

Помутнение в обоих случаях зависит от одной и той же причины: от наличия предельного соединения углерода с кислородом. Это *угольный газ*, или более научно—*угольный ангидрид*. С водой

он дает слабую *угольную кислоту*, но зачастую даже в учебниках химии и самый газ называют *углекислым газом*, а то и прямо *углекислотой*.

Следовательно, как при горении, так и при дыхании выделяются одни и те же продукты: вода и угольный ангидрид.

Жизнь—это горение.

На этот раз мы говорим, конечно, о горении в его наиболее обычной форме—о горении в воздухе.

Если бы мы в первом опыте, с которого начались наши беседы, вместо магния взяли ядовитый

фосфор¹, то опыт показал бы нам, что только пятая часть воздуха, кислород, в нем растворенный, поддерживает горение. Если бы мы имели жестокость поместить под стеклянный колокол, погруженный краями в воду, какую-нибудь живую тварь, она бы задохнулась раньше, чем вода поднялась бы в колоколе.

Почему же?

Потому что фосфор, жадно соединяющийся с кислородом, перестает гореть только тогда, когда сожжет весь кислород (т. е. израсходует его на сожжение), а живое существо умрет уже при одном недостатке последнего.

Должен оговориться: не всякое живое существо. Есть бактерии, дышащие серой; есть живые существа, для которых кислород—яд.

Мы не знаем, что такое жизнь, и часто забываем, что если жизнь и есть горение, то ведь и горение может происходить без участия кислорода.

Астрономы, доказывающие невозможность жизни на планетах, физические условия на которых отличаются от земных, слишком суживают понятие о жизни.

ЖИЗНЕННЫЙ ЭЛИКСИР

Алхимики искали не только золото, они мечтали о жизненном эликсире. А он вокруг нас, надо только уметь им пользоваться, чтобы продлить свою жизнь до глубокой старости.

¹ Фосфор известен в двух видах: желтый—огнеопасен, светится в темноте и весьма ядовит. Из него нагреванием без доступа воздуха получают безопасный красный фосфор.

Курьезный химический парадокс! Являясь сильным ядом в чистом виде, фосфор в его соединениях — необходимая составная часть нашей пищи. Выделив из человеческого организма весь находящийся в нем фосфор в виде желтого фосфора, можно отравить им смертельно 250.000 человек! Кр: сный фосфор входит в состав массы, которой смазывают зажигательные бумажки спичечных коробок.

Этот эликсир—живительный кислород чистого воздуха. Увы! В наших „каменных пустынях“, в больших городах его нет—он отравлен выделениями заводских и домовых труб, гниением отбросов, дыханием сотен тысяч городских обывателей. Тем более не найдем его в душных комнатах и фабричных помещениях. Только в сосновом бору или лиственном лесу, только на просторе степей и полей, над гладью морей и широких рек, вдали от человеческого жилья струится даровой жизненный эликсир природы, льется целебным бальзамом в отравленные городским воздухом¹ легкие человека.

Мы тщательно изучаем условия правильного питания, знаем, сколько и каких пищевых веществ нужно для нашего организма, и забываем между тем, что хорошо дышать не менее важно, чем хорошо питаться: отсутствие чистого воздуха так же сокращает нашу жизнь, как хроническое недоедание.

Воздух городов, как и воздух леса, содержит одинаковое количество кислорода, но в первом тысячи вредных примесей парализуют его полезное действие, а во втором примесь того же кислорода в более активной форме—в виде озона, разрушителя бактерий, природного дезинфектора наших легких—делает его жизненным эликсиром.¹

Великое благо—чистый воздух, и подлинным эликсиром долголетия является находящийся в нем кислород.

ГАЗ, В КОТОРОМ ГОРИТ ЖЕЛЕЗО

Если бы воздух не содержал азота, а целиком состоял из кислорода, жизнь организмов развилась бы, конечно, приспособившись к дыханию чистым кислородом. Одним был бы опасен такой состав атмосферы: горючестью в ней большинства окружающих нас предметов.

¹ В самое последнее время (1928 г.) ученые нашли, что не озон, а перекись водорода, легко выделяющая кислород (в остатке остается вода), играет роль дезинфектора в воздухе лесов и рощ.

Страшны и сейчас пожары в деревнях и городах с преобладанием деревянных строений, но во много раз больше была бы опасность, если бы воздух не состоял на $\frac{4}{5}$ из азота, не поддерживающего горения. В нем тогда горели бы не только уголь и дерево, но и большинство металлов. Сгорали бы не одни деревянные избы и дома, но и железные мосты, и рельсы, и гигантские морские суда.

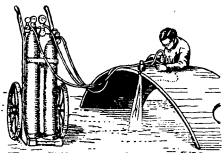


Рис. 25. Резка металла пламенем.

Чтобы показать примеры горючести в чистом кислороде веществ, не горящих или только тлеющих в воздухе, добудем побольше этого газа.

Есть много способов выделить его в чистом виде. В технике он получается сгущением воздуха сильным давлением (до 200 атмосфер) и охлаждением (до -180°). При испарении такого жидкого воздуха из него раньше выкипает азот. Остающийся кислород представляет собою сильно магнитную жидкость прекрасного синего цвета. Применяется он для „автогенной сварки“ и резки металлов: сжигая в особых горелках водород в струе чистого кислорода, получают длинное и острое пламя, имеющее температуру в 2000° . Стальная глыба пронизывается им насквозь раньше, чем вся масса металла успеет заметно нагреться; толстые листы котельного железа режутся, как масло ножом (рис. 25).

Получают кислород и иначе. Так, окись бария ¹ при нагревании присоединяет к себе кислород, обращаясь

¹ Металл, по химическим свойствам схожий с кальцием.

в *перекись бария*, а эта последняя при более сильном накаливании вновь его выделяет. В последние годы кислород из воздуха получают подобным способом, только вместо окиси бария пользуются другим, более сложным по составу веществом.

В учебниках химии обычно указывают на получение кислорода разложением окиси ртути или смеси *хлорновато-калиевой (бертолетовой)* и *перекиси марганца (пиролюзита)*. Первый способ пригоден для получения очень незначительных количеств газа, второй не безопасен, и оба требуют сильного нагревания.

Лучше всего иллюстрировать опасность бертолетовой соли, этого невинного лекарства для полоскания горла, такой картинкой:

„Случай выделения наибольшего количества кислорода, какое только нам известно, произошел 12 мая 1899 года на химическом заводе в Сент-Геленсе благодаря тому, что бертолетова соль случайно слишком нагрелась.

„Около 150 тонн приготовленной соли, упакованной в бочках, находились на складе в ожидании отправки. Каким-то образом искра от бочки, которую вкатывали в помещение, где кристаллизуется соль, попала на деревянную раму кристаллизационного чана. Дерево это, будучи пропитано бертолетовой солью, было в высокой степени способно к воспламенению. И действительно, вспыхнул страшный огонь, который поднялся вверх, и через несколько минут крыша здания была охвачена пламенем. Тут произошла страшная сцена: невероятный жар, накаляя ряд за рядом тесно сложенные бочки с бертолетовой солью, вызвал выделение огромного количества чистого кислородного газа, который расходился во все стороны. Все деревянные постройки, погруженные таким образом в атмосферу чистого кислорода, горели со страшной

силой, так что вскоре всё здание раскалилось добела, горя с ослепительным блеском, как в плавильной печи. Наконец, когда кислород не мог уже более достаточно быстро выделяться из боченков, соль взорвалась.

„И что за взрыв! Два громовых удара, быстро следовавших один за другим, возвестили городу о случившемся несчастье, а клубы черного дыма, поднявшиеся в виде гигантского столба, указывали места взрыва. Весь завод разлетелся вдребезги.

„Здания и склады сравнялись с землей. Большие передвижные подъемные краны сгорели, как спички. Вершина соседнего газометра была разорвана в куски, и около $1\frac{1}{4}$ миллиона куб. фут. пылающего газа взлетело на воздух! Летящие и горящие головни распространяли пожар, который представлял поразительное зрелище огромного столба пламени, с страшным ревом поднимающегося на 500—600 футов в высоту. Удар был столь страшный, что земля заколебалась, как при землетрясении.

„Дома были снесены, как ветром; на целые мили все стекла были разбиты вдребезги гигантской воздушной волной, тогда как весь город был объят паникой. Пассажиры поезда, который только что подошел к станции, подверглись страшному испытанию: хотя станция находилась далеко от места взрыва, вагоны подпрыгнули на рельсах, и все стекла были разбиты, как-будто кем-то нарочно и сразу.

„Вероятно, около полутора миллионов куб. фут. кислородного газа таким образом сразу вылилось в воздух. Эта катастрофа была простым повторением, только в огромных размерах, одного из приключений, которые происходят со всяким, начинающим практически изучать химию, именно при приготовлении кислорода нагреванием бертолетовой соли“¹.

¹ Д. Мартин. — „Чудеса и завоевания химии“.

Не правда ли, лучше, имея дело с бертолетовой солью, ограничиться полосканием горла ее раствором,¹ а кислород добывать как-нибудь иначе, безопаснее?

Я советую получать его действием *марганцево-кислого калия* на *перекись водорода*.

То и другое легко достать в любой аптеке. Крепкий раствор перекиси водорода влейте в колбу с воронкой или двугорлую склянку, всыпьте туда же *марганцево-кислого калия* и собирайте выделяющийся кислород в цилиндры или бутылки, наполненные водой и опрокинутые отверстием вниз, в пневматическую ванну (рис. 26). Словом,—так, как собирали водород. Только, вынимая из ванны сосуды с газом, ставьте их отверстием вверх, прикрывая матовой стеклянной пластинкой, потому что кислород немного тяжелее воздуха.

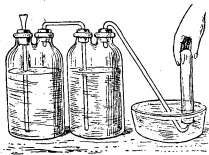


Рис. 26. Добывание кислорода.

ГОРЯЩЕЕ ЖЕЛЕЗО

Обернув вокруг карандаша тонкую отоженную железную проволоку (фортепианную струну), насаживают на ее конец кусочек пробки, зажигают последний и опускают проволоку в сосуд с кислородом. Можно прямо вколоть свободный конец проволоки в мягкую пробку и закрыть ею склянку с газом. На дне склянки надо оставить немного воды, т. е., собирая в нее выделяющийся кислород, не вытеснять им из сосуда всю воду. В этом случае окалина (продукты горения железа), получающаяся при

¹ Впрочем и для этой цели врачи теперь перестали ее прописывать.

сгорании железа, остывает в воде, а иначе дно склянки может лопнуть (рис. 27).

Наберите кислорода в бутыл из темно-зеленого стекла и зажгите в нем ленточку магния: через бесцветное стекло свет так ярок, что вреден глазам.

Влейте в сосуд воды, хорошенько взболтайте с образовавшимся порошком окиси магния и через некоторое время попробуйте, как говорят химики, реакцию жидкости. Несмотря на ничтожную растворимость окиси магния в воде (с образованием гидрата окиси), реакция будет слабощелочная. Лакмусовая бумажка окрасится в синеватый цвет. Это показывает, до чего чуток лакмус к кислотам и щелочам, так как одна весовая часть окиси магния растворяется только в 55.000 частей воды. Подумайте, как же, значит, ничтожно ее количество в том объеме воды, ко-



Рис. 27. Горение железа.

торый находится на дне вашей склянки!

ЖИВЫЕ МЕРТВЕЦЫ

Гораздо резче окрасится лакмусовая бумага в синий цвет, если повторить последний опыт, заменив магнием калием или натрием. Это очень легкие (легче воды) серебристо-белые в свежем разрезе, мягкие как воск металлы, которые, подобно кальцию, приходится хранить в керосине. Они также выделяют из воды водород, но эта реакция идет у них еще энергичнее, сопровождаясь таким нагреванием, что выделяющийся газ загорается, а с ним вместе начинают гореть и сами металлы. Мы не станем

проделывать этот опыт—он зачастую сопровождается небольшим взрывом, который опасен тем, что едкая жидкость может брызнуть в глаза и причинить непоправимое несчастье. Я сейчас хочу показать другой опыт с одним из этих металлов.

Осторожно, не касаясь натрия руками, вынув его пинцетом из баночки, отделяю перочинным ножом кусочек величиной в мелкую горошину, удаляю с него керосин пропускной бумагой, кладу металл в железную ложечку, нагревая в пламени спиртовой лампочки.

Натрий загорелся, и я опускаю его в цилиндр с кислородом ¹ (рис. 28).

Металл горит яркими пламенем.

Взгляните на мое лицо, посмотрите друг на друга. Какие у всех нас страшные, темные лица мертвецов!

Оглянитесь вокруг! Куда делись яркие краски обстановки? Как бедна окраска всех окружающих нас предметов!

Наше солнце—остывающая звезда. Если человеческий род просуществоует до тех пор, пока оно, уже и сейчас желтоватое, станет светить чисто желтым светом,—спектр его лучей обеднеет. Начинаясь кирпично-красным, он закончится зеленым; мир лишится карминового, голубого, синего и фиолетового цветов.



Рис. 28. Горение натрия.

¹ Чтобы окись натрия не рассеивалась в воздухе комнаты, цилиндр надо прикрыть стеклом, а после того, как горение окончится, влить немного воды и взболтать. Образовавшийся едкий натр окрашивает лакмус в синий цвет.

Да, я обещал вам сказать, что такое *основание*.

Начать с того, что слово это является примером многих слов, переживших свое значение. До Лавуазье, выяснившего различие между сложными и простыми веществами, в науке господствовала удивительная гипотеза *флогистона*, таинственного флюида (истечения), менявшего свойство тел и их тепловое равновесие. Металлы считались соединением землистых веществ, из которых они выплавляются, с флогистоном. Самые вещества эти принимались за простые тела, „основания“ металлов. В действительности это были окислы их, продукты соединения металлов с кислородом.

Когда ученым защитникам флогистона указывали на факты, противоречащие их гипотезе, они отвечали: „тем хуже для фактов“, а на замечание, что руда всегда весит больше, чем выплавляемый из нее металл, говорили: „значит флогистон имеет отрицательный вес“.

Мы, по старой памяти, называем основаниями кислородные соединения металлов, дающие с кислотами соли.

Не все металлические руды—окислы, и не все окислы металлов—основания.

Один и тот же элемент, в зависимости от степени окисления, может давать окислы и основного и кислотного характера. Так, мы еще встретимся в наших дальнейших опытах с солями железа, в которые этот элемент входит и как металл и как металлоид.

Наиболее резко выраженными основаниями являются окислы щелочных металлов и... нашатырный спирт.

Последний, как вы знаете, представляет раствор аммиака в воде, а аммиак (мы еще познакомимся с ним поближе) это—газ, состоящий из азота и водорода.

Только самые новейшие исследования над строением атомов намекают на совершенно иные определения

понятий оснований и кислот, чем принятые в наших учебниках, но здесь, конечно, не место о них говорить.

Кстати, о словах и понятиях! Слово „кислород“ тоже не из самых удачных, так как хотя окислы металлоидов и дают, растворяясь в воде, кислоты, но кислоты, да еще такие сильные, как соляная, могут и не содержать в себе кислорода.

Латинское название соляной кислоты—*acidum muriaticum*. Хлор, в ней заключающийся, считали окислом неизвестного элемента *мурия*, не желая верить, что может существовать кислота, не содержащая кислорода.

ХИМИЯ НЕБА

Не знаю, помните ли вы еще, что в самом начале наших бесед, когда я набрасывал широкую картину значения химии для человечества, я сказал, что „она научила нас познавать состав небесных тел и даже определять их возраст“.

Это было сказано не ради красного словца. Ученые, действительно, нашли способ узнавать, какие элементы входят в состав самосветящихся небесных тел, а по составу судить и об их возрасте.

Началось это с изучения света, излучаемого горящим натрием.

Раскаленное добела твердое тело дает при разложении его лучей призмой сплошной семицветный спектр. Если пропустить эти лучи через пары натрия, то спектр оказывается как бы перерезанным несколькими черными линиями. Наиболее заметная, характерная для натрия, линия перерезывает желтую часть спектра как раз там, где сам горящий натрий, бросающий лучи света через спектроскоп, дал бы ярко-желтую черту.

Пламя каждого элемента дает не сплошной спектр, а прерывистый, состоящий из отдельных цветных полос,

Внимательно рассматривая спектр солнца, растянутый в длину, нашли в нем темные линии, совершенно точно совпадающие с линиями, свойственными натрию.

Что же это может значить другое, как не то, что в солнечной сфере находятся пары натрия?

В дальнейшем, сначала в спектре солнца, а затем и других звезд, были найдены линии, характерные для других земных элементов. Но в их спектрах имеется немало и таких линий, которые не соответствуют известным нам веществам. Часть их ученые даже окрестили заочно и по месту линий в спектре определили приблизительный характер этих внеземных элементов. Таковы: *гелий*, *короний*, *небулий* и другие. Прекрасным доказательством, что такие определения веществ, находящихся от нас на головокружительных расстояниях в миллиарды миллиардов километров, не простая фантазия, а величайшее достижение человеческой мысли, служит история открытия гелия. После того, как он был найден спектроскопом на солнце, его удалось найти и на Земле. Иначе сказать, когда некий новый элемент был найден в земных минералах, его спектральные линии с точностью совпали с линиями гелия. Значит, это и был найден гелий.

Небесные тела по их спектрам делятся на состоящие из водорода и других газов—это наиболее молодые. Затем заключающие в своем составе пары металлов—группа более старая, и, наконец, содержащие углерод—самые старые.

Конечно, этот „возраст звезд“ зависит не только от времени, протекшего со дня их образования, но и от их размеров. Чем крупнее небесное тело, тем дольше остается оно „молодым“; чем меньше его масса, тем ранее оно успевает „состариться“

Эти же наблюдения над спектрами звезд, а следовательно, над их составом, показывают нам, что наши

92 известных нам „элемента“ не представляют соответственного количества абсолютно неизменяемых первичных форм материи. С течением времени, измеряемого, быть может, миллионами наших земных лет, „водородные“ звезды превращаются в звезды „металлические“. Откуда же берутся в них эти металлы? Когда-нибудь астрономия и химия совместно решат нам и эту задачу, и мы разгадаем тайну образования наших элементов, как уже начали разгадывать тайну их строения.

Смещение спектральных линий элементов, наблюдаемое при изучении спектров так называемых „неподвижных“ звезд, к красной или фиолетовой части спектра, указывает на направление их движения—к нам или от нас. Величина же этого смещения позволяет определить скорость движения звезды.

Вот к каким удивительным следствиям привел ученых простенький опыт горения натрия, который мы с вами проделали.

Ну, как же и еще раз не воскликнуть: „Что за удивительная наука химия! Какие широкие горизонты она нам открывает!“

КУДА ДЕЛСЯ КУСОЧЕК УГЛЯ?

Опустим в сосуд с кислородом на железной ложечке кусочек раскаленного докрасна угля. Он вспыхнет и сгорит без остатка ярким пламенем. Ни дыма, ни твердой окиси, как после горения металлов, в сосуде не останется.

Уничтожение материи?

Нет. Лавуазье более ста лет тому назад доказал, что вещество не уничтожается никакими реакциями, что меняются только его свойства.

Можно проделать этот опыт, помещая герметически закрытый сосуд с кислородом на чашку весов. До и после

сжжения в нем угля, вес его остается все тот же. Сгорая, уголь соединился с кислородом и образовал невидимый углекислый газ. Его присутствие можно обнаружить, переливая газ в сосуд с горящими огарками (рис. 29). По мере того, как сосуд наполняется угольным ангидридом, огарки гаснут один за другим от самого маленького и кончая самым высоким.

Мы также уже знаем, что от этого газа мутнеет известковая вода ¹.

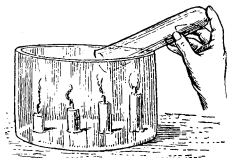


Рис. 29. Угольный газ гасит пламя свечных огарков.

Почему?

Потому что газ, соединяясь с известью (гидратом окиси кальция), дает нерастворимую в воде углекислую известь.

Мы видели, что такое же помутнение известковой воды происходит, если продувать через нее воздух, выдыхаемый нашими легкими.

Вы представляете себе все то количество угля, которое 1.800.000.000 людей, обитающих на земном шаре, ежегодно выдыхают в виде угольного газа?

¹ Известковую воду можно купить готовой в аптеке—она применяется в медицине,—но нетрудно изготовить и самому. Надо настоять свежеприготовленную гашеную известь, слить с нее раствор, профильтровать его и наполнить им скляночку до самой пробки; тогда, будучи плотно закупоренной, известковая вода не мутнеет при хранении. Если же ее оставить надолго в соприкосновении с воздухом, она замутится, так как следы угольного ангидрида в воздухе, тем более концентрированном, всегда имеются.

Вероятно, нет!

Ну, так я скажу вам, что оно равно 156 миллиардам килограммов угля, который, собранный воедино, образовал бы куб с ребрами более чем в 440 метров (рис. 30).

А ведь это не более, как $\frac{1}{7}$ всей годовой мировой добычи угля, который мы также обращаем в углекислый газ, сжигая в заводских и домашних печах и, следовательно, вводя его в состав атмосферы. Добавьте сюда газ, выдыхаемый всеми другими живыми тварями всего света, и его истечение из земли. Последнее не поддается учету, но при извержениях оно колоссально.

В 1783 г., при извержении угольного ангидрида одним из вулканов Исландии, газом было задушено 9.000 человек и 239.000 голов домашнего скота.

Из почвы он выделяется почти повсеместно; от него чаще всего задыхаются рабочие, спускаясь в глубокие колодцы и погреба. Свеча, опущенная в такие скопления газа, гаснет. Угольный ангидрид не так ядовит, как хлор или окись углерода, но все же в больших дозах парализует головной и спинной мозг. Примесь к воздуху 5% угольного ангидрида делает воздух уже негодным для дыхания.

Попутно—интересное замечание: земля дышет! Дышет, как живые существа, воспринимающие кислород всей поверхностью своего тела и через нее удаляющие угольный ангидрид. Почва выделяет этот газ, а кислород его связывает, переводя в окислы металлов и металлоидов.

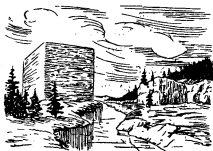


Рис. 30. Сколько угля выдыхает ежегодно все человечество.

Но на ряду с процессами выделения углекислого газа, в природе идет непрерывный процесс его разложения. Освещенные солнцем зеленые части растений поглощают из воздуха угольный газ и выделяют в него обратно кислород. Они питаются этим газом, как мы питаемся ими самими и трупами животных. Затем воды морей и океанов ежедневно растворяют в себе большие количества угольного ангидрида, не насыщаясь им, так как мириады живущих в глубине их вод организмов поглощают этот газ, вводя его в состав их панцирей. Мел и раковистый известняк образовались из остатков несметного числа таких, некогда живших, организмов и продолжают и поныне образовываться на дне океанов.

Проходят миллионы лет—миг в жизни земного шара—и там, где бушевали морские волны, возникает суша и выносит на поверхность известковые отложения океанов. Горообразующие процессы сильным сжатием и повышением температуры превращают их строение в кристаллическое. Мрамор, из которого изваяна Венера Милосская, был некогда известковыми панцирями морских фораминифер (микроскопических корненожек).

Из этих-то соединений углекислый газ, пребывавший в них связанным со времени, предшествовавшего появлению на Земле первого человека, и будет сейчас мною выделен.

НЕВИДИМОЕ НЕЧТО И ОПЫТЫ С НИМ

Один знаменитый астроном назвал гигантские хвосты комет, перед которыми весь наш земной шар кажется чуть ли не песчинкой, „видимое нечто“: так ничтожна масса этих хвостов в сравнении с их размерами.

Наоборот, все бесцветные газы могут быть названы „невидимое нечто“, так как мы хотя и не воспринимаем их зрением, но легко можем обнаружить их материальную природу.

Чтобы добыть одно из таких „невидимых нечто“ в количестве, достаточном для опытов, я в колбу с газоотводной трубкой бросаю кусочки мела, обливаю их слабой соляной кислотой и через газоотводную трубку (рис. 31) отвожу выделяющийся газ в открытый сосуд совершенно так же, как если бы наполнял его через трубку водою.

Углекислый газ почти в полтора раза тяжелее воздуха, в малых количествах не вызывает затруднения дыхания, а потому и допускает такое упрощенное соби-
рание. Он вливается в сборный сосуд, как вливался в него хлор, и не беда, если и перельется через край, чего о хлоре сказать нельзя.

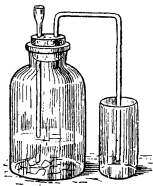


Рис. 31. Добывание углекислого газа.

ТАИНСТВЕННЫЙ ОПЫТ С ВЕСАМИ

Приверженцы тайных знаний, оккультисты, утверждают, будто человек силою воли может нарушать законы тяготения, будто, помещая руку ладонью вниз над чашкой весов, он, по желанию, заставляет ее подниматься вверх и опускаться вниз.

Я тоже могу, не прикасаясь к весам и как-будто ничего не добавляя на одну из их чашек, заставить ее опуститься вниз.

Только тут не будет никакого оккультизма, а просто взвешивание невидимого, но материального и, следовательно, как всякая материя, имеющего вес.

Перед нами простые, но довольно чувствительные весы (их можно заменить весами для писем), и пустой стакан, поставленный на одной чашке и уравновешенный гирями на другой. „Налив“ в другой стакан угольного ангидрида из прибора, в котором он у меня получается, переливаю газ в стакан, подвешенный на весах. Коромысло весов склоняется, стакан опускается вниз (рис. 32), продолжая, повидимому, оставаться пустым. Он, конечно, не пуст, да и раньше не был пустым. Сначала он был полон воздухом, а теперь наполнился угольным ангидридом. Последний более тяжел, оттого и нарушилось равновесие весов.

ПРИРОДА-АРХИТЕКТОР

Мы видели, что углекислая известь растворяется в кислотах. Добавлю, что даже в такой слабой, как угольная.

Опускаю газоотводную трубку от аппарата, в котором получается углекислый газ, в сосуд с известковой содой—раствор мутнеет. Продолжаю дальше и дальше

пропускать через него газ. Смотрите! Постепенно муть исчезает, и вот жидкость снова стала прозрачной.

Угольный ангидрид сначала связал всю растворенную известь в нерастворимую уголекислую, а эта последняя с избытком, угольного газа образовала двууглекислую известь, вновь перешедшую в раствор. Переливаю этот раствор в колбочку и нагреваю. Замечаете выделение пузырьков газа и вторичное помутнение жидкости?

В малом масштабе мы воспроизвели великое явление природы. Воды подземных источников, насыщенные уголекислотою, проходя по известковым породам, выщелачивают их и несут в растворе двууглекислую известь. Выбегая на поверхность или просачиваясь в пещеры, они теряют уголекислоту, выделяя уголекислую известь в виде пористого туфа или на-теков причудливых форм, строя подземные дворцы и храмы.

Не менее важен этот процесс и для техника.

Всем нам знакома накипь внутри самоваров, образуемая жесткой, т. е. содержащей в растворе известковые соли, водой. Такая же накипь образуется в паровых котлах. Так как ее теплопроводность значительно меньше, чем металлических стенок котла, то и расход топлива в котле, имеющем накипь, больше, чем в чистом. Но такое загрязнение котла не только бьет по карману, оно крайне опасно. Нагревшись, накипь дает трещины; вода, коснувшись раскаленных стенок котла, мгновенно обра-

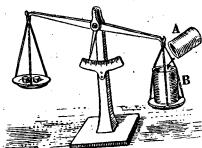


Рис. 32. Таинственный опыт с весами.

щается в пар и разрывает котел, как пороховые газы разрывают артиллерийский снаряд.

Взрывы паровых котлов—явления, увы, далеко не редкие и нередко влекут за собою немало человеческих жертв, особенно когда взрываются на полном ходу паровозные или пароходные котлы.

Величайшим из взрывов, известных в истории техники, был одновременный взрыв двадцати двух соединенных между собою паровых котлов в ночь на 25 июля 1887 г.

Мне случайно пришлось видеть последствия этого взрыва. Он произошел в Фриденсхютте, в Силезии, неподалеку от нашей прежней границы.

Впечатление осталось сильное. Достаточно сказать, что камни котельного помещения, куски котлов и части трупов погибших при взрыве людей были разбросаны по радиусу около полутора верст.

Одним из способов для устранения накипи является предварительное подогревание воды, питающей паровой котел. К сожалению, оно устраняет не все „накипеобразователи“. Универсального средства для предупреждения образования накипи мы не имеем.

ПЛАВАЮЩИЕ ПУЗЫРИ

Наполните какую-нибудь миску или невысокий и широкий стеклянный сосуд до половины углекислым газом и займитесь выдуванием мыльных пузырей. Стряхивайте их с соломинки на поверхность тяжелого газа (рис. 33). Они будут им поддерживаться, не спускаясь на дно сосуда. Для постороннего зрителя, не знающего, в чем дело, такое висение мыльного пузыря в воздухе кажется совершенно непонятным. Еще менее понятным кажется тот факт, что пузырь, сброшенный вами в миску с большой высоты, упав в нее, подпрыгнет вверх. Вы-то, впрочем,

знаете, в чем дело: это он оттолкнется от поверхности углекислого газа, как мяч отталкивается вверх, упав на пол. Однако, быть может, и вас, а тем более публику, смотрящую на ваши опыты, изумит постепенное увеличение пузыря, висящего в сосуде. Если пузырь „долго-вечен“ и в течение двух—трех минут не лопнет, то он раздуется и погрузится на дно сосуда. Происходит это от проникновения сквозь его оболочку угольного газа. Газ увеличивает объем мыльного пузыря, но одновременно делает шар более тяжелым.

ОТЧЕГО СТРЕЛЯЕТ ПУШКА?

В толстостенную бутылку наливаю до половины тепло-ватой воды. Отдельно заво-рачиваю в пропускную бумагу столовую ложку *двууглекис-лой соды* и столько же *винно-каменной кислоты*. Бросаю пакетики в бутылку и быстро закупориваю ее заранее подобранной плотно входящей в ее горло пробкой. Встряхиваю бутылку.

Бах! Пробка летит в потолок, пенящаяся жидкость выбегает из горла бутылки.

Выливаю ее в стакан и пью.

Опыт, как видите, весьма несложен, а поучение из него можно вывести на целую страницу.

Во-первых, двууглекислая сода отличается от обыкновенной (углекислого натрия) большим содержанием угольного ангидрида. Такие соли носят название *кислых*.

Во-вторых, вытесняемая из соли виннокаменной кисло-той углекислота не растворяется в теплой воде, а бурно

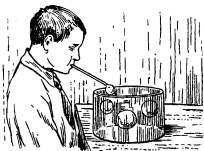


Рис. 33. Плавающие пузыри.

выделяется и выбивает пробку. Именно поэтому „убегают“ квас и другие шипучие напитки, если их откупоривают недостаточно холодными, рвут пробку в потолок, а иногда, лежа в теплом месте, разрывают и самые бутылки.

В-третьих, угольный ангидрид возбуждает деятельность органов пищеварения, почему и пьют естественные „минеральные“ воды, богатые угольным газом, и готовят искусственные шипучие напитки. В последних угольный газ либо развивается в результате естественного химического процесса—брожения¹, как это имеет место в квасе, пиве и вине, либо выделяется, как в нашем случае, при взаимодействии двууглекислого натрия с виннокаменной или лимонной кислотами, безвредными для здоровья, либо, наконец, вводится в них извне под давлением.

А в-четвертых, пробка вылетает из бутылки потому, что из твердых соединений, занимавших небольшой объем, сразу выделилось большое количество газа.

При взрыве пороха это внезапное увеличение объема при переходе из твердого состояния в газообразное происходит еще быстрее и еще значительнее. Оттого-то пороховые газы, стремясь расшириться, и выталкивают тяжелый артиллерийский снаряд с такой начальной скоростью, что он летит на десятки верст.

Химия, могущая быть бесконечно полезной людям, обращена ими в убийцу их близких.

¹ Брожение—результат жизнедеятельности различных микроорганизмов, изменяющих химический состав обитаемой ими питательной среды. Бактерии спиртового брожения разлагают сахарные вещества с выделением алкоголя, угольного газа и малых доз других соединений. Таким путем виноградный сок бродит, превращаясь в вино. Так же происходит и подъем теста дрожжами от выделяемой углекислоты.

ОЧИСТИТЬ ЯЙЦО, НЕ РАЗБИВ СКОРЛУПЫ

У французов есть поговорка: „Нельзя приготовить яичницу, не разбив яиц“. Химику, слыша ее, остается только пожать плечами. Нет ничего легче и проще, как очистить яйцо, не разбивая его скорлупы.

Хотел бы думать, что вы уже догадались, как это сделать, если знаете, что твердая оболочка яйца—та же углекислая известь, как мел и мрамор.

Стоит только опустить яйцо в слабый раствор соляной кислоты. При этом вы попутно сможете показать желющим другой фокус.

НЫРЯЮЩЕЕ ЯЙЦО

Удельный вес сырого яйца немногим больше удельного веса слабой соляной кислоты. Опустившись на дно сосуда, яйцо покрывается пузырьками углекислого ангидрида и всплывает на поверхность, как всплывает изюминка в стакане с пенящимся квасом. На поверхности жидкости пузырьки газа оторвутся от скорлупы яйца и улетят в воздух, а яйцо вновь опустится.

Такое ныряние и всплывание яйца (рис. 34) будет происходить до тех пор, пока вся скорлупа не растворится.

Можете теперь вынуть яйцо, ополоснуть его водой и выпустить на сковородку, но можете проделать с ним еще один из следующих двух опытов.

РАСТУЩЕЕ ЯЙЦО

Тоненькая пленка, облегающая яйцо, останется неразрушенной действием кислоты, растворившей скорлупу

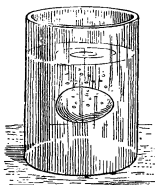


Рис. 34. Ныряющее яйцо.

Эта пленка пропускает кристаллические вещества (*кристаллоиды*) и задерживает так называемые *коллоиды*¹, к каковым относится яичный белок, не способный кристаллизоваться.

Поэтому яйцо, положенное в чистую, несколько раз в сутки сменяемую воду, вскоре освобождается от следов соляной кислоты, проникшей через оболочку, и начинает впитывать в себя воду, не давая своему содержимому проникать наружу.



Рис. 35. Яйцо, вталкиваемое в бутылку атмосферным давлением.

„Да разве вода—кристаллоид?“

Вспомните красивые кристаллы льда на ваших окнах в зимнее время, рассмотрите внимательно иглы инея, покрывающего ветви деревьев зимою, и, наконец, взгляните в правильную форму мелких снежинок. Если вы задали такой вопрос,—вам станет стыдно.

Через трое суток лежания в воде яйцо, освобожденное от скорлупы, заметно увеличится в объеме. Вот дешевый способ делать крупные яйца из мелких!

ЯЙЦО В БУТЫЛКЕ

Но если вам покажется скучным ждать трое суток результатов предшествующего опыта, сделайте вместо него с тем же яйцом другой.

Предложите кому-либо ввести в бутылку с широким горлом или в графин яйцо.

¹ От греческого слова *kolla*—клей.

Задача эта старая и решалась она всегда физическим путем. Яйцо, освобожденное от скорлупы описанным выше способом, советуют положить острым концом в горло графина, из которого часть воздуха предварительно удалена нагреванием. Для этого достаточно сжечь в графине кусок бумаги. Воздух при этом расширяется, и часть его выходит наружу. Яйцо по мере охлаждения графина вталкивается внутрь последнего давлением наружного воздуха. В момент, когда оно падает на дно графина, слышится звук как бы выстрела. Это вслед за яйцом врывается в графин наружный воздух (рис. 35). Еще эффектнее провести весь опыт чисто химическим путем. Ничего жечь внутри графина (с риском, что он еще, чего доброго, лопнет) не надо, а надо его наполнить угольным ангидридом и, держа в одной руке яйцо, другой быстро вылить в графин из пробирки крепкий раствор *едкого кали* (беречься брызг!) и в тот же момент закупорить отверстие графина яйцом.

Едкое кали поглощает угольный ангидрид, превращаясь в *углекислый калий* (поташ), так что в графине образуется разреженное пространство, и яйцо всасывается в графин.

ЕЩЕ ОПЫТЫ С ГАЗАМИ

ОЧИСТКА ИСПОРЧЕННОГО ВОЗДУХА

На теперешних подводных судах воздух непрерывно очищается от избытка выделенного дыханием экипажа угольного ангидрида раствором едкого кали, могущим быть замененным и едким натром.

Таким образом наш предыдущий опыт иллюстрирует одно из применений химии к технике и дает нам практическое указание, как очистить спертый воздух в комнате больного, если врач запретил открывать в ней форточку.

Тарелки с налитым в них раствором щелочи быстро поглотят вредный избыток угольного газа и облегчат дыхание больного.

Кстати, вот что говорит об угольном ангидриде, выдыхаемом нашими легкими, один английский врач¹. Обыкновенной мерой испорченности данного образца воздуха считается количество содержащейся в нем углекислоты, хотя надо заметить, что этот газ, полученный в химически чистом виде, может быть вдыхаем в больших количествах, не причиняя вредных последствий. Эти вредные последствия не наступают, пока количество углекислоты не превосходит 5 частей на 100. Если же, наоборот, углекислота получается путем дыхания, то результат оказывается иным, так как в данном случае в углекислоте содержатся органические примеси весьма вредного свойства. Так, эффект,

¹ К и м м и н с.—„Химия жизни и здоровья“.

получаемый при вдыхании воздуха, содержащего $1\frac{1}{2}$ части выдохнутой углекислоты на 1000, совершенно таков же, как при вдыхании воздуха, вдесятеро более богатого угольным ангидридом, но только полученным химическим путем.

ХИМИЧЕСКИЕ МОТЫЛЬКИ

Чтобы воспроизвести этот опыт, возьмите бутыл с широким горлом, заткнутую пробкой с пропущенной через нее воронкой с широким носиком. Если такой стеклянной воронки не найдете в продаже, склейте ее из тонкого картона. В бутылке получайте углекислый газ действием соляной кислоты на двууглекислую соду. Бросьте в воронку легонький шарик, плотно закрывающий ее отверстие. Ябрал для этого маленький пустотелый шарик из целлулоида (огнеопасен), но лучше, если сможете сделать его из сердцевины бузины. Вырезав грубо что-то близкое по форме к шарик у, его окатывают между ладонями, пока форма не приблизится к вполне шарообразной.



Рис. 36. Химические мотыльки.

Для красоты к шарик у приклейте вырезанные из тонкой папирсной бумаги крылышки бабочки, приподняв их кверху. Советую предварительно смочить бумагу синей лакмусовой настойкой и вырезать из нее крылышки после того, как она просохнет.

Как только угольного ангидрида соберется достаточно, чтобы преодолеть вес шарика, он вырывается из бутылки (особенно при взбалтывании последней), подбрасывая „химическую бабочку“ вверх. Взлетев на небольшую высоту,

она снова опускается вниз, опять закрывая воронку. Взлет и опускание продолжаются, пока не выделится весь углекислый газ. Крылышки голубого мотылька при этом розовеют (рис. 36).

По совести говоря, без приклеенных крылышек шарики работают лучше, и их можно бросить в воронку тогда сразу несколько (два—три). Крылышки же не только меняют свой цвет на розовый, но и намокают, мешая плотному соприкосновению шарика со стеклом воронки.

Итак, проделывая опыт, в случае неудачи оборвите у ваших „бабочек“ крылья и удовольствуйтесь „химической пляской“ бузиновых шариков.

ПОДВОДНАЯ ЛОДКА ИЗ КОРОБОЧКИ

Интересную вариацию опыта с ныряющим и выплывающим яйцом дает в пересказе из французского журнала „La Nature“ русский специалист по любительским опытам, скрывший свое имя под псевдонимом Тит Т.¹ Вот как он описывает этот опыт:

„При продаже аптекарских материалов нередко встречаются высокие, круглые (цилиндрические) коробочки. В доннышке такой коробочки проколите несколько отверстий, а в крышке одно побольше, центральное. Через это последнее должен проходить стержень (булавка, проволока) двойного клапана, составленного из картонного кружка (снизу) и широкой пробки (сверху); пригодна пробка от баночки с горчицей. Рисунок 37, налево, изображает коробочку и клапан в ее крышке

Внутри коробочки скройте „газовый двигатель“, который будет приводить в движение вашу коробку, если вы опустите ее в воду. На том же рисунке вы видите, что этот двигатель представляет собою маленький пузырек,

¹ „Физик-любитель“, т. VII, № 117—118.

наполовину насыпанный смесью равных количеств соды и виннокаменной кислоты. Пузырек закрывается пробочкой со сквозным отверстием достаточной ширины.

Для лучшей устойчивости коробочки, на дно ее прибавьте какой-нибудь груз, например, мелких гвоздей.

В большую стеклянную банку с водой опустите дном вниз готовую и закрытую коробочку; вода будет входить в нее через нижние отверстия, а воздух выходит сверху через клапан, и коробочка опустится в воду. Но вот начинает работать газовый двигатель: в пузырек попадает немного воды, смачивает порошок, и из него сейчас же выделяется в большом количестве углекислый газ, который наполняет коробку и вытесняет из нее воду через отверстия в дне: при этом все время, пока коробочка на-

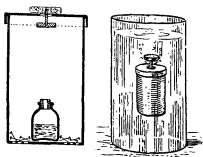


Рис. 37. Подобие вечного двигателя.

ходится под водой, отверстие в крышке остается прикрытым картонным кружком клапана, потому что легкая пробка, поднимаемая давлением воды, тянет клапан вверх. Коробка, наполненная газом, снова всплывает вверх; первую показывается из воды пробка, клапан опускается под действием веса пробки, газ выходит наружу, и вода снова наполняет коробку. Прибор опять опускается на дно, пока новое количество воды не попадает в скрытый внутри пузырек.

На рис. 37, направо, изображен весь аппарат в уменьшенном виде с коробкой, поднимающейся кверху. Подводная лодка идет ко дну, когда все количество взятой воды и кислоты нейтрализуют друг друга, и больше она уже не всплывает.

ВРЕДНЫЕ ГАЗЫ, ПРИНОСЯЩИЕ ПОЛЬЗУ

Некий профессор орнитологии ¹ разделял всех птиц на полезных, полезно-вредных, вредно-полезных и просто вредных.

Таковую, более чем оригинальную классификацию никак нельзя применить к газам, так как все они без исключения, смотря по применению, могут быть и полезны и вредны. Мы видели, как ядовит хлор, но знаем, с какой пользой его можно применять.

Газы, о которых у нас пойдет речь и с которыми мы сделаем ряд интересных опытов, конечно, все могут приносить—и подчас приносят—вред, но люди научились извлекать из них и пользу.

Это будут газы, образуемые серой в ее соединениях с кислородом (*сернистый газ*) и водородом (*сероводород*), и уже отчасти знакомый нам аммиак.

ДАР ВУЛКАНОВ

„Прелесть! Так бы и стоял и смотрел без усталости целую неделю, не отрывая глаз! Этот кратер кажется лугом из тощей травы и шелковистого мха, густо покрытых блестящей пылью, с просвечивающей бледной зеленью, которая постепенно переходит в самые темные цвета апельсиновых листьев и даже в коричневый цвет, то вновь светлеет, переходя в оранжевый и светло-золотистый;

¹ Орнитология—часть зоологии, изучающая птиц.

и, наконец, все эти переливы завершаются нежно-красным цветом, только что распустившейся розы. В одном месте виднеется яма, в другом выступы наподобие ледяных сосул; в некоторых из них стенки покрыты узорчатой сетью из серых кристаллов. Самые стены провала блестят желтой оторочкой из серы“.

Так пишет наш старый любимец, шутник Марк Твэн ¹, но на этот раз пишет совершенно серьезно. Это—описание кратера Везувия, одной из природных химических лабораторий, изготавливающих серу.

Вероятно, на луне, с ее некогда развитой вулканической деятельностью ², этот элемент находится в изобилии. Что ж, когда мы истощим все земные источники серы быть может, сумеем уже полететь за ней на луну: с теоретической стороны такой полет не представляет ничего фантастического.

А спрос на серу со стороны техники так велик, что наши земные ее месторождения, действительно, находятся под угрозой истощения.

Вы, быть может, и не подозреваете всей важности этого элемента для культурных наций?

Ну на что может идти сера? Она входит в состав охотничьего пороха, ее порошком обсыпают виноградники при ее посредстве мягкий каучук вулканизируют в твердый эбонит, прекрасный изолятор электричества. Кажется, все?

Далеко не все! Вы забыли самое главное: из серы делают серную кислоту.

Не думайте, что она нужна только для наполнения стаканчиков, помещаемых на зиму между оконными

¹ „The Innocents abroad“.

² Если только лунные горы—действительно вулканы, а не следы бомбардировки расплавленной поверхности луны метеорами. Есть и такая теория.

рамами. Легче перечислить химические производства, обходящиеся без этой страшной жидкости, чем составить полный список ее применений.

Боясь, что вы соскучитесь, я не стану этого делать, но все же обращу ваше внимание на то, что серная кислота нужна для получения азотной, соляной, уксусной и других кислот, соды, стекла, целлюлозы, иода, суперфосфатных удобрений, сернокислого аммония, тоже служащего удобрением, квасцов, фосфора, медного, железного и других купоросов, нитей для электрических ламп, алюминия, эфира, керосина, бензина, минеральных масел, парафина, глицерина, стеарина, динамита, целлулоида, патоки, бумаги, искусственных красок, лекарств и сотен других веществ, без которых немислима современная цивилизация.

Умышленно я не внес в этот список спичек, чтобы вы не подумали, что речь идет о зловонных „серничках“, теперь, кажется, совершенно вышедших из употребления, а во времена моей юности бывших чуть ли не самым распространенным источником быстрого получения огня.

Нет, не они, а современные „шведские“ спички требуют серной кислоты для получения веществ, входящих в состав их головок и зажигательной массы бумажек, наклеенных на коробках.

Для получения же серной кислоты нужен сернистый газ—продукт горения серы, а следовательно, и сама она. Потому-то этот дар вулканов и важен для человечества, потому-то и старается оно пополнить его недостаток, выжигая серу из колчедана (*сернистого железа*).

ОПЫТЫ С СЕРНИСТЫМ ГАЗОМ

Запах горящей серы отвратителен и удушлив. На свежем воздухе мы, не рискуя здоровьем, можем ознакомиться с ним, если кому-либо он еще неизвестен. Сожжем

для этого немного серы, положив ее хотя бы на кирпич. Удобнее взять серу в порошке (*серный цвет*).

Зажегши кучку такого порошка, прикроем ее цветочным горшком, поместив в нем несколько разных цветов, стебельки которых укрепляем в отверстиях горшечного дна (рис. 38). Цветы предварительно я увлажнил водою.

Даже на расстоянии вы ощущаете запах сернистого газа, и у вас першит в горле. Подумайте, каково придется рабочим, занятым выплавкой серы? А в Сицилии этим занимаются подростки, чуть ли не дети, и топливом, за отсутствием лесов на острове, служит сама же сера. Эта работа—ад на земле.

Но вот наша сера сгорела. Поднимаю горшок и вынимаю из него цветы. Желтые и белые, как можете видеть, не изменили своей окраски, остальные сильно побледнели, а некоторые и совсем обесцвелились. Фиалки, например, стали снежно-белыми. Таких в природе и не бывает.

Оставьте цветы лежать на воздухе, и постепенно их окраска вернется.

Итак, сернистым газом можно белить, но он много дороже хлора и в технике применяется только для беле-ния дорогих шелковых и шерстяных изделий, соломы для шляп и кожи для обуви. Он не разрушает, подобно хлору, отбеливаемые вещества, и беление им основано не на окислении красящих пигментов, а, наоборот, на отнятии у них кислорода.

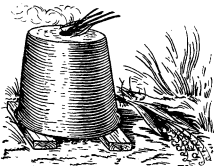


Рис. 38. Обесцвечивание цветов.

Сжигаю еще кусочек серы в стеклянном цилиндре, положив его в железную ложечку и налив на дно цилиндра немного воды.

Взбалтываю ее и примешиваю синей лакмусовой настойки—жидкость краснеет.

Сернистый газ, растворяясь в воде, соединяется с частью ее в непрочную и слабую *сернистую кислоту*. Сернистую, а не серную. Ту приготовить труднее. Сера как и многие другие элементы, дает с кислородом два соединения: газообразный *сернистый ангидрид* и твердый—*серный*. Оба соединяются с водою, давая соответственные кислоты. Раньше для получения столь нужной в технике серной кислоты сернистый газ окисляли в серный ангидрид в обширных свинцовых камерах, вводя его туда вместе с *водяным паром* и *окислами азота*. Газ отнимал от последних кислород и с водой давал серную кислоту, а окислы азота, отдававшие свой кислород, сами собой окислялись снова, беря кислород из воздуха. Сернистый газ „не умеет“ этого делать. Кислота получалась слабая, ее надо было сгущать выпариванием — операция дорогая и опасная. Теперь сернистый газ направляют на *зубчатую платину*, обладающую способностью сгущать в себе кислород и отдавать его сернистому газу, а потом опять поглощать его из воздуха. Воды берется как раз столько, чтобы получить кислоту нужной концентрации.

ГАШЕНИЕ ОГНЯ ГОРЯЩЕЙ СЕРОЙ

Химия—парадоксальная наука! Она учит нас, что пожары не всегда следует гасить водой, так как вода подчас только усиливает бушующую огненную стихию. Этого мало! Химия научила пожарных гасить огонь серой.

— Как серой? Ведь она сама так хорошо горит.

Вот именно! Потому-то она и применима для гашения пожаров, что сама хорошо горит и развивает при горении тяжелый, не поддерживающий горения газ.

Когда, как говорят, „выкинет из трубы“, когда загорится сажа, наполнившая давно нечищенные дымоходы, то, конечно, можно влезть на крышу и лить воду в печную трубу.

Пожар при этом погаснет, но грязная вода через печное отверстие наполнит квартиру, а это—удовольствие не из самых приятных.

Другое дело, если в этом случае вместо гашения водой начнут в печи жечь серу. Тяжелый сернистый газ наполнит дымоходы и прекратит доступ в них воздуха, так что огонь сам собою погаснет.

Средство далеко не всем известное, но безусловно верное.



Рис. 39. Лев, позеленевший от сернистого газа.

ЗЕЛЕНый ЛЕВ

— Не бывает зеленых львов; львы желтые, — скажете вы. Совершенно верно. Мой лев тоже, как видите, желтый, но он сейчас позеленеет от страха перед удушливым газом.

Я вырезал его из куска картона и выкрасил раствором *хромово-кислого калия*, подкисленным *соляной кислотой*.

Зажигаю на тарелке кучку серного цвета, увлажняя слегка своего „льва“ водою, взбрызнув его для бодрости из пульверизатора, сажаю на тарелку и прикрываю колпаком (рис. 39); можно взять, как я указал раньше, закупоренную бутылку с отрезанным дном.

Лев не выносит удушливого запаха горячей серы и вскоре становится совершенно зеленым.

Иначе говоря, сернистый ангидрид восстанавливает желтую хромовую соль в зеленую окись хрома.

БЕЛЫЙ СНЕГИРЬ

О белом вороне каждый слышал, хотя, кажется, никто такого ворона не видел; а вот о белом снегире, полагаю, вам и слышать не приходилось. Хотите, покажу его?

Вот чучело этой перелетной птички с ее ярко-розовой грудью (наряд самцов; снегириха одевается скромнее: вся в сером). Несколько лет она была моим другом и утешала меня своими „песнями“, имитирующими скрип несмазанной двери, пока не погибла жертвой общительности своего характера и желания свести дружбу с одним веселым котенком. После того, как это знакомство состоялось, мне осталось только набить из моего маленького друга чучело. Оно сейчас послужит нам для доказательства, что снегيري могут и своим цветом оправдать название (только не живых, конечно).

Ставлю его под колпак, где был лев, и повторяю опыт.

Совершенно белым он не стал, но его яркая грудь, как видите, побелела.

В практике этим способом обесцвечивают птичьи перья перед окраской их в неестественные цвета для украшения дамских шляп.

Обесцвеченные перья промывают в спирте.

ГАЗ ТУХЛЫХ ЯИЦ

Если вам случилось разбить тухлое яйцо, то вы знаете запах сероводорода, так как от его-то присутствия в гниющих белковых веществах и зависит зловоние испортившегося яйца.

Газ не только омерзительно пахнущий, но и крайне ядовитый! Он иногда скапливается в сточных трубах и тому подобных местах гниения органических отходов и служит причиной отравления рабочих, очищающих выгребные ямы.

Химикам, работающим в аналитических лабораториях часами в атмосфере с следами этого газа, приходится отделяться только головной болью, иногда рвотой. Но лаборанты всегда предупреждают впервые приступающих к работе с газом, что, как только они перестанут ощущать его зловоние — дело плохо, надо немедленно бежать из „сероводородной“ на свежий воздух.

Говорят: „клин клином вышибай“ и „чем ушибся, тем и лечись“. Действительно, противоядиями против большинства газов служат вещества сами по себе ядовитые. Не всегда два яда усиливают действие друг друга (но бывает и это), иногда они взаимно нейтрализуют свое вредное действие. Так, противоядием при отравлении сероводородом служит наш старый знакомый — ядовитый хлор.

Нюхайте хлорную известь, если вдохнули сероводород.

Заметим, что в химических лабораториях нельзя обойтись без этого газа. Чистый сероводород и *сернистый аммоний* — важнейшие указатели состава веществ.

Я беру на кончик ножа щепотку черного порошка *сернистого железа*, всыпаю его в пробирку и, прилив несколько капель *соляной кислоты*, поскорее передаю пробирку вам. Понюхайте, не поднося слишком близко к носу.

Не правда ли, пахнет вовсе не розами?

Ядовитый сам по себе сероводород, и сгорая, развивает тоже не безвредный сернистый газ. Горит он,—а в смеси с воздухом взрывает—почти так же хорошо, как водород. Рабочие перед спуском в выгребные ямы, колодцы и т. п. места иногда предварительно опускают туда зажженную свечу, чтобы испытать, можно ли там свободно дышать.

В прежнее время, когда газовое освещение еще не было вытеснено электричеством, очистка светильного газа от неизбежной, но весьма нежелательной примеси к нему сероводорода производилась сложным химическим путем и весьма удорожала себестоимость газа.

И все-таки этот зловредный газ ученые сумели сделать для нас необходимым, применяя его, как я сказал, в химических лабораториях.

Дело в том, что все металлы соединяются с серой, давая характерные для каждого из них вещества. Анализируя какое-либо тело, т. е. исследуя его состав, химик действует на его раствор сернистым аммонием и сероводородом и по условиям получения сернистых соединений, их растворимости или нерастворимости в воде и кислотах, по цвету осадка и проч. выводит заключение, какие именно металлы и в каких количествах входят в состав данного минерала, сплава и т. п.

Не думайте, что это имеет только научный, отвлеченный интерес. Нет, практическое значение этих реакций велико и в технике и в общественной санитарии. При их помощи, например, определяют присутствие ядовитых солей металлов в различных пищевых веществах.

КОЕ-ЧТО О ТРЕХЦВЕТНЫХ КОШКАХ

Любители этих грациозных, но жестоких и эгоистичных зверьков особенно почему то ценят кошек трехцветных. Они и не знают, как из белой кошки можно получить трехцветную, да еще с рисунком полос и пятен, расположенных по вашему желанию, хотя бы так, как они никогда не располагаются у живых кошек.

Но такое превращение осуществимо только с кошками, вырезанными, как и наш „зеленый лев“, из картона.

Вот беленькая киска. Ставлю ее на тарелку, на которой насыпан какой-то грязновато - белый порошок, и прикрываю стеклянным колпаком.

Смотрите! Наша кошка превратилась в трехцветную, ее белая шерстка покрылась черными и желтыми полосами (рис. 40).

Понюхайте порошок.

Он пахнет сероводородом. Это—*сернистый кальций*, соединение непрочное, на воздухе присоединяющее воду и выделяющее кислород, постепенно переходя в известь.

В былые времена, когда соду получали из поваренной соли действием на нее серной кислоты и дальнейшим превращением *сернокислого натрия* (*глауберовой соли*) в *сернистый*, а затем обжигом с *известняком* в *углекислый*,—в качестве побочного продукта получался *сернистый кальций*. Для содовых заводов он являлся тяжелым бременем. Спрос на него в технике был невелик, и целые горы этого зловонного вещества, скопившись на заводе,

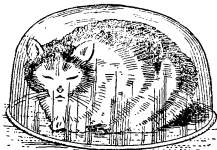


Рис. 40. Превращение белой кошки в трехцветную.

отравляли окрестный воздух. В Англии сернистый кальций содовых заводов вывозили на специальных баржах в открытое море и там топили.

Впоследствии научились регенерировать из сернистого кальция серу, а затем были найдены лучшие способы получения самой соды, при которых никаких остатков не получается.

Возвращаюсь к кошке. Полосы на ней были нанесены заранее. Те, что почернели, были сделаны раствором *укусно-кислого свинца*, пожелтевшие — раствором *хлористой сурьмы*. Оба раствора бесцветны; полосы, нанесенные кисточкой, после того, как они просохли, были совершенно незаметны: кошка оставалась белой.

ПРЕВРАЩЕНИЕ БЕЛОЙ КОШКИ В ЧЕРНУЮ

А вот другая кошка, тоже вырезанная из картона и тоже вся белая.

Сажая ее в компанию с трехцветной.

Посмотрим, какое произойдет превращение.

Оказывается, она стала вся совершенно черной, без отметины, только телесно-розовый носик и ярко-желтые глаза выделяются на общем черном фоне.

На этот раз я покрыл носик кошки раствором *хлористого марганца*, глаза — *хлористым кадмием*, а все остальное — опять же *укусно-кислым свинцом*.

Укусно-кислый свинец сладок; растворяясь в жесткой воде, он дает осадок белого углекислого свинца. Фальсификаторы вин учитывают оба эти обстоятельства и «сдабривают» для придания вину мягкости и вкуса дешевые сорта вин свинцовым сахаром. О том, как это отражается на желудках потребителей, они не задумываются.

Еще хуже, что тот же свинцовый сахар применяется кондитерами для белых конфет и белой глазури тортов;

он, кстати, и весит немало, так что со всех точек зрения оказывается выгоден, кроме, конечно, точки зрения лаком, отведавших таких конфет или пирожного.

В этих и многих других случаях подмеси свинцовых соединений к пищевым продуктам и открывает сероводород: он срывает с них невинную белую или цветную маску (применяются цветные соединения свинца) и обнаруживает их подлинную черную натуру.

ОТЧЕГО ТЕМНЕЮТ КАРТИНЫ?

Прежние художники, и не только доморощенные, писали при помощи свинцовых белил и других свинцовых красок, темнеющих с течением времени от сероводорода,—а он в ничтожных количествах имеется в воздухе жилых помещений. Перекись водорода окисляет образовавшийся черный сернистый свинец в белый—серноокислый.

От следов сероводорода в воздухе комнат чернеет и *серебро*, покрываясь тонким слоем *сернистого серебра*, легко удаляемого механической чисткой серебряных изделий мелом.

Заметим еще, что белая фильтровальная бумага, смоченная раствором *уксусно-кислого* или *азотно-кислого* свинца (все соли этих кислот растворимы), служит хорошим показателем присутствия в воздухе сероводорода. Там, где он есть, бумажка чернеет даже тогда, когда самое чуткое обоняние не в силах ощутить его запах.

ГАЗ ДРЕВНЕГО АММОНА

Древние египтяне были неплохими химиками. Они знали много различных химических соединений и умело пользовались ими, как лекарствами, красильными пигментами, дубильными веществами, плавнями в металлургии и, что греха таить,—как ядами.

Клятва неопитов, приступавших к изучению оккультных наук, к каковому относилась долгое время и химия листом персикового дерева весьма знаменательна. Персиковый лист был символом молчания. Добавлю — вечного, так как в косточках персика находится один из сильнейших ядов—*синильная кислота*.

Не ею ли заставляли египетские жрецы навсегда умолкнуть неосторожного, выдавшего какую-нибудь тайну непосвященным?

Самое слово *химия* происходит, как думают, от древнего названия Египта: страна Кэми или Хэми. Там возникла эта наука еще в те времена, когда вся Европа была покрыта первобытным лесом, служившим убежищем диких зверей и не менее диких людских орд, задолго до возникновения цивилизаций Эллады и Рима.

Возможно, впрочем, и другое происхождение названия науки о веществе химией. Оно могло произойти и от греческих слов: либо от слова *χῆμος*—сок, либо от *χεο*—лить; но во всяком случае химия и древний Египет тесно связаны друг с другом.

Богу Аммону Ра был посвящен знаменитый храм в оазисе Синах, лежавшем в Ливийской пустыне. Многочисленные караваны паломников посещали храм, и помет верблюдов служил им топливом в холодные ночи. Из сажи, остававшейся от этого топлива, готовили жрецы храма особую летучую соль—соль Аммона.

Отсюда и произошло название аммиака и его соединений.

Действительно, аммиачные соединения выделяются и могут быть получаемы при сухой перегонке органических веществ и их остатков. Позже эти соединения стали добывать в больших количествах при перегонке угля, а сейчас одно из аммиачных удобрений, играющее большую роль в интенсивном сельском хозяйстве—серно-кислый аммоний—получают из отходящих газов заводских печей.

Интересный пример утилизации отходов производств!

С хлористой солью аммония—нашатырем мы имели уже случай ознакомиться при первом же опыте, описанном мною в этой книжке.

Мы получили ее взаимодействием аммиачного газа и паров соляной кислоты (хлороводорода). Из нее-то нагреванием с гашеной известью (гидратом окиси кальция) и получают аммиак в школьных опытах. Прибор для этого ничем, кроме расположения сосудов, не отличается от аппарата для получения хлора. Так как аммиак несколько легче воздуха, то сборный сосуд при этом помещают

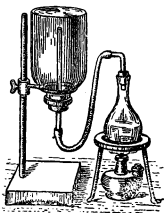


Рис. 41. Добызание аммиака.

отверстием вниз. Можно, впрочем, собирать его и под водой, только последняя должна быть при этом сильно нагрета, так как в холодной воде газ прекрасно растворим. Неудобство же последнего способа ясно: растворяясь в воде, аммиак будет выделяться не только в сборный сосуд, но и прямо в окружающий воздух из воды, наполняющей пневматическую ванну.

Много проще брать для опытов готовый аммиак. Его водный раствор, как я уже говорил, называется *нашатырным спиртом*. Опять же пренеудачное название: со спиртами, как понимают это слово химики, он ничего общего не имеет.

ХИМИЧЕСКОЕ ХЛЕБОПЕЧЕНИЕ

В сущности говоря, всякое хлебопечение сопровождается целым рядом химических процессов. Подъем кислого теста—результат жизнедеятельности дрожжевых грибов, превращающих сахаристые вещества теста (декстрозы) в *спирт и угольный ангидрид*. Последние, выделяясь из теста, делают хлеб рыхлым, пористым, удобно перевариваемым нашим организмом. Так как состав и качество продажных дрожжей далеко не всегда одинаковы, то при этом трудно бывает точно угадать время, нужное для подъема теста. Иногда оно и совсем не всходит, „садится“, как говорят, давая плотный, трудно переваримый хлеб. Гораздо проще, удобнее и чище заменить живых газообразователей „порошком для печения“. Это *двууглекислый аммоний*, разлагающийся во время печения хлеба на *летучий аммиак и угольный ангидрид*. В цивилизованных странах так оно давно и делается; наши же хозяйки—народ консервативный и к „химическому хлебопечению“ относятся недоверчиво.

Об этом можно только пожалеть.

ДОМАШНИЙ ОГНЕГАСИТЕЛЬ

„Упустишь огонь—не потушишь“, а потому на случай пожара следует всегда иметь под рукой средство для прекращения его в самом начале.

Ведро воды?

Во многих случаях это средство отличное, но не во всех. Вспыхнувший спирт, керосин, бензин и т. п. водой не загасишь: они вспыхивают над нею, продолжая гореть. Страшные пожары на нефтяных промыслах гасят не водой, а песком.

Тоже хорошее средство, но тоже не всегда удобное. Не держать же в комнате бочку с песком. Да и тяжел он, — обращаться с ним неудобно. Впрочем, при химических работах, требующих нагревания на спиртовой лампочке, рекомендуется иметь под руками ящик с песком, чтобы гасить им разлившийся и загоревшийся спирт. То же можно посоветовать всем, имеющим дело с „примусами“ и т. п. приборами.

На чем основано гашение пожаров? Как я уже говорил, рассказывая о гашении горячей серой загоревшейся в дымоходах сажи, — на прекращении доступа воздуха к огню. В домашних огнегасителях это достигается быстрым выделением этими приборами угольного ангидрида. Жаль только, что многие из этих патентованных огнегасителей великолепно действуют при пробных испытаниях и отказываются служить в момент опасности.

Зато без отказа работает склянка с нашатырным спиртом. Его всегда надо иметь в домашней аптеке и для нейтрализации кислот, и для вывода жирных пятен, и в качестве самого дешевого и верно действующего огнетушителя.

От высокой температуры пламени аммиак выделяется из раствора и отделяет горящее тело от окружающего воздуха; сам же он горения не поддерживает.

Глядите: в сосуд с аммиаком я опускаю зажженный «гарок» свечи — он гаснет.

Однако не странно ли: ведь сам-то аммиак горит! Добавлю: не в воздухе, а в чистом кислороде.

ОПАСНОСТЬ БЕЗОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Желтоватый раствор, которым на одну шестую наполнена эта пробирка, — раствор *иода* в растворе *иодистого калия*. Доливаю пробирку до половины *нашатырным спиртом*, отфильтровываю через пропускную бумагу образовавшийся черный осадок и тотчас, пока порошок еще не просох, отрываю от фильтра с осадком небольшую часть. С нас ее будет вполне достаточно; остальное выбрасываю в ведро с водою, куда я сливаю ненужные растворы, остающиеся после наших опытов.

Попутно замечу, что выливать их потом надо куда-нибудь, где бы ими не могли отравиться домашние животные или птицы, но не в раковину водопровода, особенно, если реакция их кислая.

Кусочек еще влажной бумаги, покрытый черным порошком, кладу в уголок на полу. Не подходите к нему близко и не подпускайте к нему кошки или собаки, если они у вас есть.

Подождав, пока порошок просохнет, издали гусиным пером, привязанным к длинной палке, или половой щеткой слегка к нему прикасаюсь.

Кто бы подумал, что взрыв будет так силен? Обратите внимание на фиолетовый пар, поднявшийся на месте взрыва.

Да, взрыв сильный! Это не даром было одно из сильнейших взрывчатых соединений азота — *иодистый азот*. А надо заметить, что азот, такой невинный, такой индифферентный в свободном состоянии, входит во все

взрывчатые вещества. Вернее сказать, свойство таких веществ моментально разлагаться на простейшие соединения зависит именно от присутствия в них азота. Он не любит вступать в соединения с другими веществами и при первой возможности их покидает. Мы знаем, что он не поддерживает дыхания, — оттого-то ему и дали кличку („азот“ значит — безжизненный). Но как же она ошибочна! Как раз наоборот: нет жизни без азота! Органические вещества могут и не содержать его, но в организмах он обязательно находится. Потому-то белковые тела иначе и называются азотистыми. Их больше в организмах животных, чем в организмах растений (за исключением грибов), но без них немыслимо существование тех и других.

Что касается фиолетовых паров, на которые я обратил ваше внимание, это — газообразный иод. Если вам удастся достать в аптекарском магазине иод не в виде обычной тинктуры, т. е. спиртового раствора, а в форме кристаллических сероватых чешуек с слабо металлическим блеском, положите несколько таких кристалликов в тонкостенную колбу, закрытую пробкой, и слегка подогрейте в пламени спиртовой лампы. Нагревайте осторожно, вращая колбу, чтобы все дно ее нагревалось равномерно. Колба наполнится газообразным иодом великолепного фиолетового цвета (отсюда и название этого элемента: „иод“ значит — фиолетовый). На холодных стенках горла колбы и на основании пробки он осядет мельчайшими

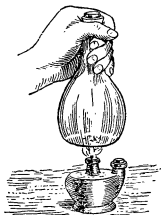


Рис. 42. Получение газообразного иода.

блестящими кристалликами. Опыт можно повторять сколько угодно раз (рис. 42).

Спрячьте куда-нибудь колбу; при случае удивите этим фокусом своих друзей. Только, чтобы помнить, что колба не пустая, наклейте на нее билетик с надписью: „иод“.

То же самое взрывчатое вещество, которое я приготовил перед вами, дает соединение нашатырного спирта с иодной тинктурой. И та и другая жидкости являются обычными домашними средствами. Пусть это послужит вам предостережением: не зная химии, не пытаться самостоятельно изучать свойства разных веществ. Предоставьте это ученым химикам. Они делают открытия, они и платятся за них подчас своею жизнью.

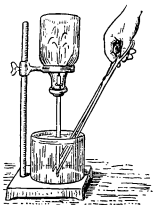


Рис. 43. Синий фонтан.

СИНИЙ ФОНТАН ИЗ КРАСНОЙ ВОДЫ

В этом широком стеклянном сосуде, который с успехом может быть заменен банкой из-под варенья, налита вода, слегка подкисленная и подкрашенная раствором лакмуса в красный цвет.

Сейчас, без всяких механических приспособлений, я заставляю ее бить вверх фонтаном, струя которого, кроме того, будет не красного, а синего цвета.

Вы уже столько химических „чудес“ насмотрелись, что вас это, быть может, и не поразит, но на новичка в этой области зрелище производит сильное впечатление.

Опускаю в сосуд запаянный кончик стеклянной трубки, проходящей через пробку, которой закупорена пустая

или кажущаяся пустой склянка. Другой конец трубки, как видите, тоже оттянут, но не запаян и лишь немного выступает из пробки.

Опущенный в воду запаянный конец трубки отламываю под водою щипцами; вода тотчас устремляется в склянку и бьет в ней окрашенной в синий цвет струей (рис. 43).

Вам уже ясно, что в склянке, казавшейся пустой, был аммиак. Вода комнатной температуры способна растворить такой объем аммиака, который в 600—700 раз превышает ее собственный объем. Как только кончик трубки отломан, газ моментально растворяется в воде, в склянке образуется пустота, и в нее врывается вода из нижней банки, вгоняемая в разреженное пространство давлением внешнего воздуха.

Перемена цвета для вас также понятна: щелочи окрашивают лакмус в синий цвет.

Попутно замечу, что если верхний сосуд наполнить сухим хлористым водородом, а воду нижнего подкрасить щелочным раствором лакмуса в синий цвет, то вода опять-таки устремится фонтаном из нижнего сосуда в верхний, меняя свой цвет из синего в красный.

Так как получение сухого хлористого водорода требует большого количества серной кислоты и добавок крепкой, для осушки газа, а с серной кислотой химикам-дилетантам нужно стараться иметь как можно меньше дела, то я покажу вам этот опыт в несколько измененном виде.



Рис. 44. Красный фонтан.

КРАСНЫЙ ФОНТАН ИЗ СИНЕЙ ВОДЫ

В небольшую скляночку у меня налита вода, подкрашенная в синий цвет щелочным раствором лакмуса. Склянка закупорена пробкой с пропущенной через нее соломинкой. На тарелку кладу несколько влажных листов промокательной бумаги и обливаю их небольшим количеством слабой соляной кислоты. Беру большую стеклянную банку и удаляю из нее часть воздуха нагреванием над керосиновой лампой, держа над ее стеклом банку горлом вниз. Можно держать банку и над пламенем свечи или спиртовой лампочки так, чтобы пламя было как раз в середине банки. Горячую банку ставлю на тарелку, плотно прижав ее к влажной бумаге (рис. 44). По мере остывания воздуха в банке образуется разреженное пространство, и вода из пузырька бьет в банке струйкой вверх, окрашиваясь парами соляной кислоты в красный цвет.

Опыт не всегда сходит так удачно. Банка при перемене температуры может лопнуть. Надежнее брать очень большой, так называемый химический стакан (тонкостенный, выносящий быструю перемену температуры), но на него не следует сильно надавливать: он хрупок, и, сломав его, вы можете поранить себе руку.

КУРЯЩИЙСЯ МЫЛЬНЫЙ ПУЗЫРЬ

В мыльную воду погружаю широкий конец маленькой стеклянной воронки и, взяв другой конец ее в рот, выдуваю великолепный мыльный пузырь, блещущий всеми цветами радуги, величиною с апельсин. Осторожно вношу его в широкогорлую банку, на дне которой налито немного какой-то бесцветной жидкости.

Эх, лопнул!..

Выдуваю другой, на этот раз не такой большой и блестящий: его стенки будут прочнее.

Подержав его полминуты в банке, прикрывая пальцем отверстие носика воронки, вынимаю, отвожу палец в сторону, а другой рукой подношу к отверстию стеклянную палочку (рис. 45). Как видите, ее приближение служит сигналом началу странного явления: из пузыря, совершенно до тех пор прозрачного, начинает выходить струя дыма.

Этот опыт является вариацией первого химического фокуса, сделанного мною перед вами. На дне банки, в которую я опускал пузырь, налит *нашатырный спирт*. Выделяющийся из него *аммиак* растворяется в пленке пузыря и испаряется из нее внутрь его. Стеклянная палочка, поднесенная к узкому отверстию воронки, смочена раствором *соляной кислоты*, выделяющим газообразный *хлористый водород*. Вы уже хорошо знаете, что эти газы, соединяясь при встрече в воздухе в мельчайшие кристаллики нашатыря, имитируют появление дыма.

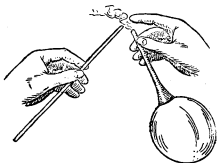


Рис. 45. Курящийся мыльный пузырь.

Кстати сказать, и этой реакцией пользовались военные химики для образования дымовых завес на полях сражений. Только в этих случаях брали не хлористый водород, а прямо *хлор*, который во влажном воздухе, соединяясь с *аммиаком*, образует густые облака из кристаллов *хлористого аммония*.

Так что хлором военный химик не только отравляет врага, но и защищает свои войска от неприятеля.

ХИМИЧЕСКИЕ РАЗВЛЕЧЕНИЯ БЕЗ ПРИБОРОВ

Все те химические — назовите их, как хотите — опыты или фокусы, которые я вам показал, требовали весьма несложных приспособлений. Только для получения газов приходилось импровизировать нечто вроде химической лаборатории; зато ряд других опытов мы проделали без всяких специальных приспособлений. Я опишу вам и еще целую коллекцию таких же химических развлечений, не требующих лабораторной обстановки, которые каждый из вас сможет проделать самостоятельно.

Часть их будет основана на известной уже вам способности химических соединений менять свой цвет при взаимодействии с другими веществами, в том числе даже с чистой водой.

В другой части я подберу интересные примеры горения, в том числе за счет кислорода, выделяемого твердыми веществами. На этом основано все искусство пиротехники, т. е. техника получения фейерверка.

Наконец в третьей я покажу вам некоторые свойства кристаллов.

Надеюсь, что и эти опыты вас не только развлекут, но кое-чему и научат.

ХИМИЧЕСКАЯ ЖИВОПИСЬ И ТОМУ ПОДОБНОЕ

Вещества, нужные для химика-живописца, приобретаются не в художественных магазинах, а в аптеках и аптекарских складах. Предупреждаю, что некоторые из них

ядовиты. Сильно ядовитых, т. е. могущих причинить смерть, если их случайно проглотить в самой ничтожной дозе, между ними, конечно, не будет (да таких вам и не продадут), но и для еды они не предназначены, а потому обращаться с ними рекомендую осторожнее. Храните каждое в отдельной коробке с ярлыком; жидкости—в склянках с притертой пробкой. Не подражайте тому химику-любителю, который на изумленный вопрос приятеля: „Разве сода бывает голубая?“ — отвечал: „Это — медный купорос, который я, чтобы не забыть, что он такое, положил в коробочку из-под соды“.

Не у всякого из нас память так хороша, чтобы помнить, что в какой коробочке лежит, да и сам изобретатель такого способа хранения веществ, наверное, в конце концов, перезабыл, где и что у него находится.

МГНОВЕННАЯ ФОТОГРАФИЯ, ДА ЕЩЕ ЦВЕТНАЯ

Насколько хлопотливое дело получение цветных изображений на особых пластинках при помощи фотографической камеры, настолько оно просто, если ведется чисто химическим путем.

Натяните на деревянную рамку, хотя бы от грифельной доски или какой-нибудь картинки, кусок небеленного муслина; приготовьте растворы *железного купороса*, *азотно-кислого висмута* и *медного купороса* в трех блюдечках от игрушечной чайной посуды. Растворять все эти соли лучше в теплой воде, предварительно истолокши их в порошок. Только в таком случае нужно каждый раз тщательно мыть ступку и пестик, чтобы не загрязнить один порошок примесью другого.

Отдельными для каждого раствора кисточками нарисуйте на муслине несложную картину. Нарисовав одним из растворов, дайте изображенному хорошо просохнуть

и только тогда приступайте к рисованию другим, чтобы отдельные тона не смешались друг с другом. Окончив картинку, слегка увлажните ее, подержав над кипящей водой, и обрызгайте ее из пульверизатора раствором так называемой красной кровяной соли (*железо-синеродистым калием*). Так как картинка рисована почти бесцветными растворами, то кисея издали будет казаться совершенно белой. Пульверизация ее раствором кровяной соли вызывает мгновенное появление цветов: синего на местах, покрытых раствором железного купороса; желтого, где был проложен раствор азотно-кислого висмута, и коричневого, где ваша кисть покрыла муслин раствором медного купороса.

Зная заранее это обстоятельство, выберите подходящую тему рисунка, изобразив, например, желтую бабочку с коричневым туловищем, сидящую на голубом цветке.

СЕКРЕТНЫЕ ЧЕРНИЛА

Написав одним из вышеназванных растворов гусиным пером на белой бумаге, дайте написанному просохнуть, а затем смочите бумагу раствором красной кровяной соли. В зависимости от того, какими „невидимыми чернилами“ вы писали, написанное выступит синими, желтыми или коричневыми буквами.

Подобного рода секретных чернил можно придумать десятки. Вспомните, что при смешении бесцветного раствора *танина* и слабо окрашенного раствора *железного купороса* вы получали настоящие чернила. Следовательно, если написать письмо раствором *танина*, то бумага будет казаться такой же чистой, как если бы на ней ничего не было написано, но смочите ее раствором *железного купороса*, и написанное выступит черным по белому.

Можно для той же цели воспользоваться известным вам свойством сероводорода давать черные цветные осадки в бесцветных растворах.

Напишите, каждый раз беря другое гусиное перо, растворами *уксусно-кислого свинца, хлористого марганца, хлористой сурьмы, хлористого кадмия* что-нибудь на белой бумаге и дайте написанному просохнуть. Можете, хоть через год, „проявить“ написанное, слегка увлажнив бумагу и подержав ее над откупоренной банкой с сернистым кальцием.

В первом случае написанное выступит черными, во втором — телесно-красными, в третьем — оранжевыми и в четвертом — желтыми буквами.

Напишите бесцветным насыщенным раствором *цинково-купороса* на черной бумаге¹ и, пока написанное еще не высохло, проявите, как и в предыдущем случае, *сероводородом* — белые буквы резко выделятся на черном фоне. Кстати, вы ознакомитесь с единственным нерастворимым сернистым металлом, имеющим белый цвет. Это — *сернистый цинк*.

В пробирку, до половины налитую *водой*, осторожно по стеклянной палочке влейте одну каплю *серной кислоты*. Дав ей раствориться, взболтайте раствор и опять же гусиным пером напишите по белой бумаге. Высохнув, написанное не будет заметно. Приложите бумагу к горячей печке: написанное станет черным. Дело в том, что серная кислота жадно соединяется с водой, отнимая элементы, из которых последняя состоит, от так называемых *углеводов* — органических веществ, подобных древесине, крахмалу, сахару и пр., при чем эти вещества (в данном случае бумага) обугливаются. Написанное таким способом уже ничем не может быть удалено.

¹ От фотографических пластинок, например.

Вряд ли стоит упоминать еще об одних „секретных“ чернилах—о *луковом соке*. Кажется, его способность выступать после нагревания бумаги, на которой им написаны буквы, общеизвестна.

ПОЯВЛЯЮЩИЕСЯ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ЧЕРНИЛА

Невидимые чернила, о которых я сейчас вам рассказывал, будучи однажды проявлены, теряют свою способность хранить тайну вашей переписки от посторонних. После проявления они не только становятся, но и остаются всем и каждому видимыми.

Существуют, однако, и такие вещества, которыми можно писать так, что написанное ими появляется и исчезает по желанию.

Самым известным и наилучшим из таких веществ является *хлористый* или *азотно-кислый кобальт*. Кристаллики этого соединения—темно-малинового цвета, а раствор розовый. Крепкий раствор для изготовления „симпатических“, как их называют, чернил нет надобности брать; достаточно, чтобы он имел слабо розовый оттенок. Писать им можно на белой, а еще лучше—на розовой бумаге. Высохнув, написанное совершенно не будет заметно, особенно, если станете писать мягким гусиным пером, не царапающим бумагу. Приложите бумагу к теплой печке или слегка нагрейте ее на свече—написанное четко выступит буквами красивого голубого цвета.

Отчего это происходит? Мы же ничего не прибавляли такого, чтобы вместо кобальтовой соли получить какое-нибудь новое вещество.

Да, но нагреванием мы отняли кристаллическую воду. Даже такое неважное, казалось бы, изменение состава уже резко меняет в некоторых случаях физические свойства тел.

Разотрем несколько кристалликов кобальтовой соли в порошок нежно-розового цвета и, всыпав его в пробирку, нагреем в пламени спиртовой лампы. У верхнего края пробирки на ее внутренней поверхности после нагревания осядут капельки воды, а порошок примет прелестный голубой цвет. Недаром кобальт применяют в живописи, как отличную голубую краску, так и называемую кобальтом или кобальтовой синью. Только это другое соединение того же элемента, стойкое по отношению к нагреванию и охлаждению.

Прodelайте такой же опыт с изумрудно-зелеными кристалликами *хлористого никкеля*—они при слабом прокаливании превратятся в порошок не особенно красивого желтого цвета. Если написать на зеленой бумаге, то раствор никкелевой соли не дает видимых букв; они выступают, как и написанное солью кобальта, после нагревания.

Но вот, что самое замечательное! Через несколько минут—и чем более влажен воздух в комнате, тем скорее—написанное исчезает.

Ускорить процесс исчезновения букв можно, подержав бумагу над горячей водой или подышав на нее.

Такое появление и исчезновение написанного можете вызывать сколько угодно раз.

Помните только при такой переписке, что в наше время химия—не оккультная наука и что секрет симпатических и невидимых чернил стал давно „секретом полишинеля“.

МАГИЧЕСКАЯ КАРТИНКА

На куске желтоватой рисовальной бумаги набросайте рисунок раствором *бромистой меди*. Покройте изображенные траву, деревья, словом,—все, что должно иметь зеленую окраску, *хлористым кобальтом*, небо и воду—*азотно-кислым*.

Просушите, приложив к горячей печке,—картинка выступит в натуральных цветах.

Заметьте себе еще, что при тех же условиях раствор *медного купороса*, к которому прибавлено немного *нашатырного спирта*, меняет цвет на темно-синий, а раствор окиси кобальта в *уксусной кислоте* с примесью небольшого количества раствора *калиевой селитры* превращается в светло-розовый.

БУКЕТ ЦВЕТОВ—УКАЗАТЕЛЬ ПОГОДЫ

Растворите в ста весовых частях дистиллированной или мягкой дождевой *воды* десять частей чистого белого *желатина* (так называемого рыбьего клея) и прибавьте к раствору одну весовую часть *хлористого кобальта*, пропитайте этим раствором букет искусственных цветов, сделанных из белой, розовой и желтой (последняя—для листьев) бумаги.

Когда букет просохнет, он будет иметь розоватые и розовые цветы и желтые листья и таким останется, если небо серо и воздух влажен. Но стоит погоде начать переменяться к лучшему—цветы вашего букета превратятся в голубые и фиолетовые, а листья позеленеют.

Можно усложнить такой цветочный барометр (вернее, гигроскоп, т. е. влагоуказатель), заготовив, кроме указанного, еще два раствора:

- | | |
|--|-------------|
| 1) <i>Хлористого кобальта</i> | 1 в. часть. |
| Белого <i>желатина</i> | 20 " " |
| Окиси <i>никкеля</i> | 75 " " |
| <i>Хлористой меди</i> | 25 " " |
| <i>Воды</i> дистиллированной | 200 " " |
| 2) <i>Двуххлористой (хлорной) меди</i> | 1 " " |
| <i>Желатина</i> | 10 " " |
| <i>Воды</i> | 100 " " |

Пропитав по кусочку белой папиросной бумаги каждым из растворов, изучите изменение ее окраски в зависимости от действия тепла и влаги и, руководствуясь этими изменениями и собственным художественным вкусом, готовьте ваш букет-погодоуказатель.

Комбинация окрасок, даваемых тремя указанными растворами, с окраской цветной папиросной бумаги, из которой вы будете делать свой букет—богатейшая и вам остается только выбрать наиболее резкие изменения цветов при перемене погоды.

ЖИВОПИСЬ ПО ДЕРЕВУ

Если вы занимаетесь выпиливанием по дереву, у вас, конечно, найдется кусок тонкой доски из плотной белой древесины. Если же вы незнакомы с этим прекрасным любительским развлечением, так успокоительно действующим на нервную систему, то можете купить нужную вам доску в магазине, продающем принадлежности для выпилочных работ.

Растворите в теплой воде немного *сернокислого анилина* (достаточно взять на кончик перочинного ножа). Раствор должен иметь слабо желто-зеленый цвет. Рисунок, сделанный этим раствором при помощи акварельной кисточки на деревянной дощечке, при высыхании становится ярко-желтым.

Рисунок, нанесенный спиртовым раствором *флорютина*, исчезает после высыхания, но, будучи увлажнен слабым раствором *соляной кислоты*, вновь выступает ярко-малиновыми линиями.

Использовать эту реакцию можно для вариации фокуса мгновенного появления рисунка на доске, казавшейся зрителям совершенно чистой.

Любитель ажурной выпилки иначе воспользуется указанными рецептами, превратив при их помощи дощечку белой древесины в имитацию дорогих привозных деревьев: желтого и красного. Имея в своем распоряжении подготовленные такой окраской доски, он сможет выделять прекрасные многоцветные инкрустации, комбинируя свои искусственные тропические деревья с дощечками из липы и ореха, делая вставки в места пропилов из досок других цветов.

Есть и третье практическое приложение этих цветных реакций: испытание бумаги.

Высокосортная (веленевая) бумага, приготовленная из тряпья, не изменяется от указанных реактивов, а сделанная из древесной массы

от первой жидкости желтеет, а от второй, будучи увлажнена соляной кислотой, краснеет.

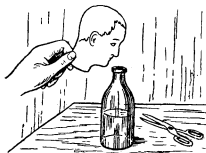


Рис. 46. Лицо синее.

КРАСНЕЮЩАЯ ДЕВИЦА

Нарисуйте на тонком картоне женский и мужской профили и вырежьте их ножницами. Если такая

задача вам не под силу, вырежьте подходящие изображения из какой-нибудь иллюстрации и наклейте их на картон. Покройте щеки девушки подкисленным раствором *фенолфталеина*, а лицо мужчины окрасьте в розоватый цвет подкисленным раствором *лакмуса*.

Откупорив склянку с *нашатырным спиртом*, поднесите ее к носу ваших изображений. Щеки девушки при этом заалеют, а лицо мужчины станет от „запаха“ аммиака синим (рис. 46).

ЗЕЛЕННЫЕ КОЛОКОЛЬЧИКИ

Многokrатно уже нами использованной способностью *аммиака* менять цвета естественных и искусственных органических красок можно воспользоваться и еще раз для удивления ботаников и неботаников, поднеся им цветок „зеленого колокольчика“, изображение которого они тщетно будут искать на страницах самого подробного ботанического атласа.

Изготовить же такую „игру природы“ очень просто: смешайте поровну немного *нашатырного спирта* и *эфира* (огнеопасен и вреден для дыхания; работайте на открытом воздухе). Опустите сорванный голубой колокольчик стебельком в эту смесь, и его синий цвет вскоре сменится зеленым.

Можете, раз жидкость уже готова, испытать ее влияние на изменение окраски и других садовых и полевых цветов. Барвинок, фиалка, гвоздика, мак, душистый горошек и многие другие цветы приобретут при этом необычайную окраску, способную привести в изумление любителей-цветоводов ¹.



Рис. 47. Белые розы краснеют.

ПРЕВРАЩЕНИЕ БЕЛОЙ РОЗЫ В КРАСНУЮ

Знаменитый американский садовод Бэрбенк делал прямо чудеса в области культивирования растительных

¹ Более подробно о химической окраске живых цветов сказано в книжке того же автора: „Для юных химиков“.

форм, буквально создавая новые формы растений, не существовавшие раньше.

Вы можете смело с ним конкурировать и не менее, чем он, удивлять даже опытных садовников трансформацией одних цветов в другие.

Более того. На кусте белых роз по вашему желанию одна из них может моментально превратиться в красную.

Этого и сам Бэрбенк еще не достиг!

Всякий хозяин сада встанет втупик при виде волшебного превращения одной из его белых роз в красную, которое вы произведете одним обрызгиванием цветка из пульверизатора распыленным одеколоном (рис. 47).

Ну, конечно, если попробуете пульверизировать одеколон или спирт, не сделав с розой маленькой предварительной подготовки, то она при этом окажется только увлажненной, но такой же белой, как и была.

Нет, ее надо заранее подготовить к внезапной перемене цвета.

Подготовка более чем простая. Надо, по секрету от владельца сада, осыпать выбранный цветок тонким порошком анилиновой краски ¹. Встряхнув розу, вы, повидимому, удалите с ее лепестков весь порошок, но это только так кажется: незаметные для глаза пылинки краски останутся, а так как анилиновые краски обладают очень большой окрашивающей способностью, особенно в спиртовых растворах, то роза и покраснеет при обрызгивании ее из пульверизатора спиртом или одеколоном.

Максимум изумления у зрителей этого фокуса вызывает перемена окраски на голубую или зеленую. Для этого достаточно взять краску соответствующего цвета.

¹ Хорошо действует упомянутый нами выше эозин.

Понятно, что фокус можно усложнить, подготовив один из цветков куста для окраски в красный, другой в синий, третий—в фиолетовый и т. д. цвета. Выбор красок для этого велик; можно, например, воспользоваться анилиновыми красками, употребляемыми для окраски пасхальных яиц.

СИНИЙ ХЛЕБ

Вы уже знаете, что *иод* окрашивает крахмал в сине-фиолетовый цвет и что реакция эта крайне чувствительна. Вы можете ею воспользоваться для химической шутки за чайным столом.

По секрету от присутствующих капните одну каплю *иодной тинктуры* на чайное блюдо. Сядя за чай, заговорите с соседом о странных свойствах, которыми, по вашему наблюдению, обладает обыкновенный белый хлеб. Скажите, что, если обмакнуть его в чай, он станет темно-синего цвета, или как-нибудь иначе заинтересуйте вашим будущим опытом присутствующих и заставьте общество обратить на вас внимание. Спросите, например, у своего визави: „Что сделается с хлебом, если окунуть его в чай?“

„Да что? Будет мокрым, вот и все!“—ответят вам на этот вопрос.

„Не только мокрым, но и синим“—возразите вы и в доказательство справедливости своих слов, налив из стакана или чашки немного чая на блюдо, обмакните в него кусок хлеба, тут же на глазах присутствующих взятый из сухарницы.

К великому их удивлению, хлеб действительно посинеет. Увеличьте их изумление, преспокойно откусив посиневшее место и продолжая, как ни в чем не бывало, пить чай с блюда, закусывая синим хлебом: капля *иода* не принесет ни малейшего вреда вашему здоровью.

БЕЗОПАСНАЯ ПИРОТЕХНИКА

Научное определение этой отрасли прикладной химии таково: „Искусство приготовления различных горючих и взрывчатых составов и сжигания их с целью доставления того или иного определенного эффекта“¹, а не научное; „Либо себя навек изуродуешь, либо дом сожжешь“.

Действительно, немало любителей серьезно поплатились за свою любовь к „потешным огням“. Мы в их число, надеюсь, не попадем, так как никаких сложных фейерверков делать не станем и никаких сильно взрывчатых веществ брать не будем. Ограничимся парой—другой пиротехнических опытов, соединяющих в себе приятное с полезным и свободных для пиротехника-любителя от опасности „либо себя изуродовать, либо дом сжечь“. Для гарантии от таких печальных последствий будем манипулировать с небольшими количествами реагентов и держать под руками весь арсенал огнегасительных средств: склянку с нашатырным спиртом, ящик с песком и... кувшин воды.

ОГОНЬ-ХУДОЖНИК

Осмотрите, пожалуйста, самым тщательным образом эти листки бумаги. Ничего на них не нарисовано, ничем они не окрашены, только в одном из уголков каждого листка карандашом отмечена точка. На такой бумаге печатают газеты; она так и называется—газетной.

¹ Энциклопедический словарь «Брокгауз-Ефрона».

Огнем папиросы или тлеющей спичкой касаюсь отмеченного точкой уголка одного из принесенных с собой листков.

Он не вспыхивает, только искорка медленно идет вверх, все выше и выше, поворачивает, опускается, направляется почти параллельно верхнему краю листка, снова опускается вниз...

Там, где она пробежала, бумага выгорает по каким-то причудливым кривым линиям, но за их пределы огонь не переходит.

Терпение, терпение!.. Все дальше бежит, — вернее сказать, ползет—светлая точка, оставляя за собой черный след, и вот путь искры закончен. Перед нами контур слона, обрисованный художником-огнем (рис. 48)!

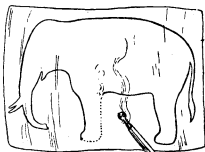


Рис. 48. Огонь-рисовальщик.

Поджигаю второй лист, и через пять минут к слону присоединяется жирафа; третий—верблюд и т. д. Целый зверинец!

Дети, свидетели опыта, всегда и неизменно приходят в восторг. К удивлению—как эта искра „знает“, куда ей надо направиться, чтобы нарисовать страуса или крокодила—присоединяется нетерпение угадать, что она на этот раз нарисует.

А какое торжество того, кто раньше других угадал, что должно было выйти!

Сколько ни заготовь листков накануне, когда израсходуешь последний, непременно услышишь вопросы: „А больше у тебя их нет?“ „А отчего тигра не сделал?“ и т. п.

Да и взрослым это развлечение кажется занятым, и далеко не все они догадываются, в чем тут дело.

А дело самое простое. Рисунок на бумагу, конечно, наносится заранее. Рисуется он заостренной спичкой или мягким гусиным пером, обмакиваемыми в раствор *калиевой селитры* (*азотно-кислого калия*). Для целой серии рисунков совершенно достаточно чайной ложки теплой воды и столько селитры, сколько ее уместится на кончике перочинного ножа. Чем концентрированнее раствор, тем быстрее потом движется искра по бумаге; но опыт интереснее, когда это движение медленно — больше простора для догадок: что выйдет?

Просохнув, контур рисунка становится совершенно невидимым; оттого-то и надо заранее отметить какую-нибудь точку с краю бумаги или в одном из ее углов и начинать рисовать от этой точки. Рисуя, следите, чтобы след пера нигде не прерывался, иначе выйдет конфуз: искра угаснет, не доведя рисунок до конца. Понятно также, что проводимые линии не должны пересекать друг друга.

Дешевизна этого опыта вне конкуренции!

А комнату после него все же лучше проветрить: продукты сгорания селитры не безразличны для дыхания и слегка отравляют воздух. Они же хронически отравляют курящих на ряду с окисью углерода и никотином, так как табак для папирос, чтобы он лучше горел, смачивают раствором селитры.

БУМАГА, ГОРЯЩАЯ ЦВЕТНЫМ ПЛАМЕНЕМ

„Да неужели вы до сих пор не знали, что голубая бумага горит голубым пламенем, красная—красным, желтая—желтым и т. д.?“

На такой вопрос вам, конечно, ответят дружным хором, что вы глубоко заблуждаетесь, что совершенно независимо

от окраски, всякая бумага горит одинаковым пламенем, только одна легче загорается и скорее сгорает, другая труднее и медленнее, смотря по толщине и плотности.

Скажите тогда вашим оппонентам, что вы готовы подтвердить свои слова опытом и что, по счастью, вы как раз сегодня купили для своих работ разноцветной папиросной бумаги.

Принесите и покажите свою покупку, пожертвуйте по четвертушке каждого сорта и один за другим сожгите листы: белый, красный, голубой и желтый. Каждый будет гореть пламенем соответствующего цвета.

Удивив публику цветным горением цветной бумаги, позаботьтесь о ее здоровье и хорошенько проветрите комнату после вашего импровизированного фейерверка. В теплую погоду лучше демонстрируйте ваш опыт на открытом воздухе или хотя бы у открытого окна.

Ясное дело, что между моментом покупки цветной папиросной бумаги в магазине и моментом ее демонстративного сожжения перед публикой вам придется над ней немного поработать.

Белая бумага смачивается концентрированным раствором *бертолетовой соли* в горячей воде, желтая—в таком же растворе с примесью *натриевой селитры*, красная—с примесью *азотно-кислого стронция*, зеленая—*азотно-кислого бария*, синяя—*азотно-кислой меди*.

Вымоченная в соответственном растворе бумага подвешивается над блюдцем того же раствора при помощи деревянных фотографических щипчиков. Когда бумага совершенно высохнет, ее вновь смачивают жидкостью и так повторяют несколько раз, пока в порах бумаги не отложатся микроскопически малые кристаллики солей, после чего она окончательно высушивается и сжигается в совершенно сухом состоянии.

ЦВЕТНОЕ ПЛАМЯ

Водород горит почти совершенно бесцветным пламенем, пламя чистого *спирта* тоже светит весьма слабо. Наоборот, пламя *ацетилена* яркое; *свеча* и *керосиновая лампа* также горят светящимся пламенем.

Большая или меньшая яркость всякого пламени зависит от присутствия в ней раскаленных твердых частичек. Водород, сгорая в водяной пар, таких раскаленных частичек не дает, и, если бы не сгорающая в нем пыль воздуха, его пламя было бы заметно только по развиваемой им высокой температуре. В светильном газе, керосине, стеарине содержится, кроме водорода, в большем или меньшем количестве углерод. Частички последнего раньше, чем сгореть, накаливаются,—оттого-то пламя газовой горелки, керосиновой лампы и свечи и светит. Можно и не светящееся или слабо светящееся пламя сделать ярким, обогащая его углеродом или раскаляя им не горючие вещества. В технике первое достигается примесью к веществам, горящим бесцветным пламенем, так называемых тяжелых углеводородов, т. е. соединений водорода с большим количеством углерода, как у ацетилена, например, а второе—направляя пламя на специальный колпачок калильных горелок, нити которого пропитаны солями некоторых редких металлов (церия, тория и др.), дающих при высокой температуре интенсивно яркий свет.

Для получения цветного пламени к горящему веществу прибавляют соли металлов, окрашивающих пламя в тот или иной цвет.

Этой способностью горящих металлов и их летучих солей придавать определенную окраску бесцветному пламени пользуются в пиротехнике для получения цветных огней.

Простейший способ развлечения присутствующих домашней иллюминацией это—показать им цветные спиртовые огни.

В ста частях чистого спирта растворите 10 весов. частей *кремортартара* (*винный камень*, *кислая винно-калиевая соль*) и 5 весов. частей *нашатыря* (*хлористый аммоний*). Желаемая окраска придается смешением этого раствора со 100 весов. частями солей, окрашивающих пламя, а именно: *хлористого стронция* для красного, *хлористого лития* для пунцового, *борной кислоты* для зеленого, *сильвина* (*хлористого калия*) для фиолетового, *поваренной соли* (*хлористого натрия*) для желтого.

Жечь растворы можно прямо в чайных блюдах или цветочных поддонниках.

ПОДВОДНЫЙ ОГОНЬ

Приготовьте смесь из 40 весовых частей *азотно-кислого стронция*, 13—*серного цвета*, 5—*бертолетовой* (*хлорновато-калиевой*) соли и 4—*антимония* (*сернистой сурьмы*).

Все названные вещества приобретайте уже истолченными в мелкий порошок и смешивайте как можно равномернее на бумаге пальцами или бородкой гусиного пера.

Если не удастся достать их в виде порошков, то растирайте купленные кристаллы в совершенно чистой фарфоровой ступке таким же пестиком каждое в отдельности. Особенно осторожны будьте с бертолетовой солью. Достаточно примеси к ней нескольких крупинок серы, угля

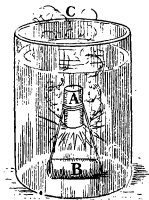


Рис. 49. Огонь под водой.
А—гильза, В—свинцовая трубка, С—стакан.

или даже просто присутствия пыли в ступке, чтобы она взорвала! Растирайте ее, на всякий случай, не всю сразу, а небольшими порциями.

Смешав порошки, плотно набейте смесь в небольшую гильзу (дюйма два длиной) из воощенной бумаги или так называемого растительного пергамента ¹. Приготовленный патрон должен быть совершенно непроницаем для воды. Сквозь отрезок свинцовой трубки пропустите проволоку и обвяжите ею вашу гильзу с горючей смесью или привяжите к последней какой-нибудь другой груз, дающий ей возможность оставаться в вертикальном положении, когда она будет опущена в воду.

Зажгите теперь гильзу и, когда огонь разгорится, опустите ее горящим концом вниз в высокую банку с водой: красный бенгальский огонь будет продолжать гореть под водой (рис. 49).

¹ Бумага, обработанная серной кислотой.

КОЕ-ЧТО О КРИСТАЛЛАХ

Характерной особенностью большинства известных нам простых и сложных веществ является их способность при определенных условиях приобретать строго правильную форму—образовывать кристаллы.

Поваренная соль, сахар, вода ниже точки ее замерзания, многие минералы, драгоценные камни и даже металлы дают кристаллические формы.

Осаждение кристаллов из водных растворов солей—вещь настолько известная, что я говорить о ней здесь не стану ¹, а покажу вам лучше получение кристаллов сухим путем (возгонкой) и в момент химических реакций, а также отмечу способность многих солей образовывать кристаллические формы, соединяясь с большим или меньшим количеством воды.

Начнем с последнего.

ЦВЕТНОЙ РАСТВОР БЕСЦВЕТНОГО ВЕЩЕСТВА

Позвольте предложить вам вопрос: какого цвета будет раствор бесцветного вещества в совершенно чистой воде?

Вы вспоминаете о растворах сахара, поваренной соли, селитры, нашатыря и других бесцветных соединений и отвечаете: „если в воде не растворено заранее какое-нибудь другое бесцветное вещество, дающее с первым цветное соединение, то раствор должен быть бесцветным“.

¹ См. книжку: „Для юных химиков“.

Так ли это? Проверим!

Во избежание обмана с моей стороны, налейте сами в пробирку или в стакан воды из водопроводного крана.

Всыпаю в нее вот этот белый порошок. Вода принимает красивую темно-голубую окраску.

Перельем ее в фарфоровую чашку и выпарим.

Посмотрите, что у нас осталось на дне чашки—кристаллики прекрасного синего цвета. Это медный купорос, с которым нам приходилось и раньше встречаться.

Жаль, что мы перед тем, как растворить наш белый порошок, не взвесили его. Это можно было бы сделать на весах для писем. Взвесив после того полученные синие кристаллики, мы бы убедились, что они весят больше, чем весил порошок. Значит, к растворенному порошку (это был порошок безводной сернокислой меди) что-то присоединилось химически, так как и вес увеличился и свойства вещества изменились. Это „что-то“ не может быть ничем другим, кроме воды, потому что мы растворяли порошок в чистой воде.

Легко доказать, что так оно и есть. Истолчем полученные синие кристаллы в голубой порошок и станем их сильно нагревать в фарфоровой чашке: голубой порошок, превратится в белый, вес его уменьшится, а на холодной тарелке, которую мы станем держать над чашкой, осядут капли воды.

Перемена розовой окраски солей кобальта на голубую, зеленой соли никкеля на желтую и т. п. зависит от той же причины. Будучи безводными, они имеют не тот цвет, который приобретают, образовав кристаллические соединения с водой.

Не думайте, однако, что кристаллы всех веществ содержат в своем составе воду. Большинство их кристаллизуется без ее участия, как и сама вода образуя кристаллы снега, ни с чем не соединяется.

САД ЗИМОЙ СРЕДИ ЛЕТА

Кристаллы воды, когда они в виде инея покрывают зимой деревья в садах и лесах, так красивы каждый в отдельности и такую чудную картину образуют в целом, что можно только пожалеть о нашем неумении воспроизвести ее по желанию.

А впрочем, разве для химика есть что-либо невозможное?

Целый сад мы инеем в жаркий летний день не покроем—это обошлось бы слишком дорого—но несколько веточек остролистника или хвойных кустарников и деревьев сможем покрыть нежными белыми кристаллами, которые дадут нам впечатление инея.

Поместим сорванные ветви под стеклянный колпак. Как я не раз говорил, им может служить бутылка с отрезанным дном. Колпак поставим на доску с прорезанным в середине ее отверстием, в которое вставим фарфоровую чашечку.

В чашечку насыплем *горсть бензойной кислоты* (тело при обыкновенной температуре твердое, как и многие другие кислоты,—хотя бы общеизвестная борная); под чашкой зажжем спиртовую лампочку (рис. 50).

При 120° бензойная кислота плавится, при 250° испаряется, и ее пары, наполнив колпак, осаждаются мелкими бесцветными кристалликами на ветвях и хвое растений. Уберите лампочку, закройте отверстие колпака пробкой и осветите картину зимнего леса, выставив колпак на солнечный свет.

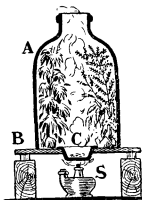


Рис. 50. Химический иней.

А—склянка, В—доска,
С—фарфоровая чашка
S—горелка.

САД ХИМИКА

Химик может не только среди лета воспроизвести картину сада, покрытого инеем,—он может вырастить чисто „химический сад“, не нуждаясь для этого ни в семенах, ни в отводках растений.

Выращивается, однако, такой сад не на воздухе—для растений, в нем произрастающих, нужна не углекислота, а другая питательная среда. Наоборот, все кислоты, даже следы их, губительны для такого „сада“.

Выращивается он в стекле.

— На стекле?

Нет, именно в стекле. Только в жидком, в так называемом растворимом стекле.

— А бывает и такое?

Бывает. Обыкновенное хорошо вам известное стекло с химической точки зрения—соль, хотя и нерастворимая или, говоря вполне точно, в высшей степени трудно растворимая в воде. Варится стекло чаще всего из *песка* (а песок—это *кремнезем—анидрид кремневой кислоты*), *соды и извести*.

Попутно сказать, и такое стекло при очень продолжительном кипячении в горячей воде частью переходит в раствор. Это доказал Лавуазье, опровергнув мнение своих современников, утверждавших, что при многодневном кипячении воды из нее выделяется какое-то новое землистое вещество. Взвесив это вещество, он нашел, что вес его равен разности весов стеклянного сосуда до и после опыта. Ясно, что и получилось оно не из воды, а из материала сосуда.

Сплав кремнезема с *едким натром* дает стекло, легко растворимое в воде и очень легко разлагаемое кислотами. В виду последнего, материалы для нашего химического сада должны быть совершенно чистыми, иначе, предупреждаю заранее, ничего из этого опыта не выйдет.

Купив *силикат натрия* уже в растворенном виде, слейте его в широкую банку из-под варенья из бесцветного стекла и бросьте в жидкость крохотный кристаллик *медного купороса*. Упав на дно, он вскоре покроется пленкой, которая в непродолжительном времени образует почки, а из этих почек начнут расти голубые травинки. Ими можно засеять все дно банки; это будет газон голубой „химической травы“. На Земле, правда, такой не встречается, но, быть может, что-нибудь в этом роде растет на других планетах...

Кристаллик *железного купороса* даст извивающиеся черные ветви, *никкелевого*—ярко-зеленые почти прямые стволы, *азотно-кислый кобальт* разовьется в синие ползучие растения и т. п.

Сулема (хлорная ртуть)—сильный яд, так что брать ее для этого опыта отнюдь не следует, а это отчасти жаль, так как она дает очень красивые оранжевые „растения“.

Когда деревья „вырастут“, можете очень осторожно слить раствор стекла. Сад будет оставаться таким же, как получился, и в воздухе; воздух был непригоден только для периода развития химических трав и деревьев.

А растут они вот почему: в растворе жидкого стекла кристаллики солей тяжелых металлов покрываются тонкой пленкой их кремнево-кислых соединений. Сквозь эту пленку диффундирует (проникает) вода и растворяет часть кристаллика. Пленка, не выдержав напора внутри, где-нибудь лопается, растворившаяся соль тяжелого металла вытекает в отверстие и тотчас в свою очередь покрывается пленкой кремне-кислой соли. Процесс этот может повторяться несколько раз, и тогда „химическое растение“ ветвится.

Растворимое стекло представляет не единственную „питательную среду“ для химических растений.

Заменяв его крепким раствором *желтой кровяной соли (железисто-синеродистый калий)*, можно из солей тех же металлов вырастить в этом растворе растения других „семейств“, не похожие на прежние.

Так, кристаллик *медного купороса*, дающий в растворимом стекле голубую травку, в кровяной соли развивается в красно-бурое деревцо, по началу стелящееся по дну банки, а затем вырастающее до самой поверхности раствора. Наоборот, *азотно-кислый кобальт* дает в этом растворе низкую траву.

Чем не аналогия с биологическим законом приспособляемости организма к окружающей среде?

ХИМИЧЕСКИЕ ШУТКИ

КАК СВАРИТЬ ЯЙЦО БЕЗ ОГНЯ?

В самом деле, как же это сделать? Говорят, что в песках Сахары и других тропических пустынь достаточно положить яйцо в песок, чтобы оно испеклось. А как же в нашем суровом климате сварить его хотя бы всмятку, не разводя огня?

Это кажется невыполнимым.

Между тем это очень просто: положите яйцо в глиняный горшечек с *негашеной известью* и облейте *водой*. Смесь настолько нагреется, что избыток воды закипит. Дав извести остыть, выньте яйцо из горшка, разбейте скорлупу и увидите, что ваш завтрак готов.

Многим это покажется удивительным, а право же оно не более удивительно, чем обыкновенный способ варки яиц, или вернее, чем получение нужной для этого высокой температуры путем горения топлива. В обоих случаях мы используем выделение тепла при химических реакциях.

В данном случае это выделение происходит от присоединения к извести (*окси кальция*) воды и обращения ее в гашеную известь (*гидрат окиси кальция*).

Заметим, что все без исключения химические реакции либо сопровождаются выделением тепла (горения хотя бы водорода в кислороде); либо требуют притока тепла извне (разложение воды на водород и кислород). Заодно отметим, что если при реакции выделяется тепло, то обратная

реакция требует его притока, как это видно из нашего примера, и наоборот.

Что касается соединения извести с водой, то эта реакция заслуживает отдельного маленького рассказа.

РАССКАЗ О НЕБЛАГОНРАВНОМ МАЛЬЧИКЕ

„Один дурной мальчик взял без спросу кусок негашеной извести и спрятал его за пазуху. Спасаясь от преследователей, он попал в воду. Известь нагрелась и причинила ему сильные ожоги. Мораль: не следует брать ничего без спросу“.

Этот рассказ я прочел лет сорок пять тому назад в одной нравоучительной книжке и, каюсь (дело прошлое), на его мораль не обратил внимания, а поразился сказанным: что известь от воды нагревается. Решив проверить такой любопытный факт, я отправился на ближайшую постройку и столь же неблаговидно приобрел там нужный для опыта реагент. Опыт удался блестяще: вода, налитая на известь, закипела. Потом я видел, как каменщики „гасят“ известь, как смешивают ее с песком и на полученной каше (каменщики зовут ее „раствором“) складывают из кирпичей стену. С течением времени, как известно, эта каша так твердеет, что сама обращается в камень.

Все это дело обычное, но с химической стороны весьма поучительное, так как сопровождается прелюбопытнейшим „колдовращением веществ“.

Помните, конечно, что Павел Иванович Чичиков говорил о пользе наблюдения „колдовращения людей“. Не менее поучительно оно и для химических соединений.

Я уже говорил, что угольный ангидрид из воздуха поглощается водой океанов и там улавливается организмами. аходя в виде углекислой извести в состав их наружного скелета. Через миллионы лет известняки, образовавшиеся

из остатков этих организмов, становятся частью суши. Обжигая их в специальных печах, люди разлагают углекислую известь на известь и угольный ангидрид, уходящий опять в атмосферу или собираемый и утилизируемый для технических целей. Гашеная же известь в постройке снова поглощает из воздуха угольный газ и обращается в камнеподобную углекислую известь, выделяя при этом воду. Оттого-то и бывает сыро в недавно отстроенных и оштукатуренных домах. Ускорение отвердения „раствора“ достигается тем, что во вновь отстроенных домах жгут в жаровнях уголь, чтобы увеличить количество углекислого газа в воздухе и заодно высушить „потеющие“ стены. Песок к известковому цементу прибавляется для большей пористости последнего, чтобы легче в него проникал воздух.

Как видно, наша химическая шутка наводит на далеко не шуточные рассуждения о вечном круговороте веществ в природе и технике. Мы вдыхаем, поглощаем и извергаем вещества, быть может, до того тысячи раз побывавшие в организмах других людей и животных, а вещества, в данный момент входящие в состав нашего тела, еще немало раз послужат грядущим поколениям людей.

КЛЮЧЕВАЯ ВОДА В ЛЕТНИЙ ЗНОЙНЫЙ ДЕНЬ

Томительно жаркий день. Мучит жажда, а все напитки нагрелись, и нет льда, чтобы их охладить. Где бы достать хоть стакан холодной воды?

А химия на что?

Берем миску или широкую банку и, налив ее до половины водой, растворяем до насыщения *азотно-кислый аммоний*. Попробуйте-ка, как понизилась температура воды. Посмотрите, как „запотела“ банка снаружи. Это на ее холодных стенках осел водяной пар, всегда присутствующий в воздухе.

Опустим в банку тонкостенный или металлический стакан с теплой питьевой водой, и через несколько минут вы сможете утолить свою жажду освежающей студеной влагой.

Не выливайте раствора из банки. Слейте его в кастрюлю и поставьте на плиту. Выпарив воду, соберите остаток аммиачной соли, пока она не разложилась от жара, и спрячьте до нового случая, когда опять понадобится охладить ею воду.

Эта шутка опять же напоминает о серьезных вещах. Растворение *аммиачной селитры*—реакция, сопровождающаяся поглощением тепла. При помощи подобного химического охлаждения можно получить искусственный лед; раньше его так и получали, только при посредстве других реактивов. Вы, следовательно, видите, что раствор не всегда простая смесь: нередко растворимое вещество химически соединяется с частью воды, то понижая ее температуру, то, наоборот, повышая. Так, если осторожно, капля по капле, лить по стеклянной палочке (во избежание брызг) серную кислоту в холодную воду, то можно довести раствор почти до кипения.

Делать этого все же не станем; стакан может лопнуть и горячая кислота брызнуть на лицо и руки. Поэтому же *никогда не следует лить воду в серную кислоту*: первые капли ее при этом моментально обращаются в пар и вызывают разбрызгивание кислоты.

Такое же выделение тепла происходит при соединении воды с некоторыми безводными солями и при их кристаллизации совместно с нею. На этом основаны „химические грелки“ для теплых компрессов больным. Это резиновые подушки, наполненные кристаллами *укусно-натриевой соли*. Согревая подушку, доводят кристаллы до плавления и растворения безводной соли в кристаллизационной воде. При нагревании соль поглощает тепло извне и разлагается

на безводную соль и воду. При обратном процессе кристаллизации раствора, сопровождающемся соединением безводного вещества с водой, поглощенное тепло медленно выделяется, так что подушка в течение долгого времени остается горячей.

Как видите, нет такого химического явления, которое люди не сумели бы использовать для той или иной практической цели.

ЧТО НАПИСАНО ПЕРОМ...

Дмитрий Иванович Менделеев рассказывал однажды: „Еду я в Москве как-то на извозчике, а навстречу нам полицейские ведут кучку каких-то жуликов. Извозчик мой оборачивается и говорит: „ишь, химиков повели“.

Не знал простак, что вез одного из величайших в мире химиков, только не в том смысле, как он понимал это слово.

Бывают, не скрою, и между химиками „химики“, и не только у нас, но и в Англии.

Один из таких лондонских „химиков“ так умело подписал вексель, выданный им своему кредитору, что у того в руках оказался вексельный бланк без подписи.

Дело в том, что хотя написанное и нельзя, по пословице, вырубить топором, но иногда можно смахнуть носовым платком, как мел с классной доски.

Простейшие из таких нацело исчезающих чернил можете приготовить, размешав в воде *крахмал* до густоты сливок и прилив к смеси *иодной тинктуры*. Вы уже знаете, что в одной капле иода крахмал синее. Прилейте их несколько, и цвет раствора станет почти черным, а написанное им—темно-коричневым.

Когда такие „чернила“ высохнут, смахните их платком: написанного как не бывало.

Уверен, что никто из вас не использует знания этого факта для каких-либо неблагоприятных целей, да и современная научная экспертиза сделала такие успехи, что и в этом случае сможет восстановить следы написанного. Оттого и открываю вам этот секрет.

САЛАМАНДРОВЫ ВОЛОСЫ

Речь идет не об амфибии, называемой саламандрой—она безволосая, — а о духах огня западно-европейской демонологии.



Рис. 51. Яйцо, висящее на перегоревших нитях

Настоящая саламандра, вопреки ее названию, сгорает в огне, как и всякое живое существо; мифическая же саламандра несгораема; несгораемы и ее волосы.

Мы приготовим их из лубяных ниток или пряжи, в сгораемости которых без специальной обработки можете убедиться личным опытом. Что касается обработки, обращающей их в несгораемые, то она, правда, кропотлива, но не сложна.

Заготовьте насыщенный раствор обыкновенной *поваренной соли* в горячей воде. Сыпьте толченую соль в воду и размешивайте ее до тех пор, пока последняя порция соли останется нерастворенной, как бы долго вы ее не размешивали.

Не давая раствору остыть, погрузите в него волокна нити, предназначенные для превращения в саламандровы, и оставьте их в нем некоторое время, чтобы они хорошо пропитались жидкостью. Вынув, просушите, а когда высохнут, вновь подержите в горячем растворе. Повторите

такую операцию несколько раз, пока кристаллики соли не отложатся внутри волокон нити. Высушив в последний раз, приступайте к опыту.

Привяжите такую „свежепросоленную“ нить к ламповому крюку в потолке и подвесьте внизу на ней легонькое бумажное кольцо. Подожгите немного выше кольца. Пламя пробежит по ней до самого верху, но нить останется цела, и кольцо попрежнему будет висеть на ней.

Однако, в действительности нить-то при этом сгорит, не сгорит лишь пропитавшая ее соль, а сплавится в тонкий волосок, достаточно прочный, чтобы поддерживать бумажное кольцо.

Приблизительно так готовят в технике колпачки Ауэра для газо-или спирто-калильных ламп.

Описанную химическую шутку можно проделать в несколько более сложном виде, сплетя из таких „саламандровых волос“ небольшой гамак и подвесив его на таких же несгораемых нитях. В гамак положите выдутое яйцо, т. е. скорлупу от яйца, содержимое которого высосано через соломинку, вставляемую в маленькое отверстие, пробитое в остром конце яйца.

Такой опыт произведет на зрителей большее впечатление, чем первый, так как, не зная, что яйцо пустое, они будут думать, что сгоревшие нити удерживают своим пеплом довольно значительный груз (рис. 51).

На этом мы с вами и покончим знакомство с химией как с источником занимательных развлечений, хотя источник этот нами далеко не исчерпан.

ДОПОЛНЕНИЕ

ЧТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ КАЖДЫЙ ЖЕЛАЮЩИЙ САМОСТОЯТЕЛЬНО ПРОДЕЛАТЬ ОПЫТЫ, ОПИСАННЫЕ В ЭТОЙ КНИЖКЕ

Он должен знать:

- 1) как гнут и тянут стеклянные трубки,
- 2) как разрезают бутылки,
- 3) как нагревают, кипятят и выпаривают жидкости,
- 4) как обращаются со спиртовой лампочкой,
- 5) как измельчают и растворяют твердые вещества,
- 6) как фильтруют растворы.



Рис. 52. Сгибание трубки.

Кроме того, он должен уметь обращаться с ядовитыми и огнеопасными ве-

ществами и знать, чем пособить себе в случае отравления или ожога.

КАК ГНУТ И ТЯНУТ СТЕКЛЯННЫЕ ТРУБКИ

Держа трубку в пламени спиртовой лампочки в месте его наивысшей температуры, т. е. приблизительно на двух третях его высоты, все время вращают трубку, чтобы она нагревалась равномерно. Почувствовав, что стекло размягчилось, трубку медленно, и не нажимая на нее сильно руками, сгибают под желательным углом или дают ей согнуться самой (рис. 52).

Правильно согнутая трубка не должна суживаться в месте перегиба.

Чтобы оттянуть конец трубки и получить узкий конец с небольшим отверстием, размягчают трубку в намеченном месте, как и при изгибе, и разводят руки в стороны (рис. 53). Дав остыть, быстрым движением ломают трубку, после чего слегка сплавляют острые края излома или, если это нужно, заплавляют отверстие.

Режут трубки острым краем трехгранного напильника, намечая им кольцо вокруг трубки и несколько углубляя надрез в одном месте. Держа надрез углубленным местом вверх и для безопасности обернув трубку не туго полотенцем, быстро ломают ее. Острые края затупляют напильником или оплавливают в пламени спиртовой горелки.



Рис. 53. Вытягивание стеклянной трубки.

КАК РАЗРЕЗАЮТ БУТЫЛКИ

Существует несколько способов разрезки толстостенных бутылок и отрезки у них дна для обращения бутылки в стеклянный колокол или колпак. Одним из лучших будет следующий. Отступив на два миллиметра от намеченной линии, по которой должна быть расколота бутылка, обертывают ее полосками пропускной бумаги шириной в 2—3 сантиметра, накладывая их одну на другую, пока толщина всего кольца не достигнет трех—четырех миллиметров. Таким же кольцом окружаем бутылку с другой стороны линии раскола, также отступив от нее на два

миллиметра; между кольцами, следовательно, должен образоваться промежуток шириной в 4 миллиметра.

Полоски привязывают сверху нитью или тонкой проволокой и промачивают насквозь водой. Надрезав напильником бутылку по окружности в середине между полосками бумаги, подносят ее к лампе и нагревают царапину, медленно вращая бутылку.

Если при этом бутылка не лопнет сама по месту надреза, то к горячему еще стеклу прикасаются в одной из точек надпиленной окружности холодным железным стержнем.

Острые края разреза опиливаются полукруглым напильником, смачиваемым керосином.

КАК НАГРЕВАЮТ, КИПЯТЯТ И ВЫПАРИВАЮТ ЖИДКОСТИ

Небольшие количества жидкостей нагревают прямо в пробирке на голом огне, держа пробирку несколько наклонно и все время вращая, чтобы она нагревалась равномерно. Большие количества нагревают и кипятят в колбах или тонкостенных стаканах, прикрывая последние, чтобы жидкость не разбрызгивалась, куском листового стекла, положенного на стеклянных палочках.

Выпаривание с той же предосторожностью производится в фарфоровых чашках.

Колбы, чашки и стаканы ставят на медную или асбестированную сетку на треножнике (рис. 54), под которым ставят спиртовую лампочку.

Нагревание не выше точки кипения воды ведут в ее парах, ставя нагреваемую посуду над кастрюлькой с кипящей водой.

Нагревание спирта и других огнеопасных жидкостей производится опусканием содержащего их сосуда в теплую воду.

Не допускается нагревание, а тем более выпаривание растворов, содержащих летучие кислоты (уксусную, азотную, соляную), в комнатах, а только на открытом воздухе или перед вытяжным колпаком плиты.

То же самое относится ко всем случаям, когда нагревание сопровождается выделением вредных для дыхания газов.

Если нагревание вызывает слишком бурную реакцию, то лампочку отставляют по временам в сторону.

КАК ОБРАЩАЮТСЯ СО СПИРТОВОЙ ЛАМПОЧКОЙ

Лампочка, как и всякая химическая посуда, должна содержаться в полнейшей чистоте. Если она будет обрызгана какой-нибудь кипящей жидкостью, ее следует тотчас загасить и насухо вытереть тряпкой; если жидкость попала на фитиль, его заменяют новым.

Никогда не дополняют лампочку спиртом, не загасив ее предварительно. Гасят, покрывая фитиль колпачком, а не задувая ртом. Фитиль всегда должен касаться дна лампочки. Пролитый загоревшийся спирт гасят, засыпая песком.

КАК ИЗМЕЛЬЧАЮТ И РАСТВОРЯЮТ ТВЕРДЫЕ ВЕЩЕСТВА

Твердые вещества, как растворимые, так и нерастворимые, купленные в больших кусках, измельчают ударами молотка, обернув в белую фильтровальную бумагу, чтобы не допустить разбрасывания осколков. Дело не так в экономии, как в нежелательности потери даже ничтожного

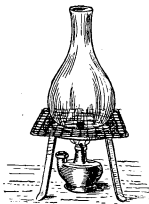


Рис. 54. Нагревание на сетке.

кусочка какой-нибудь не безразличной для здоровья соли. Найденный на полу ярко окрашенный осколок кристалла медного купороса, например, может быть принят ребенком за кусочек конфеты и отправлен в рот.

Мелкие куски толкутся, вернее, растираются в совершенно чистой фарфоровой (но не металлической) ступке, таким же чистым фарфоровым пестиком.

Особенно внимательно следует производить эту операцию с веществами, взрывающимися при ударе или в смеси

с другими веществами, например, при измельчении бертолетовой соли.

Растворяют обращенные в порошок твердые вещества, ссыпая их с листа бумаги (рис. 55) в колбу, которую держат наклонно.

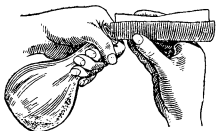


Рис. 55. Ссыпание в колбу.

Большинство веществ лучше растворяется при нагревании или в нагретом предварительно растворителе. Для ускорения растворения полезно перемешивать растворяемое вещество совершенно чистой стеклянной палочкой.

Как нагревание, так и перемешивание удаляют от растворяющегося вещества образующийся в непосредственной близости к нему насыщенный им раствор жидкости, заменяя его свежей порцией растворителя.

КАК ФИЛЬТРУЮТ РАСТВОРЫ

Вырезав кружок фильтровальной бумаги так, чтобы его радиус был несколько меньше, чем образующая конуса воронки, складывают его вчетверо по двум взаимно

перпендикулярным диаметрам. Для более быстрого фильтрования кружок складывают наподобие бумажного веера. Горячие жидкости фильтруются скорее холодных, но в первые моменты осадок при этом проходит сквозь фильтр, так что фильтрат (процеженный раствор) приходится при этом сливать обратно в воронку. Фильтр должен плотно прилегать к стенкам воронки, что достигается пропусканием через фильтр до начала фильтрования небольшого количества горячей воды. Фильтруемую жидкость раньше, чем слить в воронку, надо хорошеенько взболтать. Сливают взболтанный раствор по стеклянной палочке (рис. 56).



Рис. 56. Фильтрование.

Когда не гонятся за полнотой отделения осадка от фильтрата, то дают смеси устояться, осадку осесть на дно и осторожно сливают с него жидкость.

КАК ОБРАЩАЮТСЯ С ОГНЕОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Главное правило: никогда не забывать об их огнеопасности.

Не зажигать горючие газы, не убедившись в их чистоте, во избежание взрыва их смеси с воздухом. Опыты сжигания таких газов и взрывов небольших количеств смеси их с воздухом проделывать не в непосредственной близости к прибору, в котором получается огнеопасный газ, а как можно от него подальше.

Сосуды, в которых взрывают газы, должны быть не туго обернуты полотенцем. Отверстие сосуда должно быть направлено в сторону от экспериментатора и зрителей.

Не держать запаса огнеопасных жидкостей, манипулировать с минимально необходимым количеством. Плотнo закупоривать и отставлять подальше от лампы бутылку, из которой наполнялась лампочка.

Не проделывать никаких опытов с эфиром в помещении с горящим огнем.

Загоревшиеся жидкости гасить песком.

Не держать в запасе никаких взрывчатых смесей твердых тел; приготовленные для опыта и почему-либо не израсходованные уничтожать.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Аккуратность, аккуратность и опять-таки аккуратность это — альфа и омега всех требований, предъявляемых к химику-экспериментатору.

Все приборы, химическую посуду, горелку, стол для опытов—словом, все, что составляет вашу импровизированную лабораторию, необходимо содержать в полной чистоте и в строгом порядке.

Производимая вами химическая манипуляция может являться сюрпризом для зрителей, но печально, если она окажется дающей результат, неожиданный самими вами. А это, конечно, может случиться, если перепутаете, например, требующиеся для опыта реактивы.

Не забывайте, что многие химические реакции, легшие в основу описанных на страницах этой книжки развлечений, крайне чувствительны. Малейшие, незамеченные вами, следы какого-нибудь вещества, оставшиеся в стакане или другой посуде от предыдущего эксперимента, могут совершенно испортить весь эффект демонстрируемого вами опыта.

Мыть посуду следует горячей водой, насухо вытирать чистым полотенцем и после того ополаскивать дистиллированной или мягкой дождевой водой.

Пробирки, широкие трубки, горла колб, реторт и бутылок очищают при помощи круглых (точнее, цилиндрических) щеточек, напоминающих ламповые щетки в миниатюре.

Трубки внутри очищаются проталкиванием сквозь них твердой проволокой (железным прутиком) кусочков мокрой фильтровальной бумаги.

Руки экспериментатора должны быть не только ловки, но и совершенно чисты.

По возможности не касайтесь руками употребляемых вами реактивов. Берите их из банок, если они в кусках или в кристаллах, пинцетом (рис. 57) или щипцами; если в порошке, высыпайте из банки на листок чистой фильтровальной бумаги и с нее прямо в горло колбы или в стакан, не пересыпая предварительно на ладони руки.

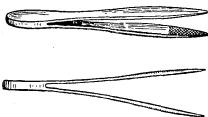


Рис. 57. Пинцеты.

Еще раз напоминаю: беря склянку с соляной кислотой или банку с порошком медного купороса, вы должны быть твердо уверены, что берете действительно соляную, а не азотную или серную кислоту, медный купорос, а не другую, схожую с ним по цвету, соль и т. д.

Всякое вещество, вами применяемое в дело, должно храниться в склянке, банке или коробочке с ярлыком, на котором должно быть четко написано название этого вещества.

Отсюда следствие: все реактивы должны быть совершенно чистыми и не содержать даже ничтожных количеств примесей, которые могли бы изменить результат взаимодействия этих реактивов друг на друга.

К сожалению, последнее зависит не только от вашей аккуратности, но и от чистоты продажных реактивов.

Если их не могут отпустить вам в аптеке или магазине с гарантией за их чистоту, лучше откажитесь от опыта, для которого они вам были нужны.

Не пытайтесь заменить одно вещество другим. Это допустимо только в некоторых случаях, и для такой замены нужно знать химические свойства данных веществ.

ЧТО ДЕЛАТЬ В НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

При соблюдении достаточной осторожности никаких несчастных случаев при самостоятельной переделке вами всех выше описанных опытов быть не должно, но так как нельзя предусмотреть всех случайностей (кошка может вскочить на стол и свалить прибор для добычи газа, ребенок может взять в рот кристалл вредного для здоровья вещества и т. п.), то отметим главнейшие меры, предупреждающие вредные последствия таких случайностей.

Общее правило: никогда не теряться, оставаться хладнокровным в момент опасности и быстро применить парализующие ее средства.

ПОРЕЗЫ ОСКОЛКАМИ СТЕКЛА

Обильное промывание чистой водой, полное удаление всех осколков, проникших в рану, приостановка кровотечения перевязкой выше места пореза, прикладыванием кровеостанавливающей ваты, пропитанной раствором хлорного железа (иметь под руками заранее заготовленную или купленную, хранить в широкогорлой стеклянной банке с притертой пробкой), бинтованием—только после удаления из раны стекла и веществ, которыми оно было загрязнено.

Обязательное обращение к врачу.

Последнее необходимо не только в тех случаях, когда порезана артерия, так что кровь бьет фонтаном и остановить ее домашними средствами не удастся, но и при самых легких порезах, если в ранку попало какое-нибудь вещество. В последнем случае возможно отравление крови.

О Ж О Г И

Обожженные места смазать борным вазелином и прикрыть слоем стерилизованной ваты. Небольшие ожоги, тотчас присыпанные порошком соды, слегка увлажненным водой, не дают пузырей. Образовавшиеся пузыри самому не прокалывать. В предупреждение осложнений даже при легких ожогах обращаться к врачебной помощи.

При ожогах *кислотами* тотчас обмыть пораженное место *большим* количеством воды, что особенно важно при ожоге серной кислотой, затем слабым раствором нашатырного спирта, соды или зеленого (жидкого) мыла.

Когда кислота будет тщательно отмыта (синяя лакмусовая бумажка, приложенная к месту ожога, не меняет цвета), пораженное место смазывается маслом и осторожно забинтовывается (без ваты) марлевым бинтом (иметь в запасе, хранить в банке, чтобы не запылился). И в этом случае, во избежание осложнений, обязательно последующее обращение к врачу.

Разъедание кожи *щелочами* требует такой же помощи, как и при ожоге кислотами, но предварительное обмывание производится водой с примесью уксуса или, что лучше, слабого раствора чистой уксусной кислоты. Особенно беречься брызг кислот и крепких растворов щелочей в глаза. Обильное промывание только водой, немедленный вызов врача. В предупреждение лучше работать, защитив глаза очками; для людей с нормальным зрением — очками с простыми стеклами.

ОТРАВЛЕНИЯ

Отравление кислотами. Пострадавший должен вслед за случайным приемом кислоты внутрь немедленно запить раствором двууглекислой или обыкновенной соды, магнезии, или хотя бы разболтанным в воде толченым мелом. Отнюдь не принимать никаких рвотных средств и не стараться вызвать рвоту механическим раздражением гортани. Немедленное и обязательное обращение к врачу, как бы легок ни казался случай, даже при отсутствии сильных болей и рвоты.

Особо опасно отравление серной и азотной кислотой, отчего мало опытному любителю лучше не иметь их в своей лаборатории. Как мы видели, и без применения этих кислот можно проделать большое количество самых разнообразных опытов.

Отравление щелочами. Пить воду с уксусом или с лимонным соком, к рвоте не прибегать. Вызвать врача.

Отравление солями тяжелых металлов. Наиболее ядовиты ртутные соли, но мы их в наших опытах поэтому и не применяем. Все же на всякий случай скажу, что при отравлении сулемой и другими солями ртути следует пить молоко „до отказа“ и яичный белок. Остальное—дело врача, помощь которого в этом случае опять-таки неизбежна.

Из упомянутых мною в книге ядовитых солей особо опасны растворимые или растворяющиеся в организме соли свинца (например, *свинцовый сахар*). При отравлении вызвать рвоту, пить крепкий раствор *глауберовой соли*.

Противоядие против солей меди (например, медного купороса)—яичный белок, порошок металлического железа, толченый древесный уголь. Не есть ничего жирного.

Соли железа менее опасны (при одинаковых количествах, принятых внутрь). В этом случае желателен хороший прием касторового масла. Полезны молоко и яичный белок.

Самыми страшными минеральными ядами являются производные синильной кислоты. Самое ничтожное количество их, проникшее в организм через рот или царапину на коже, почти неизбежно ведет к смерти. Противоядие: большое количество полупроцентного раствора марганцевокислого калия (минеральный хамелсон), обмывание царапин раствором железного купороса, для поддержания деятельности сердца—черный крепкий кофе.

Мы, понятно, нигде такими страшными ядами не пользуемся. *Роданистые соединения* (в опыте с окрашиванием раствора хлорного железа в кроваво-красный цвет) и *желтая и красная кровяные соли (железо и железистосинеродистые соединения)* далеко не так опасны. Несмотря на близость их к собственно цианистым соединениям, как *цианистый калий*, они менее опасны, чем соли меди и свинца. Противоядия те же: марганцево-кислый калий и железный купорос.

Затем в одном из опытов нам приходилось применять *ляпис (азотно-кислое серебро)*; это тоже очень опасное соединение. При отравлении им проделывают в организме ту же реакцию, для которой мы им пользовались в фокусе превращения воды в молоко: дают крепкий раствор поваренной соли. Затем — молоко, яичный белок.

Далее, не вполне приятна неизбежность пользования солями *хрома*; они также вредны при проникновении в кровь через царапины. При внутреннем отравлении—молоко, белок, известковая вода с сахаром; при наружном—обмывание 2% раствором карболовой кислоты.

Надо ли повторять все тот же припев: во всех случаях, не говоря уже о тяжелых, но даже кончившихся, казалось бы, вполне благополучно, обращаться к врачу. Не забывайте, что всякое отравление может иметь дальнейшие вредные последствия, и не старайтесь обойтись без врача. Все указанные средства—только *предварительные*, до его прихода.

Не забывайте также, что средства против отравления известны аптекарям и отпускаются ими вне очереди.

Отравление газами. Из газов, с которыми нам приходилось иметь дело при опытах, вреден только хлор. В случае отравления им (кашель, удушье)—чистый воздух, давать нюхать нашатырный спирт. Те же средства и искусственное дыхание при обмороке применяются к угоревшим. Дальнейшее—дело врача.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРОТИВ ОТРАВЛЕНИЯ

Все нужные для опытов вещества хранить в запертом на ключ шкафу.

Ничего не пробовать на вкус.

Тщательно мыть руки после работы.

Не перемешивать порошков рукой и не брать в руки никаких твердых соединений, не мочить рук в растворах и т. п., если на руках есть царапины или ссадины.

Тотчас по окончании опыта прятать нужные в будущем не израсходованные реагенты, а все ненужное уничтожать, выливая в места, недоступные не только людям, но и домашним животным.

При соблюдении этих правил и самой педантичной аккуратности во всех ваших занятиях опасность пользования веществами, названными в этой книжке, можно считать низведенной до минимума.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие к первому изданию	3
Предисловие к четвертому изданию	4
Что такое химия?	5
Химическая магия	8
Послушная папироса	9
Три кита химии	12
Превращение жидкостей	15
Молоко из воды	16
Вода и вино в одной бутылке	18
Вода из бутылки с вином	20
Из воды разноцветное вино и снова вода	21
Превращение воды в чернила и чернил в воду	—
Вода из радуги	22
Мнимая ошибка физиков	24
Вода в молоко, молоко в воду	25
Превращение воды в кровь	26
Как одной краской красят в разные цвета	27
Секрет старых красильщиков	28
Улика булочников	29
Забывтое слово	30
„Канцелярское семечко“	31
Золото, растворимое и растворенное	33
О страшных газах	39
Самый легкий газ	40
Вода из огня	46
Взрыв азостата	47
Переливание вверх	48
Мыльные пузыри	49

	Стр.
Загадочный фонтан	51
Из желтого в зеленое без прибавления синего	52
Военная химия	53
Хлор, цветы и цвета	59
Окраска хлором в синий цвет	61
Окраска хлором в красный цвет	—
И еще окраска хлором	62
Горение без воздуха	63
Горение без зажигания	65
И негорючее может гореть	—
Дымовая завеса	66
Фейерверк в склянке	67
Еще страшный газ	69
„Страшный спутник наших жилищ“	70
Голубой и водяной газы	75
Газы дыхания и горения	76
Жизненный эликсир	78
Газ, в котором горит железо	79
Горящее железо	83
Живые мертвецы	84
Химия неба	87
Куда делся кусочек угля?	89
Невидимое нечто и опыты с ним	93
Таинственный опыт с весами	94
Природа-архитектор	—
Плавающие пузыри	96
Отчего стреляет пушка?	97
Очистить яйцо, не разбив скорлупы	99
Ныряющее яйцо	—
Растущее яйцо	—
Яйцо в бутылке	100
Еще опыты с газами	102
Очистка испорченного воздуха	—
Химические мотыльки	103
Подводная лодка из коробочки	104

	Стр.
Вредные газы, приносящие пользу	106
Дар вулканов	—
Опыты с сернистым газом	108
Гашение огня горячей серой	110
Зеленый лев	111
Белый снегирь	112
Газ тухлых яиц	113
Кое-что о трехцветных кошках	115
Превращение белой кошки в черную	116
Отчего темнеют картины?	117
Газ древнего Аммона	118
Химическое хлебопечение	120
Домашний огнегаситель	121
Опасность безопасных веществ	122
Синий фонтан из красной воды	124
Красный фонтан из синей воды	126
Куращийся мыльный пузырь	—
Химические развлечения без приборов	128
Химическая живопись и тому подобное	—
Мгновенная фотография, да еще цветная	129
Секретные чернила	130
Появляющиеся и исчезающие чернила	132
Магическая картинка	133
Букет цветов—указатель погоды	134
Живопись по дереву	135
Краснеющая девица	136
Зеленые крокольчики	137
Превращение белой розы в красную	—
Синий хлеб	139
Безопасная пиротехника	140
Огонь-художник	—
Бумага, горящая цветным пламенем	142
Цветное пламя	144
Подводный огонь	145

Кое-что о кристаллах	147
Цветной раствор бесцветного вещества	—
Сад зимой среди лета	149
Сад химика	150
Химические шутки	153
Как сварить яйцо без огня?	—
Рассказ о неблагопpавном мальчике	154
Ключевая вода в летний знойный день	155
Что написано пером...	157
Саламандровы волосы	158

ДОПОЛНЕНИЕ

Что должен знать каждый желающий самостоятельно про- делать опыты, описанные в этой книжке	160
Как гнут и тянут стеклянные трубки	—
Как разрезают бутылки	161
Как нагревают, кипятят и выпаривают жидкости	162
Как обращаются со спиртовой лампочкой	163
Как измельчают и растворяют твердые вещества	—
Как фильтруют растворы	164
Как обращаются с огнеопасными веществами	165
Общие правила	166
Что делать в несчастных случаях	168
Порезы осколками стекла	—
Ожоги	169
Отравления	170
Общие правила предосторожности против отравления	172

КООПЕРАТИВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВРЕМЯ»

Ленинград, Стремянная, 4. Тел. 1-84-61

«ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ НАУКА»

СЕРИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ КНИГ

- Аржанов, С. П., проф.**—Занимательная география.
С 72 рисунками. 200 стр. 1.50
- Вейгелин, К. Е.**—Занимательная авиация.
С 119 рисунками. 232 стр. 1.90
- Никольский, А. М., проф.**—Занимательная зоология.
3-е издание С 50 рисунками. 192 стр. 1.40
- Перельман, Я. И.**—Занимательная арифметика.
Загадки и дидактики в мире чисел.
3-е издание. С 56 рисунками. 192 стр. 1.50
- Перельман, Я. И.**—Занимательная геометрия на вольном
воздухе и дома.
3-е издание. С 160 рисунками. 240 стр. 1.60
- Перельман, Я. И.**—Занимательная математика в рас-
сказах.
3-е дополненное издание. С 27 рис. 144 стр. 1.10
- Перельман, Я. И.**—Занимательные задачи.
С 137 рисунками. 152 стр. 1.25
- Перельман, Я. И.**—Занимательная физика.
Издание 9-е, исправленное.
Книга первая. С 131 рисунком и 4 табл. 232 стр. 1.65
Книга вторая. С 125 рисунками. 260 стр. 1.65
- Перельман, Я. И.**—Занимательная астрономия.
С 110 рисунками (печатается).
- Рюмин, В. В.**—Занимательная химия.
Опыты и развлечения из области химии.
4-е издание. С 57 рисунками. 176 стр. 1.10
- Рюмин, В. В.**—Занимательная электротехника.
Опыты и развлечения из области электротехники.
4-е издание. С 75 рисунками. 192 стр. 1.45
- Рюмин, В. В.**—Занимательная электротехника на дому
и самодельные электрические приборы.
3-е издание. С 43 рисунками. 144 стр. 1.20
- Ферсман, А. Е., акад.**—Занимательная минералогия.
С 100 рисунками. 320 стр. 2.40
- Цингер, А. В., проф.**—Занимательная ботаника.
Пестрые беседы любителя.
3-е издание. С 80 рис. 164 стр. 1.25

КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ
КАТАЛОГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА ВЫСЫЛАЮТСЯ
ПО ТРЕБОВАНИЮ БЕСПЛАТНО

