
ВВЕДЕНИЕ

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* и изменении их внутреннего строения. 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.

* Если, конечно, иметь в виду так наз. химически чистое железо, потому что технически применимое железо по составу далеко не просто.

Химия и занимается не самими вещами, а теми веществами, из которых состоят вещи, минералы, растительные и животные организмы. Эти вещества могут быть химически-сложными, разлагаемыми на простые, и химически не разлагаемыми (химическими элементами). Все газообразные, жидкие и твердые вещества, хотя и кажутся сплошными, состоят из отдельных частиц (молекул). Молекулы построены из атомов. Молекулы химических элементов — из одинаковых атомов, а сложных веществ — из разных. Химия изучает строение молекул, перегруппировку в них атомов при химических реакциях (взаимодействии веществ) и явления, сопровождающие эту перегруппировку.

«Вещество», материя образует все отдельные вещества, 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 волей-неволей 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 виде одного из ее продуктов, и с химическим процессом — действием мыла на кожу.

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

А сколько людей занято химией, чтобы доставить нам все необходимое для жизни!

Вставая утром, вы оделись и обулись. Одежда, то есть 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 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 материалы для изготовления убийственных ядов.

Как видите, химия — наука разносторонняя.

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.

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, скажем, садитесь за стол писать или рисовать — и видите, что и тут химия вместе с другими науками и техникой пришла вам на помощь, изготовив чернила, «химический» карандаш, краски и бумагу.

Химия — удивительная наука! Она научила нас познавать состав небесных тел и даже определять их возраст, она вручила нам оружие для борьбы со многими болезнями, она является основой и существом многочисленных производственных процессов. Благодаря химии и ее достижениям мы изучаем «поведение» вещества, увеличиваем количество и улучшаем качество нашей продукции.

Первым бессознательным химиком был доисторический дикарь, который зажег огонь. Быть может, это случилось много тысяч 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.

В наше время без химии и без знания ее обойтись невозможно. Нет отрасли человеческой жизни, которая не имела бы прямой или косвенной связи с этой великой наукой. Колхозника она учит, как удобрять обрабатываемую им почву, воину помогает поражать врага, врачу — лечить больных, художнику — писать картины, инженеру, рабочему — выплавлять металлы, производить стекло, сахар, керосин, бумагу и тысячи других продуктов. Даже поэту она подносит чернила, чтобы он мог зафиксировать продукты своего творчества, и типографскую краску, чтобы напечатать свои стихи.

Таким образом, часто сами этого не подозревая, мы тесно связаны с химией!

Познакоимся же с ней.

Но знакомство это произведем не по специальному учебнику химии, а по этой книге. Попытаемся на легких, интересных опытах узнать основы этой науки.

Нам, гражданам первого в мире Союза Социалистических Республик, знакомство с химией особенно нужно. Мы в большей или меньшей степени осведомлены о колоссальном процессе электрификации нашей обширной территории, но далеко не все мы знаем, что одновременно с электрификацией у нас широко развернута и химизация страны, то есть внедрение передовых достижений химии в нашу добывающую и обрабатывающую промышленность, в охрану народного здоровья и повседневный быт, в дело укрепления обороны нашей великой родины*.

Раньше страна наша не имела химической промышленности, все необходимые ей химические продукты ввозились из-за границы. В итоге двух первых пятилеток мы создали и развиваем собственную химическую промышленность. У нас возведены и возводятся новые величайшие в мире химические комбинаты — группы связанных между собою химических заводов, вырабатывающих все главные основные** и производные химические продукты.*** Потребность в людях, знающих химию, растет у нас год от года.

Нет, не знать химии нам никак нельзя!

Достижения химии в СССР

Почему именно нам?

Потому что мы — граждане страны, которая первая в мире сбросила капиталистическое рабство и освободилась для свободного творческого труда.

* Подробно обо всем этом сказано в моей книге «Химия вокруг нас».

** В общежитейском, а не специально химическом смысле этого слова.

*** Кстати, надо отметить, что в 1933 г. у нас пущен завод химических реактивов, так что недостатка в них вскоре не будет. Возможно, что не все упоминаемые в этой книжке вещества, нужные для опытов, читатель сможет раздобыть. Но для большинства опытов реактивы добыть можно.

Чьим интересам служили ученые-химики раньше?

Интересам правящих классов, интересам эксплуататоров чужого труда.

Средневековый алхимик под страхом тюрьмы и пыток тшил ся превращать в золото другие металлы. Он работал на какого-нибудь владетельного князька. Химики капиталистической эры волей-неволей являлись и являются слугами капитала. Изобретая сверхсильные взрывчатые вещества, придумывая все новые и новые отравляющие вещества, — кого, как не капиталистов своей страны, поддерживают они против войск других стран и против готового восстать пролетариата?

И только у нас наука, и в том числе и химия, работает для улучшения жизненных условий трудящихся, для защиты социалистического отечества от покушений интервентов.

Поэтому-то именно у нас, в стране, которая при царизме плелась в хвосте других стран, ныне возникла химическая промышленность, которой в недалеком будущем предстоит стать первой в мире по количеству, качеству и разнообразию продукции.

Тов. Сталин сказал, что у нас не было химической промышленности, а теперь она есть. И она развивается такими темпами и в таких размерах, каких не видел мир.

То, на что в капиталистических странах требовались десятилетия, у нас было достигнуто в последние 6–8 лет.

У нас построены крупнейшие в мире заводы искусственных удобрений (в Щиграх, Черноречье, Березниках, Сталиногорске, Горловке и других местах), дающие возможность повысить урожайность наших социалистических колхозных и совхозных полей. В царской России искусственные удобрения главным образом ввозились из-за границы и применялись лишь в крупных помещичьих хозяйствах, крестьянские поля их не знали. Сейчас у нас выделяется почти миллион тонн различных удобрений, почти вдесятеро больше, чем ввозилось и изготовлялось до революции. У нас действуют крупнейшие сернокислотные заводы, а серная кислота, как узнаете в дальнейшем, является мерилем развития в стране химической промышленности вообще, так как применяется в большинстве химических производств. И этот-то необходимый продукт химической техники в царской России вы-

дельвался в количестве, не превышавшем 250 тыс. тонн, то есть вдесятеро меньше, чем его производят в США, тогда как в 1935 г. продукция наших заводов достигла 1200 тыс. тонн, а на 1937 г. запланировано увеличить ее до 1800 тыс. тонн: увеличение против 1913 г. более, чем в семь с половиною раз.

Аналогичными темпами увеличивается продукция и всех других химических производств.

Не довольствуясь расширением производств, существовавших в довоенное время, мы создали многочисленный ряд новых. Типичным примером последних может служить производство синтетического каучука, нигде в мире не изготавливающегося в таких количествах, как у нас. Капиталистическая химия не смогла конкурировать с дешевым (благодаря рабскому труду туземцев) естественным каучуком тропических стран. Кроме того, эта задача оказалась не по плечу капиталистической технике. Небольшие заводы синтетического каучука, существовавшие в Германии во время войны, закрылись по ее окончании. Даже США не смогли развить у себя этой отрасли химической промышленности. Только у нас, при социалистическом народном хозяйстве, оказалось возможным построить крупные заводы синтетического каучука (в Ефремове, Ярославле, Воронеже и пр.).

У нас заново создана алюминиевая и магниевая промышленность, давшая возможность получения сплавов легких металлов, не уступающих в прочности стали. Одновременно освоение техники производства редких тугоплавких металлов дало нашему станкостроению такие сплавы, как «победит» и «сталинит», которые не уступают по твердости лучшим импортным.

Заново же созданы такие важные отрасли химической промышленности, как производство искусственных органических красок, азотистых соединений из азота воздуха, лекарственных веществ, йода, камфары, сахаристых веществ и винного спирта из древесины, искусственного шелка и десятки других производств, о которых и не грезил царская Россия.

Достаточно указать на необычайно сложное производство противомаларийного препарата акрихина и искусственного индиго, освоенное в 1935 г. Введены новые технологические методы производств при высоких температурах и давлениях, как например,

синтез аммиака из азота и водорода, синтез метилового спирта из газообразных окиси углерода и водорода и др.

Развертывание стахановского движения в химии уже повело к значительно более продуктивному использованию заводской аппаратуры. В декабре 1935 г. производительность наших сернокислотных заводов в 8 раз превысила среднюю суточную производительность их в 1925 г., а суперфосфатных даже более чем в 13 раз.

И, хотя в области химизации СССР нам остается сделать еще весьма многое, как в смысле увеличения числа химических заводов и роста их производительности, так и в смысле приложения химии ко всем отраслям народного хозяйства, мы уверенно можем сказать, что и на этом участке мы уже догоняем, а в некоторых случаях и перегоняем передовые по технике капиталистические страны.

Все это стало возможным после освобождения нашего рабочего класса, нашей науки из цепей капитализма.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ХИМИЧЕСКАЯ «МАГИЯ»

(реакции соединения)

Среди фокусов, которыми в прежние времена заезжие «профессора белой и черной магии» поражали обывателей глухих провинциальных городов, многие основаны на химии.

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

Опыты эти приводили в трепет невежественное население дореволюционной провинции, не знавшее химических законов, положенных в основу всех этих «фокусов».

Я покажу вам несколько десятков таких опытов, и вы увидите, что они не только любопытны, но зачастую и весьма поучительны. Знакомство с сущностью этих опытов открывает нам главнейшие законы химии.

Послушная папироса

Одним из самых простых и в то же время наиболее мудреных фокусов для незнающих химии является такой: фокусник берет в рот папиросу и, показывая на стоящий перед ним стакан, говорит, что сейчас он соберет дым папиросы в этот стакан, да еще в 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 опыт можно варьировать 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.

Говоря так, вы обратите внимание зрителей на стакан, прикрытый куском картона, на котором стоит другой стакан, опрокинутый вверх дном. Еще лучше, если замените стаканы двумя узкими и высокими стеклянными цилиндрами с широкими фланцами (рис. 2).

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

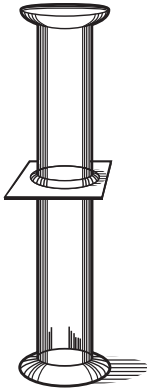


Рис. 2. Видоизменение предыдущего опыта

Можно обойтись и без всякой посуды и изумить своих товарищей, 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*, порошок которого жгут для освещения помещений при фотографических съемках.

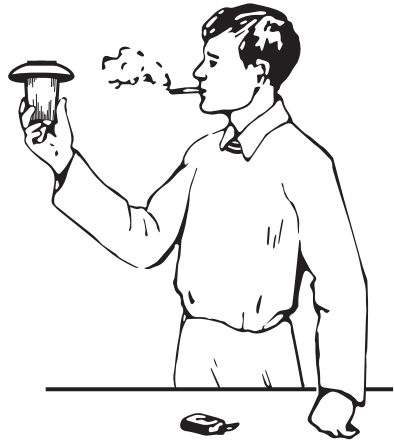


Рис. 1. Стакан наполняется дымом



Рис. 3. Дым из одной трубки идет в другую

Один конец ее укрепляю в пробке, пробкою же закупориваю бутылку с отрезанным дном, так что ленточка висит внутри нее. На тарелку наливаю воды, зажигаю магний снизу и ставлю бутылку в тарелку.

Вскоре бутылка наполняется белым дымом.

Я сейчас заставлю его перейти из бутылки 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).

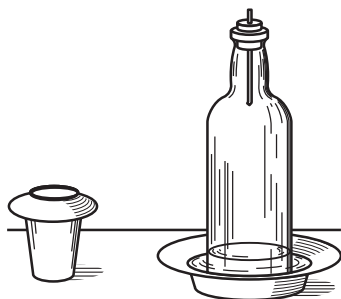


Рис. 4. Дым исчезает в бутылке и появляется в стакане

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

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

Но объясним химический смысл всех этих фокусов.

Конечно, дым от выкуренной папиросы рассеивается в воздухе, а в бутылке образуются белые хлопья: результат соединения кислорода воздуха с магнием — *окись магния*. Два простых вещества (химических элемента) дали сложное.

Поднятие воды под бутылкой объясняется тем, что часть находящегося в ней кислорода соединилась с магнием.

Ну, а причина появления дыма в закрытом стакане?

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

Соляная кислота — это раствор в воде *хлористоводородного* газа, а нашатырный спирт — тоже раствор в воде другого газа — *аммиака*. Оба летучи и, выделяясь из растворов и смешиваясь в воздухе, соединяются в виде дыма в микроскопические кристаллики *нашатыря*. Два сложных вещества (кислота и щелочь) дали другое сложное (соль).

Опыт объясняется, следовательно, просто, но вводит нас сразу в гущу химических понятий, давая нам сведения о существовании таких веществ, как *кислоты, основания, соли*.

Что они в отдельности 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, то есть не втягивает воздух в себя, а, наоборот, выдыхает его через трубки, вдыхая носом.

Вот и весь 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 неметаллов являются теми «кирпичами мироздания», из которых построена вселенная.

Однако, с 1919 года, когда одному английскому ученому удалось доказать сложность состава *азота**, 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 три группы, имеющие особо важное значение для прикладной химии: *кислоты, основания и соли*.

Народная фантазия представляла Землю стоящей на трех китах. Наука давно освободила китов от этой непосильной для них

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

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, вероятно, ближе всего знакомы с *уксусной*, которой столовый уксус обязан своим 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 ими бумажку в красный цвет. Все они содержат в своем составе элементы неметаллического характера (так называемые *металлоиды*).

Определять, что такое *основания*, пока не буду; 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 — 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 сернокисломарганцевая соль так и называется горькой солью), есть и сладкие (уксуснокислосвинцовая недаром носит название свинцового сахара). Не вздумайте только пробовать их на вкус!

Все соли способны образовывать кристаллы, и многие из них не действуют на лакмусовую бумажку, — многие, но далеко не все.

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

та. Реакции, при этом происходящие, называются реакциями обменного разложения.

На этих свойствах солей основана целая серия поразительных опытов-«фокусов», которые я вам собираюсь показать.

Но гораздо важнее то, что на тех же свойствах держится техника производства кислот и оснований, солей, красок и крашения пряжи и тканей и других химических производств.

Самая нужная кислота

Крайне благоприятным обстоятельством для развития химической промышленности является тот факт, что самая важная из всех кислот является и самой дешевой.

Это — серная кислота.

Количество серной кислоты, вырабатываемое в той или иной стране, является показателем развития в этой стране химической промышленности вообще.

Еще бы! Без серной кислоты химик «как без рук». Она необходима для получения большинства других кислот, как минеральных, так и органических, очень многих солей и других химических соединений. Она применяется для превращения древесины в газетную бумагу, для превращения крахмала в сладкую патоку, для получения многих красок и взрывчатых веществ, для очистки нефтяных продуктов, в технологии черных и цветных металлов, в коксо-бензольном и кожевенном производстве и в ряде других производств. И, главное, при ее посредстве получают ценные удобрения — суперфосфаты, на что уходит почти одна треть всей вырабатываемой у нас серной кислоты.

И вот этой-то необходимейшей кислоты в царской России производилось в 10 раз меньше, чем в США.

Советская власть, приступая к созданию у нас мощной химической промышленности, в первую очередь озаботилась всемерно развить производство серной кислоты. С 250 тыс. тонн в дореволюционное время до 1800 тыс. тонн в 1937 г. — вот каков рост сернокислотного производства. Увеличение продукции более чем в 7 раз. Таких темпов капиталистическая техника не знает!

Катализаторы химических реакций

Не все реакции соединения идут так гладко, как показанное вам мною соединение хлористого водорода с аммиаком; во многих случаях вещества, могущие соединяться друг с другом, либо вовсе «не хотят» соединяться, либо соединяются крайне медленно.

В этих случаях прибегают к так называемым контактными реакциям (реакциям соприкосновения), происходящим при посредстве особых веществ — катализаторов, не входящих в состав конечного продукта реакции и остающихся по окончании реакции неизменными.

Получение серной кислоты и является как раз примером таких контактных реакций.

Серная кислота получается соединением серного ангидрида с водой. Серный ангидрид получается, в свою очередь, присоединением атома кислорода к молекуле сернистого ангидрида.

С серой и сернистым ангидридом нам еще предстоит в дальнейшем познакомиться, а пока скажу, что сера, сгорая на воздухе, дает газообразный сернистый ангидрид, молекула которого состоит из одного атома серы и двух атомов кислорода. Серный же ангидрид — тело твердое, в молекуле которого имеется третий атом кислорода. Задача катализаторов — присоединить этот третий атом кислорода к молекуле сернистого ангидрида.

Решается она двояко: либо в свинцовую камеру вместе с сернистым ангидридом и парами воды вводят небольшое количество окислов азота, либо в камеру помещают губчатую платину. Первые отдают свой кислород сернистому ангидриду, а сами снова окисляются кислородом воздуха, вторая, сгущая на своей поверхности кислород, окисляет сернистый ангидрид в серный.

Сейчас в нашей химической промышленности широко пользуются катализаторами для получения весьма многих, преимущественно органических, соединений. Дореволюционная химическая промышленность использовать такие реакции не умела, да и самих производств, в которых они применяются, тогда не было.