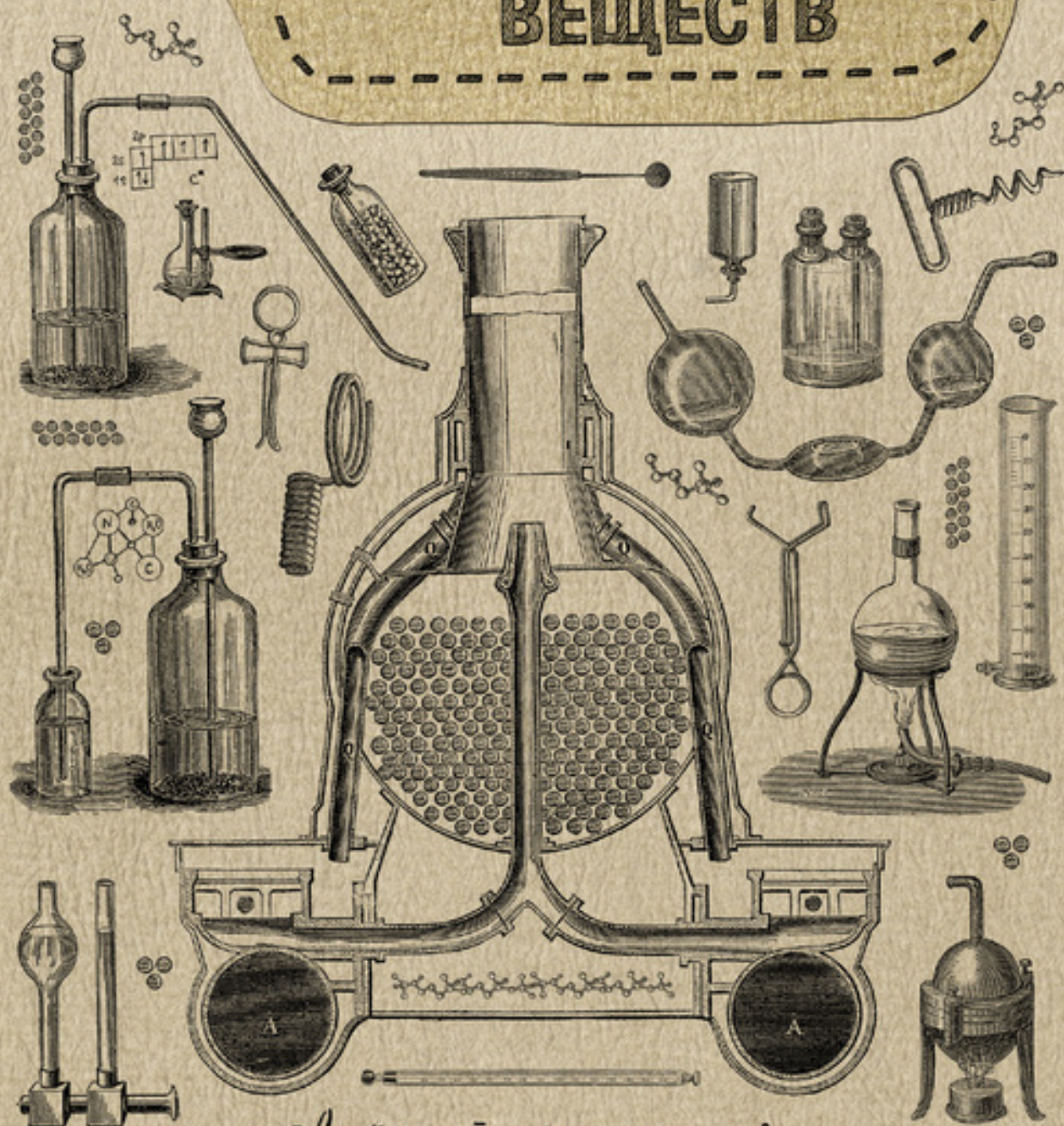


ЖИЗНЬ

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ
ВЕЩЕСТВ



А при чём тут щёлоч?

АРКАДИЙ КУРАМШИН

Научпоп Рунета

Аркадий Курамшин

Жизнь замечательных веществ

«Издательство АСТ»

2017

УДК 24.1
ББК 30я2

Курамшин А. И.

Жизнь замечательных веществ / А. И. Курамшин —
«Издательство АСТ», 2017 — (Научпоп Рунета)

ISBN 978-5-17-104096-3

Как жить в мире, приметой которого стали книжки-советы из серии «Как убрать дом без химии», где авторы рекомендуют пользоваться содой, уксусом и лимонной кислотой, самыми что ни на есть продуктами крупнотоннажного химического производства? Насколько верно утверждение: «Чем опаснее химическое вещество, тем сложнее его название»? (Спойлер: ни насколько, иначе бы хлор для человеческого организма был бы безопаснее, чем собственная ДНК). Сегодня в российской, и в международной инфосфере мы сталкиваемся с огромным количеством легенд и страшных историй на ночь, связанных с химией. Как-то так произошло, что химия стала вызывать опасение и страх, расцвёл иррациональный страх перед всем «химическим» – хемофобия. Однако настоящие истории, связанные с открытием химических веществ, обнаружением их полезных свойств, гораздо интереснее придуманных легенд. К тому же, они смогут избавить читателя от иррационального страха перед всем химическим, заинтересовать химией и сделать так, чтобы все больше и больше людей перестали бы воспринимать эту науку как что-то опасное.

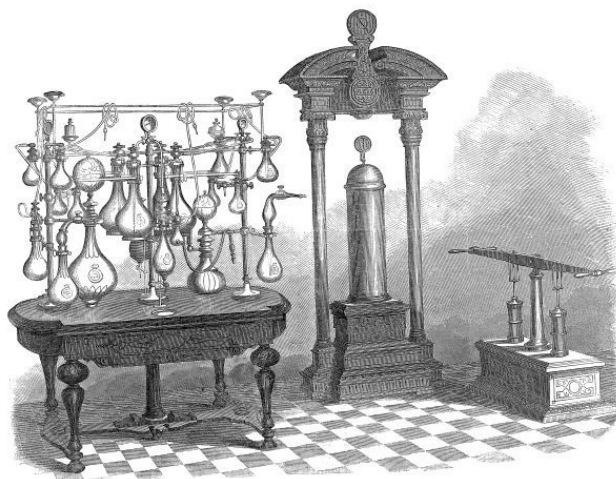
УДК 24.1
ББК 30я2

ISBN 978-5-17-104096-3

© Курамшин А. И., 2017
© Издательство АСТ, 2017

Содержание

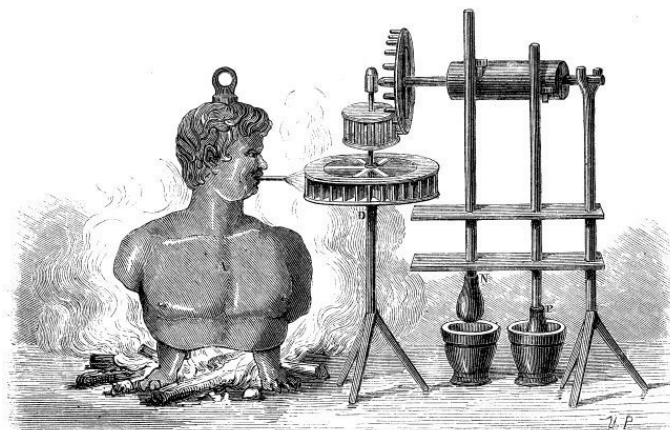
| | |
|--|----|
| 0. Введение | 6 |
| 0.1. Предисловие от автора | 7 |
| 0.2. Случайность или непознанная закономерность? | 11 |
| 1. Вещества, которые принято считать «неживыми» | 25 |
| 1.1. Соляная кислота | 26 |
| 1.2. Мел или карбонат кальция | 31 |
| 1.3. Карбонат лития | 36 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 41 |



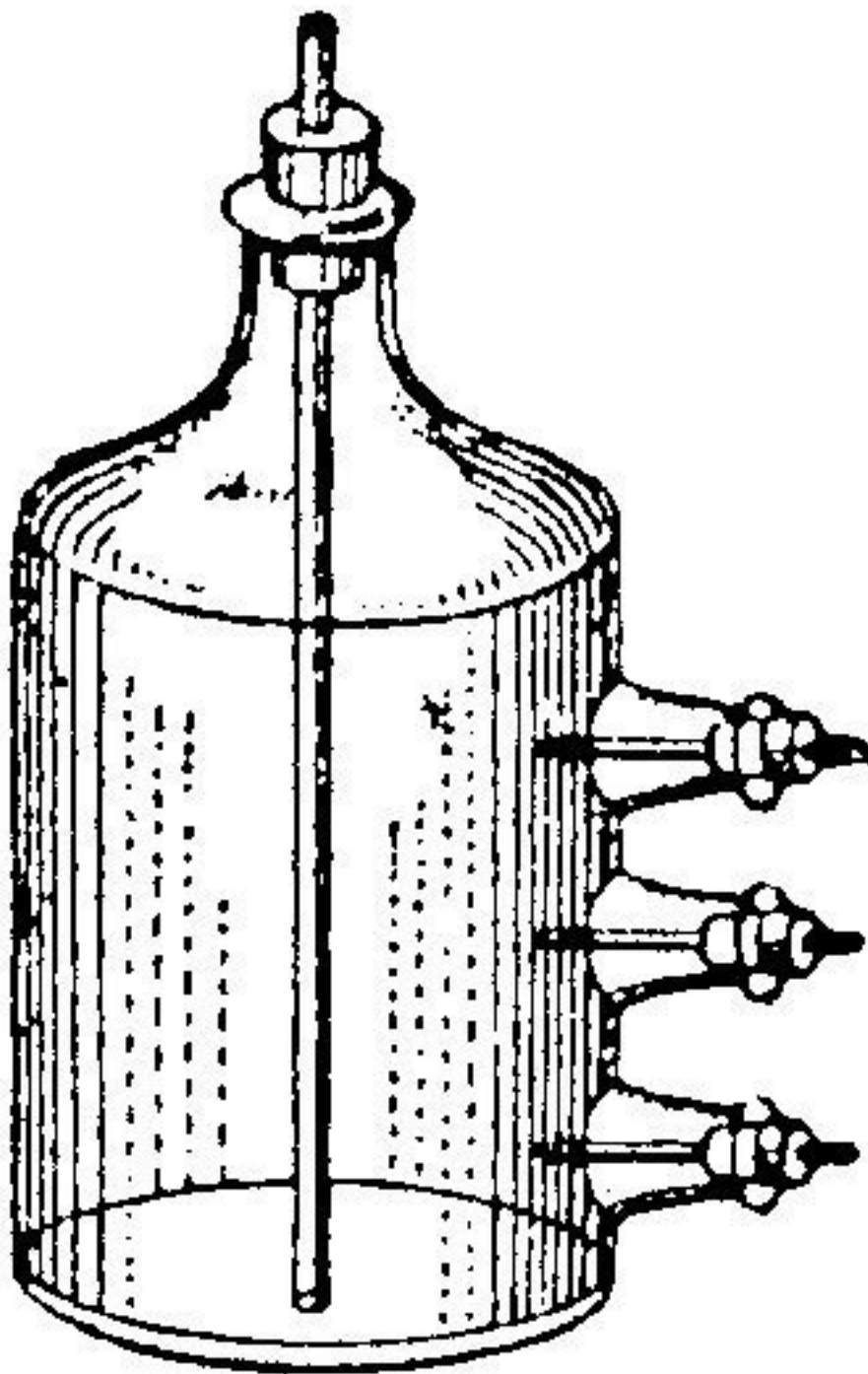
Аркадий Курамшин

Жизнь замечательных веществ

0. Введение



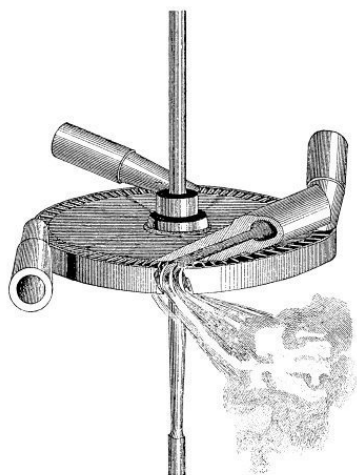
0.1. Предисловие от автора



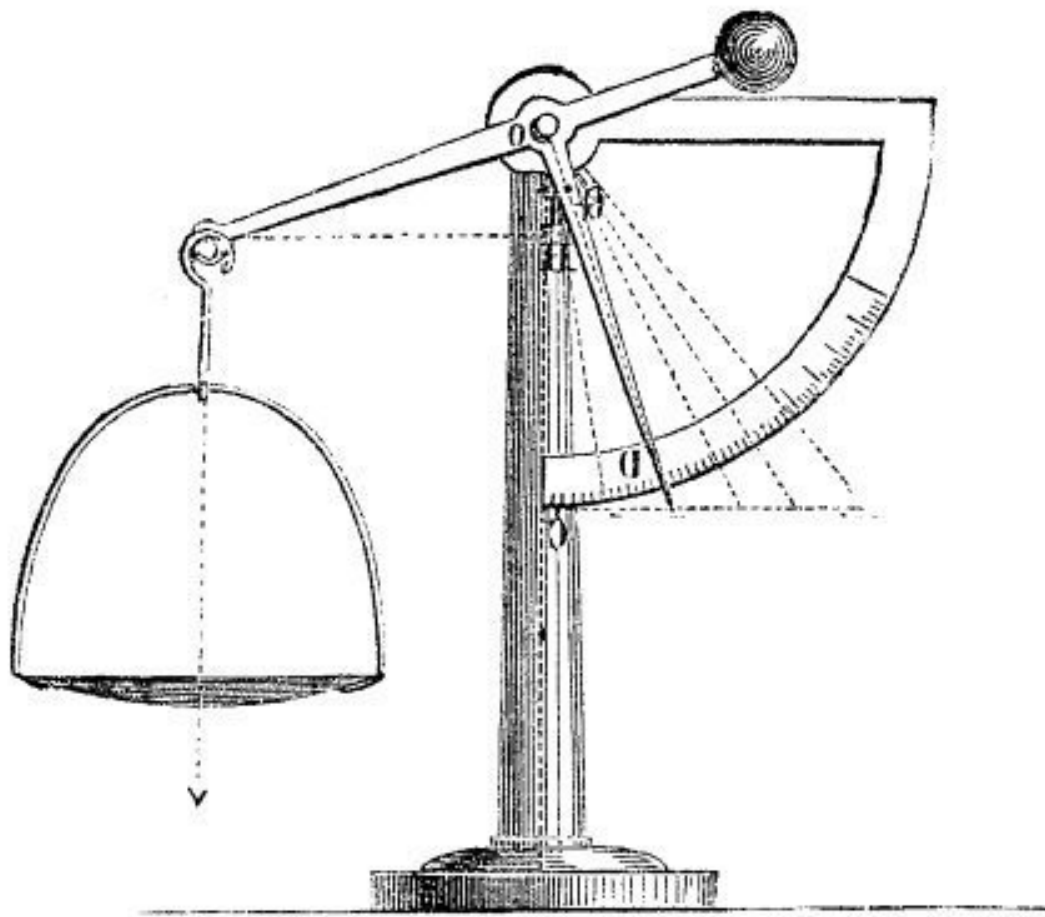
Когда я учился в школе, в кабинете химии друг напротив друга висело два плаката с классическими для позднесоветских кабинетов химии цитатами. Одна из них висела рядом с портретом М. В. Ломоносова: *«Широко распростирает химия руки свои в дела человеческие... Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются перед очами нашими успехи её прилежания»*, а поверх текста второй суровыми глазами на наш класс смотрел первый пролетарский писатель М. Горький: *«Химия – это область чудес, в ней скрыто счастье человечества, величайшие завоевания разума будут сделаны именно в этой области»*.

С момента окончания школы прошло три десятка лет, за которые изменилось многое: химию в школах стали изучать меньше, к первому пролетарскому писателю стали относиться без пиетета и придыхания. В итоге за эти годы мы пришли к тому, что в наши дни химия все также продолжает широко распространять свои руки в наши дела, но вот людей, которые склонны считать её «областью чудес», стало гораздо меньше. Как-то так произошло, что химия стала вызывать опасение и страх, расцвёл иррациональный страх перед всем «химическим» – хемофобия.

Приметой времени являются книжки-советы из серии «Как убрать дом без химии», в которых рекомендуется пользоваться содой, уксусом и лимонной кислотой, самыми что ни на есть продуктами крупнотоннажного химического производства (возможно, для некоторых читателей может оказаться неожиданностью, что в наше время лимонную кислоту не получают из лимонов, точно также как и муравьиную кислоту уже давно не получают из муравьев). В Интернете регулярно появляется кто-то, разоблачающий пищевые добавки или дающий советы из серии: «Чем опаснее химическое вещество, тем сложнее его название» (по логике таких советчиков хлор гораздо менее опасен, чем ДНК, полное название которой «дезоксирибонуклеиновая кислота»). В конечном итоге и в российской, и в международной инфосфере мы можем столкнуться с огромным количеством легенд и страшных историй на ночь, связанных с химией.



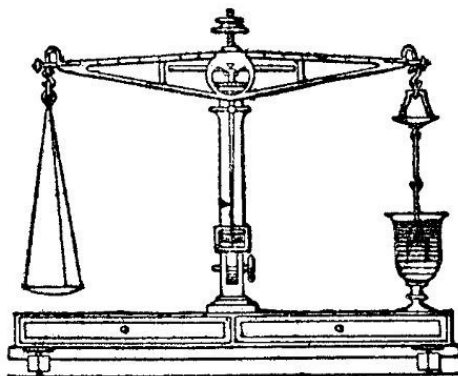
Бывает, что коллеги, которым «не за себя, а за химию обидно», высмеивают подобные нелепости, запуская «контрлегенды». Чего стоит одна мистификация с дигидрогена моноксидом – использование незнакомого широкой публике названия воды и описание её фатальных (но при этом вполне реальных) свойств в попытке убедить общественность в необходимости тщательной регуляции или даже полного запрета на использование этого вещества. И хотя шутка зашла далеко – первое упоминание о злокозненном дигидрогена монооксиде датируется 1990 годом, а в 1998 году, несмотря на большое количество промежуточных разоблачений, член австралийского парламента объявил о начале кампании по запрещению дигидрогена монооксида на международном уровне, – людей, которых пугает «дигидрогена моноксид», можно встретить где угодно.



Однако настоящие истории, связанные с открытием химических веществ, обнаружением их полезных свойств, просто рассказы о веществах гораздо интереснее придуманных (и чаще всего неправильных) легенд. Мне всегда казалось, что такие рассказы смогут избавить тех, кто их прочтет, от иррационального страха перед всем химическим, заинтересовать химией и сделать так, чтобы все больше и больше людей (причём не обязательно тех, чья профессия так или иначе связана с химией) перестали бы воспринимать вещества, полученные с помощью химического синтеза, как что-то опасное, и приблизились к горьковскому восприятию химии. Идеальным конечно же было бы всеобщее отношение к химии как к «области чудес», но будем реалистами – к сожалению, даже среди моих коллег есть те, кто опасается химии гораздо больше, чем следовало бы (справедливости ради стоит отметить, что работать в химическом институте и совсем не бояться химии – тоже не самый лучший способ поведения).

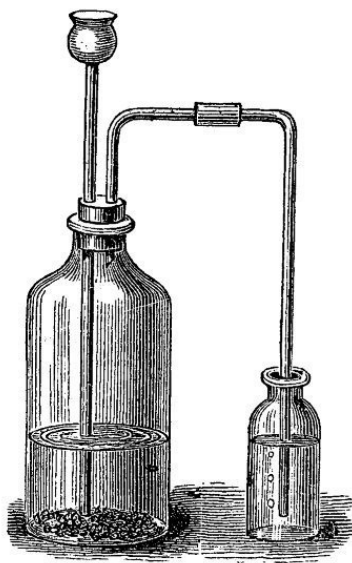
Можно сказать, что материал для этой книги подбирался, обрабатывался и писался более 10 лет. С 2006 года я начал ежедневно следить за новостями в химии и областях, с ней связанных, а наиболее интересные факты и открытия адаптировать для краткого рассказа о них в Сети, обеспечивая работу раздела «Новости химии» сайта www.chemport.ru, в 2012 году появилось название этой книги «Жизнь замечательных веществ». Тогда это был тэг для рассказов об известных и не очень известных веществах на страницах Живого Журнала (в 2013 году цикл рассказов о веществах, объединенных этим названием, даже занял первое место в конкурсе научных блогов, организованном интернет-изданием «Наука и технологии России – STRF.ru»). С 2016 года я регулярно сотрудничаю с журналом «Химия и жизнь. XXI век», где ежемесячно освещаю новости химии в разделе «Хемоскоп» и пишу рассказы и про замечательные вещества, и про не менее замечательных ученых, открывших эти вещества. Материалы,

вошедшие в эту книгу, были написаны в период с 2006 по 2017 год, хотя, конечно, большая их часть датируется последними двумя-тремя годами.



Надеюсь, что читателю понравится читать рассказы о жизни замечательных веществ хотя бы так, как мне нравилось их писать, подбирая материал, отбирая его по различным источникам. Ну а наилучшей наградой, которую я бы мог заслужить, станет то, что читатели этой книги заинтересуются химией и она не будет последней научно-популярной книгой (а может, и серьезной научной), которая будет ими прочитана. Всё же я искренне вместе с М. Горьким считаю, что химия – это область чудес, а настоящие замечательные открытия в области химии нас ещё ожидают впереди.

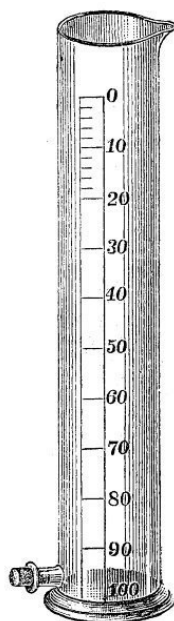
0.2. Случайность или непознанная закономерность?



Химия – наука экспериментальная, и без корректно поставленного эксперимента, проверяющего теоретические догадки учёного, представить её невозможно. Иногда эксперимент удаётся (и это хорошо), иногда – не удаётся (это, конечно, нехорошо, но без этого никуда не денешься), а иногда (и это самый интересный случай) эксперимент даёт нам замечательные, но неожиданные результаты.

Если бы в результате экспериментов мы получали то, что планируем, в принципе, экспериментальная наука, наверное, была бы и не нужна. Но нам не всегда удастся предугадать результаты эксперимента, что, с одной стороны, плохо – бывает жаль потраченного времени и усилий, а с другой, иногда и хорошо – опытный экспериментатор может обернуть любую конфузию в викторию, и даже если что-то пошло не так или даже кто-то что-то пролил, облизал испачканные реагентом пальцы или просто вдохнул пары реагента – есть ещё шанс получить из этого выгоду в виде нового знания или полезного вещества. Особенно часто ситуация, описанная в бессмертной комедии А. С. Грибоедова: «Шёл в комнату, попал в другую...» – встречалась в те времена, когда у химии не было теоретической базы (точнее говоря, база-то была, но была она несколько своеобразной), и сначала алхимики, а потом и химики вели свой научный поиск методом проб и ошибок.

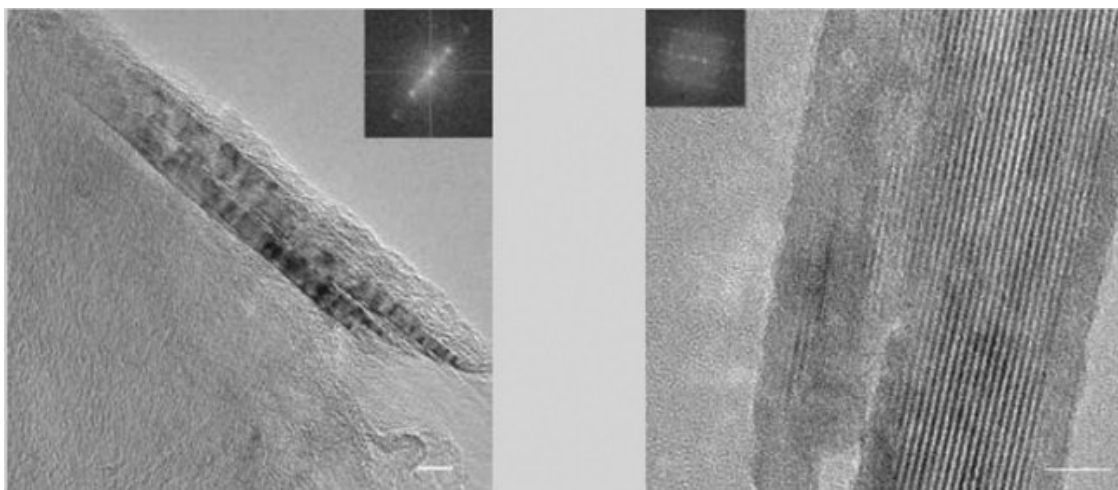
Например, открытие углеродных нанотрубок уже нельзя полноправно считать достижением XXI века. Оказывается, их открытие было предвосхищено средневековыми арабскими оружейниками, их Дамасские клинки, показавшие крестоносцам истинное значение выражения «холодная сталь», обладали своими уникальными свойствами из-за армирующих материал клинка углеродных нанотрубок.



Петер Пауфлер (Peter Paufler) и его коллеги из Дрезденского технического университета **обнаружили углеродные нанотрубки в дамасской сабле 17 века при изучении ее микроструктуры** (*Nature*, 2006, 444, 286). Наиболее интригующим являлось то, что нанотрубки были инкапсулированы в линейные структуры, образованные карбидом железа. По мнению учёных, такая организация материала клинка могла обуславливать механическую прочность и остроту Дамасских мечей.

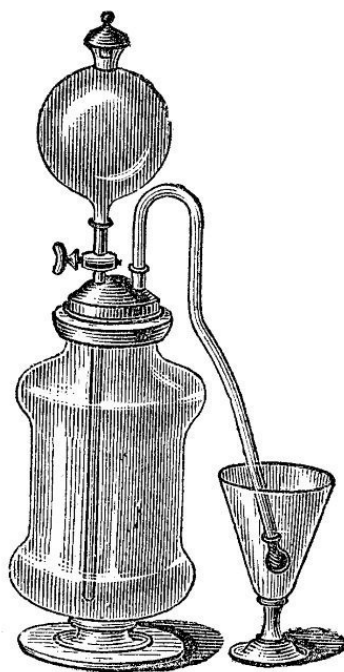
Европейцы приписывали Дамасским клинкам волшебные свойства. Только волшебством можно было объяснить столь острую заточку меча, способного разрезать шелковый платок, просто падающий на лезвие, и одновременно способность клинка разрубать оружие и доспехи из менее качественной стали, не теряя своей остроты.

Проблема, с которой сталкивались средневековые оружейники, заключалась в том, как получить одновременно жёсткую и ковкую сталь. Большое количество углерода сделает сталь твердой, но хрупкой, малое содержание углерода приведет к образованию более ковкого материала, который, однако, будет настолько мягок, что не сможет образовать жёсткой режущей кромки при заточке. Клинки дамасской стали ковали из небольших по размеру слитков железа, содержавших 1,6–1,7 % углерода. Эти слитки [их еще называют вутц (wootz)] производились в Индии, экспортировались в Дамаск, где опытные оружейники превращали их в клинки.

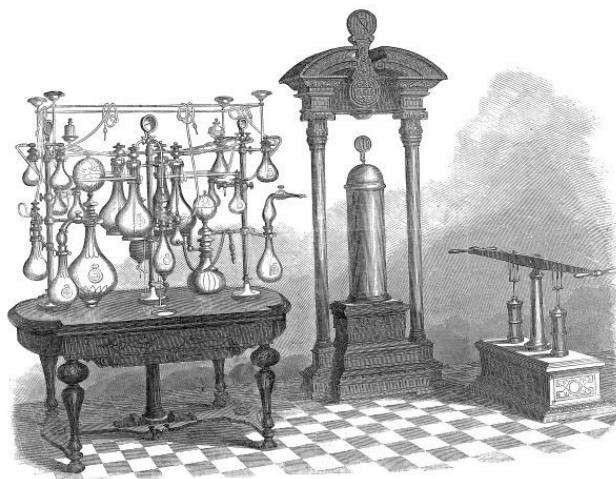


Сканирующий электронный микроскоп позволяет разглядеть нанотрубки в дамасском клинке (рисунок из Nature, 2006, 444, 286).

Сталь, содержащая такое количество углерода, обычно образует пластины цементита (Fe_3C), который в свою очередь делает сталь ломкой. Однако в ходе выплавки дамасской стали при температуре около 800 градусов Цельсия в исходный материал вносили небольшое количество добавок, представляющих собой элементы первого ряда переходных металлов (например: ванадий, хром, марганец, кобальт и никель), вольфрам и некоторые редкоземельные элементы. Совместное и одновременное внесение этих добавок в сталь приводило к тому, что отдельные пластины цементита объединялись, формируя его нановолокна. Все это давало клинкам прочность, ковкость и характерный волнообразный рисунок микроструктуры. Искусствоковки дамасской стали было потеряно к XVIII веку благодаря истощению запасов сырьевой базы как для железосодержащих руд, так и для легирующих добавок.

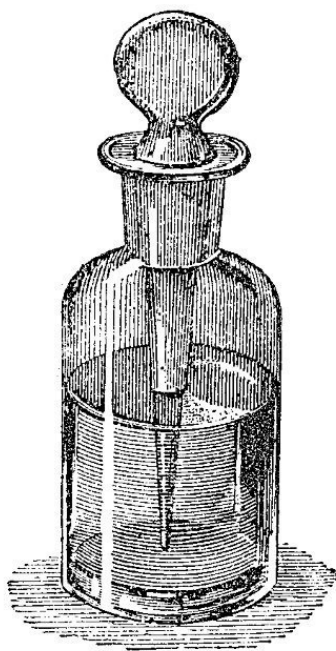


Ранее проводимые исследования микроструктуры дамасской стали показывали на наличие нановолокон цементита в материале. Сейчас группа Пауфлера обнаружила наличие нанотрубок в стали. Это открытие было сделано следующим образом: небольшой образец материала клинка был корродирован действием плавиковой кислоты, после чего материал изучался с помощью сканирующего электронного микроскопа с высоким разрешением.



Нанотрубки могли образоваться в результате добавок некоторых растительных ингредиентов ещё на стадии образования вутца. Ученые предполагают, что образованию углеродных нанотрубок могла способствовать древесина *Cassia auriculata* и листья *Coltropis gigantean*. Таким образом, эмпирически оптимизируя процесс выплавки стали и ковки клинка, средневековые мастера получили наноматериалы ещё несколько сотен лет назад, правда, естественно, ответить на вопрос: «Благодаря чему клинок, скованный на Востоке, превосходит свойствами клинок, скованный на Западе», – металлурги и алхимики и Саладина, и европейских правителей не могли, и переход на древесный уголь из других сортов древесины привёл в конечном итоге к «утере» секрета дамасской стали.

Пожалуй, учитывая все обстоятельства, самый приятный из всех химических сюрпризов произошел в 1669 году, когда алхимик Хенниг Бранд попытался получить золото, нагревая мочу с песком.



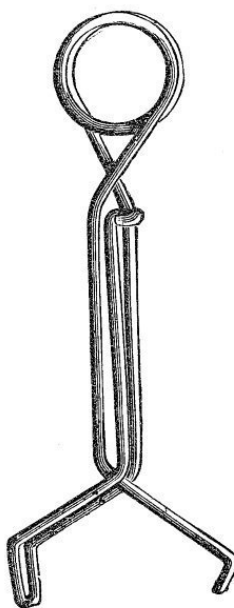
Спрашивается – зачем он взял такие неожиданные исходные вещества для трансмутации? Ответ прост: принцип подобия, который использовали алхимики, в те времена касался

не только растворимости, а чуть более, чем всего – запахов, вкуса, внешнего вида. Исходя из принципа подобия, теоретической базой для подбора условий проведения эксперимента послужило то, что и золото, и моча отличаются одинаковым цветом. Конечно же, Хенниг Бранд не смог выпарить золото из мочи, но в историю химии вошел как первооткрыватель нового элемента – фосфора.

Открытие удалось сделать благодаря тому, что помимо мочевины и мочевой кислоты моча содержит метафосфат натрия, а при высокой температуре её органические компоненты обугливаются до углерода, который при нагревании может восстановить фосфор из фосфата. Бранд хранил свой метод получения нового вещества в тайне (из-за свечения считая его облегчённой версией философского камня), но в 1680 году независимо от него Роберт Бойль опубликовал рецепт получения фосфора по такой же методике – при нагревании мочи с песком. Специалисты по химии фосфора и фосфорорганических соединений до сих пор уверены в том, что главное достижение алхимии – тот самый эксперимент Бранда и позднее Бойля, который позволил открыть новый (тогда) и уникальный (до настоящего времени) химический элемент.

В наши дни фосфор производится путем восстановления фосфатов (например, фосфатов кальция – апатитов) с песком и коксом в электрической печи при температуре около 1200 °С. Основной компонент песка – диоксид кремния – вступает в реакцию с фосфатом, образуя оксид фосфора P_2O_5 , ну а входящий в состав кокса углерод восстанавливает P_2O_5 до элементарного фосфора.

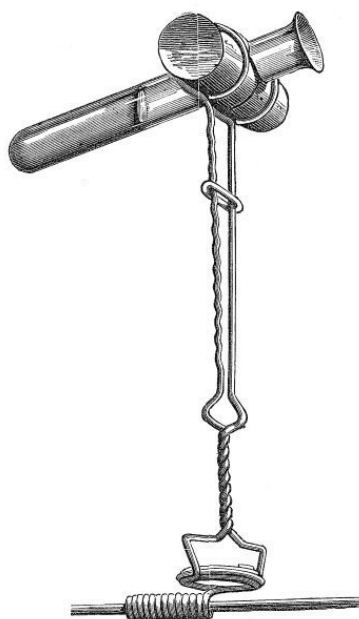
Свою роль случайности сыграли и при разработке химических процессов, связанных с фотографией. К 1835 году француз Луи Дагер разработал такое светочувствительное устройство, как покрытая серебром и обработанная парами йода медная пластинка. Дагер подверг пластинку действию света и положил её на шкаф, а когда через некоторое время он вернулся к ней, на пластинке проявилось изображение. Расследование показало, что в шкафу лежал разбитый ртутный термометр, и пары ртути проявили изображение.



В 1837 году Дагер запатентовал фотографическую систему, получившую название «дагеротип», для получения изображения с помощью которой необходимо было подвергнуть металлическую пластинку воздействию света, обработать пластинку парами ртути и закрепить его

соленой водой. Метод Дагера, ставший началом современной фотографии, был небезопасен для здоровья, долг и трудоемок, но по тем временам дагеротипы были прорывом в области создания изображений.

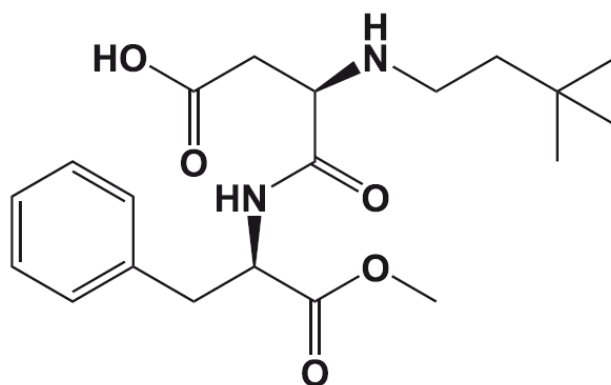
Благодаря счастливой случайности был открыт и состав нержавеющей стали. Примерно в 1910 году британский металлург Гарри Брирли (Harry Brearley) пытался создать новый сплав для ружейных стволов, способный выдержать стрельбу патронами большей мощности, однако каждый из образцов полученных сплавов проваливал тесты, не обладая достаточной прочностью, и Брирли свалил все неудачные образцы в сыром углу своей лаборатории, где те лежали и ржавели.



В один прекрасный день, глядя на плоды своих неудачных экспериментов, Брирли с удивлением обнаружил, что один образец так и не был тронут ржавчиной. Металлург взял этот кусок сплава и проанализировал его – это был первый образец нержавеющей стали. Обратив конфузию в викторию, Брирли, не получивший господдержки на производство оружейной стали, быстро сориентировался и скооперировался с производителем посуды, получив подряд на изготовление материала для столовых приборов. В наши дни мы настолько привыкли к столовым приборам из нержавейки, что даже не можем оценить, каких огромных усилий и какого везения стоило Брирли его изобретение.

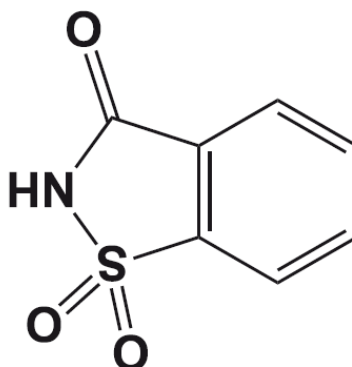
Хотя к концу XIX века химия накопила достаточное количество теорий и обобщений, чтобы посматривать на своего предка – алхимию – с легким пренебрежением и чувством собственного превосходства, случайные открытия не прекратились, а можно даже сказать, что участились.

Так, до целенаправленной разработки и открытия компанией NutraSweet подсластителя неотама (Е-961) в 2002 году каждый из подсластителей-заменителей сахара находили неожиданно – если кто-то случайно пробовал на вкус какое-то вещество.



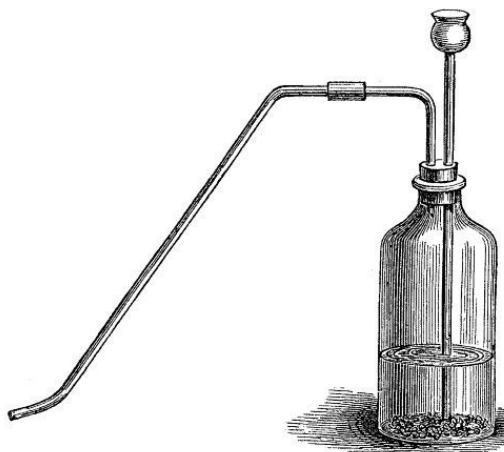
Неотам

Очевидно, что первооткрывателем первого сахарозаменителя был какой-то римский винодел, обнаруживший сладкий вкус белых кристаллов, образующихся в результате воздействия на свинец уксуса. Однако первый в истории сахарозаменитель – ацетат свинца или свинцовый сахар – сыграл дурную роль для Рима: римляне не знали о токсичности и тератогенности соединений свинца (собственно говоря, они не имели и понятия о том, что такое «тератогенность»), и помимо социальных процессов Рим подкосила в том числе и практика сластить вино свинцовым сахаром, вызывавшая хронические отравления свинцом.

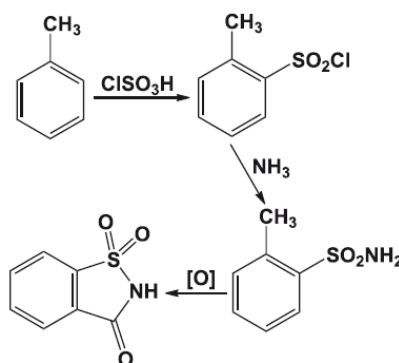


Сахарин

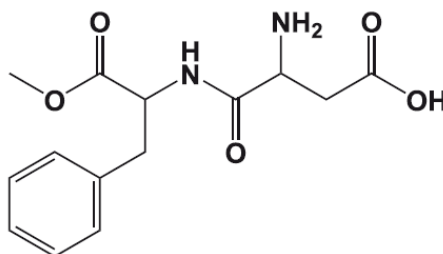
Практика обнаружения подсластителей «на вкус» была продолжена в 19 веке Константином Фальбергом, тогда работавшим в лаборатории Айры Ремзена. После долгого дня, проведенного в лаборатории над синтезом производных толуола, Фальберг отправился обедать, не помыв руки.



Взяв хлеб этими самыми немытыми руками, Фальберг обнаружил, что этот хлеб необычно сладок на вкус, и связал это с остатками вещества на своих руках. Вместе с Ремзеном Фальберг очистил сладкое вещество, которым были загрязнены его руки, и написал статью «Об окислении орто-толуолсульфонида». Спустя несколько лет Фальберг оптимизировал условия синтеза, запатентовал его и начал промышленное производство сахарина, уже не включив Ремзена в соавторы и патентообладатели. Именно с того момента началась история сахарина, который известен ещё и тем, что это первый продукт, продававшийся компанией «Монсанто».

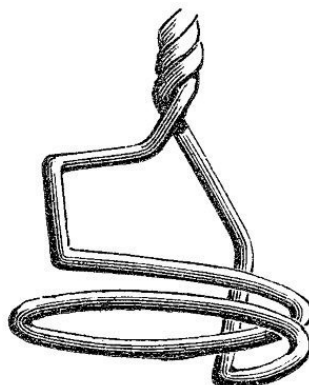


Синтез сахарина по Ремзену – Фальбергу

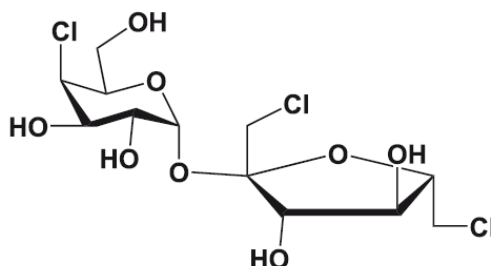


Аспартам

Спустя почти столетие почти по такому же сценарию произошло открытие очередного сахарозаменителя – аспартама, сделанное Джеймсом Шлаттером.



В процессе синтеза гормона гастрина содержимое колбы с метанольным раствором аспартама пролилось Шлаттеру на руки, однако он как ни в чем не бывало продолжил работу. Чуть позже ему потребовался кусочек бумаги. Чтобы подхватить кусочек бумаги, Шлаттер облизнул пальцы и почувствовал сладкий вкус. Первая мысль Шлаттера была о том, что ему на руки попал сахар, однако он быстро сообразил, что дело в аспартаме.



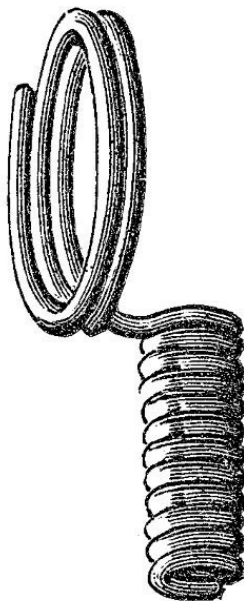
Сукралоза

Ну и совсем уже анекдотический случай произошел при обнаружении сукралозы. Аспирант Шашикант Пхандис (Shashikant Phadnis) получил хлорированную сахарозу в рамках проекта по разработке новых пестицидов, и его научный руководитель Лесли Хью (Leslie Hough) дал ему задание протестировать препарат (test), однако шотландский акцент Хью и неродной для Пхандиса английский привели к тому, что аспирант понял, что шеф требует от него попробовать новое вещество на вкус (taste), что он тут же и сделал, сунув небольшую порцию порошка прямо в рот, и сообщил шефу о сладком вкусе. На следующее утро, убедившись в том, что за ночь с аспирантом ничего не случилось, Хью и сам добавил сукралозу в кофе.

Вообще химики ничуть не отстают от врачей-подвижников, которые, чтобы доказать безопасность и эффективность вакцинации, в первую очередь делали прививки от смертельных болезней. Даже в XX веке, спустя полтора столетия после смерти Шееле, описавшего вкус синильной кислоты, находились люди, испытывавшие результаты своих экспериментов на себе.

Одним из самых известных химиков, ставивших эксперименты на себе, был американский химик Александр Шульгин, фармаколог, публицист и разработчик многих психоактивных веществ. Неоднократно применяя синтезированные им же вещества, в том числе и для «расслабления», Шульгин известен многим химикам в первую очередь из-за неоднозначности оценки своих взглядов на жизнь, химию и отношение к тайне публикации методик синтеза некоторых препаратов (синтетический протокол, описывавший синтез любого психоактивного

вещества, полученного в своей лаборатории, Шульгин тут же делал достоянием общественности).



Имея лицензию американского агентства DEA на исследование психоактивных веществ и свободу в выборе направления исследований (в конечном итоге она была отозвана от греха подальше), Шульгин проводил независимые исследования в области контролирующих сознание веществ, потенциально применяемых в психотерапии, сообщая о результатах экспериментов над собой. Испытание нового препарата начиналось с небольших доз, в 10–50 раз меньших, чем эффективная доза уже известного препарата, наиболее близкого по строению синтезированному, потом доза увеличивалась. Все это делалось без мероприятий, которые кажутся обязательными и естественными для каждого химика сейчас: изучение цитотоксичности, опыты на животных, определение фармакокинетики. В конечном итоге, по версии Шульгина, эффективная доза нового препарата определялась как доза, после которой изменённое сознание уже прекращало меняться. Для выражения активности Шульгин даже придумал специальную систему измерений – мескалиновые единицы, сравнивая «расширители сознания» с известным психоделиком – мескалином.



Лабораторные журналы Шульгина подтверждают, что он был опытным и умелым химиком-синтетиком, но отсутствие ученой степени и какой-либо официальной должности в вузе или отделе R&D фирмы так и не позволило ему получить при жизни признание среди коллег-профессионалов, хотя люди, увлекающиеся психофармакологией, иногда называют в шутку Шульгина «папой».

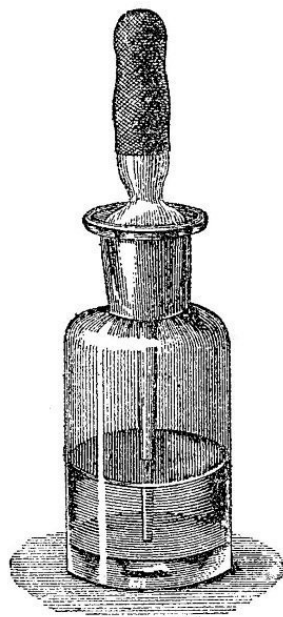


Из книг Шульгина, которые можно считать автобиографическими – PiHKAL («Phenethylamines I Have Known And Loved») и TiHKAL («Tryptamines I Have Known And Loved»), становится однозначно понятно, что Шульгин компенсировал галлюциногенными эффектами тяжесть и сложность работы в лаборатории, и проверка новых рецептов на себе скорее была для него в радость.

К сожалению, история химии XX века знает и другого ученого, экспериментировавшего на себе, судьба которого гораздо более печальна, – Гельмута Фельбингера (Helmut H.

Velbinger). В начале XX века Фельбингер посвятил свою научную карьеру исследованию нейротоксичных инсектицидов, проводя исследования их токсикологии на позвоночных, включая млекопитающих. С помощью экспериментов с хлорорганическими пестицидами (включая ДДТ) на себе Фельбингер пытался установить безопасные дозировки применения этих веществ как для защиты урожая, так и по той причине, что ДДТ и его аналоги в 1940-х годах изучались в том числе и как потенциальные препараты для химиотерапии. Первоначальная дозировка инсектицидов для испытания подбиралась на основе экспериментов с животными, а также окончившихся без последствий примеров случайного контакта сельскохозяйственных рабочих с инсектицидами. В конечном итоге Фельбингер установил на себе, что минимальное однократное воздействие ДДТ на организм человека, которое не приводит к токсичному поражению, составляет 10–12 мг/кг. В этих экспериментах отсутствие токсичного воздействия определялось не по уровню самочувствия, как в экспериментах Шульгина, а по результатам анализа крови и мочи. Экспериментируя на себе, Фельбингер также установил дозы ДДТ и пестицидов, безопасные для многократного воздействия, возможно, смог бы определить и другие свойства веществ, но в возрасте 33 лет умер от слишком частых экспериментов на себе.

Некролог Фельбингера был опубликован в том же номере немецкого журнала *Die Pharmazie*, что и его последняя статья. В некрологе упоминалось о том, каким изобретательным и усердным химиком был покойный. Тем не менее, хотя слова в некрологе и были хорошие, в наше время химикам лучше проводить эксперименты с новыми веществами не на своём организме (и не на организмах своих коллег по работе), а как положено – на культурах клеток и лабораторных животных.

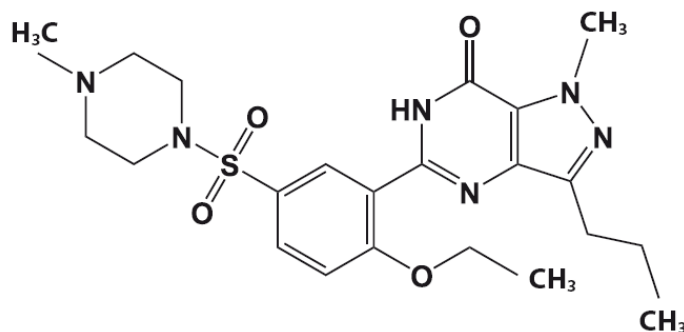


История полимерной химии также сообщает о ряде счастливых случайностей, первой из которых является история о Чарльзе Гудииере (Charles Goodyear), случайно смешавшем на горячей печи каучук и серу, получив продукт вулканизации (реакции серы с двойными связями в нитях каучука), который в наше время известен как резина или эбонит; также случайно был открыт и тефлон, но об этом мы поговорим немного позже.

Некоторые композитные материалы тоже были открыты благодаря счастливой случайности – одним из таких материалов был триплекс, который первоначально применялся для изготовления защитных очков. По легенде Эдуард Бенедиктус (Edouard Benedictus), пытаясь достать склянку реактива с верхней полки, смахнул с неё пузырек, содержащий раствор нит-

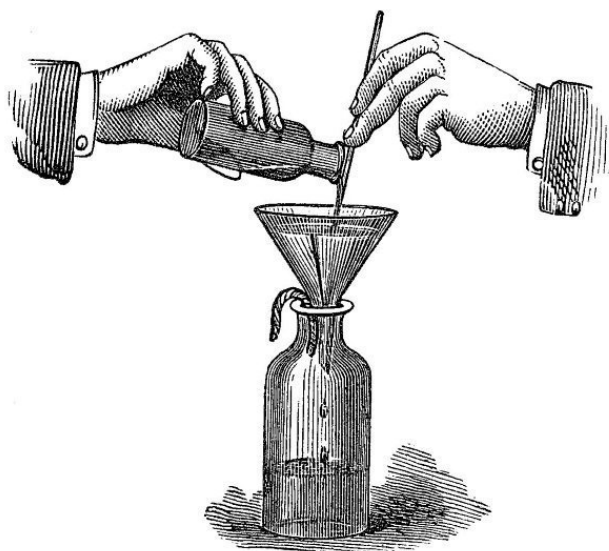
роцеллюлозы. Пузырек упал и треснул, но, как заметил Бенедиктус, сохранил свою форму – осколки стекла склеила нитроцеллюлоза. Бенедиктуса осенило, и через сутки, в течение которых исследователь не прерывался ни на отдых, ни на сон, были получены первые образцы небьющегося триплексного стекла, в которых два листа стекла были склеены полимером, не дающим осколкам разлетаться.

Где-где, а в химии лекарственных препаратов таки существует непаханое поле случайных открытий, сводящихся, например, к тому, что лекарство начинали использовать совсем не для того, для чего оно изначально предназначалось. Классикой жанра, естественно, является открытие виагры.



Силденафил – обладающий фармакологической активностью компонент «виагры».

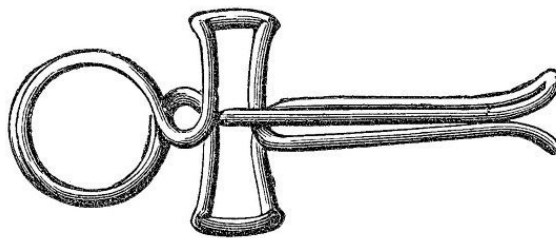
История «виагры» началась в 1992 году в ходе фармакологических исследований фирмы «Пфайзер». Исследователи проводили клинические испытания нового лекарственного вещества – цитрата силденафила, который разрабатывался как средство для лечения ряда сердечных недугов.



Ученые рассчитывали на то, что цитрат силденафила будет способствовать увеличению притока крови к сердечной мышце и снижению артериального давления. Однако было отмечено, что цитрат силденафила не оказывает существенного влияния ни на кровообращение в сердечной мышце (миокарде), ни на артериальное давление. Параллельно обнаружилось, что многие пациенты мужского пола, которые участвовали в исследовании, отказываются возвра-

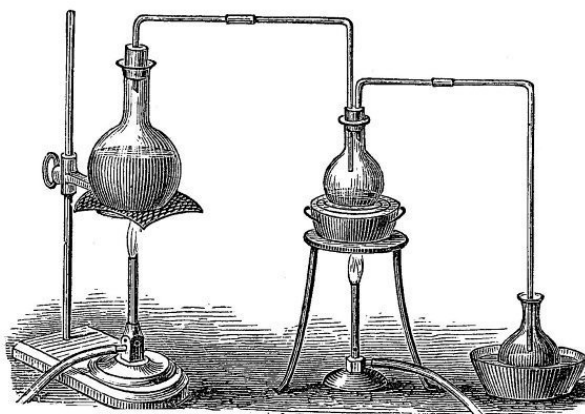
щать таблетки силденафила, несмотря на окончание тестирования. Причина отказа у всех этих пациентов была одна – все они отметили у себя резкое улучшение качества эрекции. Таким образом, несмотря на минимальное влияние нового лекарства на кровообращение в миокарде, силденафил вызвал ощутимый приток крови к мужским половым органам. Исследователи фармакологической компании «Пфайзер» отнеслись к этому неожиданному свойству цитрата силденафила с должным вниманием и сумели распознать в нем мощное средство для борьбы с нарушениями эрекции. Новый препарат получил название «Виагра» – название родилось как бы в результате слияния слов «Vigor» (власть, энергия, сила) и Ниагара – самый мощный водопад в Северной Америке.

1. Вещества, которые принято считать «неживыми»



В начале XIX века Йёнс Якоб Берцелиус разделил существующую в те времена химию на «органическую», которую он и его последователи рассматривали как «химию живых организмов», и «неорганическую» – «химию неживого».

Хоте уже через 20 лет после такого размежевания Фридрих Вёлер (случайно, правда) показал, что границы между «химией живого» и «химией неживого» нет, а в 1850-х годах Эдуард Франкланд добавил третий раздел химии – «металлоорганическую», для большинства людей, представление которых о химии ограничивается курсом средней общеобразовательной школы, в памяти сохраняется это противостояние живого и неживого, ведь как иначе можно объяснить то, что на полном серьёзе появляется термин «органические продукты питания», ведь из того, что мы едим или пьём, «неорганическими» являются только поваренная соль и вода. Вместе с тем, как учит диалектика, противоположности не только борются друг с другом, но и находятся в единстве. Точно так же многие неорганические вещества важны для нормальной работы живых систем, а некоторые образуются в результате их жизнедеятельности, и, конечно же, каждое по-своему замечательно.

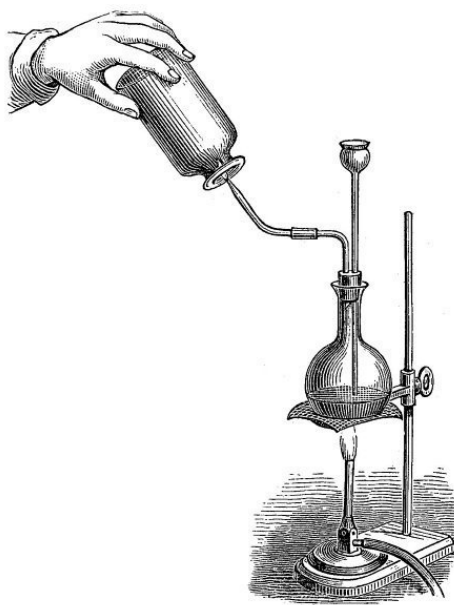


1.1. Соляная кислота



подавляющая часть людей, отсидев на уроках химии в школе, сохраняет в памяти названия четырех кислот – азотной, серной, соляной и уксусной. При этом большинство если и догадываются, что уксусную кислоту мы можем найти на кухонной полке в виде раствора уксуса для консервирования или готовки, серную – в аккумуляторе автомобиля, то насчет азотной и соляной кислот уж точно уверены, что с ними они попрощались, выйдя за ворота школы. Однако я гарантирую вам, что соляная кислота сопровождает вас с самого рождения и является неотъемлемой частью вашей жизни – она играет существенную роль в процессах, протекающих в организме.

Эта сильная кислота, водный раствор хлороводорода в воде, была известна очень давно. Ранние названия этого замечательного вещества были связаны с её запахом, который, как казалось алхимикам, связан с морской свежестью (из чего я делаю вывод, что либо они нюхали какое-то не то море, либо не обжигали хлороводородом слизистые носоглотки), а также с тем, что эту кислоту получали из морской (каменной, поваренной) соли. В алхимических трактатах хлороводород упоминается как «дух соли» или «соляной спирт» (*spiritus salis*), потом появился термин «муриевая кислота» (*muria* – рассол, соленая вода). Термином «*muria*» называлось особо едко-соленое ощущение. В одном из трактатов XVII века можно встретить разъяснение: «*Muria* – это едко-соленое».

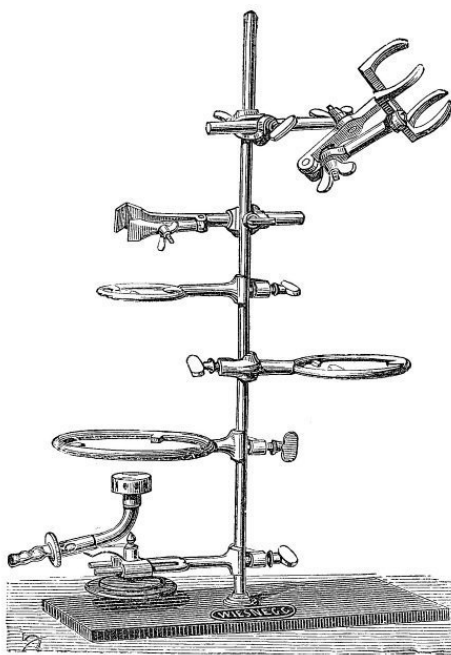


Кстати, становление номенклатуры в России проходило через причудливые этапы, одним из которых была попытка пойти своим собственным путем и русифицировать все названия. Так, в одной из российских рукописей, относящихся к 1870 году, можно прочесть: «Водород хлорович взаимодействует с глиноземием с образованием глиноземия хлоровича». В 1870–1875 гг. в Петербургской академии наук обсуждалась возможность использования для названий химических веществ таких сочетаний слов, которые напоминали бы русские фамилии и отчества. Например, для воды H_2O предлагалось название «водород кислородович», для хлорида калия KCl – «калий хлорович» или «потассий хлорович», для хлороводорода HCl – «водород хлорович», для гипохлорита калия KClO – «калий хлорович кислот», для хлората калия KClO_3 – «калий хлорович трёхкислов» и т. п. В приведенной цитате говорилось о взаимодействии алюминия («глиноземия») с раствором хлороводорода в воде – соляной кислотой HCl : $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$.

Точная дата первого получения соляной кислоты неизвестна. Алхимики могли получать смеси, содержащие соляную кислоту, практически с самого начала алхимических изысканий. Существует предположение, что первым соляную кислоту получил в начале IX века Джабир ибн Хайян – знаменитый арабский алхимик, врач, фармацевт, математик и астроном, которому также приписывается открытие мышьяка, сурьмы и висмута.

Естественно, соляная кислота в Средневековье применялась при изготовлении царской водки (смеси соляной и азотной кислот). Известно, что чистый газообразный хлороводород был впервые получен Джозефом Пристли в 1772 году, а в 1818 году Хэмпфри Дэви успешно доказал, что полученный газ состоит из хлора и водорода.

Первоначально хлороводород, образующийся попутно при переработке каменной соли и получении соды, был отходом промышленного производства, просто стравливавшимся в воздух. Однако в середине XIX века такой подход и загрязнение окружающей среды стали рассматриваться как неприемлемое решение. К счастью, к тому же самому времени газообразный хлороводород стал применяться как ценный источник для производства соляной кислоты. Несмотря на то что подходы с тех времен значительно изменились, соляная кислота до сих пор получается как продукт утилизации отходов производства. Правда, сейчас большую часть соляной кислоты получают, утилизируя хлороводород, выделяющийся при хлорировании органических соединений.



При этом хлороводород очень часто применяют для получения хлорорганических соединений. Например, в результате присоединения хлороводорода к тройной связи ацетилена образуется хлорвинил, из которого с помощью полимеризации получают полихлорвинил (ПВХ) – материал, применяющийся для электроизоляции проводов и кабелей, производства листов, труб (преимущественно хлорированный поливинилхлорид), плёнок, плёнок для натяжных потолков, искусственных кож, поливинилхлоридного волокна, пенополивинилхлорида, линолеума, обувных пластикатов, мебельной кромки и т. д.



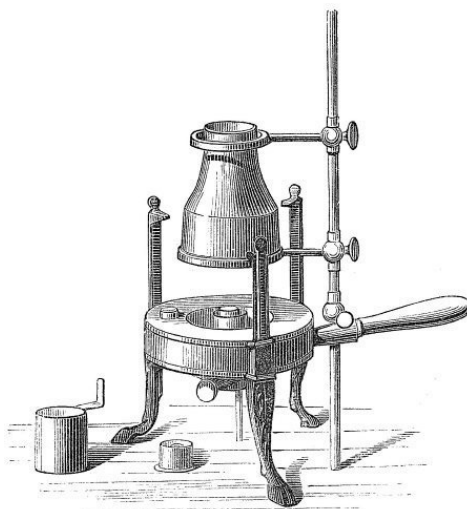
Поскольку хлороводород образуется в качестве побочного продукта производств органических соединений и используется в промышленном производстве органических соединений, чаще всего хлороводород эффективно получают и употребляют в рамках одного и того же производства, что выгоднее выделения отдельного производства хлороводорода и логистики по его

доставке потребителю. Ещё одним способом масштабного промышленного применения раствора хлороводорода – соляной кислоты – является травление металлических поверхностей.

Хотя соляная кислота играет определенную роль в пищевой промышленности (корректировка кислотного уровня воды, применяющейся при приготовлении пищи), гораздо более существенную роль она играет в потреблении пищи. В нашем желудке содержится порядочное количество соляной кислоты, а pH желудочного сока может достигать единицы (это соответствует раствору с примерным содержанием кислоты 0,35 %).

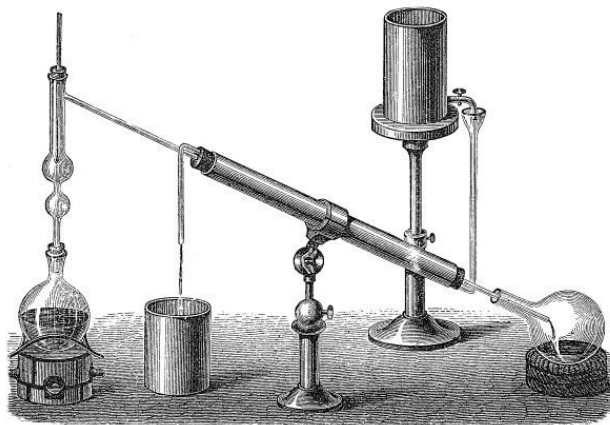
Сильнокислая среда желудочного сока отчасти служит для защиты желудка от инфекций, но главная её роль – участие в пищеварении. Кислота способствует денатурации белков (примером такой денатурации, вызванной, правда, не химическим, а температурным воздействием, являются процессы, протекающие с куриным яйцом при варке или жарке), попадающих к нам в организм с пищей, они меняют форму, расплетаются и становятся более уязвимыми к действию пищеварительных ферментов, расщепляющих их на отдельные аминокислоты.

Наш желудок защищен от содержащейся в нем кислоты за счет слоя слизи, а специальный мускул – пилорическая створка (желудочный клапан) надежно удерживает соляную кислоту в желудке. Однако по каким-то причинам может произойти нарушение работы этого клапана, и желудочный сок попадает в пищевод, а соляная кислота этого желудочного сока вызывает чувство жжения, в ряде случаев нарушение работы пилорической створки может привести к несварению желудка. В общем случае мы называем результат такой дисфункции просто – «повышенная кислотность».



Для лечения повышенной кислотности существует целый ряд препаратов со сложными названиями, однако в подавляющем большинстве это неорганические вещества, способные нейтрализовать кислоту. Ранее для понижения кислотности использовались карбонаты кальция, магния или натрия (до сих пор народным средством от изжоги является раствор соды), однако применение таких препаратов не совсем комфортно, а иногда может быть и опасно. Дело в том, что при нейтрализации соляной кислоты карбонатом происходит образование слабой угольной кислоты, которая разлагается с выделением углекислого газа, в данном случае покидающего наше тело через не совсем приспособленный для этого пищевод. В результате этого понижение кислотности желудка карбонатными препаратами чревато в лучшем случае обильной отрыжкой, а если переборщить с содой, намудрив с народными рецептами, то можно доиграться и до перфорации пищевода. Выделения углекислого газа можно избежать, применяя антациды на основе смеси гидроксидов магния и алюминия (торговые марки: «Алмагель», «Алтацид», «Алюмаг», «Гастрацид», «Маалокс», «Маалуюкол» и «Палмагель»).

Используется ли соляная кислота для очистки заржавевшего металла, синтеза полихлорвинила или расщепления белков, она, как рабочая лошадка, просто делает свое дело. Конечно, мы можем обвинять соляную кислоту за дискомфорт в нашем желудке, вызванный перееданием, но не стоит во всем обвинять это замечательное вещество – переели вы, а не соляная кислота: она всего лишь играет свою роль в ежедневном переваривании пищи.



1.2. Мел или карбонат кальция

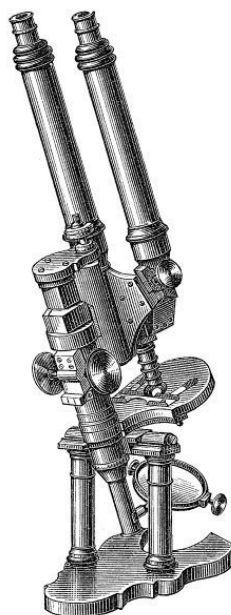
Хотя в школы сейчас и приходят всякие новшества вроде белых досок с маркерами или даже интерактивных досок, темная доска – черная, коричневая или зеленая – и мел до сих пор остаются главной атрибутикой учебного процесса.

Даже если кто-то, окончив школу, прекращает свой контакт с органами образования раз и навсегда, его руки не продолжают прикасаться к ближайшему родственнику мела: каждый раз, когда мы берем в руки яйцо, чтобы очистить его от скорлупы, мы касаемся известняка – формы карбоната кальция, придающей жесткость яичной скорлупе и раковинам моллюсков.



Многоликий карбонат калия существует (и известен) в виде различных форм. Формула этого соединения – CaCO_3 , оно представляет собой соль, в которой катион кальция связан ионной связью с карбонат-анионом. Это вещество достаточно распространено в природе, в качестве самостоятельного вещества оно образует два минерала – кальцит и арагонит, а также является основным компонентом таких минералов, как известняк, мел и мрамор. В состав последней троицы помимо карбоната кальция входит его «кузен» – карбонат магния MgCO_3 , а также оксиды металлов; именно оксиды переходных металлов придают мрамору характерную окраску – оксид трёхвалентного железа дает оттенки красного, а оксид трёхвалентного хрома – оттенки зелёного.

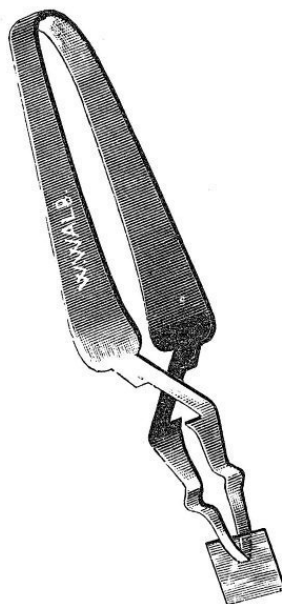
Что же касается школьных мелков, времена, когда они состояли практически из чистого мела, канули в Лету. Гарантированно, что в моем школьном детстве мы писали практически чистым мелом, в котором иногда попадались кусочки раковин, и мы любили испытывать нервы учителей, специально проводя таким кусочком раковины по доске. Современный формованный школьный мелок на 40 % состоит из собственно мела (карбоната кальция) и на 60 % из гипса (это родственник карбоната кальция – двухводный кристаллогидрат сульфата кальция – $\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$), ну а добавление к нему пигментов органического или неорганического происхождения позволяет разнообразить белый цвет школьного мелка, придав ему окраску.



Большая часть известных в настоящее время скальных пород, содержащих карбонат кальция, имеет осадочное происхождение – они образовались из раковин и скелетов мертвых обитателей моря, уплотнявшихся в результате давления следующих слоёв осадочных пород. Мел и известняк представляют собой похожие друг на друга материалы, различие состоит лишь в том, что мел является менее компактным и по этой причине более мягким. Для формирования мрамора, кальцита и арагонита требуется большее время: исходным веществом является известняк или мел, которые под воздействием высоких давлений и температур (условий, обычных для геологического формирования минералов) перестраиваются в форму с более компактной и плотной кристаллической решеткой.

Био-, а точнее – зоогенные отложения карбоната кальция дали название целому геологическому периоду – меловому периоду (или Мелу). Этот период – последний период мезозойской эры, он продолжался 80 миллионов лет (145 миллионов лет – 65 миллионов лет назад) и наиболее известен «меловой катастрофой», в результате которой произошло массовое вымирание видов – вымерли многие голосеменные растения, водные рептилии, птерозавры, все динозавры (но уцелели птицы). Исчезли аммониты, многие брахиоподы, практически все белемниты. В уцелевших группах вымерло 30–50 % видов.

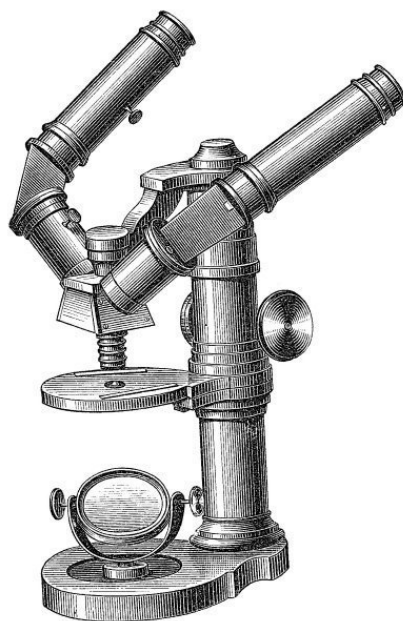
Одной из интересных форм минералов карбоната кальция является прозрачный кальцит, или исландский шпат. В 1669 году датский естествоиспытатель Расмус Бартолин описал странное свойство исландского шпата, известное в настоящее время как «двойное лучепреломление». Оно заключается в том, что если луч света падает перпендикулярно к поверхности кристалла, то на этой поверхности он расщепляется на два луча. Первый луч продолжает распространяться прямо и называется обыкновенным, второй же отклоняется в сторону, нарушая обычный закон преломления света, и называется необыкновенным, и, соответственно, глядя через кристалл кальцита, мы видим «удвоенное» изображение.



Двойное лучепреломление в кристаллах исландского шпата применялось и применяется на практике, например для дальномеров в бомбовых прицелах, однако естественно, что применение человечеством карбоната кальция началось очень давно.

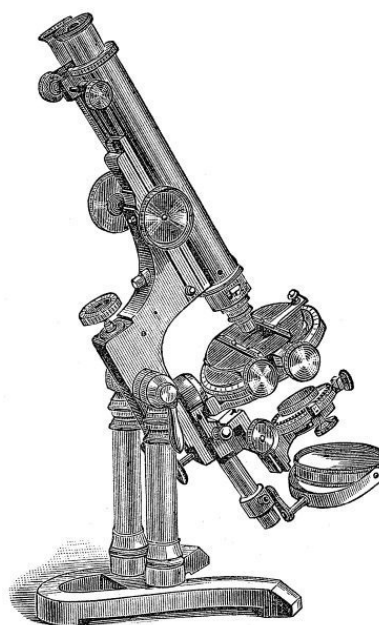
Карбонат кальция в форме известняка и мрамора использовался с древних времен в качестве строительного материала. Несмотря на определенную мягкость известняка, человечество не отказывалось от его практического применения: так, великая пирамида Гизы, четыре тысячелетия остававшаяся самым высоким зданием в мире, построена примерно из двух с половиной миллионов блоков известняка.

Так, одним из первых примеров «ландшафтного дизайна» могут быть считающиеся доисторическими белые лошади британского графства Вилшир, которых получали, удаляя дерн и плодородный слой почвы, обнажая лежащий ниже слой мела.



Опять же с древности карбонат кальция породил ещё один строительный материал, правда, для этого потребовалось первое химическое производство. Со времен Древнего Египта зодчие знали, что прокаливание карбоната позволяет получить негашеную (или прокаленную) известь, основным компонентом которой является оксид кальция CaO . Негашеная известь используется в связующих строительных растворах и при изготовлении цемента – сама по себе или после обработки водой (гашеная известь или гидроксид кальция Ca(OH)_2). Известны случаи применения негашеной извести при обороне замков – негашеная известь активно взаимодействует с водой, а поскольку кожа здорового человека всегда влажна (особенно если этот здоровый человек ползет по осадной лестнице на чужую крепостную стену), осажденные высыпали на осаждающих негашеную известь, вызывая у них ожоги кожи и органов зрения.

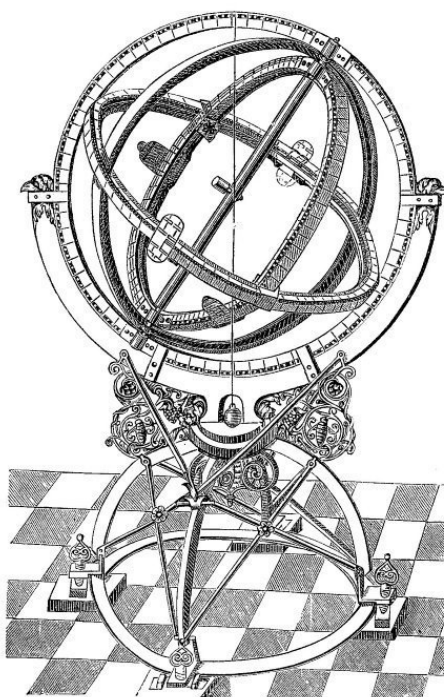
Также с древних времен карбонат кальция применяется для понижения кислотности почвы (это в том числе и тот самый рецепт садовода-любителя, коих в стране советов было миллионы: бросать в почву, на которой начал «колоситься» мох, скорлупу от яиц – мох растет на кислых почвах, а карбонат кальция, являясь солью слабой кислоты, реагирует со свободной кислотой почвы, связывая её).



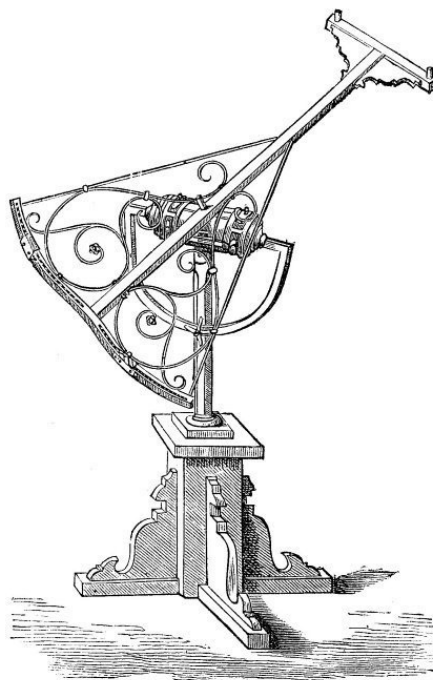
С начала XX века карбонат кальция находит применение во многих промышленных производствах помимо строительной отрасли, например – целлюлозно-бумажной для производства высококачественной мелованной бумаги. Карбонат кальция используется в качестве наполнителя, придающего дополнительную прочность полимерным материалам, его использовали в хлебопекарном производстве (для увеличения потребления кальция). В наши дни карбонат кальция применяется в пищевой промышленности как белый пищевой краситель (E170). Карбонат кальция применялся и применяется в зубных порошках и зубных пастах, правда, для этой цели применяют не «органический» мел, образовавшийся из останков вымерших видов животных, а синтетический – для гигиены полости рта карбонат кальция получают, пропуская углекислый газ через гашеную известь: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Причиной такого подхода является то, что в природном (или как это принято говорить сейчас – натуральном) карбонате кальция содержатся окаменелости организмов, не переживших меловую катастрофу, и те самые кусочки раковин, которые, испытывая нервы наших учителей, скрипели на доске, оставляя на ней царапины, точно также могут повреждать эмаль зубов.

К сожалению, то, что карбонат кальция реагирует с кислотами, в настоящее время стало целой проблемой для сохранения архитектурного и художественного наследия: здания и скульптуры и различных форм карбоната кальция, в особенности из менее плотного известняка (хотя и мрамора эта проблема касается, пусть он и разрушается с меньшей скоростью), повреждаются из-за эрозии, причиной которой являются кислотные дожди.

Ни одно вещество не внесло такой вклад в культуру человечества (и продолжает вносить его до наших дней), как карбонат кальция. Мы можем проследить его путь в человеческой цивилизации от первых наскальных рисунков на стенах пещеры мелом, пирамид и до школьной доски и зданий из стекла и бетона. И, зная, как человеческая цивилизация обязана карбонату кальция, мы не ошибемся, если скажем, что человеческая цивилизация выросла на костях – костях огромного количества вымерших в конце мелового периода организмов.



1.3. Карбонат лития



Ещё со школы я и мои ровесники усвоили, что литий и его соли окрашивают пламя в карминово-красный цвет, хотя в школе я с трудом представлял, что это за цвет – «карминово-красный», и уже совсем не представлял, что при желании препарат одного из активных щелочных металлов можно купить в обычной аптеке, чтобы посмотреть на этот цвет своими глазами. Литий тогда казался химической экзотикой, смотрящей на нас с олимпиадных задачников, и мы, участники олимпиад, не представляли, что он ближе, чем кажется, и мы имеем шансы пересечься с его соединениями, среди которых наиболее часто можно встретить карбонат лития Li_2CO_3 .

Но начнем с цвета. Пожалуй, наиболее частым примером из реальной жизни, связанным с применением характерной окраски пламени солями лития, является случай, произошедший в молодости с американским физиком Робертом Вудом. Осенью 1891 года Вуд приехал в Университет Джона Гопкинса, намереваясь получить там степень доктора философии по химии. В университетском пансионе, где он жил, уже давно ходило страшное подозрение, что утреннее жаркое готовится из остатков вчерашнего обеда, собранных с тарелок. Так, если во вторник на обед подавался бифштекс, то в среду на завтрак подавалось жаркое. Но как доказать такое обвинение? Вуд немного подумал, почесал в затылке и сказал: «Я думаю, что мне удастся это доказать при помощи бунзеновской горелки и спектро스코па».

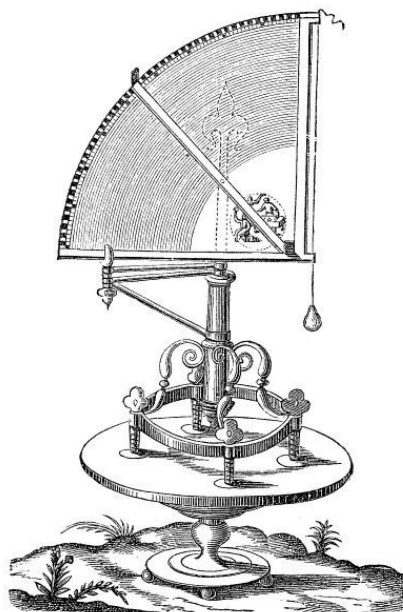
Вуд знал, что хлорид лития – совершенно безопасное вещество, похожее на обыкновенную поваренную соль, а также что спектроскоп дает возможность открыть мельчайшие следы лития в любом материале, если его сжечь в бесцветном пламени – ионы лития дают хорошо известную красную спектральную линию или же карминово-красное окрашивание.



Когда студентам на обед был подан бифштекс, Вуд на своей тарелке оставил несколько больших обрезков мяса, посыпанных хлоридом лития. На следующее утро кусочки завтрака были спрятаны в карман, отнесены в лабораторию и сожжены перед щелью спектро스코па, а появившаяся красная линия лития полностью подтвердила страшную догадку студентов и аспирантов.

Вернемся же к карбонату лития. В отличие от карбонатов других щелочных металлов (соды – карбоната натрия и поташа – карбоната калия) карбонат лития плохо растворим в воде и поэтому теоретически может накапливаться в природе в виде минерала. Минерал, основным компонентом которого является карбонат лития – забуелит, был обнаружен в 1987 году у озера Забуйе в Тибете, однако это скорее исключение: карбонат лития практически не встречается в природе.

К счастью, низкая растворимость карбоната лития облегчает его получение из растворимых солей лития, обычно того самого хлорида лития, который, в свою очередь, можно выделить из месторождений поваренной соли (ну любят хлориды щелочных металлов залегать в природе совместно – свойства у них общие). Особенно богаты хлоридом лития некоторые минеральные источники Южной Америки – Чили и Аргентины. Карбонат лития был впервые получен шведским химиком Йоханом Августом Арфведсоном (Johan August Arfwedson) в 1817 году вместе с другими соединениями лития.

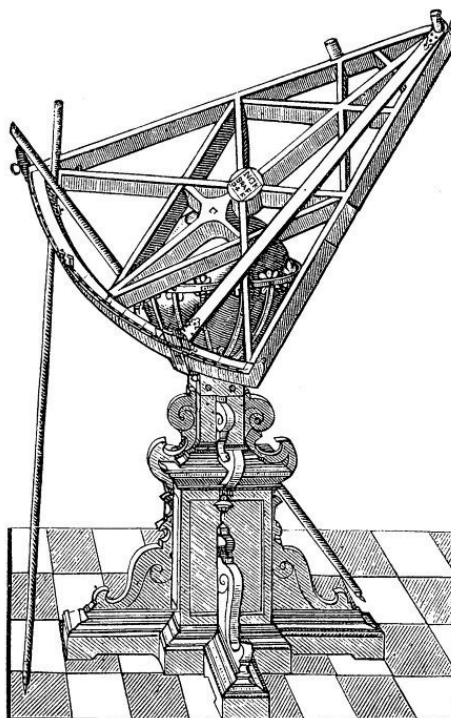


Применение карбоната лития достаточно разнообразно, что необычно для вещества, которое хоть и замечательное, но не так чтобы чрезвычайно известное. Карбонат лития можно найти в детекторах на диоксид углерода: там он обеспечивает электрохимическую реакцию, протекающую на катоде в присутствии диоксида углерода. Естественно, карминово-красная окраска пламени обеспечивает карбонату лития постоянное место в пиротехнических составах, он может применяться при изготовлении керамики и стекла.

Небольшие количества карбоната лития применяются в качестве флюсов для понижения температуры плавления оксида кремния, особенно часто эта особенность применяется при изготовлении стекла для жаропрочной посуды. В глазировке, которая обеспечивает цвет и блеск керамики, карбонат лития сам по себе не является красителем, но усиливает окраску других пигментов, в частности оксида железа. Это разностороннее соединение также используется в клеевых композициях и цементах – там карбонат лития ускоряет время затвердевания композиций.

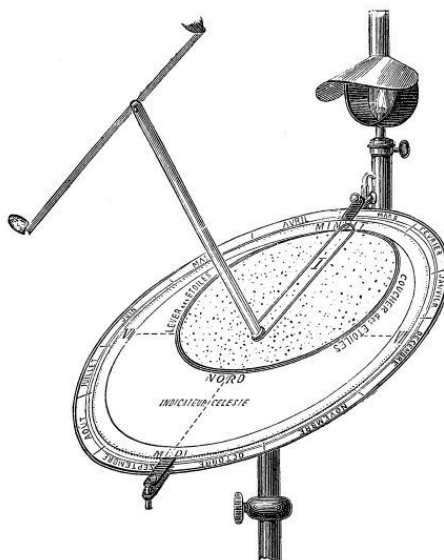
Несмотря на то что анионом в литий-ионных аккумуляторах обычно является смешанный оксид лития-кобальта, а не карбонат, сырьем для получения электродов является карбонат лития. Процесс получения электрода заключается в перетирании карбонатов лития и кобальта при температуре 900 °С в течение 60 часов.

Вместе с тем наиболее частое и наиболее противоречивое применение карбоната лития заключается в том, что он представляет собой лекарственный препарат для лечения биполярных расстройств. Карбонат лития оказался в арсенале врачей не более чем через 25 лет после открытия – первоначально его применяли для растворения камней в мочевом пузыре, затем в XIX веке его назначали для лечения головной боли, ревматизма и подагры. Помогал ли карбонат лития от этих хворей или нет – непонятно. В XIX веке врачи часто использовали новые соединения «от всего»: псевдонародная медицина под маской научности (при этом не забываем, что эффект плацебо работал и тогда).



Эффект плацебо или реальная польза от карбоната лития привели к тому, что он был запатентован как лекарство, а затем как компонент популярных напитков. Так, в 1929 году был создан новый литийсодержащий напиток «Литиированная содовая с лимоном и лаймом». В этом напитке литий содержался до 1940 года, сейчас же этот напиток (уже без лития) известен нам как 7Up.

В 1949 году американский психиатр Джон Каде обнаружил, что карбонат лития является эффективным препаратом для лечения заболевания, которое тогда называлось «маниакальной депрессией», а сейчас – «биполярным расстройством». Открытие произошло случайно: Каде предположил, что психическое расстройство связано с содержанием мочевой кислоты в моче, поэтому он использовал урат лития (литиевая соль мочевой кислоты) для растворения мочевой кислоты и её вывода из организма. Экспериментируя, Каде обнаружил, что ионов лития достаточно, чтобы успокоить человека, находящегося в состоянии маниакального психоза.



Эффект купирования приступов оказался серьезным, что позволило Каде предположить, что маниакальная депрессия вызывается недостатком лития в пище, и предложил компенсировать недостаток лития с помощью карбоната лития. Вывод был неправильным, но на фоне того, что в те лихие годы большинство психических заболеваний лечилось с помощью лоботомии или электрошоковой терапии, возможность химиотерапии биполярного расстройства карбонатом лития рассматривалась родственниками больных (да и самими больными) как подарок судьбы.

К несчастью, лечение биполярного расстройства карбонатом лития не лишено опасностей: слишком высокий уровень лития в организме может вызывать смерть, и до того, как психиатрам удалось подобрать нужные дозировки для лечения биполярного расстройства, без смертей пациентов не обошлось. Из-за того, что литий взаимодействует с гормоном, помогающим почкам реабсорбировать воду из мочи, применение лития может вызывать серьезную дегидратацию организма. Лечение карбонатом лития также сопровождается такими побочными эффектами, как насморк и головная боль. Увы, но шансы на получение эффективных препаратов без побочных эффектов из карбоната лития невелики: поскольку карбонат лития является встречающимся в природе соединением, его нельзя запатентовать, что, очевидно, не стимулирует фармацевтические компании вести исследования, направленные на повышение эффективности этого вещества.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.