

# ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

ХИМИЯ



В основе всего, что нас окружает,  
в основе природы, цивилизации, жизни на Земле —  
загадочные превращения вещества.

УДК 087.5:54(031)  
ББК 24я2  
Л39

Л39 **Леенсон, И. А.**  
**Превращения вещества. Химия:** Энциклопедия ОЛМА. — М. :  
ОЛМА Медиа Групп, 2013. — 303 [1] с. : ил.

ISBN 978-5-373-05243-6

Энциклопедия ОЛМА «Химия. Превращения вещества» открывает перед читателем волшебный мир химии. Эта книга совсем не похожа на сухой и скучный учебник. Увлекательные рассказы об истории химии, об удивительных свойствах веществ и об учёных-химиках разных времён позволяют по-новому взглянуть на знакомый школьный предмет, узнать и полюбить химию, без достижений которой уже невозможно представить современный мир.

**УДК 087.5:54(031)**  
**ББК 24я2**

ISBN 978-5-373-05243-6

© ЗАО «ОЛМА Медиа Групп»,  
оригинал-макет, издание, 2013

# Содержание

К читателю .....	5
------------------	---

## О ХИМИИ И ХИМИКАХ

«Наука начинается с удивления...» .....	10
О зависти и честности в науке .....	13
Как важно увидеть проблему .....	15
Как академик соли поел .....	17
Превращения веществ .....	22
Физическое или химическое? .....	31

## ОТКРЫТИЕ АТОМА

Из чего всё сделано? Великий спор философов .....	38
«О природе вещей» .....	44
Миром управляет... геометрия! .....	47
Судьба античного атомизма .....	49
Алхимики за работой .....	52
Развенчание ртути .....	59
«Губительный свинец» .....	62
Что такое элемент .....	66
Элементы и вещества — простые и сложные .....	69

## ОХОТА ЗА ЭЛЕМЕНТАМИ

«Золотой век» открытия элементов .....	74
Суд над флогистоном .....	79
Судьба Лавуазье .....	88
От Дальтона до Менделеева .....	93
«Взвешивание» атомов и молекул. Закон Авогадро .....	100
Что такое моль .....	105
Закон постоянства состава вещества .....	110

## ВЫСТРАИВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАНЖИРУ

Охота за элементами продолжается .....	114
Названия элементов .....	123
Первые попытки классификации элементов .....	130
Открытие Менделеева .....	134

## АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНЫЙ КОНСТРУКТОР

Валентность элементов .....	144
Как устроены вещества? .....	161
Химические анаграммы .....	167

## ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ КАК ПЕРЕСТАНОВКА АТОМОВ

Признаки химических реакций.....	184
Кислоты, основания, оксиды, соли .....	190
Какие бывают реакции.....	210
Уравниваем атомы.....	216

## ПОЧЕМУ И КАК ИДЁТ РЕАКЦИЯ

Умеют ли химики предсказывать .....	226
Что такое механизм реакции.....	236
Как происходит горение.....	248
Взрывные реакции и взрывчатые вещества .....	250
Катализ.....	253
Создание новых веществ.....	260

## ХИМИЯ ЖИВОГО

Почему живое — живое? .....	270
Химики в борьбе с «жизненной силой».....	281
Сколько «первоначал» у живого?.....	284
Как химики соревнуются с природой.....	291

## ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ: ХЕМОФОБИЯ .....

Алфавитный указатель .....	303
----------------------------	-----

Цветовой рубрикатор темы      Дополнительный очерк

Название главы      Название статьи

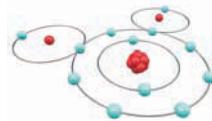
**Атомно-молекулярный конструктор**  
**Валентность элементов**

**В** настоящее время известно около 120 химических элементов, причем несколько самых тяжелых еще не получили даже своего названия. Реально же окружающий человека мир включает его самого, построен примерно из 85 элементов. Как же эти несколько десятков разнообразнейших атомов создают всё многообразие растительного и животного мира, а также все материи и моря, горы и пустыни, песок и глина, нефть и уголь? Дело в том, что элементы могут соединяться, связываясь друг с другом в самых разнообразных сочетаниях. И эти процессы управляют строение жизни. Один из самых важных сведений о строении веществ — валентность элементов.

Когда Дальтон формулировал свой закон сохранения атомов, он опирался на данные химического анализа разных веществ, построенных из одного и того же элемента. Полученно таких примеров становилось всё больше, и химик стремились понять, существуют ли какие-то закономерности в числе атомов, соединяющихся друг с другом.

Когда в середине XIX века были правильно определены формулы большинства

Схема атомного строения молекулы воды.



**3** Франклин, английский химик.

**Модель молекулы сероводорода H<sub>2</sub>S.**

Модель молекулы аммиака NH<sub>3</sub>.

**Сила валентности**  
Описывая в «Египетии Онегиме» разнообразные «таланты» своего герцога, А. С. Пушкин отмечает, среди прочего, его способность «полюбоваться» Ювеналем, в конце письма поспать ювеналем. В подстрочном примечании обычно дается перевод этого латинского слова: «Привет!» (дословно «Будь здоров!»). Именно от него произошло распространённый химический термин «валентность». Однако используют его не только химиками, но и, например, лингвистами. Хотя, если посчитать все случаи, когда в рус-

сложных текстах употреблено слово «валентность», то окажется, что в 99,9% из них (в может быть, и больше этот термин встречается в химическом тексте).

Заглянем в латинско-русский словарь: «валес, см. валес»; «валес, иметь силы, быть сильным, здоровым» (отсюда, кстати, и распространённое по всему миру по случаю значений «здоровый, сильный», «крепкий, прочный»; «мощностенный, впечатлительный; убедительный, осязательный». Есть и прилагательное «валес», «сильно». Теперь очевидно, что слово «валентность» так или иначе связано с силой, недаром раньше использовался термин «сила связности». Но только в 1852 году английский химик Эдуард Франклин (1825–1899) впервые использовал термин «валентность». Кстати, в современном итальянском языке от этого древнего корня образовано слово «валор» — «качественный», «характерный». Попало оно и в другие европейские языки: По-английски valid — «красноречивый», «имеющий силу»; по-французски valide — «крепкий», «здоровый»; по-немецки Valoren — «ценные бумаги» и т. д. Отсюда недалеко и до «валюта» (используемой денежной единицы), слова того же корня. Так от валентности мы добрались до валюты.

**Модель молекулы метана CH<sub>4</sub>.**

## О химии и химиках

# «Наука начинается с удивления...»

**С**пособность удивляться — свойство, редко присущее взрослому человеку, занятому повседневными проблемами. Но из этой способности, из желания узнать, как и из чего всё «сделано», как всё устроено, могут родиться важные открытия.

В лаборатории американского химика (венгра по происхождению) Джорджа Олы отмечали наступающее Рождество. В конце вечера стажёр из Германии Иохим Лукас из озорства бросил огарок парафиновой свечи в смесь кислот, с которой работал. И вдруг все увидели, что свечка растворилась! «Да ведь это магическая кислота!» — воскликнул Лукас. Ола был очень удивлён: по всем канонам химии парафин, который состоит из углеводородов, — очень инертное вещество и в кислотах не растворяется. Тщательное исследование получившегося раствора показало, что кислота не просто растворила парафин, а буквально разрежала его мельчайшие частички — молекулы на кусочки. Более того, оказалось,



Дж. Ола, лауреат Нобелевской премии по химии 1994 г.



Аверс и реверс нобелевской медали по химии.

что эти «кусочки молекул» положительно заряжены, то есть являются катионами; раньше считалось, что катионы органических молекул вообще не могут существовать! Работы в этом направлении были продолжены, они привели к дальнейшим открытиям. Химики стали лучше понимать, какие реакции происходят при переработке нефти, как получить бензин лучшего качества. В результате Дж. Ола в 1994 году был удостоен высшей для учёного награды — Нобелевской премии. А «чудесная» кислота с тех пор во всех справочниках и учебниках так и называется — магическая, без всяких кавычек.

А вот ещё один пример, тоже из области химии. Алан Макдиармид родился в Новой Зеландии, в бедной семье. Уже в семь лет он должен был подрабатывать, чтобы помочь семье свести концы с концами. В то же время он очень тянулся к знаниям. Ему также нравились яркие цвета, и свою первую книжку по химии для детей он выбрал в библиотеке за ярко-синий цвет обложки. В колледже, на занятиях химией, Алан весьма удивился, узнав, что простые по составу кристаллы, состоящие из неметаллов серы и азота, блестят и окрашены в красно-оран-

жевый цвет. Ещё неожиданнее было, что эти кристаллы проводят электрический ток. Ведь электропроводность — отличное свойство именно металлов. Недаром провода делают из меди или алюминия. Через много лет, когда Макдиармид уже был профессором американского университета, его пригласили для чтения лекций в Японию, и там он всем показывал свои блестящие красно-оранжевые кристаллы, проводящие электричество. После одной лекции к нему подошёл японский химик Хидеки Сиракава и показал свои блестящие кристаллы — серебристого цвета. Они состояли из углерода и тоже проводили ток. Макдиармид пригласил Сиракаву в США, и там вдвоём они продолжили исследования необычных кристаллов. Чтобы увеличить электропроводность, вещества старались получить как можно более чистыми. Но чем чище они становились, тем хуже проводили ток. Это тоже было непонятно и удивительно. В конце концов выяснилось, что для повышения электропроводности следует не очищать вещество, а, наоборот, вводить примеси. Так, «загрязнив» кристаллы ещё одним неметаллом — иодом или бромом, можно увеличить их электропроводность в миллионы раз! Это было поразительно: неметалл, «загрязнённый» другим неметаллом, становится хорошим проводником электричества. Как рассказал один из авторов открытия, во время этого опыта у них сгорел дорогой прибор для измерения электропроводности — настолько неожиданным оказалось «короткое замыкание» из-за резкого снижения сопротивления образца. Зато в результате удалось получить полимер, который проводит ток почти так же хорошо, как и металлы. Из таких полимеров можно делать тонкие гибкие плёнки, светящиеся под действием электричества. Их можно использовать при изготовлении дисплеев мобильных телефонов или плоских телевизионных экранов. И наоборот — использовать свет для получения электричества: это будут пластиковые солнечные элементы, рулоны которых, если их раскатать на больших площадях, позволят получать



Х. Сиракава, лауреат Нобелевской премии по химии 2000 г.

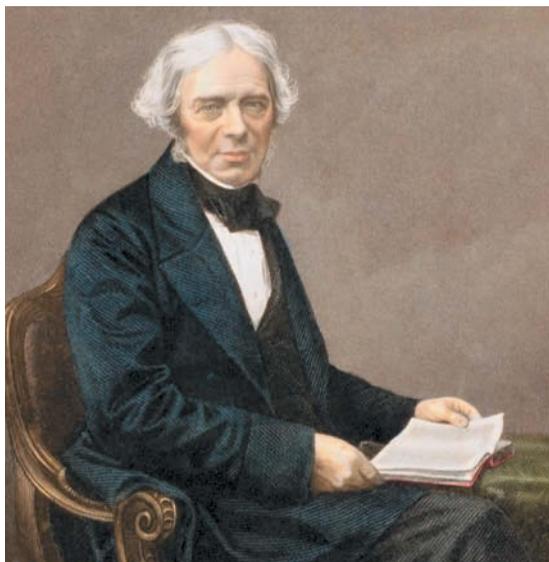
электроэнергию, не загрязняя окружающую среду. Новые полимеры окажутся незаменимы, когда вместо двигателей внутреннего сгорания на автомобилях будут установлены экологически чистые электромоторы. Неудивительно, что учёные, открывшие сверхпроводящие полимеры, в 2000 году за своё открытие получили Нобелевскую премию.

Когда исследователи случайно открывают нечто, что может оказаться полезным, говорят о «серендипности». Этот термин появился благодаря сказке о трех принцах Серендипа — так в старину называли Цейлон (ныне Шри-Ланка). Принцы обладали даром предвидения, который проявлялся у них на каждом шагу. Некоторые современные химики также обладают таким даром — способностью увидеть нечто интересное в том, что другим кажется не заслуживающим внимания.

«Наука начинается с удивления», — сказал более 2 тыс. лет назад древнегреческий философ Аристотель. Однако приведённые примеры показывают, что в науке недостаточно просто удивиться. Нужно ещё потратить массу времени, упорства и знаний, чтобы «удивительное явление» начало приносить людям пользу. На получение нового знания может уйти вся жизнь исследователя и даже жизнь нескольких поколений. Многим

людям что-то кажется очень удивительным, непонятым, — но на этом всё заканчивается! Никаких попыток проникнуть в суть явлений, заставить служить человеку. Скажем, магнитные явления были известны задолго до новой эры. Но только в начале XIII века компас появился в Европе. И это было единственное полезное использование магнитных явлений. А ведь магнит — вещь поразительная! Он действует на железные предметы на расстоянии. Ещё интереснее (и непонятнее), что в нём нельзя разделить северный и южный полюс: сколько ни разрежь намагниченный стержень пополам, ничего, кроме множества маленьких магнитиков, мы не получим — и в каждом будет и северный, и южный полюс...

Не менее удивительны и электрические явления. Тысячи лет люди забавлялись тем, что некоторые вещества, например янтарь, при натирании приобретают способность притягивать к себе лёгкие предметы — пушинки, обрывки ниток... И лишь в XIX веке, в основном благодаря гению английского физика-самоучки Майкла Фарадея (1791—1867), стало известно, что с помощью магнита можно получить электрический ток. Это откры-



М. Фарадей, создатель учения об электромагнитном поле.



Почтовый блок (Греция), посвящённый античным учёным.

тие вызвало к жизни новую науку — электротехнику и позволило создать электрические приборы — электрогенераторы, вырабатывающие ток, и электромоторы, превращающие электрическую энергию в механическую. Без них трудно представить себе современную цивилизацию. Как шутят физики, если бы не Фарадей, мы бы до сих пор смотрели телевизор при свечах. Кстати, само слово «электричество» происходит от греческого названия янтаря — «электрон»!

Так что наука не только отвечает на вопросы исследователей, в чём причина тех или иных явлений. Переосмысление привычного, общепринятых основ (а именно с этим связаны наиболее важные научные открытия) рано или поздно приводит к практическому использованию теоретических открытий: появляются новые технологии. Так, благодаря пылливому уму учёных, а в последние столетия — и искусным рукам учёных и инженеров современный человек пользуется многими благами цивилизации, в числе которых персональные компьютеры, мобильные телефоны, другие чудеса техники. И никто не знает, что ещё принесёт нам развитие науки и неразрывно связанной с ней технологии. И «детская» способность удивляться неожиданным, а ещё важнее — привычным явлениям, на которые мало кто обращает внимание, — далеко не последнее качество, характеризующее настоящего учёного.

## О химии и химиках

# О зависти и честности в науке

**Л**юди, далёкие от науки, никогда не работавшие в исследовательских учреждениях, нередко представляют себе учёного таким высоконравственным человеком, все помыслы которого нацелены на одно: служить любимому делу, науке. На самом деле учёные (здесь лучше говорить об исследователях или даже о «научных работниках») — такие же люди, как и все остальные. И среди них попадаются карьеристы, властолюбцы, рвачи, жадные до наград и денег. И задача научного сообщества — сделать эти факты известными, чтобы освободиться от тех, кто позорит науку, хотя получается это не всегда. Тут многое зависит от того, насколько развито в той или иной стране гражданское общество, насколько свободно средства массовой информации могут «выносить сор из избы», критиковать тех или иных деятелей, даже если они облаканы властью. Ярким примером является отечественный академик Трофим Денисович Лысенко (1898—1976). Его теории наследственности были антинаучными и опровергались опытами. Но, пользуясь полной поддержкой властей, Лысенко не позволял проводить такую проверку. Его критики лишались работы, а нередко и жизни. Так была уничтожена советская генетика, самая передовая в мире. Погиб в тюрьме крупнейший селекционер и генетик, учёный с мировым именем Николай Иванович Вавилов (1887—1943). Ушёл из жизни, не выдержав травли и обвинений в «пособничестве фашистам», один из основоположников современной генетики Николай Константинович Кольцов (1872—1940). На их место приходили люди без морального стержня, стремившиеся извлечь из науки как можно больше выгод для себя лично.



Модель молекулы  
инсулина.

Л. Томпсон, первый пациент,  
получивший инъекцию инсулина.

А вот другая история. В январе 1922 года в Канаде умирал от тяжёлого, неизлечимого тогда диабета 14-летний Леонард Томпсон. Его спасла первая в истории инъекция инсулина. Идея о том, как можно помочь больным диабетом, принадлежала канадскому физиологу Фредерику Бантингу (1891—1941). Но для её проверки у него не было своей лаборатории и подопытных животных. Всё это было у заведующего кафедрой физиологии в Торонтском университете Джона Маклеода (1876—1935). Но тот категорически отказался предоставить Бантингу возможности для работы. И только после вмешательства профессора Фредерика Миллера Маклеод согласился предоставить Бантингу лабораторию и подопытных собак на время

своего двухмесячного отдыха в Шотландии. Бантинг продал всё своё имущество, чтобы иметь средства для проведения опытов. Его идея оказалась верной: вскоре он и помогавший ему ассистент Маклеода Чарлз Бест (1899—1978) сумели выделить инсулин из поджелудочной железы животных. Маклеод сразу понял важность открытия и... попытался присвоить его! В своих выступлениях и публикациях он всячески рекламировал и пропагандировал «свое» открытие. В результате в 1923 г. Нобелевская премия по физиологии и медицине за открытие инсулина была присуждена Бантингу и Маклеоду. Бантинг был взбешён: Маклеод, по его мнению, не заслуживал награды, и был обойден Бест, внёсший в открытие большой вклад. Разразился скандал. Половину своей премии Бантинг демонстративно отдал Бесту.

Именно так десятки лет излагали события практически все статьи и книги, в которых описывалась история открытия инсулина. И лишь недавно историки науки, тщательно изучив старые документы, включая лабораторные журналы, пришли к выводу, что эта версия событий была изложена... в многочисленных статьях Чарлза Беста, который на 37 лет пережил Бантинга и на 43 года — Маклеода. Так что ответить ему публично было некому. Кстати, Маклеод усовершенствовал способ получения инсулина



Ф. Г. Бантинг, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине 1923 г.

(он же дал имя этому веществу) и написал много научных трудов по сахарному диабету.

Конечно, вся эта история получила огласку потому, что её герои удостоились высшей научной награды. Но сколько подобных случаев происходит во всём мире во множестве лабораторий, и это становится известным лишь узкому кругу. То же можно сказать и об откровенной фальсификации научных результатов: лишь несколько таких случаев получили резонанс в печати и стали достоянием широкой общественности.

Шприц с картриджем, заполненным инсулином, для многократного использования.



## О химии и химиках

# Как важно увидеть проблему

**В** науке нередко бывает так, что никто не видит особой проблемы в отсутствии объяснения какому-либо факту. Тем более если этот факт кажется незначительным — а с такими в своей работе сталкивается любой исследователь. Но иногда подобный «мелкий факт» превращается в открытие огромной важности. В 1785 году английский химик и физик Генри Кавендиш (1731—1810) пропускал электрические искры через смесь азота и кислорода. При этом оба газа реагировали друг с другом, образуя соединение — оксид азота, который в присутствии избытка кислорода и воды даёт азотную кислоту (те же процессы происходят и во время грозы, поскольку азот и кислород — основные составные части воздуха, а роль гигантской искры играет молния; этот процесс в атмосфере очень важен для обогащения почвы азотом, который необходим растениям). Кавендиш сумел таким способом превратить в кислоту почти весь азот. Здесь ключевым является слово «почти», потому что в конечном счёте остался небольшой пузырёк газа (1/120 первоначального объёма), который с кислородом не реагировал. Кавендиш не мог объяснить, почему так получается и что представляет собой этот газ.

Прошло более 100 лет. В 1892 году английский физик Джон Уильям Стретт (1842—1919), в 1873 году унаследовавший от отца титул лорда Рэлей, уточнял физические константы газов. Он выделил как можно более чистый азот из воздуха и определил его плотность с очень высокой точностью. У него получилось 1,2572 г/л при нормальных условиях. Он этим не удовлетворился и измерил также плотность азота, полученного чисто химически из нитрита аммония (это вещество легко выделяет азот уже при небольшом нагревании). Результат был

примерно тем же: 1 л этого азота весил 1,2505 г. Разница небольшая — всего полпроцента, что вполне удовлетворило бы и физиков, и химиков. Другой на месте Рэлей, возможно, просто взял бы среднее значение. Но учёный так не поступил, потому что был уверен в своих измерениях: в последнем, четвёртом знаке после запятой возможна небольшая погрешность, но за третий знак он ручался.

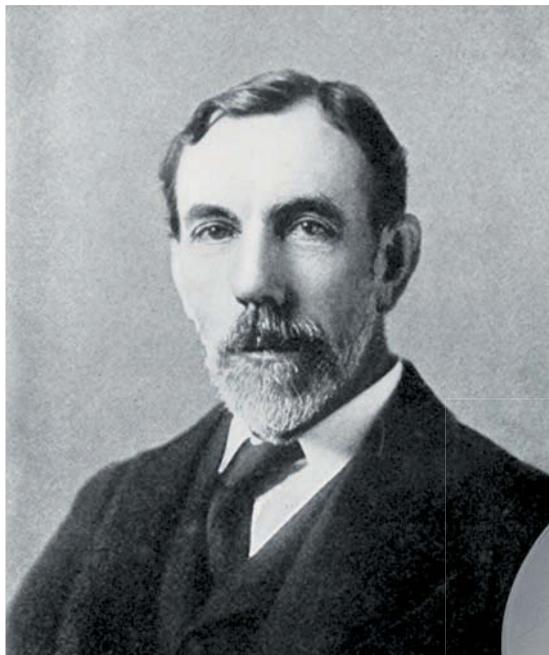
Как и Кавендиш, Рэлей не знал, почему его опыты дают такие результаты. Он написал письмо редактору английского журнала «Природа» (Nature), в котором приглашал химиков дать разумное объяснение его опытам. Это письмо с подробным описанием его экспериментов было опубликовано 24 сентября 1892 года. Оно привлекло внимание английского химика Уильяма Рамзая (1852—1916), который предложил Рэлею провести совместные исследования. По итогам двухлетней работы они установили, что атмосферный азот немного тяжелее «химического», так как в нём содержится неизвестный ранее газ. Это произошло



Дж. У. Стретт, лорд Рэлей.



Г. Кавендиш.



У. Рамзай, лауреат Нобелевской премии по химии 1904 г.

4 августа 1894 года. Новый газ оказался химически абсолютно инертным и не реагировал даже с самыми агрессивными веществами. За это его назвали аргоном, от греческого *argos* — «недеятельный, ленивый». Стал понятен также результат, полученный когда-то Кавендишем. По уточнённым данным, в сухом воздухе содержится 0,93% аргона.

Аргон оказался не единственным газом с такими удивительными свойствами — полным отсутствием химических свойств! В 1895—1898 годах Рамзай участвовал в открытии ещё нескольких инертных газов — гелия, неона, криптона и ксенона. Всю эту группу «недеятельных» газов (в 1900 году к ним присоединился радиоактивный радон) назвали инертными газами. В ноябре 1904 года Шведская Королевская академия наук постановила: «Присудить Нобелевскую премию года по физике Джону Уильяму Стретту (Рэлею) за исследование плотности газообразных элементов и открытие в этой связи аргона. Присудить Нобелевскую премию года по химии Уильяму Рамзаю за открытие газообразных элементов, входящих в состав воз-

духа, и определение их места в периодической системе». Так маленький пузырёк газа Кавендиша привёл сразу к двум высшим в науке наградам!

Но удивительная история инертных газов на этом не заканчивается. Почти 70 лет инертные газы оправдывали своё название и не вступали ни в какие химические реакции. Сегодня же в лабораториях можно увидеть баночки с белым порошком, который представляет собой химическое соединение ксенона с кислородом или фтором! Это — следствие



Фторид ксенона  $\text{XeF}_2$ .

открытия, совершённого в 1961 году молодым (ему не исполнилось тогда и 30 лет) канадским химиком Нилом Барлеттом. Он совершил невероятное: получил устойчивое химическое соединение «инертного» ксенона! С тех пор получено около 200 (!) различных соединений ксенона с фтором, хлором, кислородом, углеродом, азотом, рядом других элементов. Удалось получить и соединения криптона (правда, они намного менее устойчивые). Пришлось химикам отказаться от названия «инертные газы»: теперь их именуют благородными.

Мы видим, что в результате открытий наука не только обогащается новым знанием (что само по себе тоже очень ценно). Новые знания рано или поздно приводят к возникновению новых технологий. Причём сами учёные, открывшие и изучившие новое явление, могут даже не догадываться, какое будущее ждёт их открытие.

## О химии и химиках

# Как академик соли поел

**Е**динственный отечественный лауреат Нобелевской премии по химии академик Николай Николаевич Семёнов как-то рассказал своим сотрудникам интересную историю. В детстве (оно прошло в Саратове) он прочитал о том, что поваренная соль имеет химическое название хлорид натрия и состоит из натрия и хлора. Это его удивило, и он решил узнать о том, что такое натрий и хлор. Тут его удивление выросло ещё больше. Оказалось, что натрий — это мягкий (режется ножом) металл, который бурно реагирует с водой, давая очень едкий щелочной раствор. Хлор же — чрезвычайно ядовитый жёлто-зелёный газ, который в Первую мировую войну использовали

как химическое оружие. Было непостижимо, что активный металл и ядовитый газ не просто мирно уживаются вместе, а образуют белый порошок, без которого не приготовишь вкусной еды.

Когда Семёнов вырос и получил возможность проводить эксперименты в лаборатории (по образованию он был физиком), он вспомнил, как удивлялся в детстве химическим превращениям, и решил всё проверить на собственном опыте. Он наполнил хлором пустую склянку и внёс туда на ложечке с длинной ручкой подогретый натрий. Металл сразу вспыхнул жёлтым пламенем и быстро сгорел, а на стенках образовался белый налёт. Семёнов не успокоился, аккуратно соскрёб этот налёт, посыпал им кусок чёрного хлеба и съел! Как он сам отметил, такой опыт, конечно, противоречит правилам безопасности (в поваренной соли могли оказаться несгоревшие частички натрия), но любопытство пересилило...

Как же так получается, что из легкоплавкого металла, который даже воды боится, и ядовитого газа образуется белая поваренная соль, которая совершенно не похожа на своих «родителей»? Соль не только не ядовита (конечно, если не есть её килограммами), но совершенно необходима для жизни человека. И таких примеров «чудесных превращений» можно привести великое множество.

Поваренная соль известна человеку с незапамятных времён, и название её сходно во многих языках (латинское *sal*, французское *sel*, немецкое *Salz*, итальянское *sale*, английское, шведское и норвежское *salt*, чешское *sůl*, украинское *сіль*...). В честь соли названы многие города, реки и озёра: Солигалич, Соликамск, Сольвычегодск, Соль-Илецк, Солыцы, Усолье и Усолье-Сибирское,



Н. Н. Семёнов, лауреат Нобелевской премии по химии 1956 г.



Монета Банка России достоинством 10 рублей, выпущенная в 2011 г.

река Усолка и многие другие в России, река Солёная на Украине, Солигорск в Белоруссии, река Зальцах и родина Моцарта Зальцбург в Австрии, Солткотс в Шотландии, озеро Солтон-Си и город Солт-Лейк-Сити вблизи Большого Солёного озера в США, — таких примеров на географической карте можно найти множество, и вряд ли какое-либо другое вещество способно соперничать в этом отношении с поваренной солью. И это неудивительно: без соли нет жизни.

По составу поваренная соль — это хлорид натрия; она содержит не нейтральные, а заряженные атомы (такие атомы называются ионами): положительно заряженные ионы натрия и отрицательно заряженные ионы хлора. Интересно, что долгое время химики (и физики) не могли поверить, что ионы и нейтральные атомы имеют совершенно разные свойства.

Соль — обязательная составная часть организмов человека и животных. В теле взрослого человека содержится более 200 г хлорида натрия, из которых 45 г растворено в крови. Соль поддерживает нормальную деятельность клеток, из которых состоят все ткани и органы. Из соли в желудке вырабатывается соляная кислота, без которой невозможно переваривание пищи. Взрослому человеку

необходимо получать в день примерно 10—15 г хлорида натрия, включая и ту соль, которая содержится в продуктах питания. Однако вреден и избыток соли; как и всё остальное, она хороша в меру. Недостаток соли в пище пагубно сказывается на здоровье, а без соли жизнь невозможна. Полагают, например, что массовая гибель наполеоновских солдат, особенно раненых, при их отступлении из Москвы была обусловлена нехваткой поваренной соли в пище: у них не было ни запасов соли, ни возможности где-либо достать её. У русской же армии никаких проблем со снабжением солью не было. А вот как вспоминает писатель Павел Сиркес возвращение с матерью (отец погиб на фронте) из голодной казахстанской эвакуации в родную Молдавию: «Когда ехали сюда, уже на Украине к поезду выходили бабы с жареными курами, с кринками ряженки и глечиками сливочного масла. Любой продукт мож-



но было получить лишь в обмен на соль. Мы, к счастью, по чьему-то совету запаслись ею у Эльгона и Баскунчака».

Всю потребляемую соль человек получает из природных источников. Полезнее всего соль, добываемая из морской воды. Однако мало кто знает, что природная соль не всегда белая! Например, каменная соль (галит) бывает окрашена в голубой, синий или фиолетовый цвет. Окрашивают соль скопления нейтральных (незаряженных) атомов натрия, которые образуются под действием излучения от расположенных рядом радиоактивных минералов. При этом никакой «радиации» в самой соли не появляется. Особенно красиво окраска проявляется в тех случаях, когда в каменную соль вкраплены крохотные кристаллики какого-нибудь радиоактивного вещества. В этом случае вокруг вкрапления образуется окрашенная сферическая поверхность. Её размер (он измеряется сотыми



Минерал галит. Марка ГДР 1972 г.  
На севере Германии находятся крупные соляные залежи.

Соляные поля. Перу.





Памуккале. Турция. Белые террасы (травертиновые образования) возникли в результате отложения солей кальция.

долями миллиметра) соответствует дальности проникновения радиоактивного излучения, испускаемого примесью. При распаде радиоактивного вкрапления практически всегда образуется ряд радиоактивных элементов, испускающих лучи с различной энергией и поэтому проникающих на разные расстояния. Например, при распаде урана образуется множество радиоактивных элементов, среди которых — полоний и свинец. Энергия испускаемых ими частиц отличается почти в два раза. В результате вокруг такого радиоактивного центра образуется не одна, а несколько сферических поверхностей разного радиуса. Если кристалл расколоть и отшлифовать, то под микроскопом эти сферические поверхности проявятся в виде красивых маленьких колец. Чем древнее минерал, чем дольше он подвергался облучению, тем интенсивнее окраска.

Соль бывает не только синей. В южных районах нашей страны есть озёра, в которых осаждается поваренная соль красного цвета! Мало того, иногда она имеет отчетливый аромат. Это редкое явление нашло отражение в названиях озёр, расположенных в низовьях Волги: Розовое, Красное, Малиновские. Добывали здесь красную соль ещё в XVIII веке, а Большое и Малое Малиновские озёра были личной собственностью Екатерины II. Она любила поражать иностранных гостей, приказывая подавать к столу ароматную малиново-красную с фиолетовым оттенком соль. Иностранцы дивились и ели экзотическую соль, густо приправленную... микробами! Действительно, впоследствии было выяснено, что виновниками окраски и запаха чаще всего являются микроорганизмы, которые не могут жить без соли. Их так и называют — галофилы, то есть «любители соли» (по-гречески *hálōs* — «соль», *philōs* — «люблю»). Соль, в которой прижились эти бактерии, утрачивает свои консервирующие свойства: чем крепче посолить ею продукт, тем быстрее он придёт в негодность.

Понятно, что сейчас эту соль в пищу не употребляют.

У древних народов нередко бывали войны из-за соляных источников. А римские легионеры времён Цезаря часть жалованья получали солью. Крестоносцам в Средние века тоже часто платили не золотом или серебром, а солью (отсюда и английское слово salary — «жалованье»). Редко кто задумывается о том, что слова «солдат» и «соль» имеют что-либо общее! Но это так: слово «солдат» пришло в русский язык в начале XVII века и происходит от итальянского soldo — «жалованье» (так же называлась и старинная итальянская монета). Соль заменяла деньги во многих странах. В Китае XIII века, как свидетельствует Марко Поло, из каменной соли изготовлялись и сами монеты. И даже в 1927 году в Эфиопии, по свидетельству академика Н. И. Вавилова, соль ещё заменяла крупные деньги, а красный перец — мелкие...

Многие столетия соль была единственным способом сохранить от порчи пищевые продукты. Без поваренной соли были бы невозможны дальние морские плавания, кругосветные экспедиции и великие географические открытия. Так что неудивительно, что во все времена и во всех странах правители уделяли соли самое пристальное внима-

ние и часто вводили монополию на её добычу и продажу. История России знает грандиозное восстание, получившее название «Соляной бунт», которое началось в 1648 году и прокатилось по всей стране. Одна из причин восстания — повышение налога на соль. А в начале XVIII века указом Петра вообще была запрещена торговля солью частным лицам. Соляная монополия просуществовала в России свыше полутора веков и была отменена только в 1862 году.

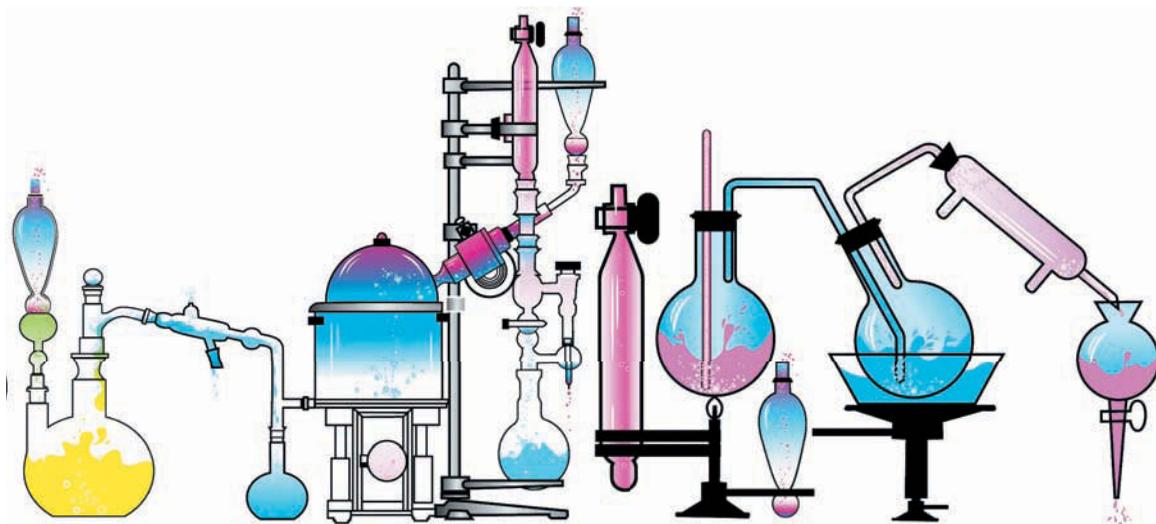
У всех народов соль — символ гостеприимства, верности, радушия. Хлебом-солью встречают самых дорогих гостей. И напротив, просыпать соль, по древним поверьям, — значит, навлечь на себя гнев богов.

Однако поваренная соль ещё не раскрывала всех своих загадок. Не вполне постоянен и её привычный вкус. Если попробовать что-то солёное вместе со сладкой или горячей пищей, солёный вкус ослабнет, а с кислой пищей — усилится. Крысам хлорид натрия кажется более солёным, чем хлорид калия, а кошкам и кроликам — наоборот. Можно только удивляться, как учёные смогли это выяснить. Химикам удалось также получить необычные кристаллы, содержащие одновременно поваренную соль и глюкозу — редкое сочетание солёного и сладкого...



# О химии и химиках

## Преобразования веществ



**П**овседневный опыт говорит о том, что превращения одних веществ в другие происходят на каждом шагу. Однако превращения превращениям рознь. Свинец можно расплавить, залить в форму и получить отливку той или иной конфигурации. Но это будет всё тот же свинец. То же можно проделать и с другими металлами. Вода на морозе превращается в лёд, а при нагревании она переходит в пар. Но лёд можно снова растопить, а водяной пар охладить, и при этом опять получится вода.

Объяснить, что происходит с водой, теперь может любой школьник. Даже при комнатной температуре вода испаряется. Водяной пар, как и многие газы, бесцветен и невидим (облака, туман — это не пар, а мельчайшие капельки воды). Чем выше температура, тем быстрее испаряется вода, а когда температура достигает  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , испарение становится бурным — вода кипит. При этом температура и воды, и водяного пара над ней остаётся равной  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . При охлаждении водяной пар снова сгущается (конденсируется) и превращается в жидкую

воду. Процесс испарения и повторной конденсации воды (и других жидкостей) называется перегонкой (дистилляцией). С помощью дистилляции можно очистить воду от нелетучих примесей, например солей. Именно так, путём перегонки, из солёной и не пригодной для питья морской воды можно получить пресную воду. Химики для своих опытов и фармацевты для приготовления лекарств используют тщательно очищенную перегонкой дистиллированную воду. Этим же методом нефть — сложную смесь многих веществ — можно разделить на отдельные компоненты — бензин, керосин, мазут и др.

Если перегнанную воду снова нагревать, она будет кипеть, конечно, при той же температуре. Значит, при переходе жидкой воды в пар её «сущность» не изменилась — она осталась всё той же водой, только в другом состоянии — газообразном. Эту «сущность» химики записывают простой формулой:  $\text{H}_2\text{O}$  (читается «аш-два-о»). Здесь символ  $\text{H}_2\text{O}$  обозначает самую мелкую частичку воды — её молекулу. Формула  $\text{H}_2\text{O}$ , во-первых, показывает,

что вода состоит из водорода (символ Н — от латинского названия водорода Hydrogenium) и кислорода (символ О — от латинского названия кислорода Oxygenium). Во-вторых, эта формула показывает, что и в одной молекуле воды, и в стакане с водой, и в целом океане на один атом кислорода приходится два атома водорода.

Если молекулу воды «разобрать на части» (это можно сделать реально), то мы получим отдельные атомы водорода (Н) и кислорода (О) — понятно, что атомов водорода получится в два раза больше; ничего общего с водой у этих атомов не будет. Эти атомы могут объединиться попарно, образуя молекулы газа водорода (H<sub>2</sub>) и газа кислорода (O<sub>2</sub>). Общего с водой у этих газов только одинаковые атомы, из которых они состоят.

К теме превращений воды относится и понятие относительной влажности воздуха, которую обычно сообщают в прогнозе погоды наряду с температурой воздуха и атмосферным давлением. Что это такое?

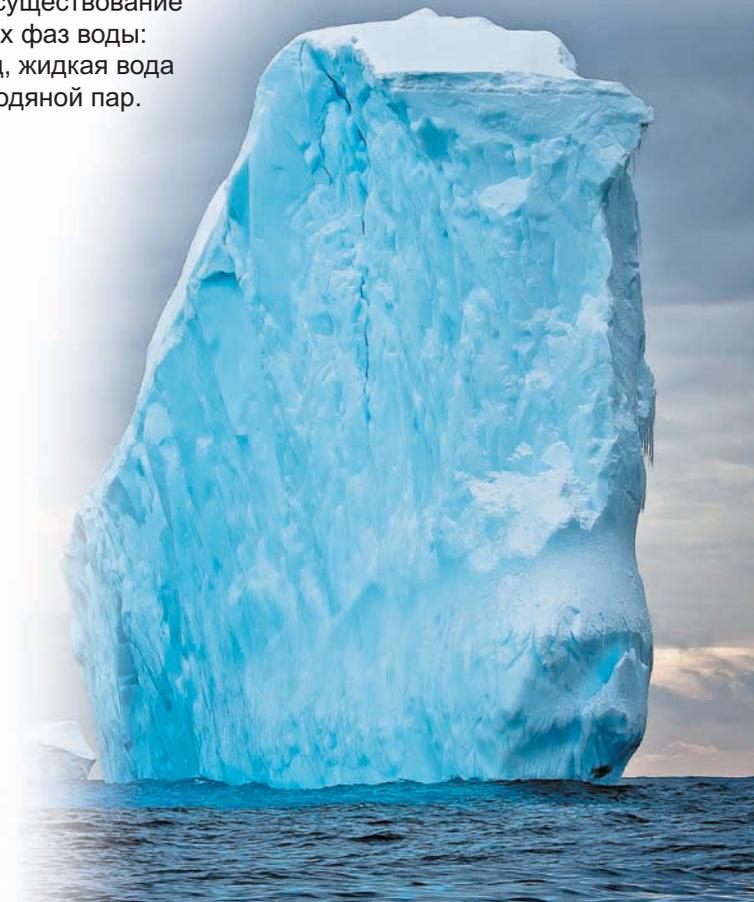
Окружающий нас воздух никогда не бывает абсолютно сухим — в нём всегда присутствуют в большем или меньшем количестве водяные пары. Их содержание в воздухе можно выражать в тех же единицах, что и атмосферное давление, — в миллиметрах ртутного столба. Водяной пар, в отличие, например, от водорода, нельзя смешивать с воздухом в любых соотношениях — во всяком случае, при температуре ниже 374 °С. Оказывается, пара в воздухе не может быть больше определённой величины, которая зависит от температуры. Так, при трескучем морозе –60 °С, например в Антарктиде, давление водяного пара в воздухе может быть не больше 0,007 мм рт. ст., при 0 °С — не больше 4,6 мм рт. ст., при комнатной температуре — не больше 20 мм рт. ст., при 40 °С — не больше 55 мм рт. ст., при 60 °С — не больше 150 мм рт. ст. и т. д. Говорят, что такой воздух насыщен парами воды, а влажность воздуха составляет 100%. Если давление паров воды при данной температуре превысит эти значения, насыщенный водяной пар снова превращается (конденсируется) в воду. В атмо-

сфере насыщенные пары при малейшем понижении температуры собираются в мельчайшие капельки — образуется туман (например, холодным августовским утром у поверхности земли), а на большой высоте, где холодно, поднимающийся вверх влажный воздух теряет часть водяных паров, из которых возникают облака и тучи. В замкнутом помещении избыток водяных паров конденсируется на более холодных стенках и на потолке и стекает или капает на пол — как в парной. На морозе же водяные пары, если их слишком много, превращаются в снег (именно поэтому чем холоднее воздух, тем он суше).

В воздухе, которым мы дышим, давление паров воды всегда меньше насыщенного. Например, если атмосферное давление составляет 750 мм рт. ст., то на сам воздух может приходиться, положим, 740 мм рт. ст., а на пары воды — оставшиеся 10 мм рт. ст. В таком случае при комнатной температуре водяных паров в воздухе будет вдвое меньше по сравнению с насыщенным паром. Соответственно, относительная влажность

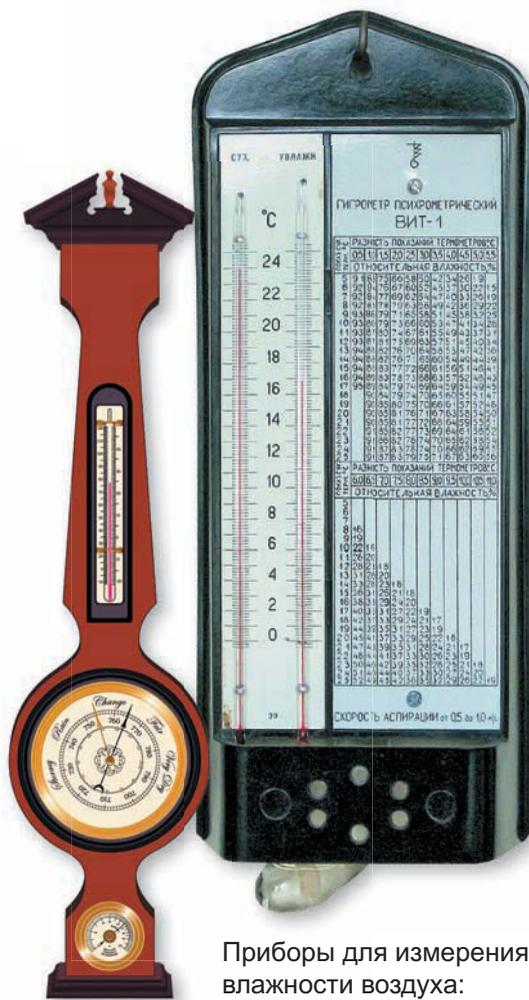
**Айсберг.**

Сосуществование трёх фаз воды: лёд, жидкая вода и водяной пар.



воздуха составит  $10/20 = 0,5$ , или 50%. Если тот же воздух при неизменном давлении прогреется до  $30\text{ }^\circ\text{C}$  (когда давление насыщенных паров равно 32 мм рт. ст.), то относительная влажность уменьшится и станет равной  $10/32 = 0,31 = 31\%$ . И наоборот, если, не меняя давления, охладить воздух до  $15\text{ }^\circ\text{C}$  (когда давление насыщенных паров равно 13 мм рт. ст.), относительная влажность увеличится и станет равной  $10/13 = 0,77 = 77\%$ . При этом абсолютная влажность воздуха у нас оставалась постоянной — 10 мм рт. ст., или примерно  $10\text{ г/м}^3$ . Итак, относительная влажность — это выраженное в процентах отношение действительного содержания водяных паров в воздухе к их содержанию при насыщении при данной температуре. Физиологи установили, что чем выше температура, тем меньшей для нормального самочувствия должна быть относительная влажность воздуха, которым мы дышим. Наиболее благоприятная для человеческого организма относительная влажность применительно к температурам ( $t$ ), не слишком сильно отличающимся от комнатной, хорошо передаётся формулой  $110 - 3t$ . Так что если в комнате прохладно ( $17\text{ }^\circ\text{C}$ ), то комфортной для дыхания будет влажность 59%, при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  — 50%, при  $23\text{ }^\circ\text{C}$  — 41%. В помещениях с центральным отоплением зимой воздух часто бывает слишком сухим, что вредно для дыхательных путей. Такой воздух следует увлажнять. Самый простой способ — поставить на батарею отопления ванночку с водой.

Влажность воздуха показывают специальные приборы — гигрометры (от *греч.* *ugrōs* — «влажный»). Их устройство бывает различным. Например, вода может испаряться с тряпочки, которая одним концом погружена в резервуар с водой, а другим обернута вокруг шарика термометра. Испаряясь, вода охлаждает шарик. Чем суше воздух, тем быстрее испаряется вода, тем более низкую температуру показывает термометр. Разность показаний этого термометра и соседнего, обычного, по специальной таблице переводят в относительную влажность. Такие гигрометры можно



Приборы для измерения влажности воздуха: гигрометр, психрометр (слева).

увидеть в музеях, где сохранность экспонатов зависит от влажности воздуха. Интересный гигрометр придумали химики. Если бумажку смочить розовым раствором хлорида кобальта ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  — читается «кобальт-хлор-два на шесть аш-два-о»), а потом её высушить, то при нормальной или повышенной влажности воздуха бумажка останется розовой. Но если воздух будет очень сухим, хлорид кобальта потеряет часть содержащейся в нём воды и окрасится в синий цвет — такой цвет имеет, например, хлорид состава  $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

То, что вода осталась водой, можно сказать и о процессе её замерзания, когда жидкая вода превращается в твёрдое тело — лёд. После таяния лёд превращается в ту же воду. Теперь об этом знают все. Но так было не всегда. Много тысячелетий назад среди вечных снегов в Альпах, на территории современной



льзя испарить — его большие молекулы при высокой температуре начнут разрываться на части, и полиэтилен разложится и превратится в другие вещества. А, скажем, дерево, резину, бумагу, многие пластмассы не только испарить, но даже расплавить невозможно. Например, древесина при сильном нагревании не плавится, а загорается. А если нагревать кусок дерева без доступа воздуха, из него начнут выделяться различные вещества — уксусная кислота, смола, углекислый и другие газы, а сам он превратится в древесный уголь.

Более или менее легко испаряются вещества, состоящие из маленьких молекул, между которыми слабое сцепление, например, вода с заметной скоростью испаряется уже при комнатной температуре. Испаряется, хотя и медленно, даже лёд (именно поэтому сохнет на морозе бельё). Молекулы воды малень-

кие, но между ними действуют заметные силы сцепления, поэтому вода при обычной температуре жидкая. Молекулы сероводорода  $H_2S$  (читается «аш-два-эс, знак серы S — от латинского названия Sulphur») чуть больше молекул воды, но между ними сила сцепления намного меньше, поэтому сероводород при комнатной температуре не жидкость, а газ. И только при очень низкой температуре — ниже  $-60,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (как в Антарктиде) — сероводород при атмосферном давлении превращается в жидкость. Из металлов при комнатной температуре испаряется только ртуть (а поскольку её пары ядовиты, очень опасна ртуть, пролитая на пол и закатившаяся в щели в виде мелких капелек). Золото, конечно, при комнатной температуре не испаряется — в противном случае до нас бы не дошли золотые изделия, изготовленные мастерами, жившими тысячи лет назад.



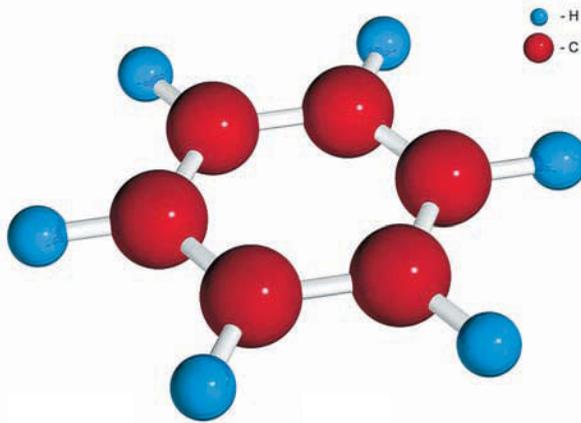
Отливка золота, температура (в зависимости от состава) около  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Температура раскалённой вольфрамовой нити — около  $2300\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Однако при более высокой температуре золото, как и все другие металлы, испаряется. Если нагреть кусок золота до  $1064\text{ }^{\circ}\text{C}$ , он расплавится. При этой температуре золото уже немного испаряется, хотя давление его пара ничтожно: даже при  $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$  оно достигает лишь  $0,001\text{ мм рт. ст.}$ , при  $1755\text{ }^{\circ}\text{C}$  становится равным  $1\text{ мм рт. ст.}$ , и только при  $2880\text{ }^{\circ}\text{C}$  жидкое золото закипает и переходит в пар (который имеет сине-зелёный цвет — как и тонкий слой золота на рюмке или прозрачном стакане на просвет). Цинк (его красивые кристаллы видны на оцинкованной жести) испаряется значительно легче: уже при  $490\text{ }^{\circ}\text{C}$  давление его паров достигает  $1\text{ мм рт. ст.}$ , а при  $906\text{ }^{\circ}\text{C}$  цинк кипит (давление паров  $760\text{ мм рт. ст.}$ , или  $1\text{ атм.}$ ). Вот почему печные трубы нельзя делать из оцинкованной жести. Испаряется и тугоплавкий вольфрам с раскалённой нити электрической лампы, его пары постепенно оседают на более холодном стекле.

На примере воды и сероводорода мы видели, как сильно влияет сцепление между молекулами на температуру, при которой происходит плавление и замерзание. Сцепление между молекулами, конечно, зависит от того, из каких атомов молекула состоит и как сильно атомы разных молекул притягиваются друг к другу. Возьмём газ гелий, его молекулы состоят из отдельных атомов He. Силы сцепления между этими маленькими «шариками» очень слабы, поэтому гелий переходит в жидкость только при  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что лишь на  $4^{\circ}$  выше абсолютного нуля. Замерзать же гелий (при обычном давлении) вообще не желает и остаётся жидким при любой самой низкой температуре.

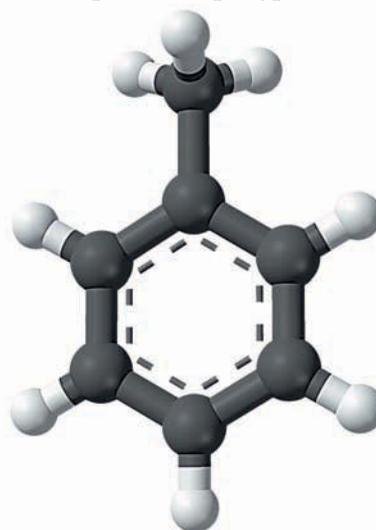
А вот другой интересный пример. Формула очень хорошо известного химикам вещества бензола записывается так:  $\text{C}_6\text{H}_6$  (читается «це-шесть-аш-шесть»). Формула эта означает, что молекула бензола состоит из шести атомов углерода (знак C, от латинского Carboneum — «углерод») и шести атомов водорода (его обозначение H нам уже знакомо по формуле воды). Молекула бензола представляет собой правиль-



Модель молекулы бензола.

ный шестиугольник из атомов углерода, к каждому из которых присоединён атом водорода. Таким молекулам удобно пристроиться друг над другом, при этом сила притяжения возникнет сразу между несколькими атомами соседних молекул. Результат: жидкий бензол замерзает уже при небольшом охлаждении, до  $+5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . А теперь вместо одного из атомов водорода «пристроим» к шестиугольнику группировку  $\text{CH}_3$  из четырёх атомов. Получится молекула тоже хорошо известного вещества — толуола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ . Такая «торчащая вбок» группа уже не позволяет молекулам толуола удобно упаковываться в твёрдый кристалл. Силы сцепления между молекулами резко снижаются, и вот результат: толуол замерзает лишь при температуре  $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$ !

Модель молекулы толуола.



Замерзание и плавление, испарение и конденсация паров — всё это примеры физических процессов. При них вещества не изменяются или же их изменения обратимы, то есть такие изменения можно «вернуть вспять». Например, и лёд, и пар легко снова превратят в жидкую воду. Если брусок металла распилить на части, из них снова можно получить исходный брусок (например, сплавлением). К физическим изменениям относятся и механическое перемещение тел в пространстве. Правда, здесь не всё так просто. Если разбить стакан, то осколки в стакан уже не превратятся. Но всё же они останутся тем же стеклом (и при большом желании кусочки этого стекла можно сплавить при высокой температуре вместе и снова сделать из них стакан). Если разбить деревянный предмет, отдельные его куски тоже останутся деревом (правда, «сплавить» их обратно не получится — разве только склеить). Если же деревянный предмет сильно нагреть (без доступа воздуха), он почернеет и обуглится. И каждый скажет, что уголь и дерево — это разные вещества и из угля дерево уже никак не сделать!

Очень многие превращения веществ трудно, а зачастую и невозможно «обратить вспять». Такие превращения тоже были известны с глубокой древности. Например, некоторые камни (сейчас их называют минералами), положенные в костёр, превращаются в металл. Но никто не видел, чтобы происходило обратное превращение. Бесцветный сок некоторых растений на воздухе превращается в прекрасную синюю краску индиго. Сладкий сок плодов при долгом стоянии превращается в кислый уксус или в опьяняющий напиток — вино. Но обратного превращения уксуса или вина в сладкий напиток не происходит. Мягкая глина при обжиге становится твёрдой. Значительно позже обнаружили, что смесь из безобидных по отдельности серы, угля и селитры при ударе или поджигании в замкнутом пространстве взрывается со страшным шумом. Так был изобретён чёрный порох.

А вот более знакомый всем пример превращений. Горит костёр. В него кла-



Выпечка хлеба.  
 Старинная гравюра.

дут полно — кусок спиленного дерева. Из этого дерева можно выточить разные фигурки, сделать сиденье, другие вещи. Но в костре полно окружается красными огоньками и превращается в пламя, потом — в чёрные угли, потом — в сероватый пепел. От тяжёлого полна осталась лёгкая горсточка — дерево «исчезло» (правда, в ходе этого исчезновения оно давало нам тепло). Десятки тысяч лет люди наблюдали за этим исчезновением, большинство равнодушно, очень немногие — удивляясь, куда же всё-таки подевалось дерево.

В течение многих тысяч лет люди проводили множество разнообразных манипуляций с веществами: выпекали хлеб, делали пиво и вино, добывали металлы, красили ткани. При этом они убедились в том, что превращения одних веществ в другие происходят не только в природе — их можно провести искусственно. Поначалу такие искусственные превращения люди научились делать в результате случайных наблюдений и открытий. У них не было никаких идей относительно того, почему сладкий виноградный сок иногда превращается

в кислый уксус, а иногда — в опьяняющий напиток. Или почему некоторые «камни» нужно очень сильно нагреть с древесным углём, и тогда получится железо, из которого можно сделать разные орудия. Просто когда-то случайно так вышло, и знание этого «рецепта» потом передавалось из поколения в поколение.

Со временем оказалось, что можно получить искусственным путём вещества, которых в природе никогда не было. Сначала таких примеров было очень мало, только накопление научных знаний дало возможность проводить целенаправленные поиски новых веществ. Настоящий «взрыв» химических знаний произошёл в XIX веке, когда научились искусственным путём получать красители, душистые, лекарственные и многие другие вещества, которых в природе никогда не было и быть не могло! В 2013 году число известных человеку веществ достигло 70 миллионов! Вот знакомый всем пример. Обычный пакет, иногда неправильно называемый целлофановым, сделан

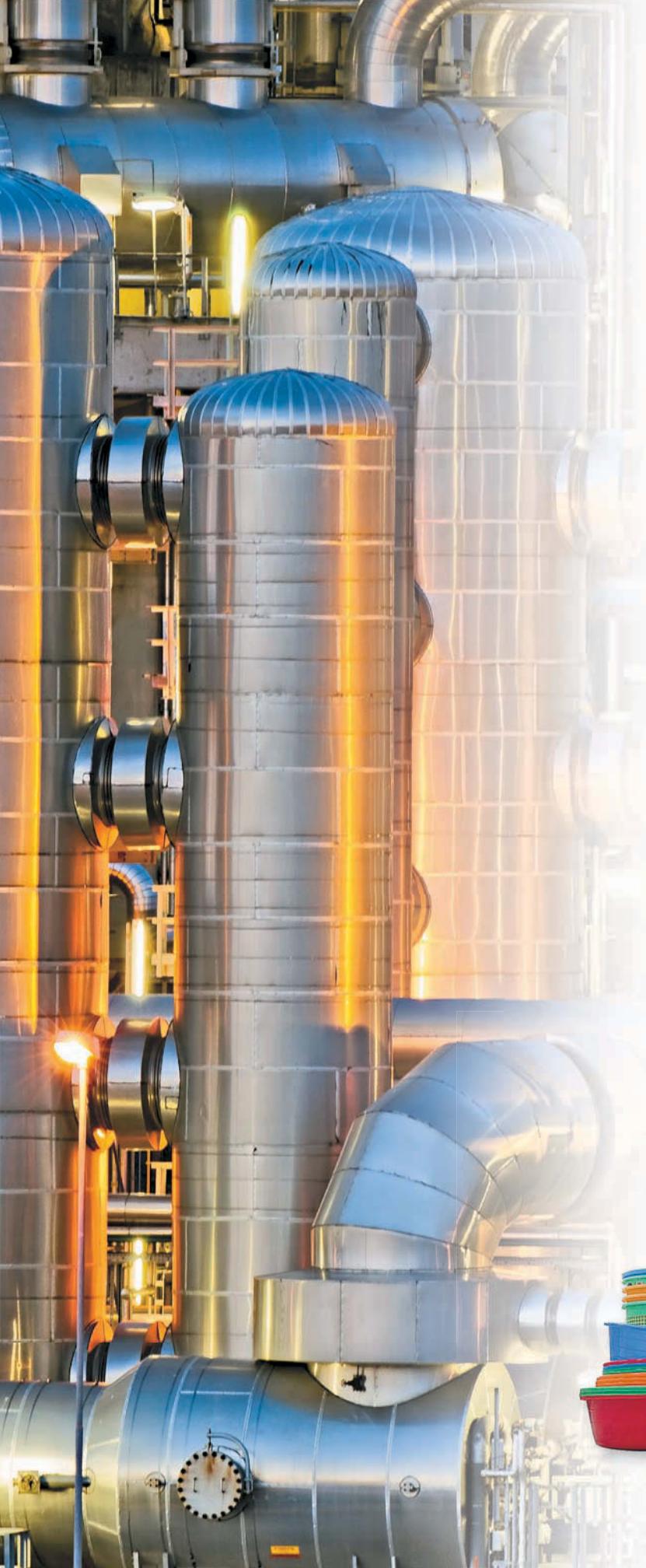


Окраска ткани.  
 Старинная гравюра.

на химическом заводе из замечательного водонепроницаемого вещества — полиэтилена, который в природе не встречается и «сам собой», без участия человека, получиться никогда и ни при каких условиях не может. Ежегодно во всём мире производят десятки миллионов тонн полиэтилена, поэтому он довольно дешёв. Но ещё не так давно полиэтилен стоил дорого, и хозяйки, которые сейчас безжалостно выбрасывают грязные пакеты, когда-то стирали их, а потом сушили на верёвке, как бельё.

Так же, как не могут без участия человека «сами собой» получиться даже простейшие механизмы (ведь природа не «изобрела» колеса!), невозможно и самопроизвольное образование большинства веществ, которые нас окружают. Это и различные пластмассы, и синтетические волокна, и лекарственные средства, и многое другое. Не бывает в природе синтетических красителей, например таких, которыми заправляют маркеры, фломастеры, шариковые ручки. Развитие химического производства позволило значительно снизить стоимость и полимеров, и красителей. Люди старшего возраста помнят, как у станций метро стояли будки, в которых мастера с пальцами, раскрашенными во все цвета радуги, заправляли разноцветной пастой использованные стержни для авторучек! Сегодня в это просто трудно поверить.

Все эти превращения (получение металлов из руд, брожение сладкого сока, сгорание или разложение древесины и многое другое) относятся к химическим превращениям. Чем они отличаются от физических? При химических превращениях (их называют химическими реакциями) вещества могут измениться неузнаваемо (как в случае реакции натрия с хлором, при которой получается поваренная соль), и часто повернуть такие превращения вспять ни нагреванием, ни охлаждением невозможно. Например, когда горит свеча, парафин, из которого она сделана, превращается в водяной пар и углекислый газ. Дерево при горении также превращается в воду (в виде пара) и углекислый газ, которые улетучиваются — переходят в окружаю-



щий воздух. При этом «вещество свечи», конечно, никуда не исчезает: масса продуктов её горения равна массе исходных веществ (парафина и кислорода). Причём никаким нагреванием или охлаждением из воды и углекислого газа ни парафин, ни тем более исходное полено получить невозможно.

Далеко не сразу возникло понимание различий между превращениями физическими и химическими. Чем же они отличаются друг от друга? Оказывается, ответить на этот вопрос непросто. Вначале учёные должны были получить ответ на такие вопросы: что происходит в ходе химического превращения? Какие химические реакции в принципе возможны, а какие — нет? Какие условия необходимо создать, чтобы пошла нужная реакция, как этой реакцией управлять? И прежде всего нужно было понять, что же происходит с веществом в ходе реакции. А для этого следовало выяснить, как вообще устроены разные вещества, что у них общего, а чем они отличаются, что происходит «внутри» веществ в ходе различных превращений. И лишь после этого можно задаваться вопросами о том, чем физические процессы отличаются от химических, как и почему одни вещества могут превращаться в другие, почему одни реакции возможны, а другие — нет. Именно эти вопросы составляют предмет науки химии. Уникальность этой науки в том, что химики получают новые вещества, которые потом сами изучают. То есть химия сама создаёт предмет своего изучения!

Химическое предприятие.

Изделия из пластика.

