
Данная книга была опубликована по случаю передвижной выставки «Вы сказали — химия?», которую подготовило и приняло музейно-выставочное объединение Universcience. Авторы выражают благодарность посредникам из химического отдела Дворца открытий за помощь и поддержку на всем протяжении данного проекта.

Иллюстрации в книге и на обложке: Рашид Марай.

**Все опыты, приведенные в данной книге,
должны выполняться в присутствии взрослых**

В самом центре Парижа, в западном крыле Большого дворца, расположился Дворец открытий, который с момента основания в 1937 году следует одному принципу: показать как делается наука, чем она живет — с помощью выставок, эффектных опытов и рассказов команды аниматоров, которые в доступной форме объясняют фундаментальные законы астрономии, химии, физики, математики, наук о жизни, о Земле... Дворец открытий использует все доступные средства, чтобы поделиться своей страстью к науке, пробудить к ней интерес посетителей и возможно найти будущих ученых.

Содержание



1. Вы сказали — кирпичики?	7
Путешествие в сердце материи	8
Дом под названием «химия»: как его построить, как им пользоваться и как изучать	11
Внутри атома	17
Все усложняется...	20
2. Химия идет в гостиную	27
Яркий костер	27
Батарейки	33
От маркера до плазменного экрана: флуоресценция	39
Полимеры в повседневной жизни	50
3. Молекулы на кухне	57
Чай или кофе?	57
Хлебопекарные дрожжи против химического разрыхлителя...	63
Суфле не сыграло!	68
Хороший майонез	73
Соль на столе	78
Шипучие конфетки	81
4. Химия в ванной	85
Мыло — продукт с тысячелетней историей	85
Косметика: химия в креме!	92
Отмыть белее белого	99



Вы сказали «химия»?

Аспирин, или Краткая история великого препарата	106
5. Химия в спальне	121
Почувствуешь или нет?	121
Жидкие кристаллы: химия во всех своих состояниях!	128
6. Химия в саду	141
Химия для биологии	141
Удобрения для растений	146
Создайте свое электричество!	151
Вода – «синее золото»	161
Хотите узнать больше?	171
Алфавитный указатель	172

1

Вы сказали — кирпичики?

Приступая к строительству дома, необходимо подумать о том, какие материалы использовать. Кирпич или бетонные блоки для стен, черепицу или шифер для кровли, балки, чтобы поддерживать этажи, гипсокартон для перегородок. Каждый материал обладает особыми свойствами, благодаря которым ваше строение получится устойчивым к большим нагрузкам, влажности, огню и многому другому!



Путешествие в сердце материи

Эти материалы отличаются друг от друга потому, что имеют разный химический состав. Чтобы понять эти различия, давайте представим, что мы становимся все меньше и меньше, пока не попадем внутрь материи. Что же мы там увидим? Нас будет окружать огромное количество маленьких шариков, находящихся очень близко друг к другу. Эти шарики, называемые атомами, являются теми кирпичиками, из которых построен дом под названием «химия». Так, железный гвоздь состоит из атомов железа, а цинковая водосточная труба — из астрономического количества атомов цинка. Все очень просто.

Атомы, или маленькие шарики, имеют размер десятой части нанометра (нужно разделить метр на десять миллиардов)! Другими словами, на одном метре можно уместить в линию десять миллиардов атомов. Так что эти атомы и правда очень маленькие...



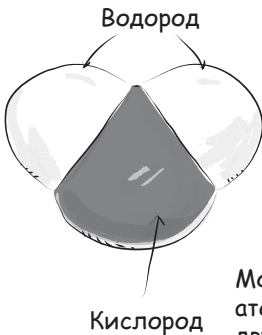
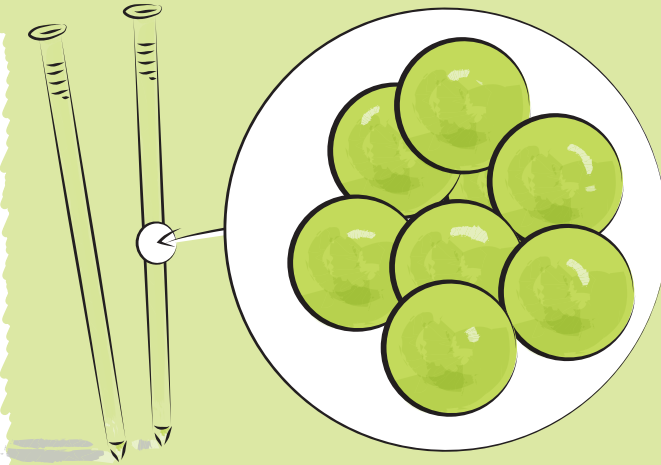
Если бы мы могли проникнуть внутрь материи, мы бы оказались окружены маленькими шариками — атомами.

Научная информация



Сколько атомов железа в гвозде?

Громадное количество — это верно. Но сколько именно? Возьмем для примера маленький гвоздь весом 4 г. Масса атома железа составляет примерно $9,3 \times 10^{-23}$ г, то есть 0,00000000000000000000000093 г! Произведем расчет: число атомов, содержащихся в железном гвозде, равно 43×10^{21} (43 и еще 21 ноль), то есть 43 000 миллиардов миллиардов атомов!



Однако не всегда все так просто. Окружающая нас материя (кирпичи, деревья, человеческое тело, пластиковые или стеклянные бутылки и т.д.) состоит из атомов не одного, а нескольких элементов, связанных между собой.

Молекула воды — это соединение трех атомов: одного атома кислорода и двух атомов водорода.

Итак, это соединение называют молекулой. Например, если объединить один атом кислорода с двумя атомами водорода, получится молекула воды!

Научная информация



Утонуть в стакане с молекулами

Сколько молекул содержится в стакане воды объемом 200 мл? Громадное количество. Произведя быстрый расчет, ученый докажет, что в стакане с водой находится 66×10^{23} молекул воды, то есть это число 66, за которым следуют 23 нуля! А в одной крошечной капле воды, масса которой равна 0,05 г, содержится в среднем 1700 миллиардов миллиардов молекул. Представьте, сколько их в стакане воды!

Окружающая нас материя состоит из 92 природных элементов (два из которых присутствуют на Земле в бесконечно малом количестве). Все молекулы представляют собой соединенные между собой атомы, напоминая конструктор Lego, состоящий из маленьких кирпичиков. Хотите получить спирт? Нет ничего проще! Достаточно соединить атомы углерода, водорода и кислорода.



Но давайте рассуждать здраво: природа не позволит нам построить здание абы как. Не всякое сочетание атомов может существовать, точно так же как камешик не может выполнить свою работу небрежно: здание просто рухнет. А химик к тому же сталкивается с дополнительной трудностью: атомы нельзя класть друг на друга, как кирпичи.

Дом под названием «химия»: как его построить, как им пользоваться и как изучать

Признаемся, что для большинства из нас химик — это человек в халате, с копной растрепанных седых волос, который с утра до ночи перемешивает зелья, одно ярче другого, дымящиеся и чаще всего взрывоопасные.



Изменять материю

В реальности химия имеет множество обличий и таится всюду вокруг нас, такая незаметная, что мы порой даже не задумываемся о ней. Химия заполняет собой весь наш дом — кухню, гостиную, ванную. Вся наша жизнь — это химия. Но обратите внимание: химическое вещество не всегда является опасным. Химическая промышленность шагнула далеко вперед со времен катастроф в Сёвезо (Италия) в 1976 г. или в Бхопáле (Индия) в 1984 г., в области химии сделано множество открытий, и от ее прогресса выиграла медицина, косметическая промышленность, энергетика, агропромышленная отрасль и многие другие.

Но вернемся к нашим баранам (они тоже химические, поскольку состоят из атомов!). Заниматься химией означает изучать и изменять материю. Другими словами, самолет, построенный ребенком из кирпичиков Lego, можно переделать в корабль, используя те же самые детали и даже сохранив некоторые части неизменными. Осуществлять химические превращения — значит изменять материю, добавляя или отнимая от определенных молекул атомы и соблюдая определенные правила.

Этот процесс, который называется химическим превращением, совершенно естественным и спонтанным образом происходит во всех живых организмах на Земле. В основе пищеварения, дыхания, выделения слез, рефлексов у животных и фотосинтеза у растений лежит комплекс химических превращений. Эти процессы непрерывно осуществляются и в нашем теле, без нашего ведома, представляя собой бесчисленное количество химических превращений. Значит, и мы — существа отчасти химические, а жизнь — это набор химических процессов, безупречно организованных природой.

Другая цель химии состоит в том, чтобы копировать природу, которая так хорошо все умеет делать. Но может быть, она делает это слишком медленно, или только в некоторых случаях, или слишком дорогостоящим способом? Тогда в игру вступает химик. Он пытается понять, как мать-природа осуществляет то или иное превращение, а затем воспроизводит данные процессы в своей лаборатории.

Например, чтобы сделать духи, нужно получить эссенцию из цветов, которые перед этим необходимо вырастить, высушить, подготовить и выжать из них ароматное масло. Тогда как в лаборатории химик имеет возможность создавать важнейшие молекулы, придающие аромат духам, с помощью цепочки химических превращений.



Наконец, химия также служит для создания веществ, не существующих в природе. То есть химик изменяет вещество и получает новые молекулы и новые наборы удивительных свойств (волокна для тканей, которые не пропускают влагу, но позволяют телу дышать, антипригарные покрытия для сковородок) или создает химические соединения, которые мы постоянно используем в повседневной жизни (топливо, медицинские препараты и т.д.).



Вся окружающая нас материя состоит из мельчайших частиц — атомов. Из атомов состоят химические элементы. На сегодняшний день известно 118 химических элементов, из которых 92 — природные, а 26 — искусственные. Они представлены в периодической системе химических элементов (см. с. 16). Эти элементы (железо, углерод, водород, азот, уран и пр.), если их соединить между собой и скомбинировать в той или иной форме, позволяют описать окружающий мир с химической точки зрения. И, разумеется, понять и объяснить, что происходит, когда материя подвергается химическим превращениям или когда ее изменяют в результате химических реакций.

Сплошные символы

Чтобы упростить химическое описание материи, химики используют символы для обозначения различных элементов. Так, углерод обозначают символом С (от англ. Carbon. — *Примеч. ред.*), кислород — символом О (от англ. Oxygen. — *Примеч. ред.*) и т.д. Логика довольно проста, не считая нескольких исключений: например, символ азота — N. Откуда взялась эта «аномалия»? Химический символ различных элементов очень часто связан с их историей или с их открытием. Символ N, которым обозначают азот, восходит к латинскому слову nitrogenium, а оно, в свою очередь, происходит от греческого nitron gennan, что означает «со-

здатель селитры». В Средневековье селитру (предшественницу современного напалма) применяли в военных целях в составе горючей смеси, называя ее «греческим огнем».

Что касается натрия, которому соответствует химический символ Na, нужно обратиться к латинскому названию *natrium*. Это атом металла, входящий в состав различных соединений, например соды. Другой случай, когда названия соединений связаны с реальными событиями (более или менее достоверными). Это относится, например, к сурьме (фр. *antimoine*). Когда-то в Средние века это ядовитое вещество стало причиной смерти множества алхимиков. А поскольку в те времена алхимики были по большей части монахами (по-французски *moine*), то и название вещества обозначало в переводе с французского «против монахов» или «антимонах». Правда, история науки доказала, что в этой курьезной истории нет ни капли правды.



Но вернемся к нашим элементарным кирпичикам, у которых есть названия — химические символы. Химическая формула кислорода, которым мы дышим, выглядит как O_2 . Цифра справа внизу от буквы указывает на число атомов в составе молекулы. Диоксид углерода, который представляют собой выхлопные газы автомобиля (и который мы выдыхаем, когда дышим), имеет химическую

формулу CO_2 . Следовательно, данная молекула состоит из двух атомов кислорода и одного атома углерода. Немного более сложный, зато очень полезный аспирин представляет собой молекулу с формулой $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ (см. с. 108). Это лекарство от головной боли состоит из атомов углерода (9), водорода (8) и кислорода (4).

Атомы в полном порядке

Периодическая система появилась благодаря русскому химику Дмитрию Ивановичу Менделееву, который в 1869 г. создал классификацию всех известных на тот момент элементов. Элементы классифицировались в зависимости от их массы, и Менделеев составил последовательность атомов, расположенных по порядку от самых легких до самых тяжелых. Сохраняя эту классификацию по растущей массе, он решил разместить атомы с похожими химическими свойствами друг под другом. В полученной таблице образовались пустые клетки, в которые предстояло вписать атомы, еще неизвестные в ту эпоху. Эти пустоты со временем стали успешно заполняться, по мере того как открывались новые элементы. В 1955 г. в знак уважения к великому химику из Санкт-Петербургского университета, создателю периодической системы элементов радиоактивный элемент с номером 101 получил название «менделевий».

Сегодня говорят уже не о классификации по возрастающей массе, а о классификации по атомному номеру. Атомный номер указывает на количество положительных зарядов в ядре атома, то есть на количество протонов. Таким образом, в современной классификации атомы расположены в ряду (или в периоде) по возрастанию атомных номеров. При этом атомы с похожими химическими свойствами располагаются в одном столбце. Но чтобы понять, что означают положительные заряды в атомах, мы совершим путешествие в сердце этих элементарных кирпичиков.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Водород	2 He Гелий	3 Li Литий	4 Be Бериллий	5 B Бор	6 C Углерод	7 N Азот	8 O Кислород	9 F Фтор	10 Ne Неон	11 Na Натрий	12 Mg Магний	13 Al Алюминий	14 Si Кремний	15 P Фосфор	16 S Сера	17 Cl Хлор	18 Ar Аргон
19 K Калий	20 Ca Кальций	21 Sc Скандий	22 Ti Титан	23 V Ванадий	24 Cr Хром	25 Mn Марганец	26 Fe Железо	27 Co Кобальт	28 Ni Никель	29 Cu Медь	30 Zn Цинк	31 Ga Галлий	32 Ge Германий	33 As Мышьяк	34 Se Селен	35 Br Бром	36 Kr Криптон
37 Rb Рубидий	38 Sr Стронций	39 Y Иттрий	40 Zr Цирконий	41 Nb Нибобий	42 Mo Молибден	43 Tc Технеций	44 Ru Рутений	45 Rh Родий	46 Pd Палладий	47 Ag Серебро	48 Cd Кадмий	49 In Индий	50 Sn Олово	51 Sb Сурьма	52 Te Теллур	53 I Иод	54 Xe Ксенон
55 Cs Цезий	56 Ba Барий	57-71 Лантаноиды*	72 Hf Гафний	73 Ta Тантал	74 W Вольфрам	75 Re Рений	76 Os Осмий	77 Ir Иридий	78 Pt Платина	79 Au Золото	80 Hg Ртуть	81 Tl Таллий	82 Pb Свинец	83 Bi Висмут	84 Po Полоний	85 At Астат	86 Rn Радон
87 Fr Франций	88 Ra Радий	89-103 Актинοиды**	104 Rf Резерфордий	105 Db Дубний	106 Sg Сибгрий	107 Bh Бергрий	108 Hs Хассий	109 Mt Мейтнерий	110 Ds Дарсзидгий	111 Rg Рейтвий	112 Cn Коперниций	113 Nh Нихий	114 Fl Флеровий	115 Mc Московий	116 Lv Ливерморий	117 Ts Теннессиум	118 Og Огэссон

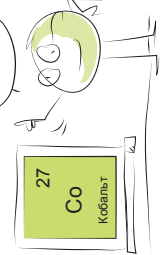
Химический символ

Атомный номер

Название элемента

Природные элементы

Искусственные элементы



Периодическая система химических элементов

Внутри атома

Продолжим наше путешествие в сердце материи. Что отличает атом золота от атома свинца или углерода? О строении атома выдвигались самые разные теории. Ученые, философы, поэты... все они имели свои гипотезы. А что? В те времена никто не мог их оспорить... Лишь в начале XX в. были получены первые опытные доказательства строения атомов.

Протоны, нейтроны, электроны

Атом состоит из крошечного, но очень плотного и тяжелого ядра, а ядро, в свою очередь, состоит из частиц: протонов (положительно заряженных частиц) и нейтронов. Вокруг ядра находятся электроны, они обладают очень малой массой, но занимают большую часть пространства.

Электроны несут отрицательные электрические заряды, в то время как в ядре содержатся, среди прочих, положительные электрические заряды. В ядре атома столько же положительных зарядов, сколько и отрицательных, которые несут в себе электроны, поэтому в общем и целом атом является нейтральным. При первом рассмотрении эти положительные и отрицательные заряды кажутся совершенно бесполезными, однако они являются основой самых разных свойств и явлений.

Итак, все атомы состоят из ядра (протонов и нейтронов) и электронов. Атом золота отличается от атома свинца лишь количеством этих частиц: атом золота состоит из 118 нейтронов, 79 протонов и 79 электронов, а атом свинца — из 125 нейтронов, 82 протонов и 82 электронов. Именно число этих элементарных частиц и определяет свойства атома.

