В ЭТОЙ КНИГЕ СОДЕРЖИТСЯ ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ САМЫХ ИНТЕРЕСНЫХ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ

КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ

- Горячий лёд!
- Детектив с кошкой!
- Ископаемое из цветов!
- Сумасшедшие кристаллы!
- Картофельные часы и многое другое!

24 ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ САМЫХ ОТВАЖНЫХ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ШОН КОННОЛЛИ

КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ

by Sean Connolly

THE BOOK OF INGENIOUSLY DARING CHEMISTRY

WORKMAN PUBLISHING
NEW YORK

ШОН КОННОЛЛИ

КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ

24 ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ САМЫХ ОТВАЖНЫХ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Перевод с английского
В. Л. Левина

Электронное издание

Москва
Лаборатория знаний
2020

УДК 087.5:54
ББК 24г+72.3
К64

Коннолли Ш.

К64 Катастрофически «опасная» химия. 24 эксперимента для самых отважных молодых учёных / Ш. Коннолли ; пер. с англ. В. Л. Левин. — Электрон. изд. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 271 с. : ил. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-871-1

Как разбудить у ребенка желание отложить электронные гаджеты и заняться познанием мира? В простой и увлекательной форме познакомить его с удивительной наукой химией? Дать возможность почувствовать себя настоящим исследователем?

Нет ничего проще! С этой книгой юный читатель совершит путешествие по внутреннему устройству вещей, приобщится к тайнам и загадкам химической науки, познакомится со многими великими учеными. А также почувствует себя настоящим естествоиспытателем: захватывающие и несложные эксперименты, описанные в этой книге, откроют ему мир научных исследований.

Для детей среднего школьного возраста.

УДК 087.5:54
ББК 24г+72.3

Деривативное издание на основе печатного аналога: Катастрофически «опасная» химия. 24 эксперимента для самых отважных молодых учёных / Ш. Коннолли ; пер. с англ. В. Л. Левин. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 271 с. : ил. — ISBN 978-5-00101-227-6.

6+

ISBN 978-5-00101-871-1

Впервые опубликовано в США под названием
THE BOOK OF INGENIOUSLY DARING CHEMISTRY:
24 Experiments for Young Scientists
Copyright © 2018 by Sean Connolly
Опубликовано по соглашению с Workman Publishing Co., Inc., Нью-Йорк
Иллюстрации Sarah Bean
Оригинал-макет Gordon Whiteside and Nina Simoneaux Подбор фотографий Ken Yu
© Лаборатория знаний, 2020

Посвящается Фредерике
и нашей особой химии

В 1675 году сэр Исаак Ньютон, которого гением считали уже при жизни, написал: «Если я видел дальше других, то только потому, что стоял на плечах гигантов». Он имел в виду учёных предыдущих веков, на достижения и открытия которых опирался, чтобы сделать свой вклад в науку.

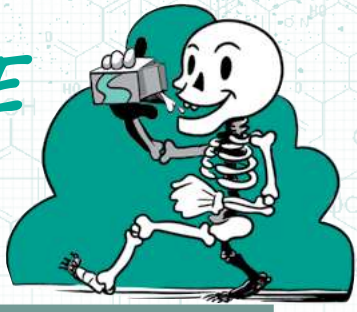
Когда ты будешь читать эту книгу, ты тоже встанешь на плечи гигантов — самого Ньютона, Галилея, Парацельса, Роберта Бойля, мадам Кюри, Дмитрия Менделеева и многих других. Они посвятили себя науке, а некоторые даже отдали за неё жизнь.

К счастью, те, кто помогал мне сделать так, чтобы эта книга попала в твои руки, всё ещё с нами, и они заслуживают благодарности. Это мой агент Jim Levine из литературного агентства Levine Greenberg Rostan, редактор журнала «Workman» Danny Cooper, дизайнер Gordon Whiteside, иллюстратор Cara Bean и многие другие.

Я также благодарен за консультации и поддержку следующим лицам и организациям:

The Bath Royal Literary and Scientific Institution, Berkshire Film & Video, Frank Ciccotti, Gregory Etter, Dr. Gary Hoffman, Dr. Peter Lydon, MIT's Educational Studies Program, Peter Rielly, Elizabeth Stell, Williams College Astronomy Department, and Woods Hole Oceanographic Institution.

ОГЛАВЛЕНИЕ



ВВЕДЕНИЕ 10

ГЛАВА 1

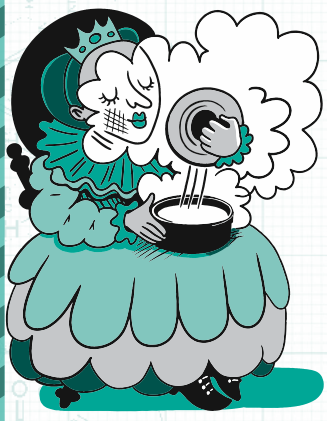
ВОДОРОД 19

ОПЫТ 1: Познакомься с атомом 26

ГЛАВА 2

ГЕЛИЙ 29

ОПЫТ 2: Эй, охлади его! 35



ГЛАВА 3

БОР 39

ОПЫТ 3:
Звезда по имени бор 44

ГЛАВА 4

УГЛЕРОД 49

ОПЫТ 4:
Награда за хорошее поведение
.....58

ГЛАВА 5

АЗОТ 61

ОПЫТ 5: Немного азота 68

ГЛАВА 6

КИСЛОРОД 73

ОПЫТ 6: Глобальное похолодание 80

ОПЫТ 7: По следам Кавендиша 84

ГЛАВА 7

ФТОР 87

ОПЫТ 8: Фтор и зубы: проведи тест 94

ГЛАВА 8

НЕОН 97

ОПЫТ 9: Даже неон волнуется 104

ГЛАВА 9

НАТРИЙ 107

ОПЫТ 10: Горячий лёд 114

ГЛАВА 10

МАГНИЙ 119

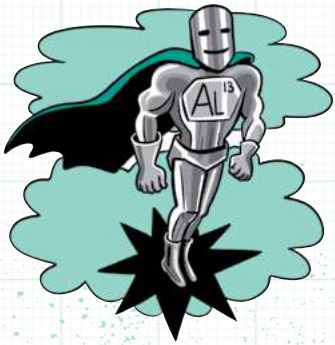
ОПЫТ 11: Праздничные свечи с сюрпризом .. 126

ОПЫТ 12: Сумасшедшие кристаллы 129

ГЛАВА 11

АЛЮМИНИЙ 133

ОПЫТ 13: Фольга — не только обёртка! 141



ГЛАВА 12

КРЕМНИЙ 145

ОПЫТ 14: Держи песок подальше от меня 153

ОПЫТ 15: Окаменелости за час 156

ГЛАВА 13

ФОСФОР 159

ОПЫТ 16: Кошачий детектив 166

ГЛАВА 14

СЕРА 169

ОПЫТ 17: Спаси серебро! 175

ГЛАВА 15

ХЛОР 179

ОПЫТ 18: Мой яичный флот 184

ГЛАВА 16

КАЛЬЦИЙ 187

ОПЫТ 19: Не такое уж и мягкое 194

ГЛАВА 17

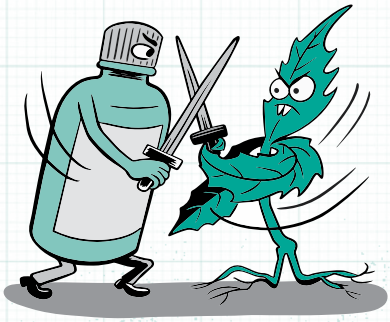
ЖЕЛЕЗО 197

ОПЫТ 20: Горящее железо (ну почти)..... 204

ГЛАВА 18

МЕДЬ 207

ОПЫТ 21: Да пребудет с тобой сила 214



ГЛАВА 19

ЦИНК 217

ОПЫТ 22: Ты завёл картофельные часы? 225

ГЛАВА 20

ОЛОВО 229

ОПЫТ 23: Из чего сделана консервная банка? 236

ОПЫТ 24: Бонус: потому что ты столько стоишь 238

«ГРЯЗНАЯ ДЮЖИНА»

МЫШЬЯК 242

СТРОНЦИЙ 244

КАДМИЙ 246

ЦЕЗИЙ 248

РТУТЬ 250

СВИНЕЦ 252

ПОЛОНИЙ 254

РАДОН 256

ФРАНЦИЙ 258

РАДИЙ 260

УРАН 262

ПЛУТОНИЙ 264

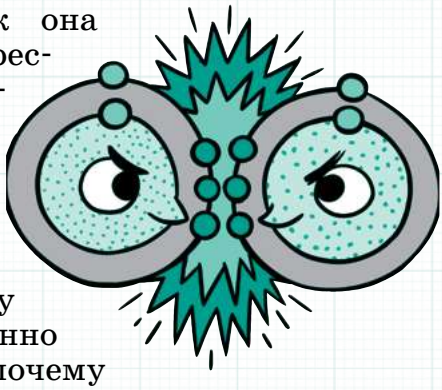
Словарик 267

ВВЕДЕНИЕ

ВАЖНАЯ МАТЕРИЯ

Задумайся на минутку о слове «материя». Что оно, по-твоему, значит? Всё ли вокруг является материей? Или, может быть, что-то является, а что-то нет? А вдруг вещи частично сделаны из материи, а частично — из чего-то другого? Или всё устроено совсем иначе и ответ на этот вопрос найти слишком сложно? И вообще, важна ли эта материя?

Ответ: ДА, на 100%. Она важна, и разбираться, как она устроена — очень интересно! Этим мы и займёмся. Книга покажет тебе, что всё на свете является материей, и поможет взглянуть на мир совсем по-новому. Ты поймёшь, почему предметы выглядят именно так, а не иначе (или почему иногда их нельзя увидеть), почему они ведут себя так, а не иначе и что можно, а что нельзя с ними сделать.



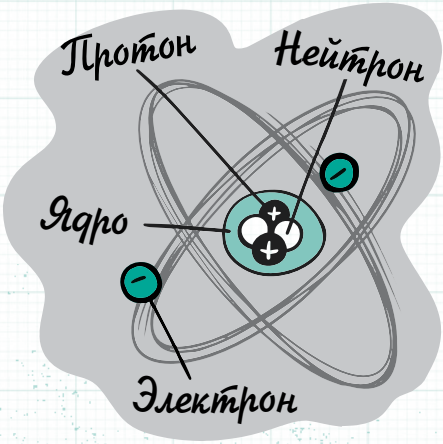
На страницах этой книги ты совершишь путешествие по внутреннему устройству вещей. Ты узнаешь, что даже такие непохожие предметы, как пончики и автомобильные шины, сотовые телефоны и ананасы состоят из одних и тех же элементов, просто эти элементы собраны по-разному.

Кстати, понятие «элементы» — ключевое для понимания того, как устроена материя. Элементы и есть основа материи, те строительные блоки, которые, складываясь самым удивительным образом, создают наш мир.

Эта книга познакомит тебя с миром элементов. Ты узнаешь, что элемент — это

совокупность атомов и что разные атомы в чем-то похожи, а в чем-то непохожи друг на друга. Различия зависят от крохотных частиц, которые в разных количествах и сочетаниях находятся в любом атоме. Число протонов (положительно заряженных частиц) — главный ID-код элемента. Протоны всегда находятся в ядре — центре каждого атома. В ядре находятся и нейтроны — частицы, не имеющие заряда, но имеющие массу (вес). И из-за них элементы ведут себя по-разному.

Но особенно интересно тебе будет познакомиться с отрицательно заряженными частицами — электронами, которые вращаются вокруг ядра примерно так, как планеты вокруг Солнца. Возможно, ты уже знаком с электричеством и с магнитами, и знаешь, что противоположности притягиваются. Так и отрицательный заряд одного атома (его электронов) может привлечь положительный заряд другого атома (его протонов), приведя к возникновению интересных и необычных соединений. Электроны — очень беспокойные частицы: они могут находиться в своём атоме, могут перепрыгивать в другие атомы, а могут быть и в нескольких атомах сразу. Познакомившись с этим явлением на конкретных примерах, ты поймёшь одну из самых важных истин: поведение электронов определяет многое из того, что мы называем химией!

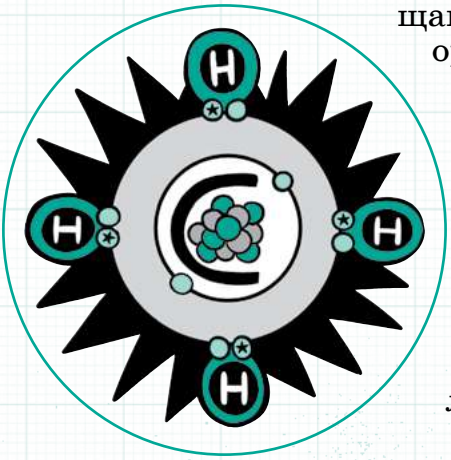


А КАК ЭЛЕМЕНТЫ УЖИВАЮТСЯ ДРУГ С ДРУГОМ?

Нетрудно заметить, что золото выглядит не так, как углерод, и оба они не похожи на алюминий или кислород. Труднее разглядеть, что элементы вовсе не ведут себя, как им вздумается — в отличие от твоего легкомысленного брата или сестры, их поведение можно предсказать. Как? Тут вступает в игру Периодическая таблица химических элементов, придуманная русским учёным Дмитрием Ивановичем Менделеевым.

Периодическая таблица — это дорожная карта для всей материи во Вселенной. Элементы в таблице расположены в зависимости от того, какие частицы их составляют. Поскольку главный ИД-код элемента — количество протонов, таблица начинается с элемента, у которого всего один протон. Этот элемент — водород. Его порядковый номер — 1 и, соответственно, атомное число тоже 1. Заканчивается таблица оганесоном с атомным числом 118. Скорее всего, об оганесоне ты узнал только что, но зато сразу можешь сказать, сколько у него протонов!

Мы легко перескочили от первого элемента к последнему, но почему все элементы располагаются в таблице по рядам и столбцам? Это возвращает нас к электронам и орбитам, по которым они вращаются вокруг ядра. Эти орбиты учёные называют электронными оболочками или энергетическими уровнями. Так вот, у каждого атома может быть всего семь электронных оболочек. Когда внутренняя, самая близкая к ядру, оболочка (на ней могут



находиться два электрона) заполнена, электроны заполняют вторую оболочку, затем третью и так далее. Каждая оболочка может содержать больше электронов, чем предыдущая. А теперь снова взгляни на Периодическую таблицу. Обрати внимание: в верхней (большей) части (к нижней, меньшей части мы вернёмся позже) — семь рядов, потому что электронных оболочек может быть только семь. У элементов в первом ряду одна электронная оболочка, во втором — две и так далее вплоть до седьмого ряда.

Впервые сгруппировав элементы таким образом, Д. И. Менделеев назвал каждый ряд периодом. Так и была построена Периодическая таблица. Та-дам! Всё начинает вставать на свои места. Но что насчёт столбцов? Что означают они?

Ответ снова связан с электронами — точнее, с количеством электронов на внешней оболочке каждого атома. Электроны на внутренних оболочках укрыты от контакта с другими

атомами. А вот электроны, находящиеся на внешней оболочке, могут «сбежать с корабля», пригласить к себе других или быть то в одном атоме, то в другом (такие электроны называют валентными). Так продолжается до тех пор, пока не будут заняты все места на этой оболочке. Электроны заполненных оболочек прекращают всякие контакты с другими атомами.

Мы знаем, что периоды говорят нам, сколько электронных оболочек есть у атома элемента. Столбцы дают ещё больше информации, рассказывая, сколько электронов находится на внешних оболочках атомов. Посмотри на первый столбец, который начинается с водорода. Чем ниже элемент в столбце, тем больше у него электронов, однако у всех элементов здесь есть нечто общее: у каждого из них на внешней оболочке всего один электрон. Группу элементов, собранных в одном столбце, химики называют — угадай как — группой!

А что в следующем столбце? У каждого члена этой группы элементов — а тут встречаются и знакомые тебе названия (магний, кальций), и не очень знакомые (берилл, стронций) — по два электрона на внешней оболочке.

Столбцы с 3 по 12 — «бунтари» Периодической таблицы. У них валентные электроны есть на каждой электронной оболочке, а не только на внешней. Из-за этого они имеют некоторые необычные свойства, которые мы рассмотрим в этой книге чуть дальше. Начиная с 13 столбца мы возвращаемся на шаг назад: столбец с бором вверху содержит элементы с тремя валентными электронами, столбец углерода — четыре, азота — пять и так далее.

КАК УСТРОЕНА ЭТА КНИГА

Эта книга приглашает тебя в путешествие по Периодической таблице. Не по всей, потому что многие элементы редкие, опасные или существуют лишь доли секунды. Но ты пройдёшься по периодам и группам, узнаешь об элементах, которых можно назвать «ключевыми игроками», и поймёшь общие закономерности. А ещё ты увидишь, что некоторые «родичи» основных элементов бывают крайне опасными или летучими, хотя и сохраняют некоторые их свойства.

Каждая глава посвящена одному элементу, с которым ты познакомишься по-настоящему близко. В ней приведены следующие сведения об элементе:

- Атомное число (количество протонов).
- Атомный вес (протоны плюс нейтроны, средняя величина).
- Символ элемента (официальная аббревиатура).
- Электроны на внешней оболочке (валентные электроны).
- Точка плавления (температура плавления).
- Точка кипения (температура закипания).

Все они определяют сущность элемента. Также ты узнаешь, как выглядит элемент, когда он был открыт, где встречается, чем полезен, какие причудливые свойства определяют его характер.

Познакомиться с элементом — это как обрести нового друга и встретиться с его семьёй. Ты узнаешь о «глуповатом племяннике» или «сумасшедшем дядюшке» элемента, увидишь, как они ведут себя в зависимости от количества и расположения их частиц, в какие «безумные» химические реакции вступают.

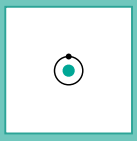
Каждая из 20 глав книги посвящена одному элементу. Также в ней рассказывается

о веществах, которые этот элемент образует вместе с другими. Некоторые из них могут быть очень опасными — об этом ты узнаешь из врезок «Уровень опасности».

В конце каждой главы описаны один-два несложных опыта, проведя которые, ты ближе познакомишься с интересными свойствами этого элемента и его соединений. Ты почувствуешь себя настоящим учёным! И в любом случае это будет весело. А кроме того, тебе не придётся беспокоиться, где достать нужные вещества, — всё, что нужно для раскрытия тайн Периодической таблицы, ты найдёшь у себя дома.

Прочитав 20 глав и как следует поработав с 20 элементами, ты перейдёшь к знакомству с «грязной дюжиной». Это 12 самых опасных элементов. Некоторые из них, например плутоний, способны буквально разнести мир на кусочки! Другие, как полоний, могут в одно мгновение отравить целый город. Ты узнаешь об элементах, которые раньше считались безопасными или даже полезными. Теперь правда открылась...

Ну что же, пора приступать к исследованиям.



Атомное число: **1**	Электронов на внешней оболочке: **1**
Атомный вес: **1,0079**	Точка плавления: **-259,34 °C**
Символ элемента: **H**	Точка кипения: **-252,88 °C**

ГЛАВА 1

ВОДОРОД

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

«Мы первые! Мы первые!»

Ладно, трудно представить себе толпу атомов водорода, орущих, как баскетбольные фанаты... Но пожалуй, у них есть право задирать нос. Водород стоит первым в Периодической таблице, потому что это самый лёгкий элемент — у него в ядре всего один протон (положительно заряженная частица). Но это и самый распространённый элемент во Вселенной, и один из трёх элементов (наряду с гелием и литием), которые появились во время Большого взрыва почти 14 миллиардов лет назад (см. с. 32). А поскольку водород легко соединяется с другими элементами, он присутствует почти во всём живом на нашей планете. Неплохо, да?

КАК ВЫГЛЯДИТ ВОДОРОД

Ты не увидишь водород, если температура не опустится на несколько сотен градусов ниже нуля. При таком морозе ты, возможно, обнаружишь либо жидкий водород, либо — если будет ещё немного холоднее — водород замороженный. Но при нормальной температуре водород — газ без цвета и запаха.

КОГДА ОТКРЫЛИ ВОДОРОД

В XVI–XVII веках независимо друг от друга два учёных — швейцарский реформатор науки Парацельс (настоящее имя Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм) и ирландский химик Роберт Бойль — заметили, что при погружении металла в концентрированную кислоту выделяются пузырьки газа. Полученный газ легко воспламенялся. Но о том, что это особый элемент, они не догадались.

А вот англичанин Генри Кавендиш догадался. И ещё он заметил, что при сгорании этого элемента появляется «роса» (скоро в ней опознали воду). Теперь мы знаем: это бывает потому, что водороду для горения нужен имеющийся в воздухе кислород, и в результате этой реакции получается вода (H_2O).

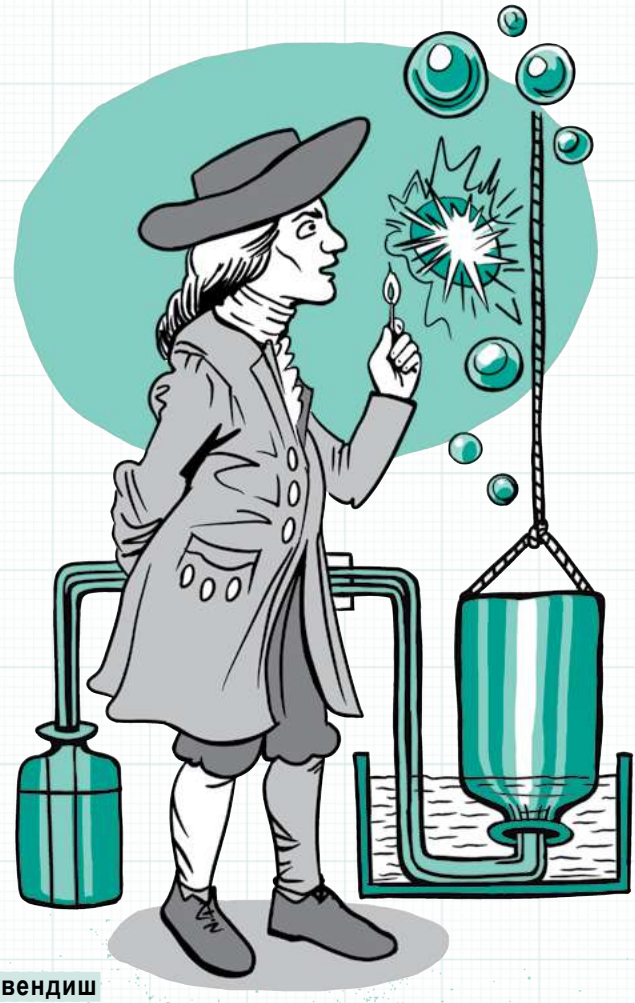
СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Всего известны четыре состояния вещества: твёрдое, жидкое, газообразное и плазма (особый тип газа). Вещество может менять своё состояние при изменении температуры, давления или электрического заряда. Вспомни лёд (твёрдую воду), который тает и становится жидкостью, а при кипении — водяным паром (газом).

Кавендиш решил, что выделяющиеся при взаимодействии металла и кислоты пузырьки наполнены «горючим воздухом», но на название элемента это не тянет. И только французский учёный Антуан Лавуазье в 1783 году придумал имя, которое прижилось: водород (*Hydrogene*), то есть рождающий воду.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ВОДОРОД

Водород есть везде, и это не преувеличение. Быть основой всей жизни — неплохо для начала! Водород — важная часть молекулы ДНК,



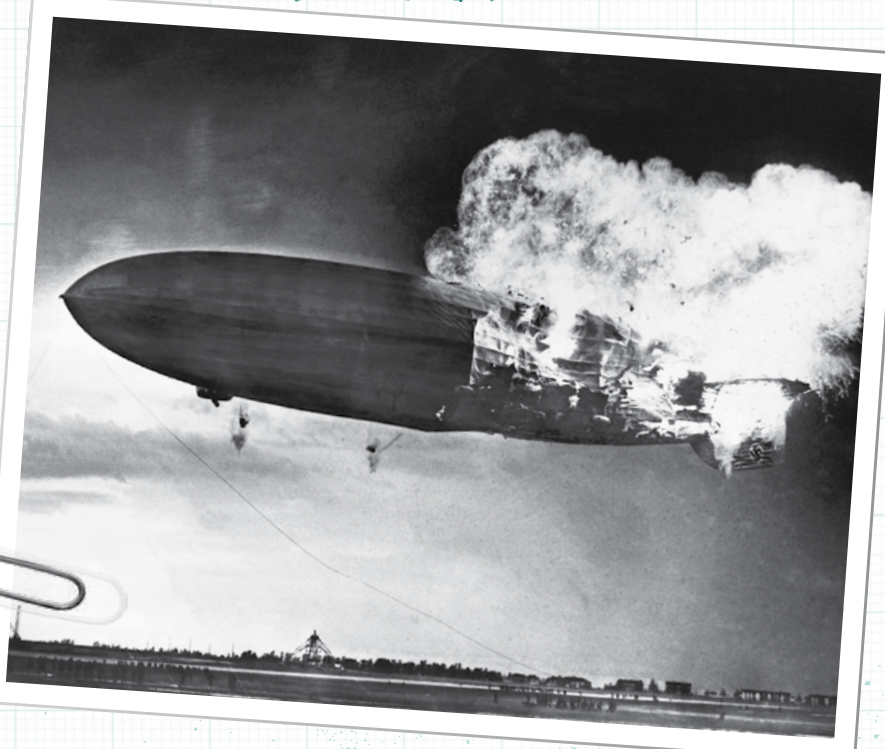
Генри Кавендиш

которая содержит инструкцию для роста и развития живого организма. При связывании водорода с кислородом получается вода — а уж её-то на планете Земля полно.

Один только перечень применений водорода заполнил бы эту книгу! Его используют в производстве пищевых продуктов, удобрений, электроэнергии, электроники и даже в ракетном топливе. Лёгкость и дешевизна водорода в начале XX века подтолкнула инженеров к мысли наполнять им огромные дирижабли. К несчастью, этому помешало другое его свойство — горючесть. В 1937 году немецкий дирижабль «Гинденбург» загорелся над Нью-Джерси (США) на глазах у публики, при этом погибло 35 человек.

ГОРЮЧЕСТЬ

Способность какого-либо вещества к самостоятельному горению.



И всё же водород снова интересует нас в связи с транспортом. Многие видят в нём альтернативу бензину и дизельному топливу, которые загрязняют природу. Возможно, во второй половине XXI столетия автомобили с водородными двигателями станут обычным делом.

Встреча с семьёй

2 He

ОДИНОКАЯ ПАРА

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

То, что водород стоит в левом верхнем углу Периодической таблицы, говорит о двух вещах. Во-первых, он находится в первом периоде, а это значит, что у него одна электронная оболочка. Во-вторых, место в крайнем левом столбце, или группе, означает, что на этой оболочке у него всего один электрон.

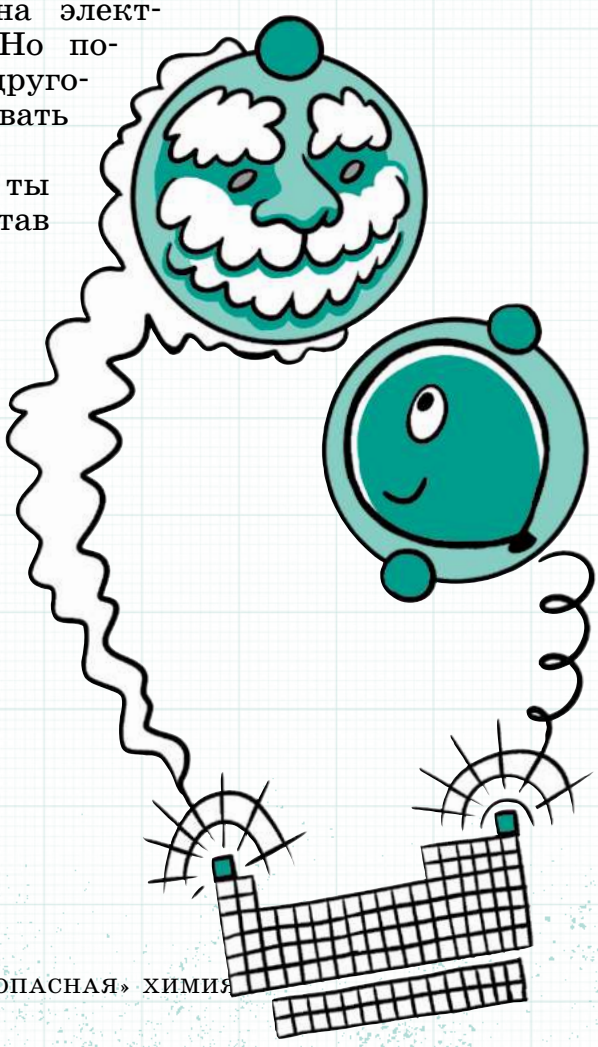
Следующий за водородом элемент — гелий — также имеет одну электронную оболочку. Но он находится в правом верхнем углу Периодической таблицы, и между ним и водородом огромный разрыв. На самом деле, оба эти элемента в некотором смысле особенные. У других элементов электронных

оболочек больше, а на них тем больше электронов, чем ниже ряд.

Но — и обрати внимание на это «но»! — эти другие стремятся заполучить или отдать электроны, чтобы на внешней оболочке их стало восемь, тогда они будут стабильны и устойчивы. Например, если у элемента шесть внешних электронов, он находит элемент, который может отдать ему на время или насовсем два электрона. А если их у него три, он будет искать элемент с пятью электронами. Химики называют это Правилом октета. Запомни: в науке, как и в музыке, октет состоит из восьми членов.

«Одинокая пара»? Мы снова говорим о гелии — единственном товарище водорода в верхнем ряду. Как и у водорода, у него только одна электронная оболочка. Но почему от одного к другому надо перепрыгивать через все столбцы?

Ха-ха! Об этом ты узнаешь, прочитав следующую главу.



УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Водород очень легко воспламеняется, поэтому опыты с ним можно проводить только под наблюдением взрослого.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Хотя расстояние между частицами в атоме очень-очень маленькое, под микроскопом оно становится очень-очень большим. Вообрази: объём атома (пространство, которое он заполняет) в триллион с лишним раз больше, чем объём его ядра, хотя почти вся масса атома приходится как раз на ядро. Опыт даст тебе возможность представить эти расстояния: надо стать большим, чтобы понять малое.

ОПЫТ 1 ВРЕМЯ: 20 МИНУТ

ПОЗНАКОМЬСЯ С АТОМОМ

Этот опыт — отличный способ представить относительный размер атомов и составляющих их частиц. Начнём с простейшего элемента — водорода, имеющего один протон и один электрон. Орбита у этого единственного электрона не такая идеальная, как у Луны, вращающейся вокруг Земли, но можно прикинуть, как далеко она находится от ядра атома.

В данном опыте тебе придётся много ходить, поэтому стоит сделать это там, где ты не будешь натыкаться на людей, например в парке.

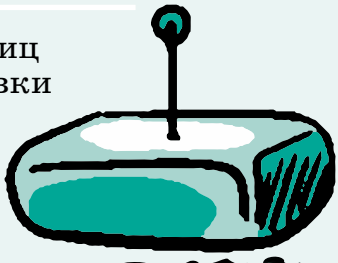
ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Булавка (лучше с цветной головкой, чтобы она была заметна)
- Маленький кусок мыла
- Рулетка или линейка
- Ножницы
- Верёвка
- Мел

ПРИСТУПИМ!

1. Воткни булавку в мыло и положи мыло на землю. Вообрази, что это ядро атома водорода (с его единственным протоном).

2. С помощью рулетки и ножниц отмерь и отрежь кусок верёвки длиной 5 метров.



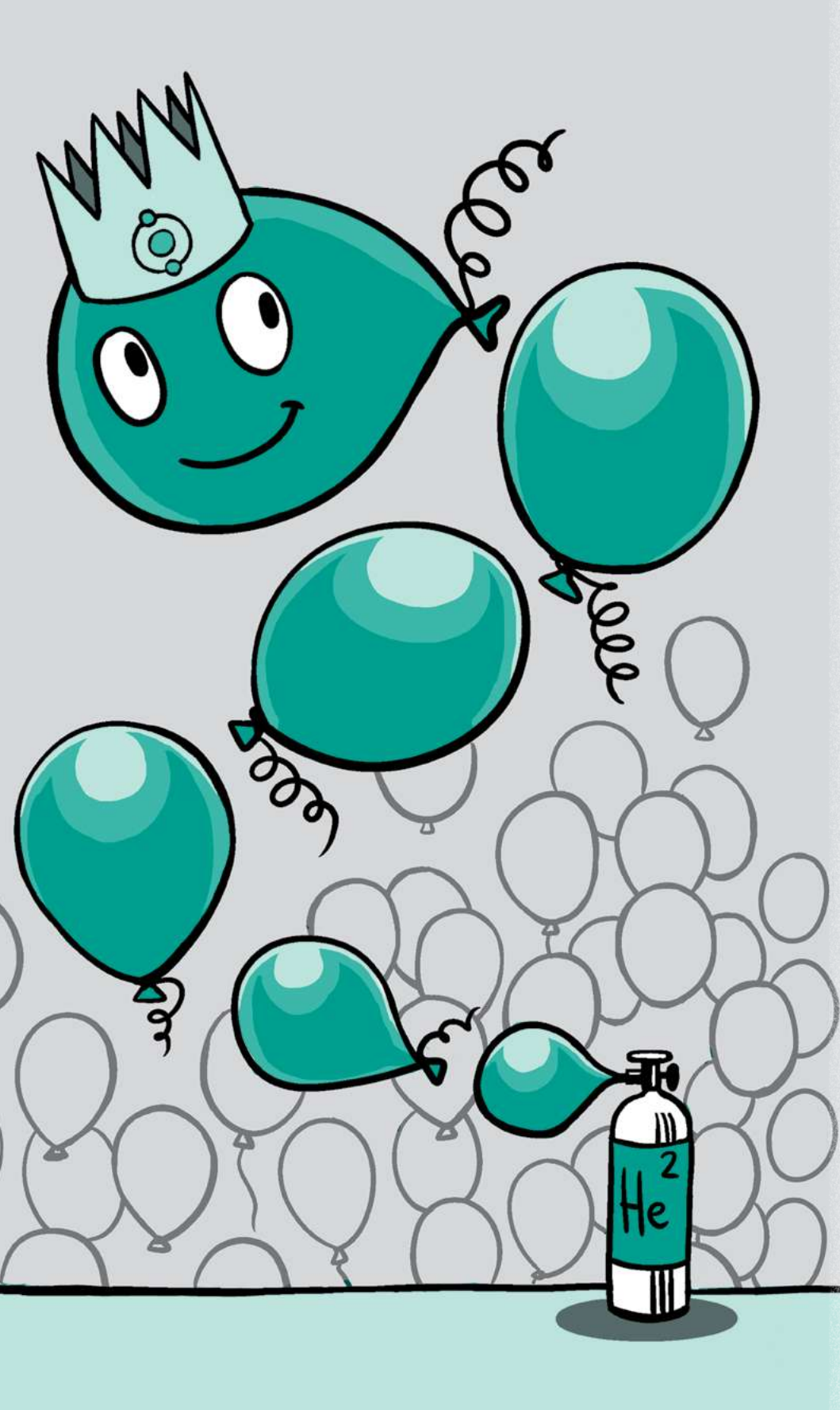
3 Приняв булавку за точку отсчёта, отмерь верёвкой 10 раз по 5 метров.

4 Каждые 5 метров отмечай мелом.

5 Последняя отметка — 50 метров от булавки — показывает, как далеко электрон водорода находится от ядра.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

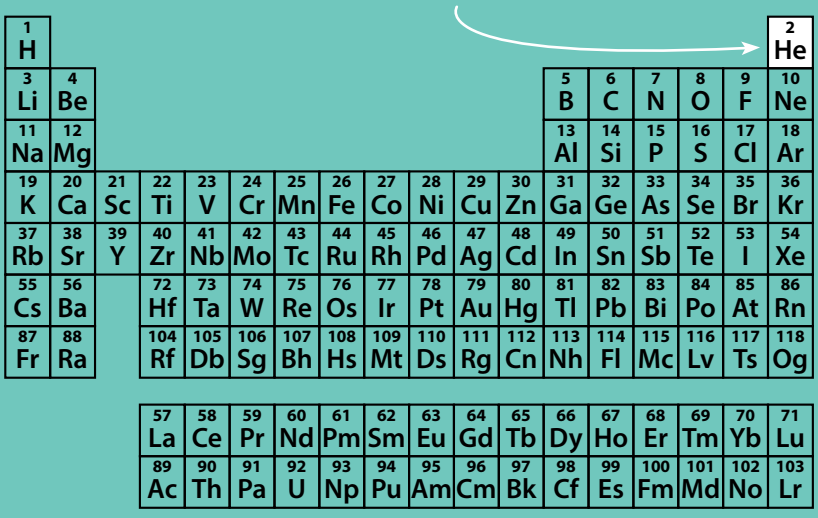
Внутри атома — целый мир. Конечно, он настолько мал, что увидеть этот мир мы не можем. Расстояние от ядра водорода до оболочки с её единственным электроном в 50 000 раз больше радиуса ядра. Тут нужно включить воображение: в 1 сантиметре примерно 10 радиусов булавки. Так что 5000 сантиметров — это 50 000 радиусов. А 5000 сантиметров — это и есть 50 метров.


He
2

Атомное число: **2**	Электронов на внешней оболочке: **2**
Атомный вес: **4,0026**	Точка плавления: **-272,2 °C**
Символ элемента: **He**	Точка кипения: **-268,93 °C**

ГЛАВА 2

ГЕЛИЙ



Дамы и господа, приготовьтесь к появлению королевской особы! Встречайте гелий — первый из благородных газов. И гелий, и все элементы, находящиеся в его столбце Периодической таблицы, не взаимодействуют с другими — аристократы, да и только! А причина этого сдержанного высокомерия кроется в электронах. У каждого из этих элементов на внешней электронной оболочке их полный набор: два электрона у гелия и по восемь у остальных. Значит, им не нужно искать другие элементы, чтобы отдать или взять электроны. Говоря химическим языком, гелий и другие благородные газы не вступают в реакции с другими элементами.

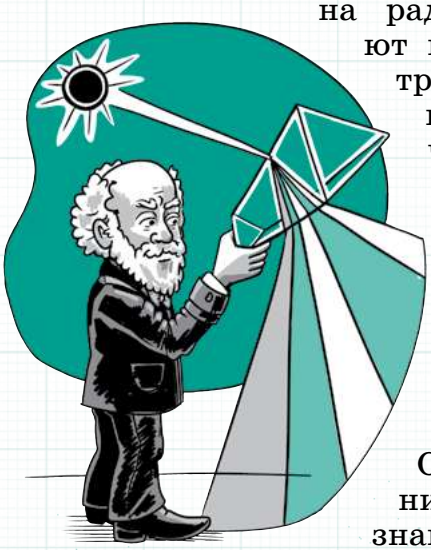
КАК ВЫГЛЯДИТ ГЕЛИЙ

Гелий, как и другие элементы в его столбце, не имеет цвета и запаха. Взгляни на точки его плавления и кипения. Разница между ними всего несколько градусов. Мало того, спустись на градус ниже точки плавления, и ты получишь абсолютный ноль — это самая низкая возможная температура, холоднее которой не бывает.

И что всё это значит? А то, что гелий почти всегда существует как газ. Точнее, как благородный газ. То же самое можно сказать обо всех благородных газах в столбце гелия. Не все они плавятся при такой же низкой температуре, но жидкими остаются в интервале всего несколько градусов, пока не станут невидимыми газами.

КОГДА ОТКРЫЛИ ГЕЛИЙ

В 1800-е годы учёные придумали, как распознавать вещества, входящие в состав даже самых далёких звёзд. Надо пропускать свет из этих источников через призму, которая разбивает его на составные цвета. Это как смотреть на радугу. Элементы оставляют по всему световому спектру узор линий и цветовых полос. Этот узор — «отпечатки пальцев» элемента.



Жюль Жансен

В 1868 году французский астроном Жюль Жансен пропустил солнечный свет через призму во время солнечного затмения (когда Луна проходит между Солнцем и Землёй). Он заметил жёлтую линию, напоминавшую признак элемента натрия. Двое британских учёных, Норман

СПЕКТР

Широкий диапазон видимого света (от красного до фиолетового цвета) и других форм излучения (таких как гамма-лучи или инфракрасные лучи), поглощаемого или испускаемого объектом. Каждый элемент, входящий в состав объекта, влияет на то, каким мы видим спектр идущего от него света.

Локьер и Эдвард Франкленд, увидели ту же жёлтую линию, но пришли к выводу, что это новый элемент. Со временем всё больше и больше учёных принимали их точку зрения. За элементом закрепилось имя, предложенное Локьером, — гелий, от греческого «гелиос» — Солнце.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ГЕЛИЙ

При первой встрече с гелием многие смеются — не всякий элемент может этим похвастаться! Просто гелием надувают воздушные шарики. Ты наверняка видел, как некоторые вдыхают его и через несколько секунд говорят, как Дональд Дак или Губка Боб. Всё потому, что гелий заставляет голосовые связки вибрировать быстрее. А поднимающиеся к потолку или улетающие в небо шарики говорят нам о том, что гелий легче воздуха.

Из-за лёгкости гелия им удобно (хотя и дороговато) наполнять большие шары и даже аэростаты. Ещё одно достоинство гелия заключается в том, что он не вступает в реакции с другими элементами. Гелий

используют, чтобы вытеснять ракетное топливо из баков. Жидкий гелий настолько холодный, что им охлаждают магниты в современном медицинском оборудовании, например в огромных сканерах МРТ.

Изотоп гелия, известный как гелий-3, в будущем может стать безопасным и не загрязня-

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

Большинство учёных сейчас считают, что Вселенная возникла в результате гигантского взрыва (его называют Большим взрывом) около 14 миллиардов лет назад. До этого взрыва она представляла собой немыслимо горячий, плотный и крохотный шарик. Потом она взорвалась и стала расширяться, создавая время, пространство и материю. В долю секунды она стала больше Галактики и продолжала расти с поразительной скоростью.

Меньше чем через секунду после Большого взрыва, когда Вселенная расширялась и охлаждалась, энергия стала превращаться в частицы материи и антиматерии. Будучи противоположными, большинство этих частиц уничтожили друг друга, но часть материи осталась в виде положительно заряженных протонов и незаряженных нейтронов. В следующие три минуты Вселенная охладилась достаточно, чтобы они стали ядрами водорода (один протон) и гелия (два протона). Понадобилось ещё 300 000 лет, чтобы эти ядра захватили отрицательно заряженные электроны и стали атомами водорода и гелия.

АНТИМАТЕРИЯ

У всех элементов есть «зеркальные» аналоги, состоящие из античастиц, которые имеют ту же массу, что нормальные электроны и протоны, но противоположный заряд. При соприкосновении материи и антиматерии выделяется огромное количество энергии.

ИЗОТОП

Разновидность элемента, в которой нейтронов больше или меньше, чем протонов.

ющим природу топливом. На Земле он редок, но учёные полагают, что на Луне его полно... и это повод, чтобы когда-нибудь создать на Луне базу по его добыче.

Встреча с семьёй

54 Xe

АРИСТОКРАТЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Подобно герцогам, графам или баронам у людей, гелий входит в немногочисленную элиту — семью благородных газов, и родственников у него немного. Реакции от такого не жди! Но и эти свойства можно обернуть нам на пользу! Например, ксенон (Xe) часто используют при общей анестезии (усыплении пациента перед операцией). Даже в небольшом количестве ксенон ослабляет нежелательные эффекты анестезии, потому что

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Гелий сам по себе не токсичен, но вдыхать его, чтобы поговорить смешным голосом, не стоит. Почему, раз гелий не ядовит? Если ты вдыхаешь гелий, значит, ты не вдыхаешь воздух, в котором есть кислород — а он необходим тебе для жизни. Поэтому вдыхать гелий, не вдыхая кислород, безусловно, очень опасно!

стабильные электроны этого газа не взаимодействуют с клетками тела.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Гелий — благородный газ, и опыты с ним безопасны. Этот опыт покажет тебе, почему шарики с гелием летают и что было бы с ними, если бы температура изменилась.

ОПЫТ 2 ВРЕМЯ: 50 МИНУТ

ЭЙ, ОХЛАДИ ЕГО!

Все мы видели, как летают шарики с гелием — и как они улетают в небо, если отпустить верёвочку. Эти полёты объясняются очень просто: гелий — элемент лёгкий и менее плотный (в том же объёме у него меньше молекул), чем воздух. А что будет, если гелий охладить?

Вот и поглядим, что произойдёт. Да, не забудь, этот опыт надо делать дома. Шарики уткнутся в потолок и не улетят от тебя!

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Два шарика примерно одного размера, надутых гелием (можно купить в торговом центре)
- Часы с секундной стрелкой или таймер
- Морозильник, в котором поместится один шарик
- Бумага и карандаш
- Друг, который будет тебе помогать

ПРИСТУПИМ!

1. Опусти шарик на пол и попроси друга приготовиться засекать время.

2. По сигналу отпусти шарик, и пусть друг засечёт, за сколько секунд шарик долетит до потолка. Запиши результат.

ОПЫТ 2 ПРОДОЛЖЕНИЕ

3 Проделай то же самое со вторым шариком.

4 Теперь помести второй шарик в морозилку.

5 Через 30 минут достань шарик из морозилки.

6 Приложи его к первому и сравни размеры.

7 Попроси друга засечь, как быстро поднимутся оба шарика к потолку; первым отпусти охлаждённый шарик. Запиши разницу во времени.

8 Теперь подожди 15 минут и снова отпусти оба шарика.

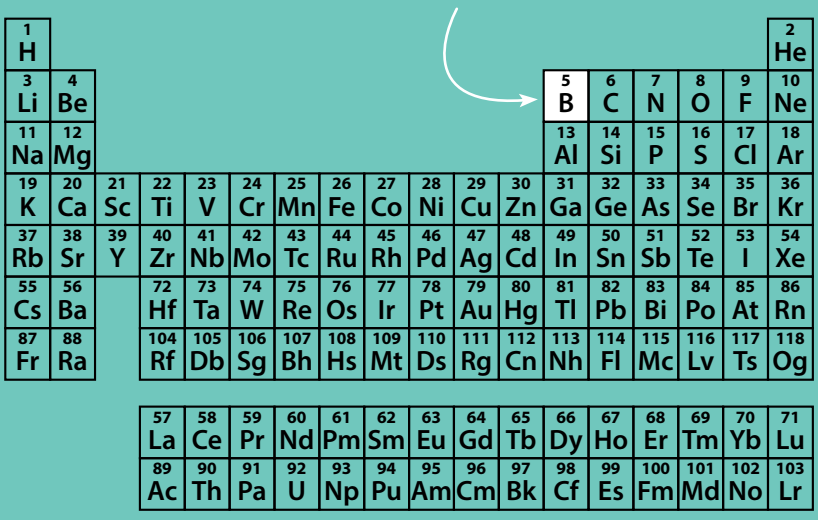
ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

При охлаждении газа его молекулы движутся медленнее и занимают меньше места, поэтому гелий становится плотнее. Вспомни, воздушные шарики с гелием взлетают, потому что гелий в них менее плотный, чем окружающий воздух. Но охлаждённый гелий в полёт не рвётся, потому что его плотность ближе к плотности воздуха.

Атомное число: **5**	Электронов на внешней оболочке: **3**
Атомный вес: **10,8111**	Точка плавления: **2,076 °C**
Символ элемента: **B**	Точка кипения: **3,927 °C**

ГЛАВА 3

БОР



Может быть, ты думаешь, что элемент с таким дремучим именем, как бор, одиночка и не взаимодействует с другими? А вот и нет: атомы бора вступают в тесный контакт с атомами многих других элементов. Бор издавна используется в виде буры, или боракса, — соединения, которое широко применяется человеком во многих областях своей жизни. Так что бор — очень полезный элемент!

КАК ВЫГЛЯДИТ БОР

Хороший вопрос. Мало кто видел чистый бор, потому что в природе он почти не встречается. Бор образует с другими элементами химические соединения с прочными связями. Наиболее известное из них — бура, которая представляет собой белые кристаллы или порошок и включает атомы бора, натрия, кислорода и водорода. Издавна буру использовали для стирки.

КОГДА ОТКРЫЛИ БОР

Сэр Хэмфри Дэви

Люди начали использовать бор за сотни, а возможно, и тысячи лет до того, как поняли, что это отдельный элемент. Его название происходит от слова, которое древние арабы дали порошковому соединению бура. В Средневековье торговые пути между Азией (где впервые стали добывать буру) и Европой привлекли к ней внимание людей.

В XVIII веке учёные получали слабую кислоту (известную как борная кислота), добавляя в буру минералы. Столетием позже англичанин Хэмфри Дэви и другие учёные безуспешно пытались выделить из этой кислоты бор. Они знали, что он тут есть. Но только в 1909 году Эзекиел Вейнтрауб из Дженерал Электрик Компани получил бор в чистом виде.

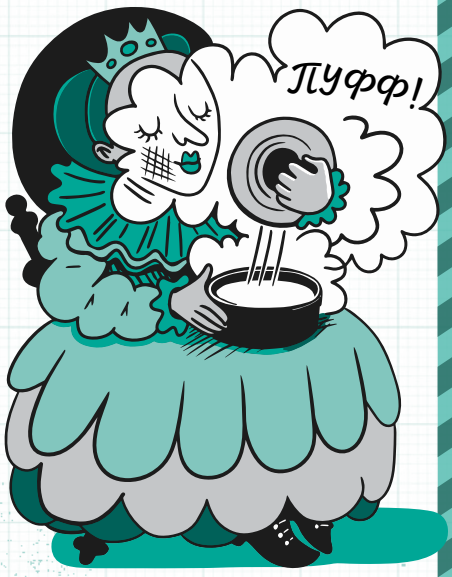
ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ БОР

Поговорим о невоспетом герое. Бор, этот невзрачный порошок, который люди столетиями не могли выделить как самостоятельный

СОЕДИНЕНИЕ

Химическое соединение — это сложное вещество, состоящее из атомов различных элементов, которые удерживаются вместе с помощью химических связей. Эти связи образуются в результате того, что атомы отдают и принимают электроны или используют их совместно (ты ведь помнишь, что все атомы заполнить внешнюю оболочку, чтобы она была стабильной и содержала восемь электронов?). Ионная связь образуется, когда атомы отдавая и принимая электроны, превращаются в положительно и отрицательно заряженные ионы, и за счёт этого притягиваются друг к другу. Ковалентная связь предполагает совместное использование электронов атомами.

элемент, вездесущ. Он до сих пор применяется в прачечных и при производстве моющих средств. Его используют для создания стекла и керамики. Бор — хороший инсектицид. Этот элемент присутствует в полупроводниках, магнитах и других высокотехнологичных продуктах, а его соединение с азотом почти не уступает в твёрдости алмазу. Бор необходим для безопасной работы ядерных реакторов, потому что захватывает нейтроны, высвобождающиеся при ядерных реакциях. Иначе накопление нейтронов приведёт к неконтролируемой ядерной реакции, и случится беда!



На многих портретах жившей в XVI веке английской королевы Елизаветы I у неё очень белая кожа. Художники и придворные поэты воспевали «прекрасный цвет лица» королевы (не стоит забывать — у её отца короля Генриха VIII была дурная привычка обезглавливать тех, кто ему не нравился). Сейчас

ПРОВОДНИК

Вещество, позволяющее теплу или электричеству проходить через него.

известно, что причина этой белизны — порошок буры, которым королева присыпала лицо вплоть до старости. Бура может раздражать кожу, особенно если её применять долго. А так как Елизавета принимала ванну лишь раз в месяц, зуд, наверное, был тот ещё!

Встреча с семьёй

13 ГРУППА: МЕТАЛЛЫ ИЛИ НЕТ?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Обычно у всех элементов в столбце (группе) Периодической таблицы очень похожие свойства. Так, обратив внимание на элементы, стоящие в столбце под гелием, ты увидишь, что это в основном газы, не вступающие в реакцию с другими элементами.

Во многих других группах присутствует слово «металл» — действительно, многие элементы относятся к металлам. А что делает металл металлом? Ну, большинство металлов прочные и плотные, твёрдые при

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Бор на самом деле не опасен, он попадает в организм с бананами, изюмом и другой едой. Этот элемент нужен нам для здоровья в совсем небольшом количестве. Если же по какой-то причине в организме образуется его избыток, он легко выводится вместе с мочой.

комнатной температуре, хорошие проводники тепла и электричества и звенят, если по ним ударить (вспомни сделанные из металла колокола). Неметаллы по большинству из этих показателей полная им противоположность: неплотные и непрочные, при комнатной температуре твёрдые или нет, плохие проводники и звучат глухо, если по ним ударить (вообрази, как звучал бы костяной колокол, состоящий из неметаллического элемента кальция).

Всё ясно: элементы — это либо металлы, либо неметаллы. Но стоп! Бор считается полуметаллом, или металлоидом. У него есть свойства металла (он твёрдый) и неметалла (плохо проводит тепло и электричество). А теперь взгляни на группу бора: чем ниже, тем больше элементы становятся похожи на металл.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Многие элементы образуют кристаллы — структуры, имеющие форму симметричных многогранников. Бор тоже образует кристаллы, и довольно легко. Ты увидишь, как это происходит, проведя следующий опыт. Оцени различные формы получившихся кристаллов, которые вырастают из одной хорошо тебе знакомой формы — звезды!

ОПЫТ 3 ВРЕМЯ: 12 ЧАСОВ

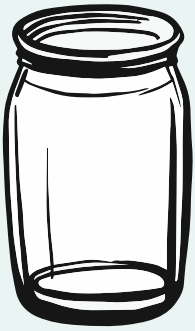
ЗВЕЗДА ПО ИМЕНИ БОР

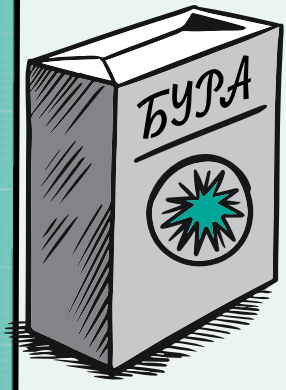
Бор легко образует кристаллы сам по себе. Но ты можешь ещё ускорить этот процесс. А поскольку другие элементы, о которых ты прочитаешь в этой книге, тоже могут образовывать кристаллы, это отличный повод запомнить их свойства.

К сожалению, получить кристаллы из следующего элемента, углерода (см. с. 49), не так-то легко. Ты, наверное, слышал о них — это алмазы!

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Длинный ёршик для посуды
- Банка с широким горлом (500 мл)
- Верёвка
- Ножницы
- Карандаш
- Кипяток
- Столовая ложка
- Бура (пакет с этим порошком можно купить в аптеке или магазине радиодеталей)





Попроси взрослого налить кипяток в банку и засыпать буру.

ПРИСТУПИМ!

1. Придай ёршику форму пятиконечной звезды, скрутив концы, как показано на картинке. Звезда должна поместиться в банке.

2. Привяжи один конец верёвки к любому из её лучей.

3. Ножницами отрежь верёвку (оставив небольшой запас длины) так, чтобы «звезда» могла висеть посередине между горловиной и дном банки.

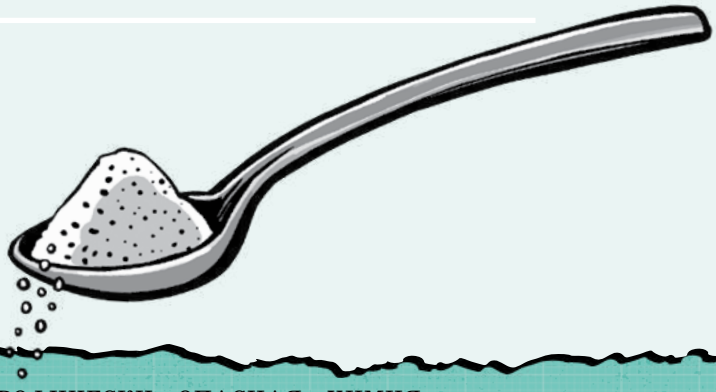
4. Привяжи другой конец верёвки к карандашу.

5 Попроси взрослого наполнить банку кипятком почти доверху.

6 Попроси взрослого всыпать столовую ложку буры в кипяток.

7 Размешивай до тех пор, пока бура полностью не растворится.

8 Положи карандаш на горловину банки так, чтобы звезда находилась в жидкости, не касаясь дна и стенок банки.



9. Оставь банку на ночь в тёплом месте (например, около батареи).

10. Утром достань звезду и рассмотри кристаллы, которые на ней выросли. Опыт удался, ты молодец!

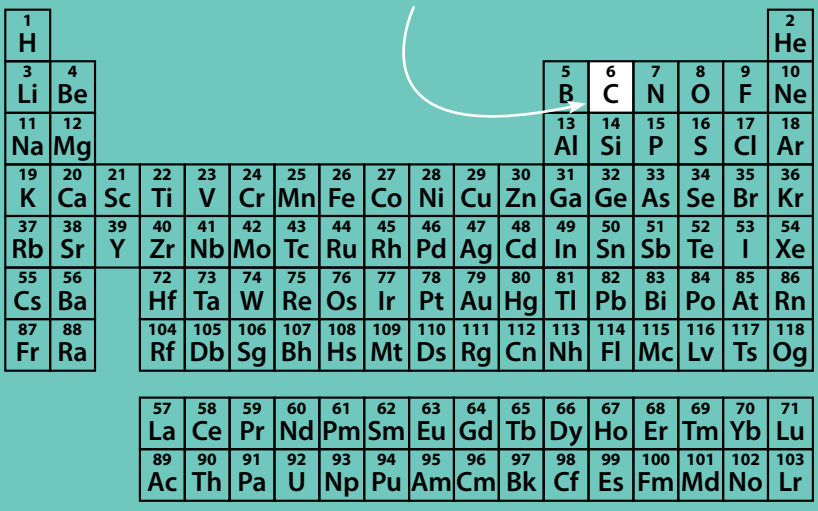
ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Бура — это соединение бора и ещё нескольких элементов, но, как и сам бор, она образует кристаллическую структуру. Этот опыт, как и опыт с замороженным шариком (с. 35), показывает, как температура влияет на реакцию. Молекулы горячей воды находятся на большем расстоянии друг от друга, и поэтому в ней может раствориться больше кристаллов буры. Когда к утру вода остывает (и испаряется), для буры в водном растворе остаётся меньше места. Она начинает оседать на ёршике и образует кристаллы.

Атомное число: **6**	Электронов на внешней оболочке: **4**
Атомный вес: **12,0107**	Точка плавления: **3550 °C**
Символ элемента: **C**	Точка кипения: **4027 °C**

ГЛАВА 4

УГЛЕРОД



Посмотрим правде в глаза: углерод, похоже, самый важный элемент в Периодической таблице. Да-да, ты слышал, что кислород необходим нам, чтобы дышать, азот помогает растениям расти, а иттербий нужен... для того, что делает иттербий. Но по абсолютной универсальности и общей стоимости (не забывай о бриллиантах) углерод не имеет себе равных.

В нашей повседневной жизни мы встречаемся с ним на каждом шагу. Топим углём. Пишем графитом. Надеваем кольцо с бриллиантом на палец. Заливаем бензин в баки машин. Но это мелочи. Учёные утверждают, что углерод — основа нашей жизни. Под этим они подразумевают огромное разнообразие соединений, которые

углерод образует с другими элементами. Более того, учёные не теряют надежды найти жизнь на других планетах и думают, что в её основе тоже может быть углерод.

КАК ВЫГЛЯДИТ УГЛЕРОД

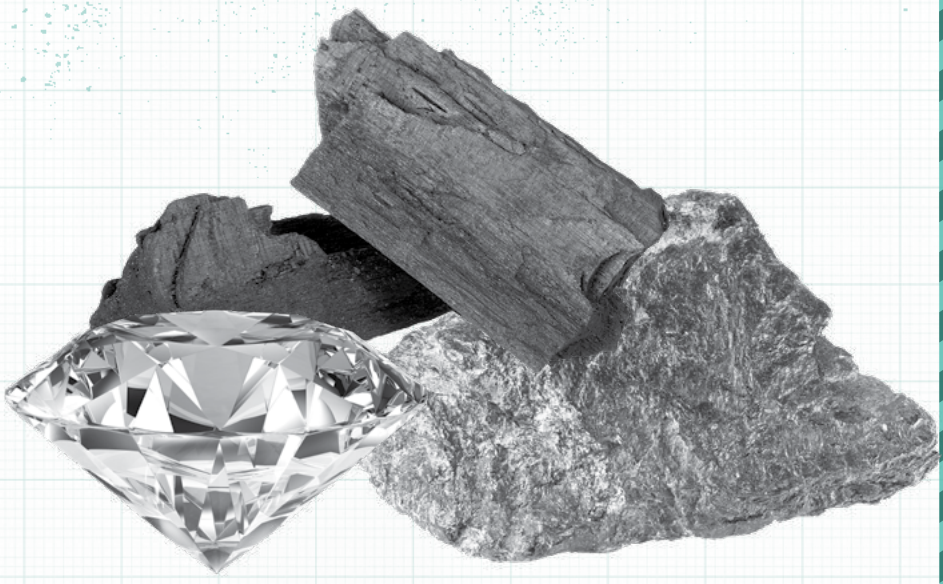
Он чёрный. И твёрдый. Постой — мы действительно говорим об элементе, который считается наиболее важным в Периодической таблице, по крайней мере для нас, людей? Но углерод в своём самом чистом виде и при нормальной температуре действительно чёрный. Даже его научное название *carboneum* происходит от латинского *carbo* — уголь (и мы действительно жарим шашлык на кусках углерода). Но свяжись атомы углерода по-иному,

СВИДАНИЕ ЧЕРЕЗ ТЫСЯЧИ ЛЕТ

Как у всех элементов, у углерода в ядре определённое количество протонов (этим определяется его атомное число). Но количество нейтрально заряженных частиц, нейтронов, бывает разным. Варианты элемента с различным количеством нейтронов — это его изотопы. У одного из изотопов углерода восемь нейтронов. Сложи их с шестью протонами, и ты получишь 14. Поэтому такой изотоп называется углерод-14.

Углерод-14 есть в воздухе, и он входит в состав всех живых организмов. Когда организм умирает, углерод-14 в нём начинает распадаться. Скорость его распада хорошо известна, поэтому учёные могут выяснить, как давно организм умер, определяя содержание в нём углерода-14.

Археологи используют «углеродное датирование» (радиоуглеродный метод), чтобы определять возраст древностей органического происхождения — таких как, например, египетские мумии, свитки Мёртвого моря, замороженное тело охотника, который умер в Альпах около 6000 лет назад, или японские окаменелые растения, возраст которых более 50 000 лет.

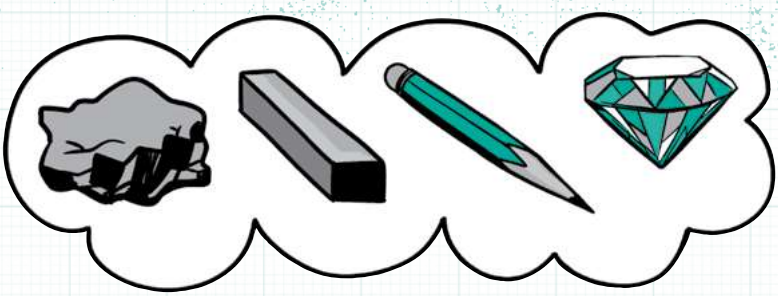


и ты получишь графит (вещество, которым рисует твой карандаш). Оба эти варианта углерода — уголь и графит — довольно мягкие. Но атомы углерода могут связываться и по-другому, и тогда образуется очень твёрдое вещество — алмаз.

И все эти вещества — чистый углерод. А теперь посмотрим, что происходит, если он соединяется с другими элементами. Он поддерживает в нас жизнь, приводит в движение автомобили, делает сладкой нашу еду... и может уничтожить наш мир в результате парникового эффекта. Этот термин означает, что избыток углекислого газа (соединения углерода с кислородом) в атмосфере Земли действует подобно одеялу и удерживает тепло внизу точно так же, как в парнике тепло удерживается под стеклом.

КОГДА ОТКРЫЛИ УГЛЕРОД

Ещё до того, как римляне придумали слово *carbo*, греки назвали одну из форм углерода графитом (от «графо» — пишу или рисую). А китайцы примерно с 2500 года до нашей



эры знакомы с алмазами, из которых делали прочные инструменты и ювелирные украшения. Но лишь в XVIII веке, в период промышленной революции, учёные наконец поняли, что углерод — это элемент.

К тому времени они знали, что, если сжечь уголь в закрытом пространстве, оставшийся пепел будет легче исходного угля. Часть массы куда-то делась — но куда? (Теперь мы понимаем, что углерод соединяется с кислородом, и при этом возникает газ — двуокись углерода.) В 1772 году французский учёный Антуан Лавуазье поместил алмаз в закрытую банку и с помощью увеличительного стекла поджёг его — недешёвый эксперимент! Он подсчитал количество образовавшейся двуокиси углерода и обнаружил, что ровно столько же её получается при сжигании такого же количества древесного угля. Из этого учёный заключил, что алмазы — это другая форма углерода. Через семнадцать лет Лавуазье дал элементу это имя.

Связь между разными формами углерода — особенно каменным и древесным углём, графитом и алмазом — годами была для людей загадкой. Один из самых крутых трюков Супермена — помимо умения летать, рентгеновского зрения и сверхскорости — способность сжать кусок угля так сильно, что он становится алмазом. Думаешь, этого не может быть? В 1955 году специалисты из компании «Дженерал электрик» доказали, что при достаточно высоких температуре и давлении графит может превратиться в алмаз!

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ УГЛЕРОД

Атомы углерода могут связываться и друг с другом (образуя графит, уголь, алмаз), и с атомами других элементов. Чистый углерод многолик. Его самый мягкий вариант (графит) используется для рисования и смазки. Каменный и древесный уголь — по-прежнему важные виды топлива, а алмаз остаётся самым твёрдым природным веществом на планете.

Ты, конечно, знаешь, что из алмазов делают потрясающе красивые и очень дорогие украшения. Но известно ли тебе, что есть у алмазов ещё одно важное свойство, которое широко применяется в промышленности? Они проводят тепло лучше, чем почти все остальные вещества. Это качество используется, например, в алмазных свёрлах — при сверлении металла они нагреваются от трения, но затем очень быстро охлаждаются.

Но по-настоящему свою многоликость углерод проявляет в соединении с другими элементами. Есть целая отрасль химии — органическая химия, — целиком посвящённая веществам, содержащим углерод. Например, в компании с водородом углерод создаёт множество соединений. Одно из них — метан — главный компонент природного газа.

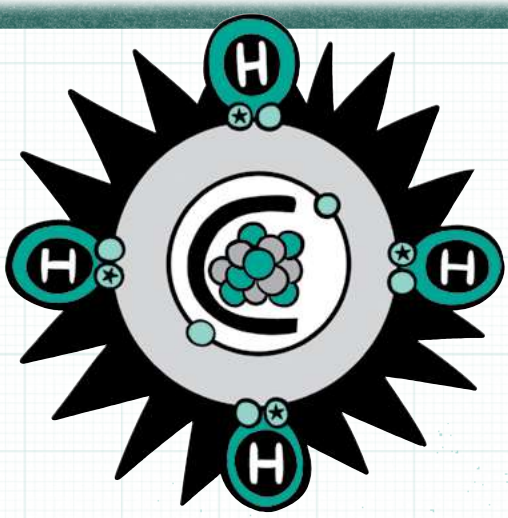
Углерод может образовывать и более сложные соединения с другими элементами. Углеводороды (разнообразные вещества, образованные углеродом и водородом) — жизненно важный источник топлива. Основой пластмасс также является углерод, а сталь обязана своей прочностью его соединению с железом.

ПРОСТОЕ СОЕДИНЕНИЕ?

Метан, соединение углерода и водорода, — прекрасный пример ковалентной связи и «правила октета» в действии. У углерода на внешней оболочке четыре валентных электрона, и ему нужно ещё четыре, чтобы заполучить «магическую восьмёрку». У водорода всего один электрон, но первая, она же внешняя электронная оболочка, заполняется двумя, а не восемью электронами. Таким образом, каждый атом водорода нуждается ещё в одном электроне, чтобы его оболочка стала стабильной.

Решение? Сотрудничать и делиться. Четыре атома водорода связываются с одним атомом углерода и делят с ним электроны внешней оболочки. Углерод получает в своё распоряжение четыре электрона, которые привносит водород (так что всего электронов становится восемь). Между тем, каждый атом водорода делит с углеродом один из принадлежащих ему четырёх электронов — и в результате получает полную пару электронов.

Чтобы ещё лучше понять, как это устроено, обрати внимание на химическую формулу метана: CH_4. Теперь ты с уверенностью можешь сказать, что каждая молекула метана содержит один атом углерода и четыре атома водорода.



Встреча с семьёй

32 Ge

ГЕРМАНИЙ: ПОДТВЕРЖДЁННАЯ ДОГАДКА

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Внимательно посмотри на Периодическую таблицу и сосчитай столбцы слева направо. Ты увидишь, что углерод стоит в 14-м столбце. А теперь включи воображение и представь таблицу без этого куска в середине — столбцов с 3-го по 12-й. Он содержит так называемые переходные металлы, и правило «пройдись вниз по столбцу, и ты увидишь одинаковые свойства», о котором мы говорили, здесь не очень работает. Теперь перейди из столбца 2 в столбец 14, думая о нём, как о столбце 4. Это всё упростит, потому что номер каждого столбца станет соответствовать числу валентных электронов на внешней оболочке всех элементов в этом столбце.

Дмитрий Иванович Менделеев

Именно такие рассуждения привели Дмитрия Ивановича Менделеева к тому, что, создавая в 1869 году первый вариант Периодической таблицы элементов, он оставил пробелы. Кремний (Si) находился у него непосредственно под углеродом (как и в современной таблице), и Менделеев понимал, что олово (Sn) с его свойствами также должно быть в этом столбце. Но он знал, что олово не может стоять сразу под кремнием из-за своей массы, поэтому Дмитрий Иванович оставил в столбце пробел и предоставил другим учёным возможность найти недостающий элемент.

Это случилось в 1886 году, когда Клеменс А. Винклер открыл новый элемент, назвав его германием (Ge) в честь своей родины.

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Сам по себе углерод безвреден, но он образует множество соединений, в том числе и опасных. Одно из самых смертоносных — простое соединение углерода и кислорода, окись углерода (CO). Оно известно как угарный газ — ядовитое вещество, вылетающее из выхлопной трубы автомобиля. Вдыхание угарного газа снижает способность крови переносить кислород, что может привести к смерти.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Связываясь друг с другом, атомы углерода могут образовывать разные формы, называемые аллотропными соединениями (см. с. 160). Уголь, графит и алмаз выглядят по-разному, но все они — просто аллотропы углерода. И всё же их различия не только в том, как они выглядят и воспринимаются. Алмаз, например, не проводит электричество, а графит — даже один карандашный штрих — проводит, как ты увидишь в этом опыте.

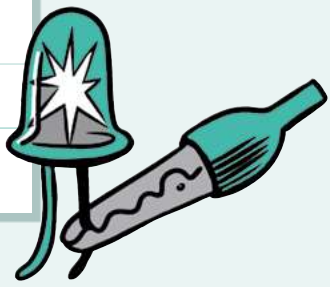
ОПЫТ 4 ВРЕМЯ: 10 МИНУТ

НАГРАДА ЗА ХОРОШЕЕ ПОВЕДЕНИЕ

Этот эксперимент продемонстрирует, как графит — даже карандашная линия на листе бумаги — проводит электричество. Опыт простой и быстрый, но он заставит тебя задуматься о некоторых вещах, связанных с сопротивлением (противоположностью проводимости) в электричестве. Например, будет ли свет одинаково ярким, если двигать зажим вверх и вниз по графитовой черте? Если нет, то почему?

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- 2 зажима типа «крокодил» с присоединёнными проводами
- Изолента
- Батарейка на 9 вольт
- Графитовый карандаш
- Лист плотной бумаги
- Светодиод

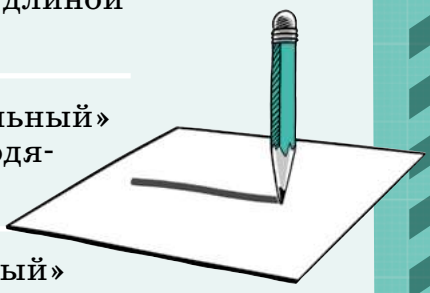


ПРИСТУПИМ!

1. Присоедини один провод свободным концом к положительному полюсу батарейки.

2. Присоедини второй провод к отрицательному полюсу, закрепив его кусочком изоленты.

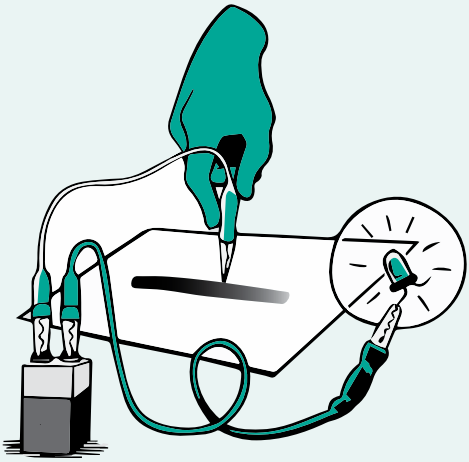
3. Проведи карандашом на бумаге толстую линию длиной примерно 10 см.



4. Присоедини «отрицательный» зажим к проводу, выходящему из светодиода.

5. Прижми «положительный» зажим к графитовой черте.

6. Прижми второй провод, выходящий из светодиода, к графитовой черте. Светодиод должен зажечься.



ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Электроны движутся по плоским частицам графита, как если бы они двигались по проводу. Их потока достаточно, чтобы светодиод светился. Проводимость графита позволила тебе создать электрическую цепь. Но не забывай, что опыт получится не с каждым аллотропом углерода, поэтому не пытайся повторить его с бусами из бесценных бриллиантов!

Атомное число: **7**	Электронов на внешней оболочке: **5**
Атомный вес: **14,0067**	Точка плавления: **-210 °C**
Символ элемента: **N**	Точка кипения: **-195,79 °C**

ГЛАВА 5

АЗОТ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Знаешь, можно и поважничать, если твоим именем назвали целую группу. Вспомни старые добрые виниловые пластинки, CD или MP3 из коллекции твоих родителей: Виктор Цой и группа «Кино», Юрий Шевчук и группа «ДДТ»... Теперь можешь добавить к ним ещё одно название: «Азот и пниктогены». Ладно, это немного из другой оперы, но у азота и правда есть своя группа, носящая его имя. Столбец 15 Периодической таблицы называется подгруппой азота, или пниктогенами. Ты поймёшь почему, когда увидишь, насколько важен азот — для начала, он составляет около 80% атмосферы Земли!

КАК ВЫГЛЯДИТ АЗОТ

При температуре до –196 °C азот остаётся газом без цвета и запаха. И его полно кругом — в основном над тобой и в воздухе, которым ты дышишь. Как правило, азот существует в форме молекулы, которая состоит из двух атомов (N_2). На это соединение приходится до 78% земной атмосферы. Большая часть молекул N_2 была выброшена из вулканов на заре истории Земли, миллиарды лет назад. Для сравнения: в земной коре азот составляет лишь 0,002%.

КОГДА ОТКРЫЛИ АЗОТ

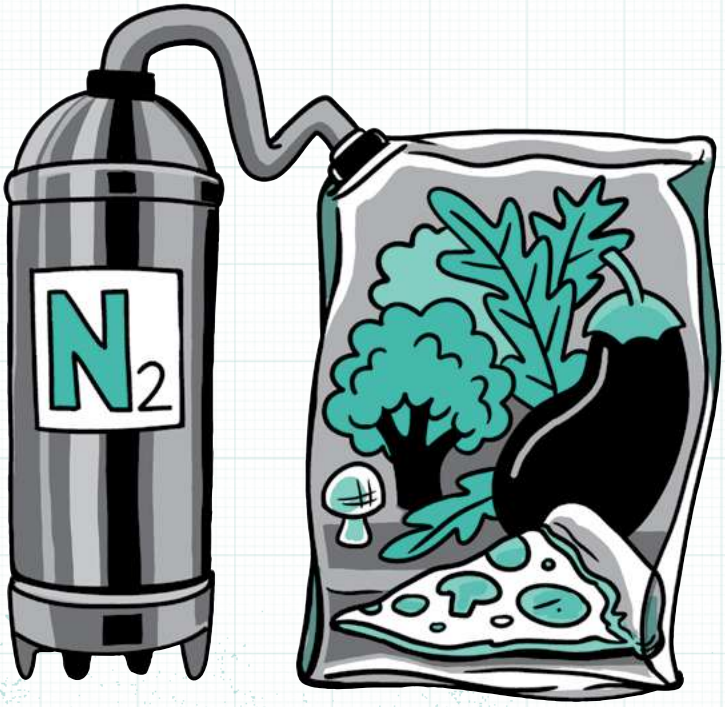
Во время Научной революции середины — конца XVIII века, когда европейцы совершали открытие за открытием, учёных ставило в тупик то, что всегда казалось отдельным и самостоятельным элементом, — воздух. К 1770-м годам стало ясно, что воздух содержит не меньше двух элементов, и оба они газы. Один из них поддерживал горение (вскоре его назвали кислородом), второй нет. Теперь мы знаем, что второй газ — это двуокись углерода, тогда его называли «неподвижным воздухом».

В 1772 году шотландский учёный Даниель Резерфорд начал исследовать «неподвижный воздух». Он сжёг свечу в закрытой камере, и, когда пламя погасло, камера оказалась наполнена этим газом. Резерфорд пропустил его через известь (порошок на основе кальция), про которую было известно, что она поглощает «неподвижный воздух». Но в камере ещё

остался газ, и тут исследователь понял, что открыл новый элемент. Он назвал газ «ядовитым воздухом», а в 1790 году элементу официально присвоили название азот (нитроген).

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ АЗОТ

Вариант азота N_2, широко распространённый в атмосфере, почти не реагирует с другими веществами. Эти тройные связи (см. рис. на с. 65) настолько сильны, что электроны — основа любой химической реакции — остаются запертыми в молекулах. И это его свойство оказывается очень важным. Газ азот используется для сохранения еды — свежих овощей, замороженной пиццы. Он защищает их от кислорода, который запускает процесс гниения. Учёные используют жидкий азот при проведении экспериментов, требующих очень низких температур, а также для сохранения крови и других биологических образцов.



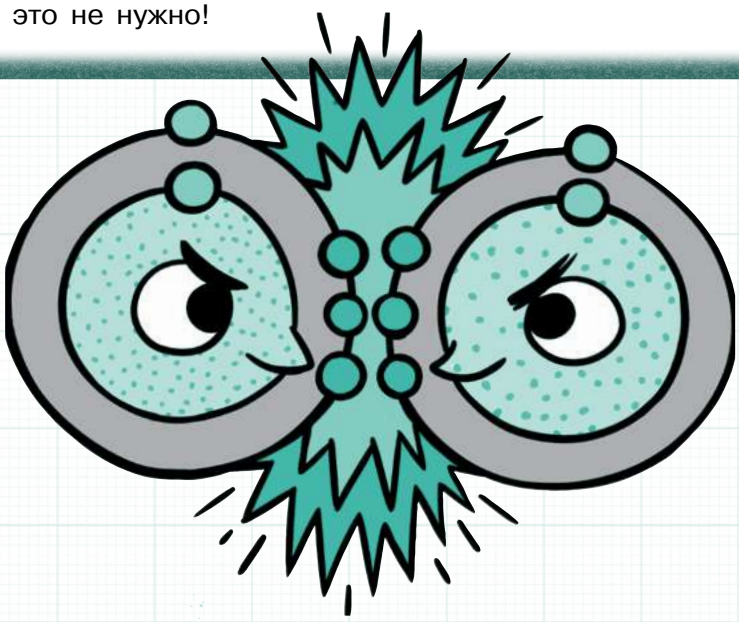
Всё это возможно благодаря тому, что N_2 с трудом вступает в реакции. Однако азот сам по себе показывает совсем другие свойства. Он почти способен победить углерод в мировом первенстве за звание самого важного для жизни элемента. Это вариант азота N, и он охотно вступает в реакции. Часто он образует неимоверно сильные связи с другими элементами, используя тот же способ тройного соединения, что и в собственных атомах.

Например, N является неотъемлемой частью ДНК — молекулы, которая содержит код развития и роста всех живых организмов! Растениям азот необходим, но большинство из них не может получать его прямо из воздуха, где он находится в чистом виде. Зато растения получают его из азотистых соединений, находящихся в почве. Благодаря использованию азотного удобрения аммиака (NH_3) растения становятся сильными, а урожай — обильным.

ТРОЙНЫЕ СВЯЗИ

Одна из самых прочных связей во всей химии — связь атома азота с другим таким же атомом! Это не единственный элемент, атомы которого собирают «полный комплект» электронов внешней оболочки, находя своего собрата. Водород и кислород также образуют двухатомные молекулы — H_2 и O_2, как и ещё четыре других элемента.

Немного арифметики. Если два атома азота соединяются, сколько пар электронов им нужно разделить между собой, чтобы достичь магического числа восемь? Так как у первого атома азота пять электронов во внешней оболочке, то он должен взять три электрона из другого атома, чтобы получилась восьмёрка (октет). И другому атому азота также нужны ещё три электрона. В результате каждый атом получает свой октет, когда три пары электронов объединяются в тройной связи. Помните, что каждое парное соединение укрепляет связь. Азот с его тройной связью невероятно прочен и не реагирует почти ни с чем другим, потому что ему это не нужно!



Встреча с семьёй

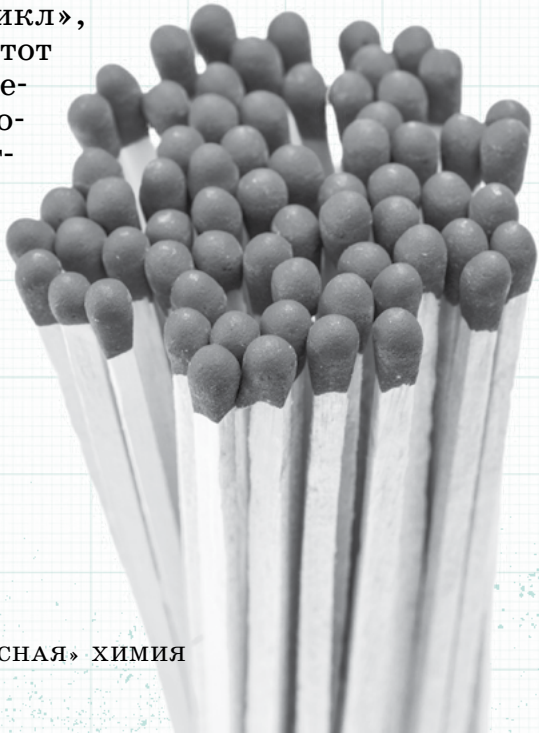
15
P

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Фосфор, горючий элемент на головках спичек, находится прямо под азотом в 15-м столбце и, подобно ему, очень для нас важен. Учёные говорят об «азотном цикле»: растения получают азот из почвы, потом животные получают его из растений и возвращают в почву в отходах своей жизнедеятельности. Но есть и «фосфорный цикл», согласно которому этот жизненно важный элемент движется из почвы в растения, оттуда в животных и снова возвращается в почву.



УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Нитроглицерин... тротил (тринитротолуол)... порох (сера, углерод и нитрат калия)... Ты заметил, что азот не только помощник растений? Он входит в состав некоторых самых известных взрывчатых веществ. Но почему?

Вспомни, как прочны молекулы N_2. Из-за мощной тройной связи нужно потратить кучу энергии, чтобы разделить два атома азота. Но что произойдёт, если поступить наоборот — заставить два его атома соединиться? А вот что: при своём образовании три связи высвободят кучу энергии. Да-да, мы говорим о взрыве! Хотя в этих видах взрывчатки есть не только азот, но с началом реакции атомы азота соединяются, и становится очень шумно... В общем, бабах!

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Теперь у тебя есть шанс выяснить, насколько растениям (а может, не только им?) для роста действительно нужен азот. Пора проверить, какой из тебя садовод.

ОПЫТ 5 ВРЕМЯ: 3 НЕДЕЛИ

НЕМНОГО АЗОТА

Проведя этот опыт, ты узнаешь, какую пользу приносит растениям азот, который они получают из почвы. Как настоящий учёный, ты проверишь гипотезу, что азот на самом деле помогает их росту. Для сравнения у тебя будет растение, которое останется без азотной подкормки.

Опыт надо хорошо спланировать — на него уйдёт две-три недели, так что подумай, достаточно ли у тебя свободного времени, чтобы этим заняться.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- 6 пластиковых стаканчиков
- Почва для рассады
- Семена фасоли
- 2 чайные ложки
- Удобрения для газона
- Мерная чашечка
- Линейка
- Перчатки

ВНИМАНИЕ! Не бери удобрение голыми руками. Оно помогает растениям, но раздражает кожу человека.

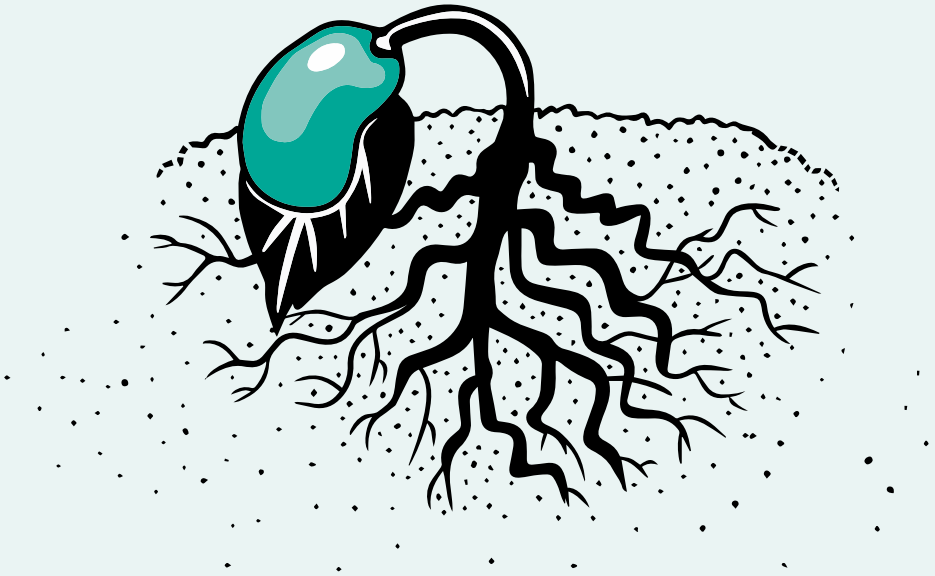
ПРИСТУПИМ!

1. Наполни горшочки почвой и посади в каждый по семени фасоли. Не забывай поливать их каждый день.

2. Подожди около двух недель, пока растения прорастут.

3. В этом опыте тебя интересуют только два растения, поэтому держи их отдельно (остальные четыре были запасными — на случай, если семена не прорастут).

4. Разведи удобрение в чашечке с водой.



5. Полей оба растения — одно чистой водой, другое раствором, который ты приготовил.

6. Поливай их таким же образом каждый день в течение недели.

7 Каждое утро измеряй растения линейкой и обращай внимание на их цвет.

8 Какое растение выросло больше? Выглядит ли оно более зелёным?

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Растениям для роста нужен азот. Хотя его полно в воздухе, оттуда растения не могут его получить. Но их корни берут это вещество из почвы. Вот почему удобрения, содержащие азот, помогают растениям становиться выше и здоровей.

В этом суть опыта. Но ты, как настоящий учёный, делал ещё кое-что: обеспечивал чистоту эксперимента, когда оставил нетронутым один образец (в данном случае это растение, политое обычной водой), который называют контрольным. Ещё у тебя был как минимум один опытный образец (тот, что подвергается обработке и сравнивается с контрольным). В твоём эксперименте опытный образец — это растение, политое раствором удобрения. Ну что, гипотеза подтвердилась?

Атомное число: **8**	Электронов на внешней оболочке: **6**
Атомный вес: **15,9994**	Точка плавления: **-218,8 °C**
Символ элемента: **O**	Точка кипения: **-183 °C**

ГЛАВА 6

КИСЛОРОД

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Сделай глубокий вдох. Теперь выдох. Тебе, возможно, известно, что вдохнул ты смесь газов — собственно говоря, смесь элементов. Может быть, ты также знаешь, что самый важный для нас из этих газов — кислород. Попав в наши лёгкие, он встречается с миллионами маленьких пузырьков — альвеол, которые впитывают кислород и отправляют его в кровеносную систему. Теперь он может достичь каждой части тела, что очень важно, потому что его метаболизм (способ, которым тело производит из еды энергию) зависит от кислорода. Огонь нуждается в кислороде, чтобы гореть, а твоему телу нужен кислород в крови, чтобы сжигать топливо — сахар и жиры — и производить энергию.

КАК ВЫГЛЯДИТ КИСЛОРОД

Точка плавления и точка кипения кислорода — это такие низкие температуры, что даже белые медведи и пингвины замёрзли бы. Кислород плавится при 218,8 °C ниже нуля. А когда температура поднимается на 35,8 °C (ха-ха, становится немного теплее!), он закипает и превращается в невидимый газ.

Это означает, что на поверхности Земли, где нам комфортно и не холодно, кислород обычно присутствует как невидимый газ. С ним мы и имеем дело при каждом вдохе, хотя и в смеси с другими газами. В виде газа кислород обычно попадает к нам как молекула из двух атомов, что записывается так: O_2. Но если бы ты вдруг смог как следует охладить кислород, то увидел бы, что в жидкой и твёрдой формах у него изумительный светло-голубой цвет.

КОГДА ОТКРЫЛИ КИСЛОРОД

На кислород в разных соединениях приходится почти половина массы земной коры, две трети массы человеческого тела и 90% массы всей воды на планете. Но то, что это отдельный элемент, не было известно до XVIII века.

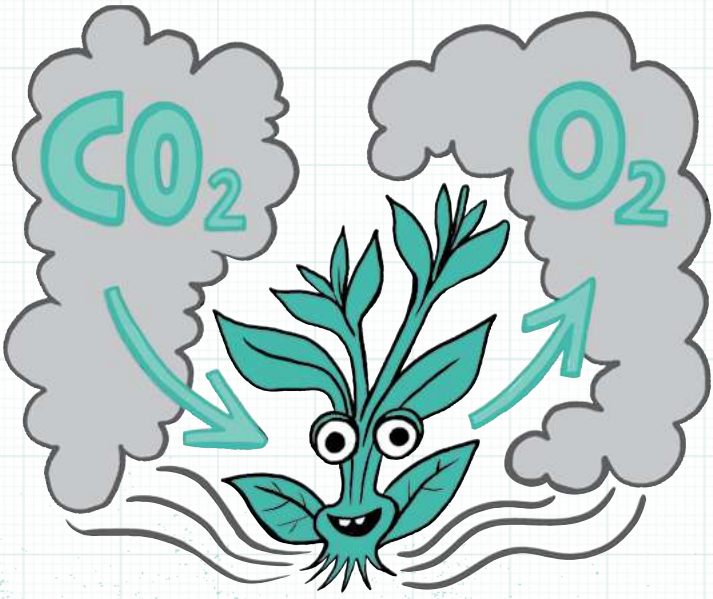
Только в 1774 году его признали особым веществом. Кто же до этого додумался? Эту честь оспаривают химики Карл Вильгельм Шееле из Швеции и Джозеф Пристли из Англии. Каждый из них нагрел красноватый минерал (теперь опознанный как соединение

Антуан Лавуазье

ртути и кислорода), выделив газ, который заставил пламя гореть с «удивительной силой». Конечно, этим газом был кислород. Сегодня большинство ставят на Пристли, потому что он первым опубликовал своё открытие (хотя, возможно, Шееле сделал его раньше). Но научное название кислорода — оксиген (по-гречески это значит «порождающий кислоту») — придумал француз Антуан Лавуазье: он считал, что этот газ присутствует во всех кислотах. Насчёт кислот Лавуазье ошибался, но название прижилось.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ КИСЛОРОД

Элемент, нужный нам для каждого вдоха, — серьёзно звучит, правда? Кислород необходим всем животным, ведь дыхание даёт энергию. На кислород приходится около 20% воздуха в атмосфере, а значит, и каждого нашего вдоха. Для дыхания мы нуждаемся в «стандартном» кислороде (O_2), а от ненужных газов избавляемся при выдохе. Один из таких газов тоже содержит O_2, но в сочетании

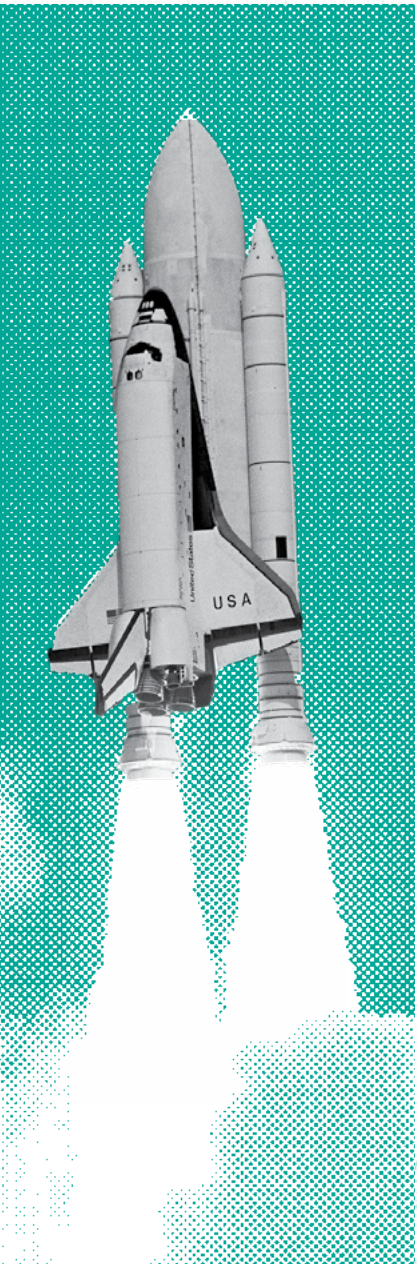


с углеродом (C) — это молекулы двуокиси углерода (CO_2).

Растения тоже дышат, выделяя CO_2. А ещё они фотосинтезируют: для получения энергии они поглощают CO_2, а выделяют O_2. Вот почему нам так нужны деревья и другие растения — они насыщают воздух кислородом и делают планету здоровее. Все эти жизненно необходимые процессы связаны с одним простым свойством кислорода. С ним ты всё время сталкиваешься, хотя и не думаешь, что ведёшь химические наблюдения. Кислород бывает очень «жадным» и выхватывает электроны с поверхности большинства веществ, к которым он прикасается. Потеряв эти электроны, вещества меняют цвет и некоторые другие свойства. Такой процесс называется окислением — угадаешь, откуда взялось это слово?

Если ты откусишь кусочек от яблока и оставишь его на час, вернувшись, ты увидишь, что мякоть плода стала коричневой. Это произошло потому, что вещества на его поверхности окислились. Кислород может окислять даже металлы, играя с ними в свои «пятнашки». Взгляни на ржавое железо или потускневшее серебро — это тоже результат окисления!

Но не надо думать, что кислород и окисление — это обязательно что-то плохое. Вспомни о главном достижении древнего человека — открытии огня. На самом деле он открыл способ управлять окислением. Огонь — тоже результат окисления, известный как горение. Эта реакция происходит при высокой температуре, в результате чего топливо (древесина, уголь или масло) окисляется. И хотя огонь бывает смертельно опасен, он согревает нас и позволяет готовить еду.



Мало того, огонь — это в буквальном смысле та сила, которая движет автомобилями: топливо сгорает, приводя в действие двигатели внутреннего сгорания. А ракеты, летящие в космос, используют жидкий кислород, чтобы преодолеть притяжение Земли. И именно особая сила кислорода сделала всё это возможным.

Таким образом, от каменного и до космического века кислород доказывает свою необходимость людям: он поддерживает нашу жизнь и позволяет совершать гигантские шаги вперёд. Хорошо, что это третий по распространённости элемент во Вселенной!

СЕЛЕН: КРЫША ПОЕХАЛА?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Двумя рядами ниже кислорода в столбце 16 стоит элемент селен (Se). Это столбец кислорода, а значит, селен, реагируя с другими элементами, часто ведёт себя подобно кислороду. Так происходит потому, что у элементов 16-го столбца, или халькогенов, на внешней оболочке шесть электронов. Они всё время ищут ещё два электрона, чтобы заполнить её. Кислород делает это, объединяясь с двумя атомами водорода (у каждого из которых по одному электрону), чтобы создать воду (H_2O). Селен делает то же самое и образует с водородом очень ядовитый селенид водорода (H_2Se).

У селена есть и особые электрические свойства, из-за которых он очень полезен. Его сопротивление электрическому току зависит от количества падающего на него света. Когда свет ярче, селен проводит электричество лучше. Поэтому его используют для производства люксметров и других приборов,

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Учёные и медики, работающие с чистым кислородом, должны быть осторожны: есть риск пожара. Кислород сам по себе не воспламеняется, но он совершенно необходим для горения... Чем больше кислорода в воздухе, тем легче возникает пожар.

которые реагируют на изменение освещённости. Селен также способен вырабатывать энергию из света, и это его свойство применяется при создании солнечных панелей.

Селен присутствует в почве, и совсем небольшого его количества достаточно, чтобы приносить пользу растениям и животным. Но иногда травы поглощают слишком много этого вещества, и выпас становится для скота опасным. Например, некоторые американские виды растения астрагал выглядят вполне безобидно, но в больших количествах накапливают селен. Если коровы и лошади съедят слишком много астрагала, то «сойдут с ума»: потеряют контроль над собой, могут стать агрессивными и даже умереть. Скотоводы в Скалистых горах стараются избавиться от этой дикой травы, увидев, что она растёт на пастбищах.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Два эксперимента покажут тебе важность кислорода для химической реакции горения. Они также прольют свет на то, что происходит после сгорания веществ. Первый опыт посвящён двуокиси углерода — невидимому газу, сильно отличающемуся от нормального воздуха. Второй воспроизводит эксперимент, впервые проведённый в 1781 году британским учёным Генри Кавендишем, который продемонстрировал, что вода — побочный продукт горения.

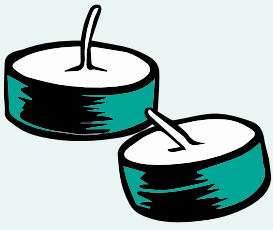
ОПЫТ 6 ВРЕМЯ: 15 МИНУТ

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОХОЛОДАНИЕ

Вот классный способ побольше узнать о кислороде и о том, как он соединяется с углеродом — одним из своих соседей по Периодической таблице. В опыте используются горящие свечи. Горение — это на самом деле химическая реакция, для которой необходим кислород. Поэтому, если перекрыть поступление кислорода, — например, залить огонь водой или накрыть его одеялом — пламя гаснет.

В первом случае используется жидкое вещество (вода), в другом — твёрдое (одеяло). Попробуем сделать то же самое, но используя газ — и этот газ мы в ходе опыта создадим сами. Может быть, ты уже проводил подобный опыт, смешивая пищевую соду с уксусом или лимонным соком, чтобы сделать ракету или вулкан. Твоя ракета взлетала, а вулкан извергался благодаря возникшему из смеси газу — двуокиси углерода, или углекислому газу.

Углекислый газ обвиняют в глобальном потеплении. Но в этом эксперименте он поспособствует глобальному похолоданию, потушив огонь. Всё получится ещё лучше — почти волшебно, — если ты выключишь в комнате свет, как только смешаешь оба компонента.



ВНИМАНИЕ! Будь осторожен с огнём.
Попроси взрослого помочь тебе.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- 8 свечек
- Спички
- 2 столовые ложки соды
- Большой стеклянный кувшин (на 2 литра)
- 3 столовые ложки уксуса
- Деревянная ложка для размешивания
- Взрослый и ещё один помощник

ПРИСТУПИМ!

1. Поставь свечки в линию почти вплотную друг к другу.

2. Попроси взрослого зажечь свечки. Помощник должен стоять около выключателя наготове.

3. Насыпь в кувшин с водой соду.

4 Теперь влей в него уксус и перемешай деревянной ложкой.

5 Попроси помощника выключить свет и осторожно возьми кувшин.

6 Поднеси его к первой свечке, так чтобы носик был примерно в 15 см от огня. Осторожно наклони, не проливая жидкость, и подержи, пока огонь не потухнет.

7 Так же подноси кувшин к каждой свечке, пока все восемь не погаснут. Темно и таинственно...

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Смешав уксус и пищевую соду, ты создал два сложных соединения. Одно из них, углекислота (H_2CO_3), распадается на воду (H_2O) и углекислый газ, или двуокись углерода (CO_2), — соединение, состоящее из одного атома углерода и двух атомов кислорода. Этот газ ты увидеть не сможешь, хоть и создашь в этом опыте. Но ты, наверное, помнишь, что CO_2 тяжелее воздуха и, значит, в воздухе он опускается вниз, как льются вниз вода или сок (они тоже тяжелее воздуха). Поэтому, хоть ты и не разглядишь углекислый газ в кувшине, будь уверен: он находится там, так же как вода или сок. И как воду и сок, его можно оттуда вылить.

Тут-то и начинается самое интересное. Когда ты наклоняешь кувшин к свечкам, ты фактически выливаешь на них тяжёлый углекислый газ. Он опускается вниз, вытесняя кислород, который питает огонь каждой свечки, и те гаснут одна за другой. Хм-м-м... обычно углекислый газ винят в глобальном потеплении, но здесь он тушит пламя!

ОПЫТ 7 ВРЕМЯ: 5 МИНУТ

ПО СЛЕДАМ КАВЕНДИША

Звучит странно — добывать воду, сжигая что-то. Разве пожарные не используют гигантские резервуары с водой для тушения огня? Но когда соединяются разные элементы, случаются неожиданные вещи. Неожиданные — значит, ты не представляешь себе, чего ожидать. Но после этого опыта ты будешь лучше понимать, что происходит. Проверь, сможешь ли и ты собрать «росу», которую наблюдал химик Генри Кавендиш (см. с. 20) 200 с лишним лет назад.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Свечка для торта
- Пластилин
- Мелкая тарелка
- Спички
- Чистый стеклянный стакан
- Взрослый помощник

ВНИМАНИЕ!

Будь осторожен с огнём.
Попроси взрослого помочь тебе.

ПРИСТУПИМ!

1. Воткни свечку в комок пластилина.

2. Прилепи пластилин посередине тарелки, так чтобы свеча была направлена строго вверх.

3. Пусть взрослый зажжёт свечу; дай ей как следует разгореться.

4. Осторожно поставь перевёрнутый стакан на тарелку, накрыв им свечу.

5. Дождись, пока свеча погаснет.

6. Осторожно возьми стакан и рассмотри его изнутри.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Внутри стакана ты увидишь капельки жидкости. Именно их Кавендиш когда-то описал как «росу», а потом пришёл к выводу, что это чистая вода. Как и твой коллега-учёный два столетия назад, ты создал химическую реакцию. Свечной воск (состоящий из углеродно-водородного соединения) при горении вступил в реакцию с кислородом воздуха. В результате получились соединения тех же самых элементов, что вступили в реакцию (углерод, водород, кислород), но в других сочетаниях друг с другом.

Часть кислорода связывается с углеродом, образуя углекислый газ, который собирается в стакане. Остальная часть кислорода соединяется с водородом в соотношении два к одному (H_2O), образуя воду — это и есть «роса» на стенках стакана.

Атомное число: **9**	Электронов на внешней оболочке: **7**
Атомный вес: **18,9984**	Точка плавления: **-219,67 °C**
Символ элемента: **F**	Точка кипения: **-188,11 °C**

ГЛАВА 7

ФТОР

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Спаситель нашего здоровья или враг номер один? Мало какой из элементов вызывает столько споров, сколько фтор. Строго говоря, это осиное гнездо разворошил не сам фтор, а некоторые соединения, которые он образует. Но, поскольку их называют фторидами, неудивительно, что след ведёт прямо к фтору. Кстати, ты заметил, где стоит фтор в Периодической таблице? Далеко справа: ему нужен только один электрон, чтобы завершить внешнюю оболочку. Вот ключ к его активности: «Ну ещё один электрончик, пожалуйста!» Поэтому он и реагирует на всё, что движется.

КАК ВЫГЛЯДИТ ФТОР

Если ты повстречаешься с чистым фтором при комнатной температуре (но я бы не советовал!), то увидишь легко воспламеняющийся бледно-жёлтый газ. Элемент фтор стоит вверху 17-го столбца Периодической таблицы. В этом столбце находится группа элементов, известная как галогены. У них, как и у фтора, на внешней (валентной) оболочке по семь электронов. А значит, им нужен только один электрон, чтобы заполнить оболочку и обрести стабильность.

Будь фтор человеком, мы бы сказали, что ему отчаянно нужна компания. Но химик, пожалуй, выразился бы иначе и сказал, что фтор — самый реактивный химический элемент. И всё же обе эти характеристики по-разному говорят об одном. Фтор реагирует почти со всеми элементами, кроме кислорода, гелия, неона и криптона. И эти реакции могут быть довольно интенсивными: коснувшись почти чего угодно, чистый фтор вспыхивает пламенем.

Однако эти взрывы и огонь говорят нам о фторе ещё кое-что. Подумай: взрыв есть стремительный выброс энергии. И эта энергия высвобождается при реакции фтора с другим элементом. Но, когда огонь гаснет, фтор становится частью соединения (он связан с другим элементом). А раз при создании соединения выделяется целая куча энергии, то куча энергии понадобится и для разрыва новообразованного союза. Столько энергии найти нелегко, и это значит, что соединения фтора очень прочны и стабильны.

КОГДА ОТКРЫЛИ ФТОР

Георгий Агрикола

Понятно, что, поскольку этот элемент в чистом виде всегда всё взрывает или сжигает, просто так его не увидеть. Люди познакомились с фтором через его соединения, и только тогда некоторые очень смелые учёные признали его и выделили. Открыть взрывчатый элемент... Кто сказал, что наука — это скучно?

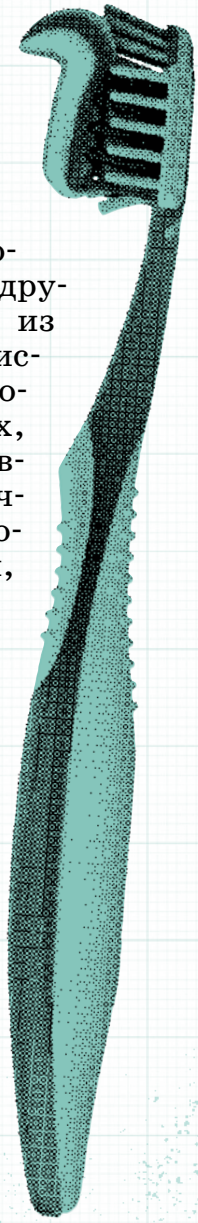
Сначала мы узнали о фторе в промышленности. Георгий Агрикола, немецкий учёный, живший в XVI веке, наблюдал за тем, как плавятся руды (когда с помощью нагревания и химикатов из минералов выделяют чистые металлы). Он заметил, что, если в процессе плавки добавить минерал, известный как плавиковый шпат (теперь мы знаем, что это соединение кальция и фтора), точка плавления снизится. То есть плавиковый шпат облегчает выплавку чистого металла.

Плавиковый шпат, или флюорит (от латинского *fluere* — течь), — это, конечно, ещё не сам фтор. Но к XIX веку люди уже были на полпути к нему. В то время учёные старались выделить и идентифицировать всё новые, и новые, и новые элементы. И знаешь, что? Когда они вплотную подходили к выделению чистого фтора из соединений, то часто обжигались или даже слепли.

РУДА

В природе металлы редко встречаются в чистом виде. Они обычно смешаны с другими элементами. Эти смеси называются рудами.

В 1810 году француз Андре Ампер предложил назвать не дающийся в руки элемент фтором (от греческого «фторос» — разрушение). В 1813 году британский учёный Хэмфри Дэви объявил о явлении нового элемента, который он назвал флюорином (это название закрепилось в некоторых странах). Но в чистом виде получить его Дэви не удалось. Лишь в 1886 году французский химик Анри Муассан смог выделить фтор — после того, как работа четырежды откладывалась из-за отравления исследователя.

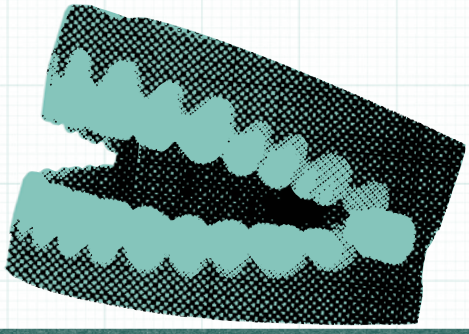


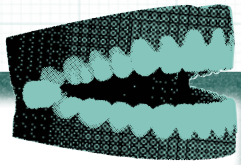
ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ФТОР

Люди, как правило, слышат о фторе благодаря его соединениям с другими элементами. Самое известное из них — фторид натрия, который используется для защиты зубов. Он содержится во многих зубных пастах, а кое-где его даже решили добавлять в питьевую воду, чтобы улучшить здоровье людей — шаг, который вызвал всевозможные споры, но об этом позже.

Как ты уже знаешь, фтор очень реактивный элемент, образующий множество устойчивых соединений, и поэтому его используют в самых разных сферах: от ракетного топлива (он помогает гореть углероду, кислороду и алюминию) и антипригарных веществ вроде тефлона (гладкая поверхность сковородки) до микроэлектроники (цепи в микрочипах). Соединяясь с атомами хлора, он даёт хлорфторуглеводороды фреоны, которые используются в холодильниках.

К несчастью, фреоны иногда ведут себя ужасно: вырвавшись на волю, они разрушают озоновый слой атмосферы, который защищает нас от опасной радиации.





ЧТО ТАМ В ВОДЕ?

Фториды — это вещества, в которых фтор соединяется с другим элементом, обычно металлом. Наверняка ты слышал о тех фторидах, что находятся в зубной пасте, — и, возможно, в воде, которую ты пьёшь. Учёные уже более 60 лет назад заметили, что фториды замедляют развитие кариеса. Результаты были настолько очевидны, что зубная паста с фторидами стала очень популярной. А в некоторых странах фтор начали добавлять в воду (мы называем это фторированием).

И тут начались проблемы. Многие выступили против, как им казалось, «принудительного» применения медицины. Другие задавались вопросом, правда ли фторид полезен, не вреден ли он на самом деле. Кое-кто даже говорил, что, соединившись с клетками роста в костях, он может вызвать рак, который будет быстро развиваться.

Поищи в Интернете, и ты найдёшь тысячи сайтов с подобными обвинениями. Но на других сайтах фторирование описывается как триумф медицины, сэкономивший огромные деньги на стоматологических расходах и помогающий поддерживать здоровье людей. Так что решать тебе.

Встреча с семьёй

17 ГРУППА: РОЖДАЮЩИЕ СОЛЬ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

У галогенов (17-я группа Периодической таблицы) много общих свойств — не случайно они находятся в предпоследнем столбце Периодической таблицы. Все они легко реагируют с другими элементами, стремясь получить «октет» электронов на внешней оболочке. Они часто соединяются с водородом, создавая сильные кислоты, из которых можно получить простые соли. И это объясняет нам название «галогены», что в переводе с греческого означает «рождающие соль».

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Несомненно, фтор очень опасен, но, к счастью, ты не найдёшь его у себя во дворе. Однако он может оказаться ещё ближе — в воде, которую ты пьёшь. И это вызывает ожесточённые дебаты — является ли фтор благом для жизни (и зубов)... или угрозой для нашего здоровья.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Итак, ты часто слышишь, что фторид помогает защитить твои зубы. Но как он это делает? И что случится, если ты будешь обходиться без него? Это покажет тебе следующий опыт.

ОПЫТ 8 ВРЕМЯ: 15 МИНУТ

ФТОР И ЗУБЫ: ПРОВЕДИ ТЕСТ

Когда кислота во рту разъедает эмаль (наружный слой) зуба, в нём появляется дупло. А кислота накапливается, когда бактерии переваривают свою пищу на поверхности зуба. (Держу пари, ты не знал, что у тебя во рту есть кислота!) В этом опыте роль зуба будет играть яичная скорлупа. Почему? Потому что по химическому составу она похожа на зубную эмаль. А вместо кислоты, вырабатываемой бактериями, ты возьмёшь кислоту, которая наверняка есть у тебя на кухне, — это уксус.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- 2 яйца
- 3 стеклянных стакана (на 200—250 мл)
- Любой ополаскиватель для полости рта с фторидами
- Обычный уксус

ПРИСТУПИМ!

1. Положи яйцо в один из стаканов и налей ополаскиватель с фторидом, так чтобы он полностью покрывал яйцо.

2. Налей столько же уксуса в 2 других стакана.

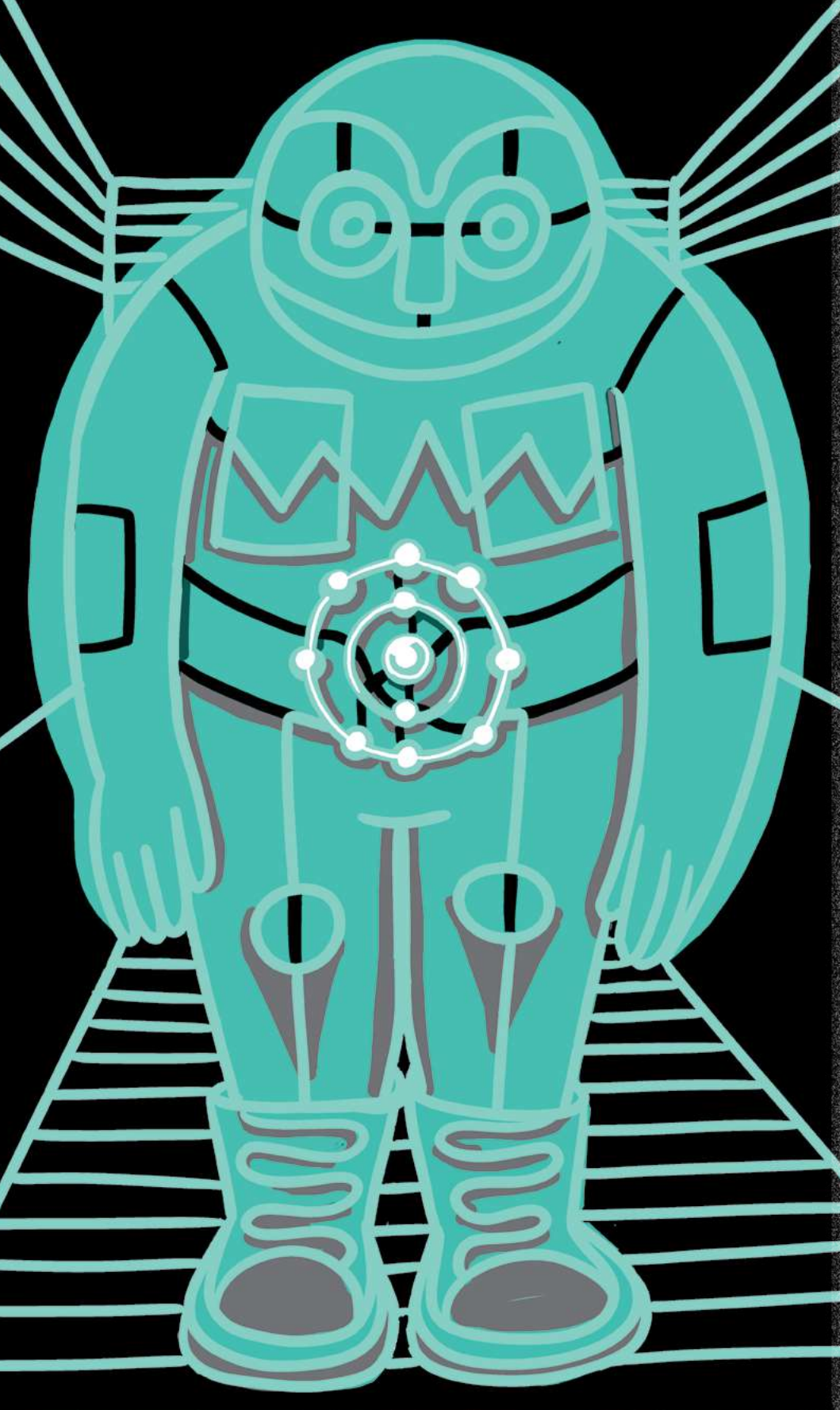
3. Подожди 10 минут и переложи фторированное яйцо из первого стакана в один из стаканов с уксусом.

4. Положи второе яйцо в другой стакан с уксусом.

5. Посмотри, что происходит с каждым из яиц.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

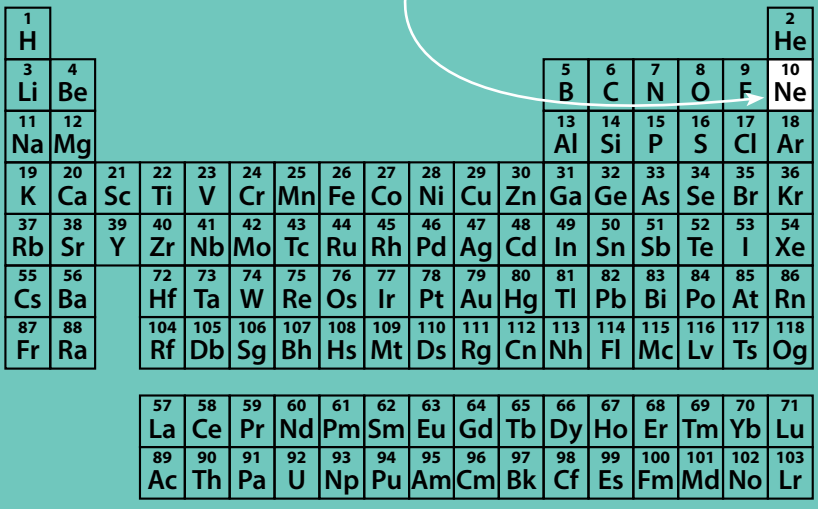
На фторированном яйце может появиться пара пузырьков, а вот другое яйцо быстро покроется ими. Дело в том, что кислота из уксуса разъедает минералы на поверхности скорлупы, а фторид защищает яйцо от контакта с кислотой. Как? Укрепляя скорлупу и повышая её устойчивость к кислоте. Фторид в зубной пасте (или в питьевой воде) также задерживается на поверхности зубов и укрепляет эмаль.



Атомное число: **10**	Электронов на внешней оболочке: **8**
Атомный вес: **20,1797**	Точка плавления: **-248,59 °C**
Символ элемента: **Ne**	Точка кипения: **-246,05 °C**

ГЛАВА 8

НЕОН



Ну-ка, подумай о слове «неон» — какие образы приходят тебе на ум? Красочно освещённые рестораны и отели в Лас-Вегасе, Чикаго или Москве? Большинство из нас знают неон как источник разноцветных огней. Этот элемент, видимо, должен быть чертовски реактивным, чтобы так зажигать, верно? А вот и нет. На самом деле неон — один из наименее реактивных элементов; он как бы говорит: «Реакции — это не для меня». Но это не мешало неону иметь долгие и яркие отношения с людьми — от древности до нашего времени.

КАК ВЫГЛЯДИТ НЕОН

При обычной для нас температуре неон — бесцветный газ без запаха. Должно сильно похолодать (больше двухсот градусов ниже нуля), чтобы он стал жидким. Положение элемента в крайнем правом столбце Периодической таблицы определяет его как благородный газ, так что вряд ли тебе доведётся увидеть, как он меняет свой облик, вступая в реакцию с другими элементами. Потому что он не может и не будет это делать.

Конечно, неон знаменит своей яркой внешностью — когда через него проходит электрический ток, газ светится интенсивным красновато-оранжевым цветом. Электричество «возбуждает» часть электронов, переводя их в другое энергетическое состояние. Возвращаясь в нормальное состояние, они высвобождают дополнительную энергию в виде световых частиц — фотонов.

КОГДА ОТКРЫЛИ НЕОН

Посмотрим правде в глаза: так просто ты инертный (не вступающий в реакцию) газ не найдёшь. В естественном виде он встречается разве что в воздухе, но и там составляет всего 0,03% от общего объёма. Откуда мы это знаем? Что ж, это долгая история, точнее, история, которая началась очень давно.

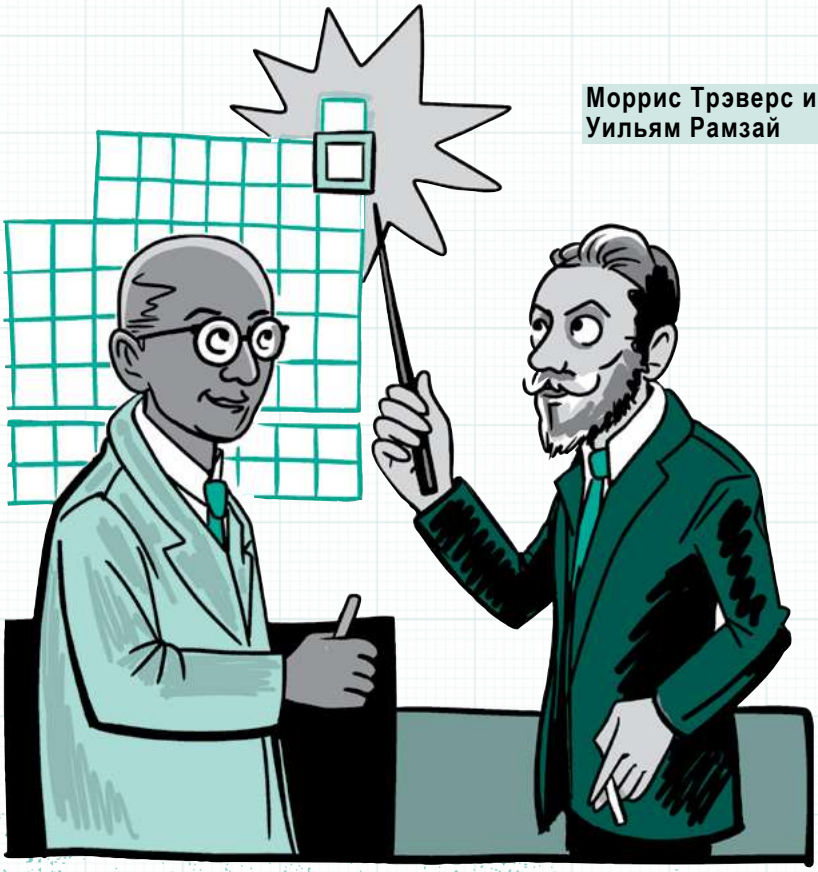
Люди всегда обращали внимание на воздух. Ведь он везде! Мы его вдыхаем и выдыхаем, так что даже самые древние люди должны были понимать его значение. Кстати, древние греки старались научно описать окружающий мир. Они считали, что существует четыре стихии: земля, воздух, огонь и вода.

Примерно так люди думали ещё почти 3000 лет, до XVII века, когда учёные создали инструменты и технологии для точного изучения веществ (в том числе воздуха, состоящего из газов). Исследователи заметили: кое-что

СПЕКТР Диапазон видимого света.

в воздухе позволяет вещам гореть (кислород), но в нём есть и другие газы (азот и двуокись углерода). В следующие 250 лет инструменты стали ещё точнее, и учёные определили 99,966% того, из чего состоит воздух.

Ответив на 99,966% вопросов викторины, ты, пожалуй, будешь прыгать от радости, да? Но учёные смотрят на всё по-другому. Недостающие 0,034% не давали им покоя. Что же там прячется? В 1890-х годах британские химики Моррис Трэверс и Уильям Рамзай применили новый способ — попытались раскрыть загадку с помощью спектра. Они обнаружили аргон (атомное число 18) и пришли к выводу, что в том же столбце Периодической таблицы,



Моррис Трэверс и Уильям Рамзай

выше аргона, но ниже гелия, должно быть что-то ещё. Они следовали логике Менделеева, оставившего пустые клеточки (см. с. 56).

После длительных исследований, охлаждая воздух до жидкого состояния, затем доводя его до кипения и наблюдая спектральные линии, в 1898 году Трэверс и Рамзай наконец совершили открытие. И получили они больше, чем рассчитывали: новый элемент. Газ даже светился ярким алым цветом. Рамзай позже вспоминал:

> *В этот момент реальный спектр газа уже не имел значения, поскольку ничто в мире не давало такого свечения, какое мы наблюдали.*

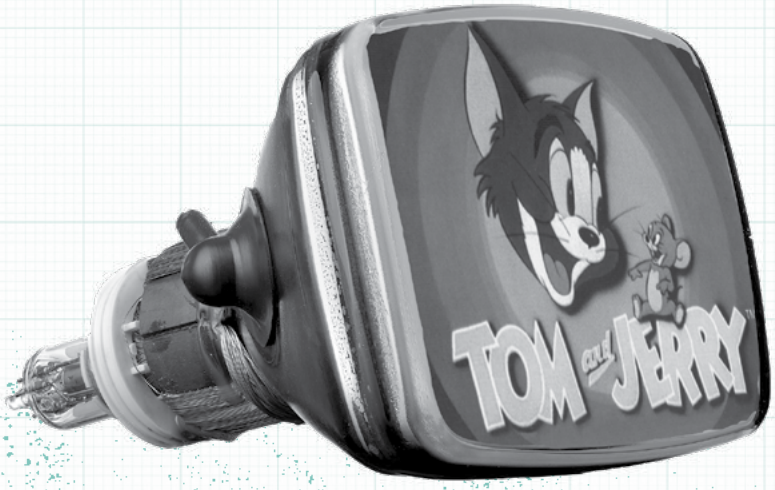
Его сын Вилли предложил назвать новый элемент *novum* (в переводе с латинского — новый), но папа выбрал греческий вариант — неон.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ НЕОН

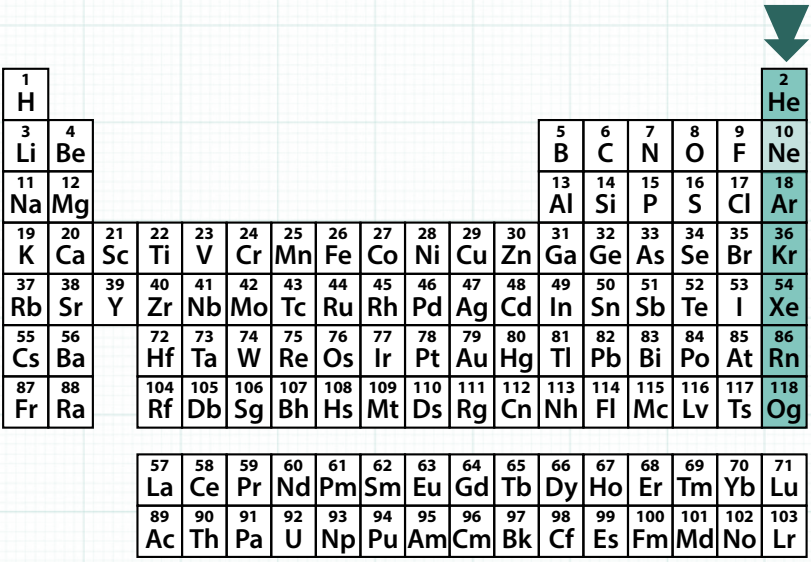
Неон в светящихся трубках даёт только красно-оранжевый свет. Светотехникам приходится добавлять другие элементы (ртуть или криптон), чтобы получить различные цвета «неоновых» огней.

Неон используется в лазерах, телевизионных и вакуумных трубках. Его неспособность вступать в реакции означает, что он может служить надёжным щитом вокруг чувствительных объектов, которые, вступая в контакт с другими материалами или газами, могут быть повреждены или загрязнены.

Мало того, что неон претендует на звание самого нереагирующего элемента, у него ещё и самые узкие температурные рамки жидкого состояния. Точку кипения неона от его точки плавления/замерзания отделяют всего два с половиной градуса Цельсия, но это узкое «окно возможностей» на удивление важно. Жидкий неон может служить хладагентом (тем, что охлаждает другие вещи, как в холодильнике) — он в 40 раз эффективнее жидкого гелия и в три раза эффективнее водорода. Ты бы подумал, что недоеденную пиццу для тебя сохранил неон?



ГРУППА 18: НЕ ТАКАЯ УЖ И БЛАГОРОДНАЯ?



1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Элементы в 18-й группе Периодической таблицы — благородные газы — по идее не способны соединяться с другими элементами. Это было верно во времена, когда их открыли. Но сегодня сложные технологии позволяют учёным получать соединения некоторых родичей неона с кислородом, фтором и водородом. И в некоторых случаях эти усилия окупаются: такие соединения легко захватывают электроны у соседних элементов, обеспечивая десятки химических реакций.

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Мало из-за чего неон может стать опасным. По сравнению с натрием, его взрывчатым соседом по Периодической таблице, неон может показаться скучноватым. Беда может случиться в одном случае: если бы жидкий неон соприкоснулся с твоей кожей, ты получил бы сильное обморожение. Но для этого тебе нужно оказаться в высокотехнологичной лаборатории.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Многие годы неон и другие элементы его группы назывались инертными газами, потому что они не вступают в реакцию с прочими элементами. Но знаешь, некоторые химики сомневались в этом и постарались создать новые соединения с их участием (об этом ты прочитал в разделе «Встреча с семьёй»). Кроме того, слово «инертный» намекает на полное отсутствие активности, а этого о благородных газах сказать нельзя. Даже такой элемент, как неон, в разных обстоятельствах может вести себя по-разному — ты увидишь это в следующем опыте.

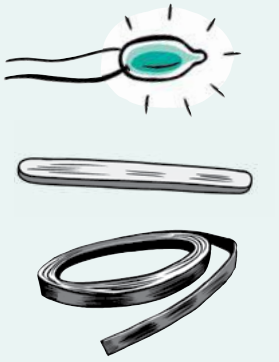
ОПЫТ 9 ВРЕМЯ: 10 МИНУТ

ДАЖЕ НЕОН ВОЛНУЕТСЯ

Считается, что благородные элементы инертны, то есть не способны реагировать с другими. Но умение неона расцветать яркими красками показывает, что под действием электричества даже это «инертное» вещество может возбуждаться. Возможно, для опыта у тебя найдутся красочные неоновые лампы. Нет? Неважно. Вместо них можно использовать люминесцентную лампочку.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Неоновая лампочка (или люминесцентная)
- Палочки от эскимо
- Медная лента
- Ковёр на полу
- Шерстяные носки
- Металлическая дверная ручка



ВНИМАНИЕ! Попроси взрослого помочь тебе с лампочкой.

ПРИСТУПИМ!

1. Медной лентой прикрепи лампочку к концу палочки от эскимо.

2. Ещё несколько раз оберни ленту вокруг лампочки и палочки.

3 Держась пальцами за обмотанную часть, подними палочку так, чтобы она располагалась вертикально.

4 Ногами в шерстяных носках потри ковёр.

5 Прикоснись медной обмоткой палочки к металлической дверной ручке: лампочка загорится.

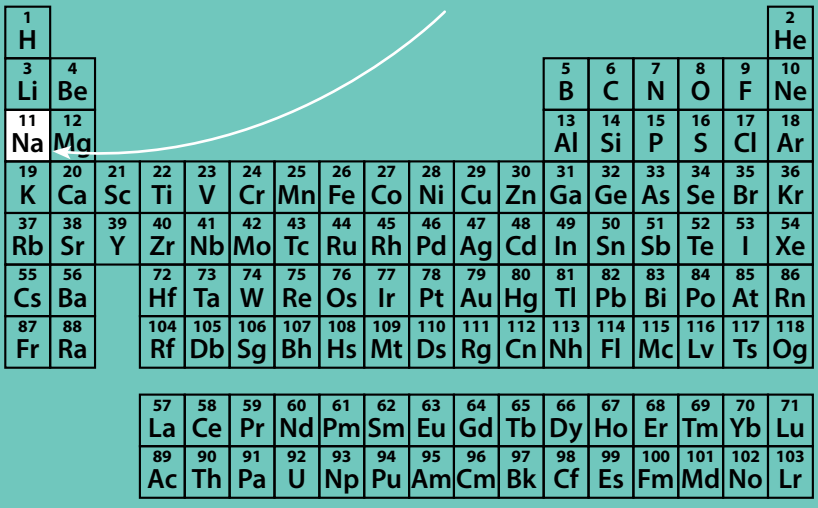
ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Если ты потрёшь воздушный шарик о свитер, а потом поднесёшь к стене, то оценишь удивительную силу статического электричества — результата перемещения электронов из одних атомов в другие. Здесь ты делаешь то же самое, но только переносишь электроны на неон. Появление «чужих» электронов возбуждает электроны в атомах неона, а затем они излучают свет, возвращаясь к первоначальному уровню энергии.

Атомное число: **11**	Электронов на внешней оболочке: **1**
Атомный вес: **22,9898**	Точка плавления: **97,79 °C**
Символ элемента: **Na**	Точка кипения: **882,94 °C**

ГЛАВА 9

НАТРИЙ



— Передай мне соль, пожалуйста — курица совсем несолёная. Да, и ещё стакан воды, а то от солёного всегда хочется пить.

БАБАХ!!!

— Ой, это, наверное, чистый натрий был, а я думал — соль.

Ситуация, конечно, нереальная, ведь никто и никогда не солит еду чистым натрием, но зато теперь ты знаешь о натрии нечто очень важное: он соединяется с водой довольно бурно.

КАК ВЫГЛЯДИТ НАТРИЙ

Чистый натрий — мягкий серебристый металл. Настолько мягкий, что его можно разрезать ребром монеты. Но обрати внимание — поверхность разреза начинает тускнеть: натрий реагирует с кислородом воздуха. Этот процесс называется окислением. Тебе знакомы и другие примеры окисления: железо покрывается ржавчиной, а очищенное от кожуры яблоко становится коричневым.

У натрия низкая плотность, а значит, даже большой его кусок весит не так много. Плотность у него даже меньше, чем у воды, и натрий мог бы плавать... если бы не вступал с водой в бурную реакцию. Имея единственный свободный электрон, он всегда готов быстро реагировать с другими веществами, а при реакции с водой, подобно водороду, высвобождает тепловую энергию — мы же знаем, как легко воспламеняется водород!

Натрий — один из тех элементов (на самом деле их большинство), которые в природе не встречаются в чистом виде. Почему? Взгляни на его положение в Периодической таблице и всё поймёшь. Вот он, на левом краю, в 1-м столбце, с одним электроном на внешней оболочке. И если галогены в 17-м столбце хотят заполучить недостающий электрон, чтобы заполнить внешнюю оболочку, то натрий всегда стремится избавиться от своего электрона, чтобы оболочку очистить.

В результате натрий образует самые разные соединения, знакомые людям тысячи лет. Лучше других нам известно, конечно, простое соединение натрия

(отдающего единственный электрон) и хлора (которому как раз один электрон нужен). Это соль — хлорид натрия, или хлористый натрий (NaCl).

КОГДА ОТКРЫЛИ НАТРИЙ

К началу XIX века учёные провели уже множество опытов в поисках чистых элементов; обычно они работали с веществами, которые наверняка были соединениями разных элементов. Сэр Хэмфри Дэви (сколько раз появится это имя в нашей книге?) пришёл к выводу, что связи, которые удерживают различные

Сэр Хэмфри Дэви

элементы в соединениях, являются электрическими — и теперь мы знаем, что электричество — это поток электронов.

В 1807 году Дэви работал с горячим образцом каустической соды (гидроксида натрия), применяя метод электролиза. Он пропустил электрический заряд через вещество, чтобы разделить его на составляющие. Появилась серебристая жидкость; медленно охлаждаясь, она затвердела, оставшись при этом достаточно мягкой. Новый элемент назвали натрием (от латинского *natrium* — сода) в честь каустической соды.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ НАТРИЙ

У хлористого натрия, этого простого соединения, есть и другое имя: поваренная соль. Хотя избыток соли может привести к заболеваниям сердца и другим неприятностям, соль людям необходима. Вспомни такие

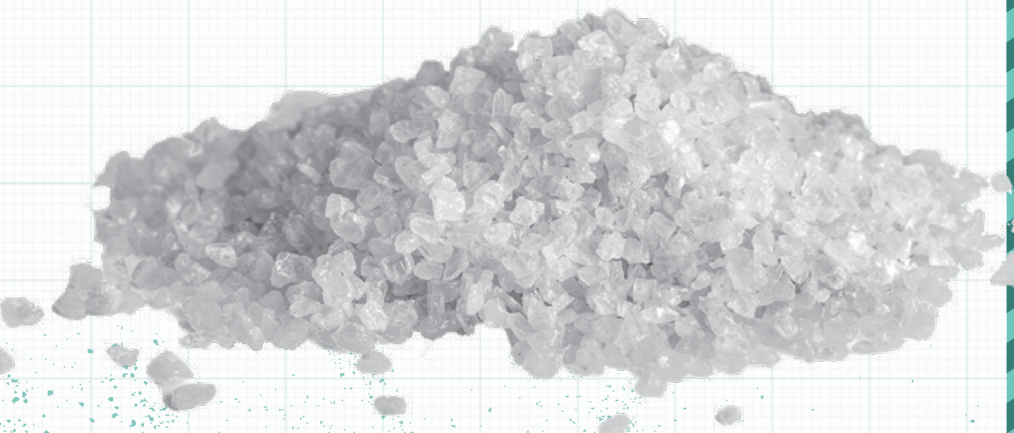
РАСТВОРЕНИЕ

Про вещество, которое растворяется, как соль или сахар, говорят, что оно растворимое. Вещество, в котором оно растворяется (например, вода), называется растворителем. Растворение — это процесс, при котором частицы растворимого вещества перемешиваются с частицами растворителя. Получившуюся смесь называют раствором.

выражения: «В этом вся соль» или «Они — соль земли». Солью в древности даже платили жалованье воинам.

Люди впервые познакомились с натрием через одно из его соединений — карбонат натрия (Na_2CO_3), который египтяне называли натрон. Его использовали, чтобы высушивать и сохранять мёртвые тела, перед тем как сделать из них мумии. Римляне называли это же соединение *natrium*, заимствовав слово у египтян. Арабы тоже издавна пользовались карбонатом натрия, но называли его «суда» — головная боль (отсюда русское слово «сода»). Они считали, что это хорошее средство от головной боли.

Чистый натрий в своей жидкой форме используется в работе атомных электростанций. Он играет очень важную роль, обеспечивая теплообмен: забирает часть огромного жара, выделяющегося при атомных реакциях, и течёт по трубам в ёмкость, заполненную водой. Жар



заставляет воду кипеть, и водяной пар вращает турбины, вырабатывающие электроэнергию.

Польза натрия связана также и с его соединениями. Поваренная соль (хлорид натрия) необходима не только на кухне. Это вещество — первая химическая ступень для получения других соединений натрия, которые используются в медицине, кулинарии и промышленности. Едва ли не все они растворяются в воде. Вспомни, как подсаливают воду, когда варят макароны, или расворяют в ней немного соды, чтобы прополоскать больное горло. И конечно, люди не просто так солят еду. Натрий необходим нашему организму. Кроме того, соль действует на вкусовые рецепторы языка, и те успешнее отправляют в мозг сигналы, активизирующие процесс пищеварения.

Встреча с семьёй

ГРУППА 1: ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Все шесть элементов в столбце натрия в Периодической таблице называются щелочными металлами. Ни один из этих мягких металлов не встречается в природе сам по себе, поскольку все они очень активно вступают

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Как ты догадываешься, любой элемент, агрессивно реагирующий с водой, довольно опасен. (Только подумай, сколько воды на нашей планете!) К ним относится и чистый натрий... А его соединение гидроксид натрия (NaOH) при контакте с кожей может вызвать серьёзные ожоги.

А ещё говорят, что избыток натрия в еде вреден для здоровья. Но на самом деле имеют в виду поваренную соль (хлорид натрия), которая и является основным источником натрия. Нашему организму для нормальной работы нужен натрий, но если его слишком много, это вредит нервной системе и ограничивает способность усваивать жиры. Наиболее вероятная опасность — повышенное артериальное давление, которое увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта.

в реакции. Реагируя с другими, они легко теряют свой единственный электрон; некоторые из этих реакций (особенно с водой) могут быть очень бурными. Чем ниже место в столбце, тем более бурно протекают реакции — самыми реактивными тут оказываются цезий и франций. Особенно взрывной оказывается реакция цезия с водой. В результате её образуется гидроксид цезия — сильнейшее из известных оснований. Он способен проесть стекло насквозь!

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Пожалуй, удивительнее всего роль натрия в производстве «горячего льда». Что это такое? Проведи следующий опыт и сам всё поймёшь.

ОПЫТ 10 ВРЕМЯ: 3 ЧАСА

ГОРЯЧИЙ ЛЁД

В этом опыте ты получишь нечто странное — «лёд», который будет горячим. Твёрдостью лёд больше обязан своей кристаллической структуре, чем собственно холоду, но всё равно это необычно. То, что ты создашь, на самом деле будет ацетатом натрия — удивительно полезным веществом, применяемым в промышленности, кулинарии и для очистки воды. Упомянем ещё о его участии в подогреве сидений на стадионе и присутствии в грелках для рук, которые используют сноубордисты.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Литр столового уксуса
- Кастрюля
- Кухонная плита
- 4 столовые ложки пищевой соды
- Миска
- Пищевая плёнка
- Мелкая тарелка
- Холодильник

ВНИМАНИЕ! Взрослый должен всё время быть рядом, чтобы помочь тебе, если потребуется.

ПРИСТУПИМ!

1. Налей уксус в кастрюлю и поставь на плиту (не включая пока горелку).

2. Постепенно, несколькими порциями, всыпь соду в уксус, каждый раз размешивая.

3. Зажги горелку и доведи жидкость до кипения.

4. Продолжай кипятить на малом огне, пока на поверхности не образуется кристаллическая плёнка. (Наберись терпения — это может занять около 45 минут.)

5 Вылей жидкость в миску и накрой пищевой плёнкой.

6 Поставь миску в холодильник на два часа.

7 Достань миску из холодильника и вылей жидкость в мелкую тарелку. Она тут же «замёрзнет», превратившись в кристаллы.

8 Если не получилось, соскреби кристаллы с кастрюли и всыпь их в жидкость, чтобы запустить «замораживание».

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

В проведённом тобой опыте натрий смешивается с углеродом, водородом и кислородом. Получившаяся жидкость, ацетат натрия, при малейшем колебании мгновенно кристаллизуется и твердеет. Хотя это и не тот лёд, который мы знаем, реакция его образования экзотермична, то есть выделяет тепло. Вот почему ацетат натрия используют в грелках, которые нагреваются, когда ты их сжимаешь. Вода, замерзая, тоже отдаёт тепло — именно поэтому апельсиновые сады заливают водой, когда ожидаются заморозки.

Атомное число: **12**	Электронов на внешней оболочке: **2**
Атомный вес: **24,3050**	Точка плавления: **650 °C**
Символ элемента: **Mg**	Точка кипения: **1090 °C**

ГЛАВА 10

МАГНИЙ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Лёгкий и прочный, он используется в самолётах и автомобилях. Элемент, связанный с далёким прошлым, миром магнетизма и таинственных сил. Он необходим людям и растениям. Есть что-нибудь недоступное для магния? Возможно, но он так легко связывается с другими элементами, что люди не перестают придумывать, как бы ещё его использовать. Хочешь устроить химическую реакцию с чем-то? В первую очередь попробуй магний.

КАК ВЫГЛЯДИТ МАГНИЙ

Магний — серебристо-белый металл, который гораздо твёрже своего ближайшего соседа по Периодической таблице, натрия (атомное число 11), но мягче соседа с другой стороны, алюминия (атомное число 13). Найти чистый магний непросто, потому что он легко реагирует с другими элементами, образуя соединения. Даже большой кусок чистого магния под действием воздуха быстро тускнеет: в процессе окисления он реагирует с кислородом.

КОГДА ОТКРЫЛИ МАГНИЙ

Люди узнали о магнии за тысячи лет до того, как поняли, что это отдельный элемент. Слово «магний» — ключ к этой поразительной истории. Нам надо вернуться на 2500 лет назад, в район Восточной Греции, который тогда назывался Магнезия. (Хмм... Похоже звучит?) Тамошние жители различали две металлические руды — чёрную и белую, но называли их одинаково — магнезия.

Со временем люди заметили, что эти руды различаются не только цветом. Одна из них, чёрная магнезия, притягивала металлы — и это дало нам слово «магнит». В конце концов химики поняли, что за чёрной и белой рудой стоят два разных элемента. Со временем они определили один из них как марганец (Mn), входящий в состав чёрной руды.

Теперь мы знаем, что белая руда, тоже названная магнезией, — это соединение магния с другими элементами. История приводит нас в 1618 год, в Эпсом, город на юге Англии. Во время сильной засухи фермер Генри Виккер привёл своих коров к колодцу. Но несмотря на жару и сушь, коровы не стали пить. Виккер попробовал воду: она была горькой. Будучи учёным-любителем, фермер испарил немного этой воды кипячением и собрал

оставшийся порошок. Вскоре он обнаружил, что этот порошок лечит порезы и сыпь. Потом оказалось, что он помогает и при запорах (спроси у родителей, что это такое). Порошок был сульфатом магния (соединением магния, серы и кислорода), но до сих пор его иногда называют эпсомской или английской солью.

В XVII–XVIII веках родилась уже настоящая современная наука. В 1755 году шотландский химик Джозеф Блэк объявил об открытии нового элемента, хотя выделить его образец он не сумел. Через 53 года сэр Хэмфри Дэви с помощью электролиза получил немного этого вещества и назвал его магнием.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ МАГНИЙ

Магний легко вступает в реакцию со многими элементами, а его соединения используются очень широко. Одно из самых

СПЛАВ

Металл, полученный соединением двух или более металлических элементов.

важных — комбинация магния с алюминием. Этот сплав славится своей прочностью; из него делают корабли, грузовики, вагоны и танкеры-химовозы.

Но самое важное в магнии связано с многообразной ролью, которую он играет в природе. Магний — основной компонент хлорофилла, молекулы, которая позволяет получать энергию из солнечного света (этот процесс называется фотосинтезом). Фермеры и садоводы легко обнаруживают растения, страдающие от дефицита магния, — их листья приобретают болезненный желтоватый цвет. Поэтому неудивительно, что магний входит в состав многих удобрений.

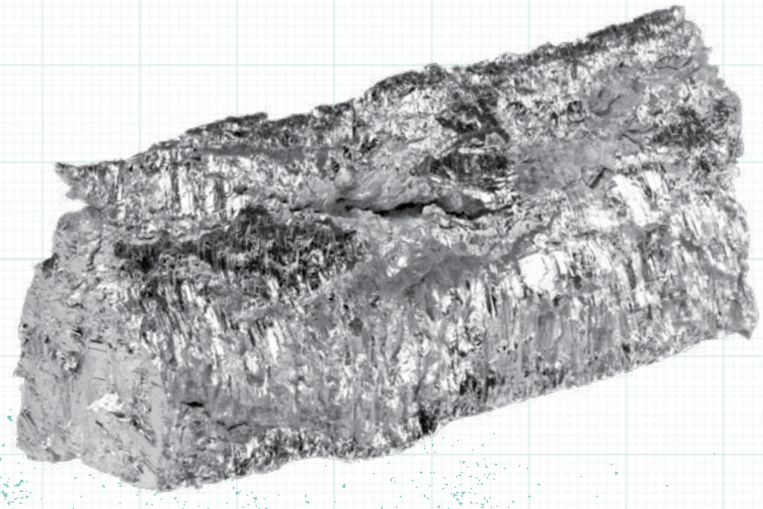
Людям магний тоже необходим; мы получаем его из растительной и животной пищи либо, при недостатке, из специальных препаратов. Наш организм использует магний сотнями способов. Например, магний помогает регулировать артериальное давление, избегать инсультов и инфарктов.

ГРУППА 2: ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

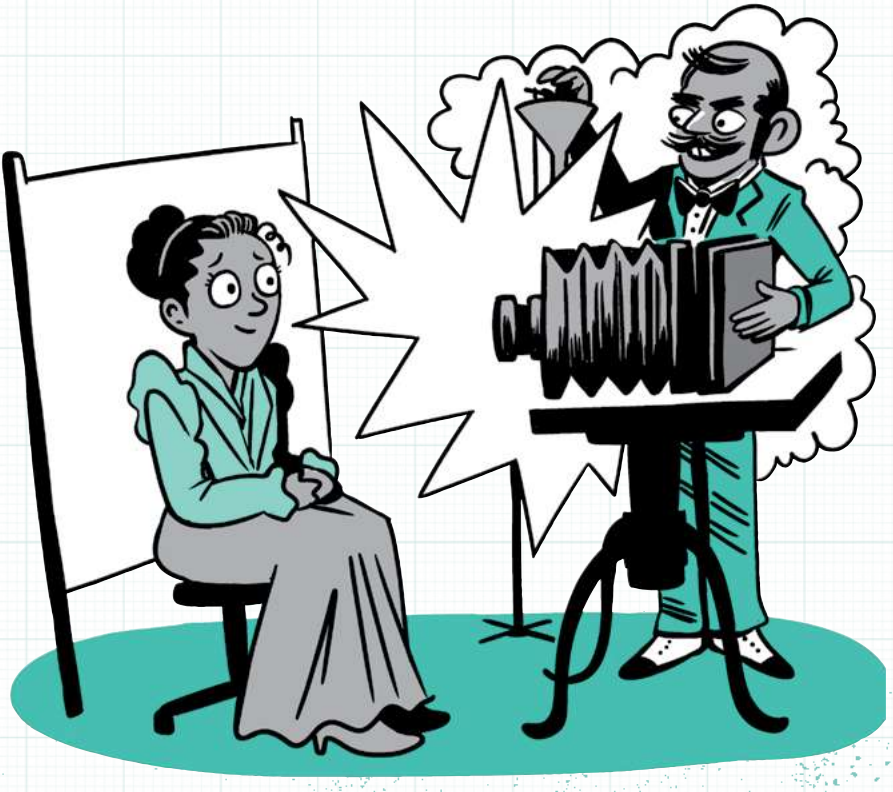
Элементы во втором столбце Периодической таблицы известны как щелочноземельные металлы. Как и у магния, у них два электрона на внешней оболочке (валентных электрона), которые они легко отдают, реагируя с другими элементами. Все они обычны в природе (хотя чаще всего находятся в составе



соединений). Они серебристые и мягкие, по крайней мере, в сравнении с другими металлами.

Что это за названия — щелочные и земельные? Словом «щелочной» описывают результат процесса, при котором вещество, попадая в воду, растворяется в ней, отдавая отрицательный ион гидроокиси (OH^-). Такое вещество иногда называют основанием. В свою очередь, кислота при тех же условиях производит положительный ион водорода (H^+). Сильные основания и кислоты способны разъедать (ослаблять или разрушать) другие вещества. Вспомни средство для очистки труб или отбеливатель (это примеры оснований), а также кислоту, которая входит в состав батареек (и предупреждение о том, что батарейка опасна).

А словом «земля» раньше обозначали вещество, которое не растворяется в воде и не разрушается при нагревании.



УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Магний легко воспламеняется, поэтому при работе с ним надо быть очень осторожным. В противном случае это может привести к серьёзным травмам или даже хуже. В 1955 году гоночный автомобиль, построенный из сверхлёгкого сплава магния, разбился в знаменитой 24-часовой гонке во французском Ле-Мансе. В результате аварии погибло 83 зрителя и водитель; многие были убиты или ранены осколками летящего магния, который воспламенился из-за пожара в топливном баке. Воспламеняемость магния представляет опасность, но люди много лет использовали её. Например, в фотовспышках: фотограф спичкой или свечой зажигал магниевый порошок или магниевую ленту, и они ярко вспыхивали.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Ты проведёшь два опыта с магнием. В первом, как видно из его названия, больше игры, чем науки. Но штука в том, что, проведя этот опыт, ты получишь научное объяснение тому, что произошло. Второй вернёт тебя к истории науки: помнишь эпсомскую (английскую) соль, о которой мы говорили раньше?

ОПЫТ 11 ВРЕМЯ: 10 МИНУТ

ПРАЗДНИЧНЫЕ СВЕЧИ С СЮРПРИЗОМ

Если ты никогда не видел шуточные праздничные свечи, то в этом опыте ты с ними познакомишься. Эти свечи выглядят как обычные и преспокойно горят на торте. А потом именинник загадывает желание, задувает их... и они снова горят! Как это? Что случилось?

Для этого эксперимента тебе не придётся что-то смешивать и долго готовиться — просто купи эти свечи в магазине товаров для праздников и шуток. И прочти научное объяснение в конце раздела, чтобы потом рассказать своим друзьям. Лучше всего провернуть этот трюк на дне рождения кого-нибудь из друзей или родственников.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Свечи с сюрпризом
- Праздничный торт или несколько пирожных
- Спички

ВНИМАНИЕ! Обращайся со спичками осторожно — ими можно обжечься.

ПРИСТУПИМ!

1. Воткни нужное количество свечек в торт или пирожные.

2. Скажи своему другу, что ты приготовил особое праздничное угощение и покажи торт или пирожные с уже зажжёнными свечками.

3. Попроси друга загадать желание и потом задуть свечки.

4. Пока все хлопают в ладоши, свечи волшебным образом зажгутся снова.

5. Посмотри, выйдет ли у твоего друга снова задуть их.

6. Объясни ему, в чём тут фокус.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Когда ты задуваешь обычную свечу, над фитилём поднимается лёгкий дымок. Это испаряется свечной воск. Тлеющий фитиль ещё достаточно горяч, чтобы испарять воск, но, чтобы снова зажечь огонь, жара уже не хватает.

Фитили свечей с сюрпризом обработаны порошком магния. Когда свечи задувают, тлеющий фитиль снова поджигает магний, который возгорается при температуре около 427 °C.

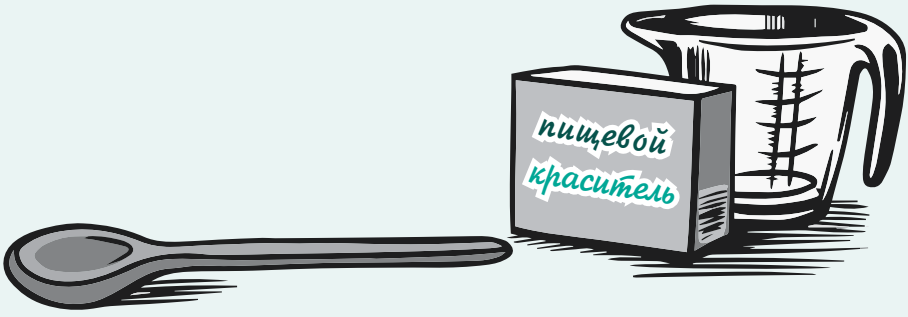
ОПЫТ 12 ВРЕМЯ: 3 ЧАСА

СУМАСШЕДШИЕ КРИСТАЛЛЫ

Тебе ведь нравятся кристаллы? Многие элементы Периодической таблицы образуют кристаллы — от обыденных (поваренная соль, она же хлорид натрия) до очень дорогих (алмазы, представляющие собой чистый углерод). Из сульфата магния (старой доброй английской соли) за короткое время можно получить удивительные колючие кристаллы. А если взять пищевой краситель, их можно сделать разноцветными и очень красивыми.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Мерный стакан
- Полстакана английской соли
- Полстакана горячей воды (прямо из крана — кипятить не надо)
- Небольшая миска
- Деревянная ложка
- Пищевой краситель



ВНИМАНИЕ! Будь осторожен с горячей водой.

ПРИСТУПИМ!

1. Налей в миску горячую воду.
2. Высыпь в миску с водой английскую соль.
3. Размешивай деревянной ложкой, пока соль не растворится (немного её может остаться).
4. Добавь несколько капель пищевого красителя и снова размешай.

5 Поставь миску в холодильник.

6 Достань через три часа и восхитись получившимися кристаллами.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Английская соль, или сульфат магния ($MgSO_4$), легко растворяется в горячей воде: молекулы воды, нагреваясь, начинают двигаться быстрее и на бóльшие расстояния; в результате между ними проникает множество молекул английской соли. Охлаждаясь в холодильнике, вода больше не может удерживать столько растворённой в ней английской соли, потому что пространство между охлаждёнными молекулами воды уменьшается. В результате атомы сульфата магния вытесняются из раствора и образуют длинные узкие кристаллы.

Атомное число: **13**	Электронов на внешней оболочке: **3**
Атомный вес: **26,9816**	Точка плавления: **660,32 °C**
Символ элемента: **Al**	Точка кипения: **2519 °C**

ГЛАВА 11

АЛЮМИНИЙ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Если там, где ты живёшь, можно сдавать вторсырьё за деньги, пустые алюминиевые банки дают возможность подзаработать. Алюминий, несомненно, один из самых полезных элементов, и в земной коре его больше, чем любого другого металла. Однако извлечь его из руды (боксита) очень трудно. И правда, начинаешь видеть в этих пустых банках немалую ценность, когда узнаешь, что для извлечения чистого алюминия из руды требуется в 20 раз больше энергии, чем для получения его из отходов. Но даже будучи в 20 раз дороже, алюминий стоит того. Ведь он нужен везде — от банок для напитков и упаковки пищевых продуктов до бейсбольных бит, линий электропередачи, ракетного топлива и корабельных мачт.

КАК ВЫГЛЯДИТ АЛЮМИНИЙ

В своём обычном состоянии алюминий — мягкий податливый металл (его легко согнуть или скрутить). И хотя его так много, в чистом виде он встречается очень редко. Этому есть две основные причины. Первая: в бокси-те, главной алюминийсодержащей руде (хотя есть ещё около 270 таких руд), атомы алюминия заперты очень прочно.

Вторая причина заодно проливает свет на огромные плюсы алюминия. Этот металл окисляется (реагирует с кислородом), едва соприкоснувшись с воздухом. Но, хотя окисление часто бывает разрушительным (вспомни ржавые качели во дворе), окисление алюминия оказывается средством защиты. В результате этой реакции алюминий покрывается слоем окиси алюминия (Al_2O_3). Это светлое вещество куда прочнее, чем алюминий под ним.

Так что ты никогда не увидишь чистый алюминий. Впрочем, это как сказать — ведь именно его ты видишь, когда смотришь через тонкий прозрачный слой окиси. Другими словами, алюминий не может разрушиться, потому что его верхний слой уже разрушен. Ты не запутался?

КОГДА ОТКРЫЛИ АЛЮМИНИЙ

Люди с давних пор употребляли слово «алюм» и «алюмен», описывая самые разные химические соединения; впрочем, древние не знали, что это соединения, считая их простыми минералами. Теперь нам известно, что они содержат элемент алюминий — иногда в очень сложных комбинациях.

Древние египтяне и греки с помощью алюма (квасцов) красили ткани, дубили кожу, останавливали кровь. В XVIII веке учёные с энтузиазмом закладывали основы химии, разлагая вещества на их мельчайшие компоненты. В 1750-е годы немецкий химик Андреас Маргграф,

экспериментируя с квасцами, выделил вещество, которое он назвал «алюмина». Это была окись алюминия, которая образует защитную плёнку на чистом алюминии.

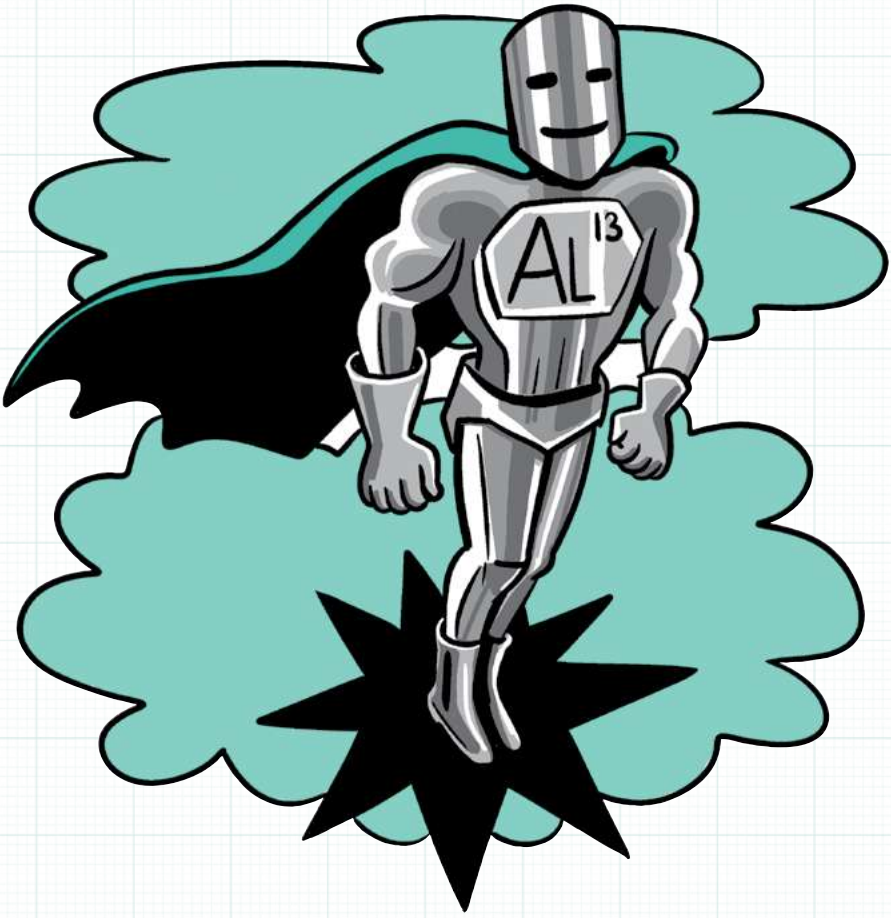
Ханс Кристиан Эрстед

Маргграф знал, что открыл не чистое вещество, а окись, но был уверен, что она содержит новый элемент. Спустя 60 лет другой учёный, сэр Хэмфри Дэви, ещё больше приблизился к получению чистого алюминия. С помощью электричества он разложил алюмину и получил некий металл, но это был сплав (смесь двух или более металлов). Химик назвал этот сплав алюминием.

Наконец, в 1825 году в Копенгагене (Дания) Ханс Кристиан Эрстед сумел выделить чистый алюминий. Процесс занял очень много времени, а алюминия получилось очень мало. Эрстед поделился своим открытием с немцем Фридрихом Вёлером, и тот, усовершенствовав методику датчанина, в 1827 году получил алюминия куда больше.

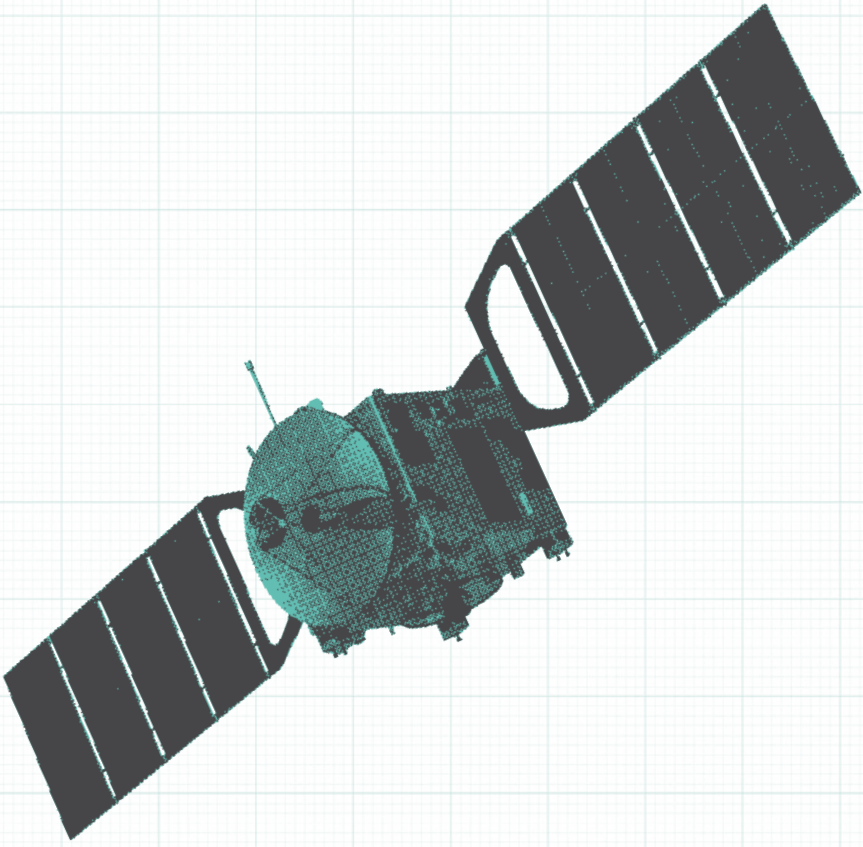
ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ АЛЮМИНИЙ

Дамы и господа, пожалуйста, минуточку внимания! Позвольте представить вам элемент, который не назовёшь иначе как суперметаллом. «Суперметаллом? — насмешливо спросишь ты. — Громко звучит. А доказательства есть?»



Доказательства... Это научный подход! Что же, вот они. Алюминий не только один из самых распространённых элементов на Земле (и самый распространённый металл). Он недорог, почти не изнашивается, не имеет запаха (поэтому подходит для упаковки еды). А ещё он лёгкий, прочный и хорошо проводит электричество.

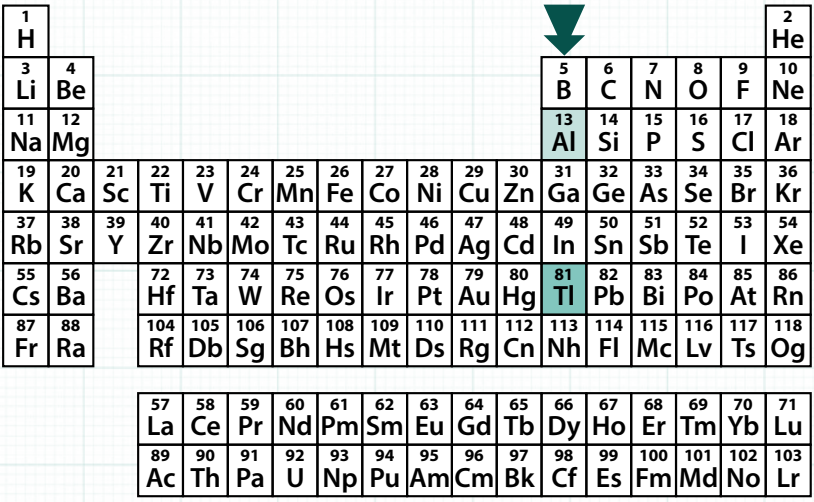
Убедил? Ещё что-нибудь? Ладно. Но помни, тут лишь верхушка айсберга: страниц этой книги едва хватило бы, чтобы перечислить все достоинства алюминия. Алюминий — главный компонент в корпусе почти любого самолёта. Банки «Кока-колы» называют жестянками, но делают их из алюминия. Из него же делают каркасы оранжерей. И многие смартфоны. И космические спутники. И велосипеды. И ракетное топливо. И сковородки. И монеты... Ну что, хватит?



Встреча с семьёй

81 Tl

ТАЛЛИЙ И «ЯД-ОТРАВИТЕЛЬ»



Алюминий в основном безопасен и нам привычен, но у него есть «порочный» родственник — таллий, стоящий в Периодической таблице ниже в том же столбце. Как и алюминий, смешиваясь с серной кислотой (соединением водорода, серы и кислорода — H_2SO_4), он превращается в соль.

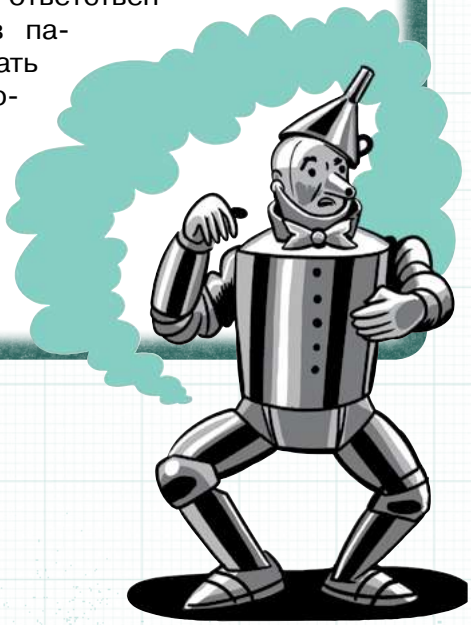
Сульфат алюминия (результат реакции алюминия с серной кислотой) очищает воду, помогает окрашивать ткани и даже присутствует в пекарском порошке. А вот сульфат таллия может убить человека, если добавить в воду или еду хотя бы четверть чайной ложки его. Авторы детективов, как, например, Агата Кристи, которая была помощником фармацевта, знают о его коварных свойствах и часто используют в своих историях в качестве «яда-отравителя».

ПОБЫТЬ ЧУТЬ ЧУТЬ ЖЕЛЕЗНЫМ

Если ты хочешь узнать, насколько опасен может быть алюминий, сядь и посмотри старый американский фильм «Волшебник страны Оз». Джек Хейли в роли Железного Дровосека поёт «Если бы у меня было сердце» и помогает Дороти попасть к волшебнику. Но сначала на эту роль был выбран молодой актёр и танцор Бадди Эбсен.

Киношники изо всех сил старались сделать лицо Эбсена «железным»; для этого они придумали использовать белую краску, присыпав её сверху алюминиевой пылью. Эбсен выучил свои реплики и слова ко всем песням, но перед самыми съёмками ему стало плохо. У него начались судороги, стало трудно дышать. Эбсена срочно доставили в больницу; там у него на время отказали лёгкие. Врачи определили аллергическую реакцию на алюминиевую пыль, которую вдыхал актёр, что привело к поражению лёгких.

Члены семьи даже опасались за его жизнь, но Бадди пошёл на поправку. Тем временем киностудия решила, что «шоу должно продолжаться», и Эбсена заменили Джеком Хейли. На этот раз к макияжу подошли более ответственно, смешав компоненты в пасту, чтобы не подвергать Хейли воздействию алюминиевой пыли. Кстати, Эбсен остался в фильме — это его голосом (а не Хейли) Железный Дровосек поёт «Мы идём к волшебнику».



УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Ты где угодно прочтёшь, что алюминий безопасен. И правда, кто поранится, дотронувшись до алюминиевой формы с пирогом или до банки с кока-колой? Но очень мелкий алюминиевый порошок действительно бывает опасен, потому что легко реагирует с другими элементами. Именно поэтому он входит в состав ракетного топлива.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

В алюминиевой фольге всё хорошо сохраняется, верно? Например, куриная ножка, пирожки или бутерброды, которые ты берёшь с собой в дорогу. Жалко же, если они испортятся... Или нет?

ОПЫТ 13 ВРЕМЯ: 1 СУТКИ

ФОЛЬГА — НЕ ТОЛЬКО ОБЁРТКА!

Металлы иногда ведут себя странно, когда соединяются или соприкасаются друг с другом. Подчас трудно понять, почему один из них теряет свою прочность. Возможно, именно это произошло в 1963 году на американской подводной лодке «Трешер». По одной из версий металл её корпуса проржавел, в результате чего она затонула вместе с 129 членами экипажа.

Но ты можешь вполне безопасно взглянуть на то, что происходит с соединением меди и алюминия. Опыт прост и не требует сложного оборудования. Просто возьми 5-рублёвую монету или медный кружок.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Ножницы
- Алюминиевая фольга
- Стеклянный стакан
- 5-рублёвая монета выпуска до 2009 года или медный кружок
- Вода
- Жидкость для снятия лака с ногтей
- Косметический диск или кусочек ваты
- Поваренная соль

ПРИСТУПИМ!

1. Ножницами вырежи из фольги квадрат со стороной примерно 5 см. Протри его косметическим диском, смоченным жидкостью для снятия лака.

2. Положи квадрат из фольги на дно стакана.

3. Монету или медный кружок также протри жидкостью для снятия лака и аккуратно положи на квадрат.

4. Медленно налей в стакан слегка подсоленную воду, стараясь, чтобы кружок не сдвинулся с места.

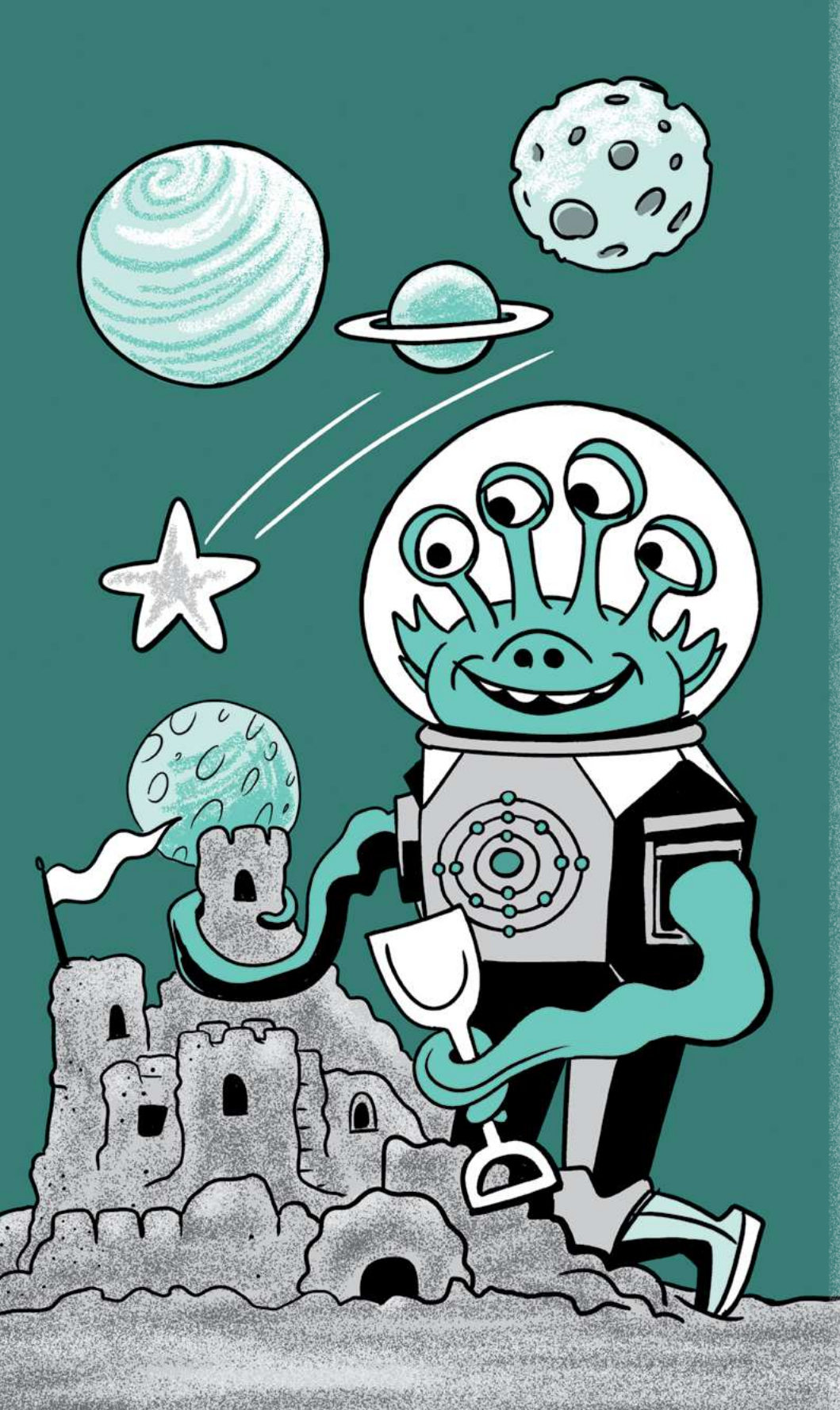
5 Оставь стакан на 24 часа.

6 Обрати внимание на воду в стакане: она помутнела — значит, алюминий окислился.

7 Вылей воду и достань кружок и фольгу. Убедись: алюминий окислился сильнее там, где он соприкасался с кружком.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Медь вступает в реакцию с водой, создавая слабый электрический ток, который заставляет алюминий медленно окисляться (разлагаться). Этот процесс называется гальванической коррозией; обычно он затрагивает два соприкасающихся металла. Один из них (в данном случае алюминий) корродирует быстрее, чем другой, потому что ионы отделяются от него легче, чем от меди. Предполагается, что именно гальваническая коррозия стала причиной трагедии подлодки «Трешер».



Атомное число: **14**	Электронов на внешней оболочке: **4**
Атомный вес: **28,0855**	Точка плавления: **1414 °C**
Символ элемента: **Si**	Точка кипения: **3265 °C**

ГЛАВА 12

КРЕМНИЙ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

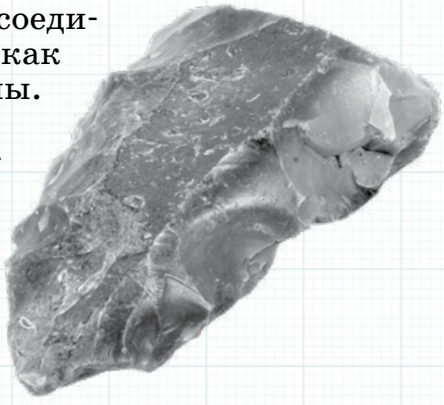
На некоторых, пожалуй, не самых надёжных сайтах сообщалось, что высокопоставленные военные чиновники в США ещё в 2009 году провели секретные встречи с представителями других планет. «Неназванные источники», присутствовавшие на этих встречах, уверяли, что на пришельцах были специальные костюмы, которые позволяли им являться людям в различном виде. Без костюмов эти инопланетяне «казались керамическими и состояли в основном из кремния, возможно, с небольшим содержанием углерода».

Стоп-стоп! Нельзя же верить всему, что находишь в Интернете, верно? Но в этой истории есть крупица правды. Некоторые учёные действительно считают, что кремний

может быть основой жизни на некоторых планетах во Вселенной, как углерод на Земле. Неплохо для элемента, который у многих ассоциируется в основном с камешками, высекающими искры. Но мы и без инопланетян можем посмотреть на этот элемент по-новому. Всякий раз, когда ты берёшь смартфон или отправляешь имейл, ты прибегаешь к помощи кремния, который уже полностью изменил наш мир.

КАК ВЫГЛЯДИТ КРЕМНИЙ

У чистого кремния кристаллическая поверхность и глянцевые серебристые грани с высокой отражающей способностью. Он твёрдый, но хрупкий и легко скалывается. Хотя чистый кремний найти нелегко, это второй по распространённости элемент земной коры, уступающий лишь кислороду. Кремний, прячущийся в соединениях, формирует некоторые из самых известных пород, включая кварц, полевой шпат, гранит, глину и слюду.



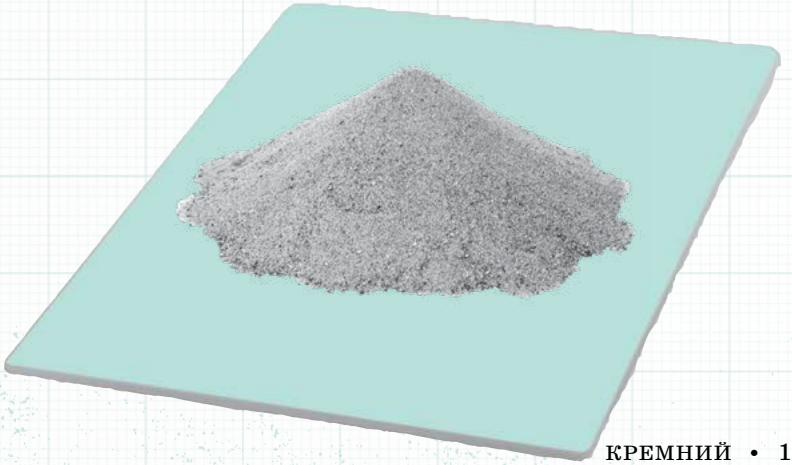
Кремний находится в группе углерода и образует соединения примерно так же, как другие элементы группы. Вспомни — единственный атом углерода соединяется с двумя атомами кислорода, создавая двуокись углерода (CO_2). Мы в основном знаем CO_2 как газ, который выдыхаем и которым наполняют жидкости (те самые пузырьки в газировке). Единственный атом кремния тоже соединяется с двумя атомами кислорода, в результате чего получается двуокись кремния (SiO_2). Однако это соединение не растворяется в воде и выдыхать его невозможно — это... песок!

КОГДА ОТКРЫЛИ КРЕМНИЙ

Международное название кремния *silicium* (отсюда его химическое обозначение Si) происходит от латинского *silicus* — кремень. Кремень — это вид кварца, одного из минералов, содержащих кремний. А поскольку кремнёвые орудия изготовлялись уже 2,5 миллиона лет назад, можно сказать, что кремний «открыли» в каменном веке.

Но опознать минерал и выделить элемент кремний не одно и то же. В 1789 году французский химик Антуан Лавуазье предположил, что минерал кварц содержит ещё не открытый элемент. Тридцать пять лет спустя шведский учёный Йёнс Якоб Берцелиус сумел выделить это новое вещество. В основу названия он положил латинское слово *silicus*, заменив окончание *-us* на *-ium*, как у других элементов.

Русское название элемента предложил в 1834 году Герман Иванович Гесс, поступив похожим образом: к основе древнего русского слова «кремень» (правда, ошибочно полагая, что слово происходит от греческого «кремнос» — скала, утёс) он добавил окончание *-ий*, характерное для названий многих элементов. Есть два похожих прилагательных — «кремнёвый» и «кремниевый». Первое относится к минералу кремень, а второе — к элементу кремний.



ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ КРЕМНИЙ

У кремния богатая и разнообразная история, восходящая к глубокой древности. Мы уже упоминали кремнёвые орудия, но кремний (вернее, его соединения) и теперь используется очень широко. Взгляни в окно — ты смотришь через кремний: стекло делают из песка (двуокиси кремния), который, нагревая, расплавляют. О кремнии или силиконе (производное от «силициум») ты наверняка слышишь, когда говорят о кухонной посуде, умягчителях ткани или солнечных батареях. Карбид кремния (карборунд) — одно из самых прочных веществ на Земле; из него делают подшипники и механические уплотнители, которые служат дольше металлических.

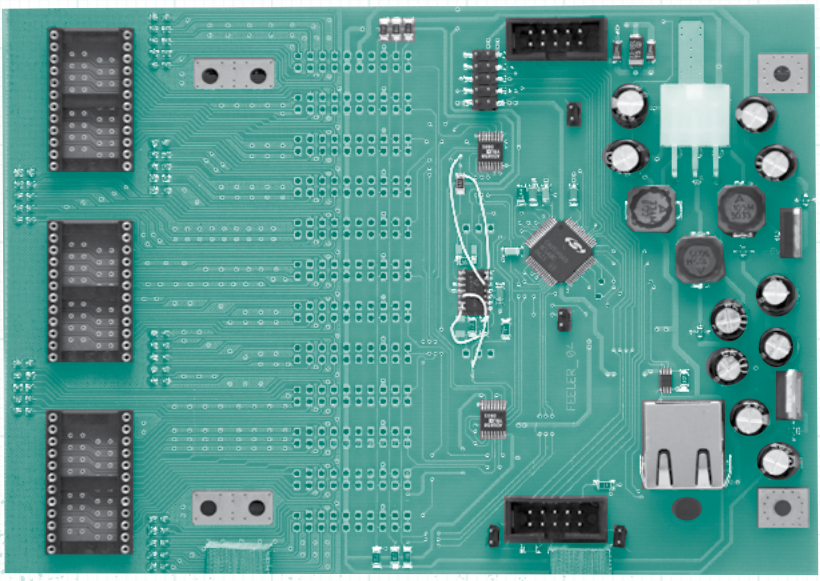
Особое значение кремний имеет как полупроводник — это ключевое звено почти любого высокотехнологичного продукта, который ты можешь купить: мобильника, ноутбука, планшета, цифровой камеры... И похоже, список растёт с каждым днём. Электрический

КРЕМНИЕВАЯ ДОЛИНА

Многие ведущие мировые высокотехнологичные компании, такие как Google, Facebook и Apple, базируются у тихоокеанского побережья Калифорнии, к югу от Сан-Франциско. Наша жизнь много раз менялась благодаря тому, что производилось в этом относительно небольшом районе. Поскольку кремний — главный компонент большинства продуктов, которые здесь производятся, этот всемирный центр научных исследований и разработок известен как Кремниевая долина.

ток — это просто поток электронов. Хороший проводник (например, медь) располагает свободными электронами, которые присоединяются к потоку. Изолятор (скажем, стекло) такой поток останавливает.

Как же участвует в этом кремний? Что же, в нормальном состоянии у атомов кремния четыре электрона внешней оболочки связаны с четырьмя такими же электронами других атомов кремния. Столь плотное соединение заставляет кремний формировать кристаллы, и при этом делает его никудышным



проводником. Однако, если добавить немного другого элемента, скажем, бора или фосфора, поведение кристаллов кремния меняется. Новый элемент встраивается в кристаллическую структуру, при этом у него может быть не четыре, а, например, пять внешних электронов. Четыре из этих пяти связываются с четырьмя ближайшими электронами кремния, но остаётся ещё один отрицательно заряженный электрон. Этот процесс называют «допингом», и он очень важен, поскольку позволяет инженерам превращать кремний в проводник, изолятор или пускать электрический ток только в одном направлении. И получается, что кремний не совсем настоящий проводник... Он полупроводник. А полупроводники — это основа современного электрооборудования.

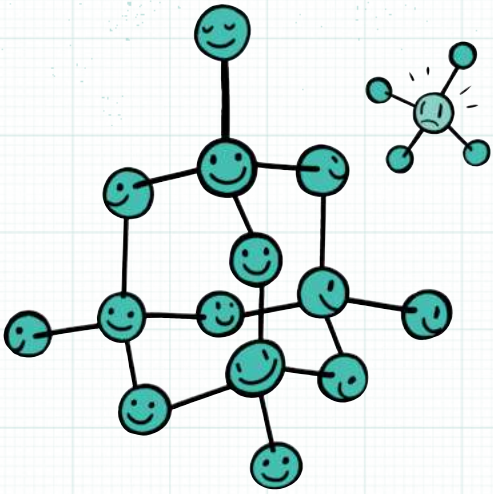
Встреча с семьёй

ГРУППА 14: ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ НОВОЙ ЖИЗНИ?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Что заставляет учёных и фантастов считать кремний возможной основой внеземной жизни? Прежде всего его место в Периодической



таблице. 14-я группа называется группой углерода по элементу, который стоит прямо над кремнием, а углерод лежит в основе известной нам жизни. Благодаря своим четырём валентным электронам он образует сложные соединения; это означает, что один атом углерода может объединяться с четырьмя другими атомами.

Пока всё ясно. У кремния, находящегося в той же группе, валентных электронов тоже четыре. Как и углерод, он может связываться с четырьмя другими атомами и образовывать сложные молекулы. Кроме того, кремний существует не только в земной коре — это восьмой по распространённости элемент во Вселенной.

А что не так с гипотезой «кремниевой жизни»? Да, кремний может образовывать большие сложные молекулы, но по сравнению с молекулами, созданными углеродом, они выглядят как-то уныло. Кремний соединяется с гораздо меньшим количеством элементов, чем углерод, и такое отсутствие разнообразия заставляет усомниться, что кремнийсодержащие молекулы могут выполнять столько же разных задач, сколько молекулы углерода — а это такие важные вещи, как рост, развитие, размножение и так далее. Другое

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Чистый кремний не замечен в причинении вреда, но если некоторое время вдыхать тонкоизмельчённый порошок некоторых его соединений, могут возникнуть проблемы с дыханием. Шесть из этих соединений, известных под названием асбест, когда-то были обычными строительными материалами. Теперь в большинстве стран они запрещены, потому что провоцируют рак.

большое преимущество углерода — его способность растворяться в воде в виде углекислого газа (CO_2). Благодаря этому «водному» углероду, растворённому в самом большом резервуаре Земли, в океанах, основанная на углероде жизнь получила огромную «питательную среду». Аналогичное соединение кремния — его двуокись (SiO_2) — в воде не растворяется.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Кремний колеблется, привлекать ему воду (то есть быть гидрофильным) или отталкивать её (быть гидрофобным). В соединении с кислородом (двуокись кремния, также известная как кремнезём, или песок) он привлекает воду. Сам же по себе он её отталкивает. Первый опыт покажет, как песок становится «водоненавистником», если его обработать гидрофобным соединением. Ты сделаешь волшебный песок. Во втором опыте гидрофильные свойства кремнезёма используются для быстрого обезвоживания цветов.

ОПЫТ 14 ВРЕМЯ: 3 ЧАСА

ДЕРЖИ ПЕСОК ПОДАЛЬШЕ ОТ МЕНЯ

Песок сначала использовали для борьбы с разливами нефти. Песок прилипает к ней, а затем тонет (потому что он отталкивает воду), так что смесь нефти и песка собирается под поверхностью воды. К сожалению, этот способ слишком дорого стоит.

Ты тоже можешь сделать немного волшебного песка — это будет отличный способ увидеть кремний в действии.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Алюминиевая фольга
- Форма для выпечки
- Примерно 1 кг песка (если рядом нет пляжа, поищи песок в зоомагазине или магазине стройматериалов)
- Водоотталкивающая пропитка для ткани (спрей)
- Палочка от мороженого
- 2 столовые ложки
- Стеклянный стакан
- Растительное масло
- Также тебе потребуется помощь взрослого

ВНИМАНИЕ! Убедись, что комната проветривается.

ПРИСТУПИМ!

1. Накрой форму для выпечки листом фольги, плотно прижав его по краям.

2. Насыпь поверх фольги слой песка толщиной 4—5 мм. Слегка встряхни форму, чтобы песок лёг ровно.

3. Попроси взрослого полностью покрыть песок спреем. Подожди несколько минут, чтобы он высох.

4. Разгреби песок палочкой от мороженого, чтобы открыть слой песка без пропитки.

5. Повторяй шаги 3 и 4, пока не убедишься, что весь песок обработан спреем.

6 Оставь песок сохнуть на три часа, желательно на солнце в безветренном месте.

7 Волшебный песок готов. В стакан с водой всыпь столовую ложку песка.

8 Аккуратно разлей по поверхности воды столовую ложку масла и насыпь сверху ещё одну ложку волшебного песка. Поглядим, способен ли он удалить масло с поверхности воды.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Пропитка для ткани содержит соединения, которые усиливают гидрофобные свойства песка. Всё зависит от того, насколько «полярны» (как магнитные поля) соединения и вода. Гидрофобный — означает отталкивающий воду; песчинки ведут себя примерно как люди, которые в доме с привидениями услышали что-то жуткое и от страха прижимаются друг к другу. В воде песчинки притягиваются друг к другу и к маслу и тонут вместе с ним. В результате вода очищается.

ОПЫТ 15 ВРЕМЯ: 12 ЧАСОВ

ОКАМЕНЕЛОСТИ ЗА ЧАС

Силикагель в маленьких пакетиках кладут во многие товары, которые необходимо держать сухими, — фотокамеры, обувь, электроприборы и другие. Наверняка ты видел эти пакетики с надписью «Не есть» (даже и не думай!). В следующем опыте два таких пакетика помогут тебе засушить цветы так быстро, что это будет похоже на замедленную съёмку или ускоренное окаменение.

ВНИМАНИЕ! За выпечкой должен следить взрослый.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- 1—2 пакетика силикагеля
- Алюминиевая фольга
- Форма для выпечки
- Маленький пластиковый контейнер, закрывающийся герметично
- Лепестки любых цветов, лишь бы они помещались в контейнер
- Духовка
- Также тебе понадобится помощь взрослого

ПРИСТУПИМ!

1. Высыпь силикагель на кусок фольги.

2. Обрати внимание на цвет. Если он голубой, сразу перейди к шагу 7. Если розовый, переходи к шагу 3.

3. Разогрей духовку до 125 °C.

4. Положи фольгу в форму для выпечки.

5. Когда духовка разогреется, помести в неё форму и оставь на два часа.

6. Достань форму из духовки, оставь её охлаждаться на 15 минут.

7. Высыпь силикагель в контейнер и аккуратно встряхни, чтобы равномерно распределить его по дну.

8. Осторожно положи лепестки на силикагель.

9. Закрой контейнер и оставь на ночь.

10. Посмотри, как удаление воды повлияло на цветы — похожи они на окаменелости?

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Гидрофильный гель притягивает влагу из воздуха и разных объектов, в том числе цветочных лепестков. После ночного засушивания ты поймёшь, как содержащаяся в лепестках вода или её отсутствие влияют на то, как они выглядят. Впитывая воду, силикагель розовеет. В таком виде его нельзя использовать, но гель можно «оживить», нагревая его в духовке. Тогда он снова становится голубым.

Атомное число: **15**	Электронов на внешней оболочке: **5**
Атомный вес: **30,9738**	Точка плавления: **44,15 °C**
Символ элемента: **P**	Точка кипения: **280 °C**

ГЛАВА 13

ФОСФОР

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Ты, должно быть, уже понял, что лишь немногие из десятков и десятков элементов на Земле встречаются в чистом виде. Конечно, древние люди знали золото и серебро, но как насчёт кислорода? Или углерода? А никак — эти элементы скрываются в различных соединениях, и для их открытия понадобились уже научные методы.

А какой элемент был открыт первым в этой исследовательской гонке? Правильный ответ... барабанная дробь... фосфор! И первооткрыватель фосфора Хенниг Бранд не стремился заполнить пустую клеточку Периодической таблицы. Его манило нечто куда более привлекательное: секрет вечной жизни! Наверное, излишне говорить, что Бранд в этом не преуспел. Выделенный им элемент действительно очень важен для жизни, но бывает и смертельно опасен.

КАК ВЫГЛЯДИТ ФОСФОР

Фосфор — элемент, который может существовать в разных видах, или аллотропах. Разные аллотропы фосфора отличаются друг от друга цветом, хотя, если взглянуть на них поближе, можно увидеть, что подлинное различие состоит в том, как именно связаны друг с другом атомы элемента. Самый известный фосфор — белый, он же самый неустойчивый, самый неплотный и самый реактивный из всех. Белый фосфор светится в темноте, а при контакте с воздухом воспламеняется.

Под воздействием света и тепла белый фосфор превращается в красный. На самом деле чистый белый фосфор увидеть очень трудно: при малейшей возможности он тут же становится красным. Вот почему белый фосфор всегда слегка желтоват — он уже начинает менять цвет.

Если говорить о том, насколько разными могут быть аллотропы, стоит вспомнить углерод: мягкий графит и твёрдый алмаз состоят из чистого углерода, но межатомные связи в них устроены по-разному. В графите атомы углерода лежат слоями. Атомы в слоях связаны друг с другом достаточно прочно, но между слоями связи слабые. Поэтому графит

АЛЛОТРОП

Атомы многих элементов соединяются друг с другом, образуя молекулы. Но они не всегда соединяются одинаково, из-за чего их различные формы, называемые аллотропами, могут выглядеть и вести себя по-разному.

скользкий и хрупкий. В алмазе же атомы связаны друг с другом по всем направлениям, поэтому он очень прочный.

КОГДА ОТКРЫЛИ ФОСФОР

В Средние века, до появления современных наук с их серьёзными исследовательскими методами, эксперименты в основном проводили алхимики. Они верили, что в природе таятся магические силы. Некоторые всю жизнь пытались превратить «базовые металлы» — свинец или железо — в драгоценное золото. Другие шли дальше — они надеялись найти секрет вечной молодости.

Алхимики верили, что в этом им поможет волшебная субстанция — философский камень. (Ты наверняка уже слышал о нём — один из романов о Гарри Поттере называется «Гарри Поттер и философский камень».) В 1669 году немецкий алхимик Хеннинг Бранд выделил и опознал новый элемент. В отличие от современных учёных, которые делятся своими открытиями со всеми коллегами, Бранд молчал и тайком продавал формулу другим

Хеннинг Бранд

алхимикам. Известие об элементе лишь постепенно просочилось наружу. Этим элементом и был фосфор.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ФОСФОР

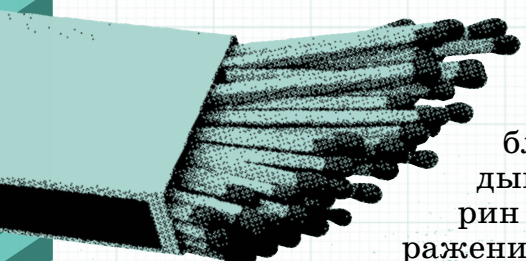
Красный фосфор — наиболее распространённая форма фосфора. Если его потереть, он легко воспламеняется. Поэтому фосфор используют в спичках. Но белый фосфор загорается ещё легче. Он очень опасен; из-за способности гореть быстро и неудержимо его использовали для создания оружия большой разрушительной силы.

Ещё фосфор применяют в выплавке стали и бронзы. Но пожалуй, полезнее всего его соединения с кислородом. Все известные нам формы жизни зависят от этих соединений, называемых фосфатами. Это жизненно важный компонент ДНК (молекулы, в которой «записаны» инструкции для нашего роста и развития) а также химического накопителя энергии — молекул АТФ. Многие удобрения для растений тоже содержат фосфаты.

На самом деле иногда приходится напоминать себе, что опасный фосфор — это тот же самый элемент, который содержится в нашем организме, он незаменим и необходим для нашего существования.

Опасность, которую несёт фосфор, связана с его способностью раскаляться и гореть. Чистый фосфор может гореть под водой — или внутри любого, кто его проглотит!

Фосфор — важный компонент в смертельном отравляющем веществе зарине, которое останавливает сигналы нервной системы, например те, что заставляют работать мышцы, благодаря которым мы дышим. ООН считает зарин оружием массового поражения, поэтому в 1993 году



в Париже была подписана Конвенция, запрещающая производство и хранение этого отравляющего вещества.

Встреча с семьёй

СУРЬМА: ТУШЬ ДЛЯ РЕСНИЦ НЕФЕРТИТИ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Элемент сурьма (символ Sb, атомное число 51) стоит двумя клеточками ниже фосфора в 15-й группе Периодической таблицы. Это полуметалл, который сегодня используют для придания твёрдости другим металлам и изготовления огнеупорных красок и керамики. Слово «сурьма» происходит от турецкого «сюрме» (*sür* — красить). Латинское название элемента — *Stibium*, отсюда его символ Sb. Одним из соединений сурьмы, стибнитом, или антимонитом (образованным сурьмой и серой), древние египтяне подводили глаза. Этот чёрный порошок придавал египетским

женщинам особый шарм, который у нас ассоциируется с Нефертити и другими жёнами фараонов. Египтяне верили, что подведённые глаза приближают людей к богам и помогают им в посмертном странствии.

ШЕРЛОК ХОЛМС И ДЬЯВОЛЬСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

Фосфор иногда называли «дьявольским элементом» — возможно, из-за его связи с тёмным искусством алхимии. К тому же, фосфор может светиться призрачным светом. Знаменитый сыщик Шерлок Холмс пришёл к выводу, что ужасная собака Баскервилей (свирепое светящееся существо) на самом деле — обычный пёс, морду которого намазали «особым препаратом» фосфора. Оказывается, Холмс тоже мог ошибаться: фосфор убил бы собаку! Но даже если пренебречь суевериями и не верить детективным романам, можно найти массу причин быть осторожным с этим элементом.

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Фосфор — очень опасное вещество. Не трогай его!

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

До сих пор мы предлагали опыты, которые помогали тебе больше узнать о конкретном элементе или об элементах вообще. Опыт с фосфором тоже обогатит тебя новыми знаниями, но ещё ты получишь возможность оказать огромную услугу любому, у кого есть кошка. Однако первым делом придётся зажать нос.

ОПЫТ 16 ВРЕМЯ: 5 МИНУТ

КОШАЧИЙ ДЕТЕКТИВ

Шерлок Холмс немного напутал с наукой, предположив, что морду собаки Баскервилей намазали фосфором. Теперь у тебя есть шанс обогнать супердетектива в знаниях о фосфоре. И тебе понадобится не огромный страшный пёс, а всего лишь домашняя кошка. В комнате плохо пахнет, и ты понимаешь, что где-то тут отметилась Мурка — но где? Вот твой шанс выступить в качестве научного детектива!

Тебе поможет знание трёх основных фактов. Первый — в кошачьей моче высокая концентрация фосфора. Второй — фосфор начинает светиться под действием ультрафиолетовых лучей. (Мы не можем увидеть ультрафиолетовый свет, поскольку он за пределами видимого для нас спектра, подобно тому, как не можем слышать некоторые звуки; этот свет ещё называют «чёрным».) Третий — ты легко можешь достать ультрафиолетовую лампочку. Итак, замени одну из лампочек в комнате на лампочку «чёрного света» и начинай охоту. Если же твоя кошка, скажем так, ведёт себя хорошо, ты можешь провести этот эксперимент там, где стоит кошачий лоток.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Комната, «помеченная» кошкой (или помещение с кошачьим лотком)
- Ультрафиолетовая бытовая лампочка

ВНИМАНИЕ! За сменой лампочек должен следить взрослый.

ПРИСТУПИМ!

1. Выбери помещение, в котором ты будешь проводить расследование (доверяй своему носу!).

2. Принюхайся и определи, в каком месте этого помещения пахнет хуже всего.

3. Замени ближайшую к этому месту обычную лампочку на ультрафиолетовую.

4. Выключи все остальные лампы (если сейчас день, задёрни занавески).

5. Осмотрись и найди мерцающие следы. Свежие пятна будут ярко-жёлтыми, старые — тускло-жёлтыми или зелёными.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Воздействие ультрафиолетового света заставляет некоторые электроны атомов фосфора поглощать энергию и «возбуждаться», перепрыгивая на энергетический уровень (или «оболочку»), который находится дальше от ядра. Затем они возвращаются в нормальное состояние, испуская свет. Именно так вели себя электроны атомов неона в одном из предыдущих опытов (см. с. 105).

Атомное число: **16**	Электронов на внешней оболочке: **6**
Атомный вес: **32,065**	Точка плавления: **113 °C**
Символ элемента: **S**	Точка кипения: **444,6 °C**

ГЛАВА 14

СЕРА

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Да, кое-что о сере можно сказать определённо: у неё, безусловно, есть история. Дурно пахнущая, дымящаяся, горючая и разрушительная, сера создаёт свою собственную атмосферу — атмосферу страха и зла. Она то и дело появляется в Библии, обычно когда с людьми происходит что-то ужасное. В Ветхом Завете греховные города Содом и Гоморра были разрушены дождём из огня и серы.

Что ж, всё это не очень хорошо для репутации серы. Ещё и этот запах... Ф-фу! Но, как и многие другие элементы, сера способна преподнести сюрпризы. Ты сможешь увидеть её в новом свете. А пока зажми нос и читай дальше.

КАК ВЫГЛЯДИТ СЕРА

Чистая сера — хрупкое бледно-жёлтое вещество без запаха, которое реагирует с большинством элементов, создавая устойчивые соединения. Сера остаётся твёрдой в воде и горит голубым пламенем (образуя двуокись серы). Наверное, этот раздел стоило бы назвать «Как пахнет сера?» — ведь именно на её запах люди сразу обращают внимание. Он ассоциируется с самыми отвратительными запахами — тухлые яйца, чеснок, скунс... и результат поедания фасоли и гороха.

Справедливости ради заметим, что эти запахи вовсе не связаны с чистой серой. На самом деле так пахнут соединения, в которых сера связана с другими элементами.

Атом серы, связываясь с двумя атомами кислорода (обычно при горении серы), создаёт очень дурно пахнущую двуокись серы (SO_2). А если сера соединяется с водой в атмосфере, получается кислота, которая, выпадая с дождём (тогда говорят о «кислотном дожде»), разъедает камень, но неприятного запаха не имеет.

ПРОЦЕСС ФРАША

В 1894 году немецко-американский химик Герман Фраш продемонстрировал способ добычи серы, который позволял извлекать её из-под слоёв других пород. В верхних, не содержащих серу слоях, просверливают сквозные отверстия и в них прокладывают трубы. Вода нагревается до температуры выше точки плавления серы и закачивается в трубы. Сера плавится, а затем через другие трубы откачивается на поверхность.

КОГДА ОТКРЫЛИ СЕРУ

Сера — ещё один элемент, известный с далёкой древности. Кое-что из его истории можно прочитать в самих названиях. Русское слово «сера» первоначально обозначало вообще горючее вещество. Латинское *sulfur* (первоначально *sulpur*; отсюда символ элемента — S), вероятно, восходит к древнему индоевропейскому слову со значением «гореть». Прекрасная характеристика чистой серы!

Но где древние люди находили чистую серу? Вокруг тебя её, скорее всего, нет. Но вот в районах вулканической активности, как, например, у горы Везувий около Неаполя или горы Этна на Сицилии, она действительно есть. Чистая сера горит вокруг дымящихся кратеров, создавая ужасающее зарево и испуская сильный запах.

Научное исследование серы началось в XVIII веке, в эпоху открытий и изобретений. Этот элемент открыл в 1777 году один из великих учёных того времени Антуан Лавуазье. Вскоре были найдены и новые возможности для использования серы. Никому не хотелось строить серные шахты у вершин действующих вулканов (можно ли в этом кого-то винить?), поэтому люди старались придумать другие способы её получения. На сегодняшний день самый успешный из них известен как процесс Фраша.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ СЕРУ

При всей её взрывной силе и «адской» репутации (не говоря уж о запахе!), сера оказывается очень полезной. Больше всего она

используется в производстве серной кислоты (соединение серы с водородом и кислородом). Эта кислота нужна для создания удобрений, автомобильных аккумуляторов, бумаги, моющих средств, красок и множества других промышленных и сельскохозяйственных товаров.

Чистая сера тоже нужна. В нашем теле она помогает строить белки и другие жизненно важные молекулы. Она лечит угри на лице и грибок на ногах, поскольку убивает бактерии и грибковую инфекцию. Чистая сера — важное дегидратирующее (выводящее воду) вещество, сохраняющее для нас изюм и другие сухофрукты. Она используется при рафинировании сахара, обработке минералов и очистке воды.

СМЕРТЕЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ

Очевидно, первые впечатления человечества о сере — дымящейся, булькающей и горящей в жерлах вулканов — привели к мысли использовать её в качестве оружия. В 515 г. византийцы (наследники Восточной Римской империи) использовали пылающее вещество, которое они называли «греческий огонь», для поражения противников в морских сражениях. Скорее всего, в основе этого вещества была сера.

Более серьёзный шаг сделали в Китае примерно 400 лет спустя. Алхимики (помнишь этих ребят?) придумали то, что гарантирует мгновенное уничтожение: порох. Ключевой компонент? Ну да, сера.

Встреча с семьёй

18 Ar

АРГОН: А КАК ЖЕ Я?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Сера — последний элемент в 3-м периоде, о котором мы подробно рассказали. (Не забудь, что период — это ряд в Периодической таблице.) А период говорит о количестве электронных оболочек в элементе. К этому моменту ты уже прочитал кучу всего об элементах 3-го периода... но только не об аргоне. Отчего же? Ничего личного, просто с аргоном история та же, что с гелием (см. с. 29) и неоном (см. с. 97). Его группа (вертикальный столбец) определяет его как благородный газ, значит, в реакции он практически не вступает.

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

А что сейчас? Нам есть о чём беспокоиться? Что ж, чистая сера довольно безвредна. Однако сто́ит соблюдать осторожность, находясь рядом с некоторыми соединениями, которые она образует, — сероуглеродом, сероводородом и двуокисью серы. В зависимости от того, насколько они сильны — а их сила обычно измеряется в частях на миллион (сколько частей вещества смешивается с миллионом частей воздуха), — эти соединения ранжируются от слабо раздражающих до смертельных. Воздействие сероводорода в концентрации всего лишь 20 частей на миллион может навсегда повредить ваши глаза, а концентрация 700 частей на миллион смертельна.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Хватит огня и вони! Вот эксперимент, который восстановит репутацию серы. Впрочем, речь не совсем и не только о сере. Ты будешь работать с другим элементом, серебром, для того чтобы восстановить его первоначальный блеск.

ОПЫТ 17 ВРЕМЯ: 10 МИНУТ

СПАСИ СЕРЕБРО!

Ты когда-нибудь задумывался, почему людям приходится чистить домашнее серебро? Всё потому, что серебряные ножи, вилки и ложки имеют обыкновение со временем терять свой блеск, тускнеть. На самом деле это результат химической реакции.

Серебро реагирует с серой, имеющейся в воздухе, и покрывается тусклым соединением — сульфидом серебра (вспомни: «сульфур» по-латыни значит «сера»). При полировке ты убираешь с поверхности предмета сульфид серебра и возвращаешь металлу блеск. Но при этом ты снимаешь и ту часть самого серебра, что вошла в состав соединения. А можно ли повернуть химическую реакцию вспять, чтобы сера была удалена, а серебро вернулось на своё место?

Этим ты сейчас и займёшься. Но сперва попроси родителей найти в доме подходящее серебро для твоего эксперимента. А что делать, если ваше «серебро» не из настоящего серебра и в доме нет ничего по-настоящему серебряного? Не беда — найди что-нибудь медное.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Кастрюля, на дне которой можно разместить несколько металлических предметов
- Алюминиевая фольга
- Несколько потускневших серебряных или медных предметов (вилок, ложек и т. п.)
- Мерный кувшин
- Чуть меньше 2 литров воды
- Вторая кастрюля (не меньше чем на 2 литра)
- Кухонные рукавицы
- Раковина
- Стандартная чашка
- Пищевая сода
- Взрослый, который вскипятит воду

ВНИМАНИЕ!

Попроси взрослого вскипятить воду и налить кипяток.

ПРИСТУПИМ!

1. Выложи дно первой кастрюли алюминиевой фольгой.

2. Положи потускневшее серебро на дно кастрюли так, чтобы все предметы касались фольги.

3. Отмерь 9 чашек воды, вылей во вторую кастрюлю и вскипяти на плите.

4 Возьми кастрюлю с кипящей водой и осторожно поставь в раковину.

5 Насыпь полчашки соды во вскипевшую воду; пусть смесь вспенится.

6 Вылей воду с содой в первую кастрюлю, чтобы она покрыла серебро.

7 Через пару минут поверхность серебра очистится и оно засияет!

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Вспомни, что тусклая поверхность серебра — это на самом деле слой сульфида серебра (в случае с медью — сульфида меди). Оказывается, сера притягивается к алюминию даже больше, чем к серебру или меди. В твоём опыте атомы серы отделились от атомов серебра или меди и переместились, чтобы соединиться с алюминием (на котором, в свою очередь, образовался слой сульфида алюминия).

Это пример электрохимической реакции, потому что от серебра к алюминию шёл небольшой поток электронов. Вот почему серебро должно было касаться алюминия. Горячая вода и пищевая сода действовали как катализаторы (вещества, которые не участвуют в основной химической реакции, но ускоряют её). Большинство химических реакций протекает быстрее при высокой температуре. Сода помогает удалить слой другого соединения (оксида алюминия) с фольги, и очищенный алюминий более активно принимает электроны.

Атомное число: **17**	Электронов на внешней оболочке: **7**
Атомный вес: **35,453**	Точка плавления: **-105,5 °C**
Символ элемента: **Cl**	Точка кипения: **-34,04 °C**

ГЛАВА 15

ХЛОР

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Если сера перенесла нас в прошлое — в библейские времена и Средневековье, то хлор возвращает в современную эпоху. Во время Первой мировой войны, 22 апреля 1915 года, на поле боя в Бельгии впервые было применено оружие массового поражения. Им был газ хлор. Попадая в лёгкие человека, он буквально прожигает их, делая дыхание невозможным.

К счастью, наука нашла способы обуздать этот опасный элемент, так что теперь он спасает жизни. Миллионы людей пользуются водой, которая была обеззаражена хлором и стала безопасной для питья. А ещё хлор входит в состав примерно 85% лекарств, которые лечат множество недугов — от болезней сердца и артрита до обычной простуды.

КАК ВЫГЛЯДИТ ХЛОР

Чистый хлор — зеленовато-жёлтое вещество, и его название тоже связано с цветом: греческое слово «хлорос» значит «зелёный». Хлор — густой газ с характерным запахом. Если ты когда-нибудь нюхал хлорсодержащий отбеливатель для белья, то примерно представляешь этот запах. Однако чистый хлор пахнет гораздо сильнее и он смертельно опасен.

К счастью, в природе с чистым хлором ты не столкнёшься. Посмотри, где он находится в Периодической таблице, и ты поймёшь почему. Вот он, в 17-й группе, в правой части 3-го периода. Шаг в следующую группу — и ты уже среди благородных газов... а это означает, что хлору не хватает всего одного электрона до желанного октета. То есть хлор, как и фтор (см. с. 87), всегда связывается с другим элементом, чтобы заполучить этот недостающий электрон. Вспомни самое известное соединение хлора — хлорид натрия, или поваренную соль. У натрия один свободный электрон, а хлору как раз одного не хватает: вот союз, созданный на небесах — или в мире химии.

КОГДА ОТКРЫЛИ ХЛОР

Хлор — один из тех элементов, дата открытия которых и первооткрыватель известны. Учитывая, как часто хлор прячется в соединениях и каким опасным бывает, если случайно столкнуться с ним в его чистой форме, это не должно удивлять. В 1774 году швед Карл Вильгельм Шееле экспериментировал с образцом пиролюзита (соединения марганца с кислородом). Учёный был уверен, что в этом минерале содержится ещё не опознанный элемент. Шееле смешал минерал с сильной кислотой, которую алхимики называли *spiritus salis* (мы называем её соляной кислотой). И вот смесь породила нечто незнакомое — хотя источником его был не пиролюзит.

Кислота разложилась на два компонента — водород и что-то ещё. Химик уловил «ощутимый удушливый запах, который был очень тяжёл для лёгких... и придал воде слегка кисловатый вкус... воздух приобрёл жёлтый цвет». Что же, это очень похоже на хлор! Хотя Шееле первым выделил чистый хлор, он не был уверен, что это отдельный элемент. Другие исследователи тоже сочли этот новый газ соединением, возможно, содержащим кислород. Антуан Лавуазье, «отец современной химии», в 1789 году не включил хлор в свой знаменитый перечень элементов. И только в 1810 году британский учёный сэр Хэмфри Дэви (как же без него!) установил, что этот газ — элемент. И назвал его хлором.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ХЛОР

К счастью, хлор сумел пройти долгий путь к признанию его не только убийцей. На самом деле его убийственные свойства часто оказываются спасительными для жизни. Хлор добавляют в воду, чтобы убить болезнетворные грибки и бактерии. Его подсыпают в резервуары, чтобы контролировать и даже уничтожать плесень и слизь. Уже этого достаточно, чтобы назвать хлор спасителем жизни. Ты наверняка замечал характерный

запах хлора в городском бассейне: хлор необходим для дезинфекции.

Хлор используют в прачечных и в бытовых средствах дезинфекции, для изготовления текстиля, нефтепродуктов, искусственного каучука, красок и десятков других изделий. Но большинство учёных согласны с тем, что именно роль хлора как дезинфицирующего средства обеспечила ему место в Зале славы здравоохранения. Некоторые учёные даже утверждают, что хлор спас больше жизней, чем любой другой препарат, включая пенициллин (первый в истории антибиотик).

Встреча с семьёй

35 Br

БРОМ: КАК РАЗ ДЛЯ МОНАРХА?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Элемент, стоящий в Периодической таблице прямо под хлором, ещё один представитель группы галогенов — бром. Ты, вероятно, уже

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Ужасные события Первой мировой войны, которые невозможно забыть, свидетельствуют об опасности хлора. Со временем люди всё меньше и меньше имели дело с его смертоносными свойствами. Сейчас мы думаем о хлоре, как о веществе, из-за которого у питьевой воды есть лёгкий запах, а в ванне или бассейне этот запах чуть сильнее. И всё же нельзя забывать об опасных свойствах этого вещества.

понял, что некоторые его свойства должны быть такими же, как у хлора:

- Легко реагирует с другими элементами? Да.
- Ядовит для людей? Да, хоть и меньше, чем хлор.
- Хорошее средство отбеливания и дезинфекции? Угадал.
- Газообразный при комнатной температуре? Жидкий, но его испарения зловонны (бром — от греческого слова «бромос» — зловоние).

Бром присутствует в морской воде, так что он есть в морских растениях и животных. В древности люди получали бромсодержащую пурпурную краску для тканей из средиземноморских моллюсков. Это был дорогостоящий процесс, и позволить себе носить окрашенные тирским, или царским, пурпуром одежды могли только самые богатые люди.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Вот возможность исследовать свойства уже знакомого тебе вещества, в состав которого входит хлор. Это поваренная соль, соединение натрия и хлора.

ОПЫТ 18 ВРЕМЯ: 5 МИНУТ

МОЙ ЯИЧНЫЙ ФЛОТ

Пора обновить твой наряд фокусника, потому что этот опыт очень похож на фокус! Секрет этого фокуса, как и многих других, достаточно прост — волшебным он выглядит лишь из-за загадочного антуража.

Ты слегка подсолишь тёплую воду, и яйцо всплывёт. Вот и всё. Но пока ты проводишь эксперимент, не стоит ничего объяснять. Зрители должны думать, что ты всыпал в воду «магические кристаллы», благодаря которым яйцо всплыло. Не раскрывай карты, пока не получишь свою порцию аплодисментов. Да, и не забудь потом объяснить, в чём фокус.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Соль
- Пиала или миска (в ней должны поместиться полтора стакана соли)
- Сырое яйцо
- Тёплая вода
- Прозрачный кувшин (объёмом чуть больше литра)
- Столовая ложка
- Деревянная ложка для размешивания

ПРИСТУПИМ!

1. Насыпь соль в пиалу (миску) и отставь её в сторону.

2. Осторожно положи яйцо на дно кувшина.

3 Налей в кувшин тёплой воды из крана (чуть больше половины кувшина). При этом стой лицом к зрителям: пусть они видят, что это обычная вода.

4 Подожди немного, чтобы все убедились, что яйцо лежит на дне.

5 А теперь объяви, что добавишь в воду магические кристаллы и яйцо всплывёт.

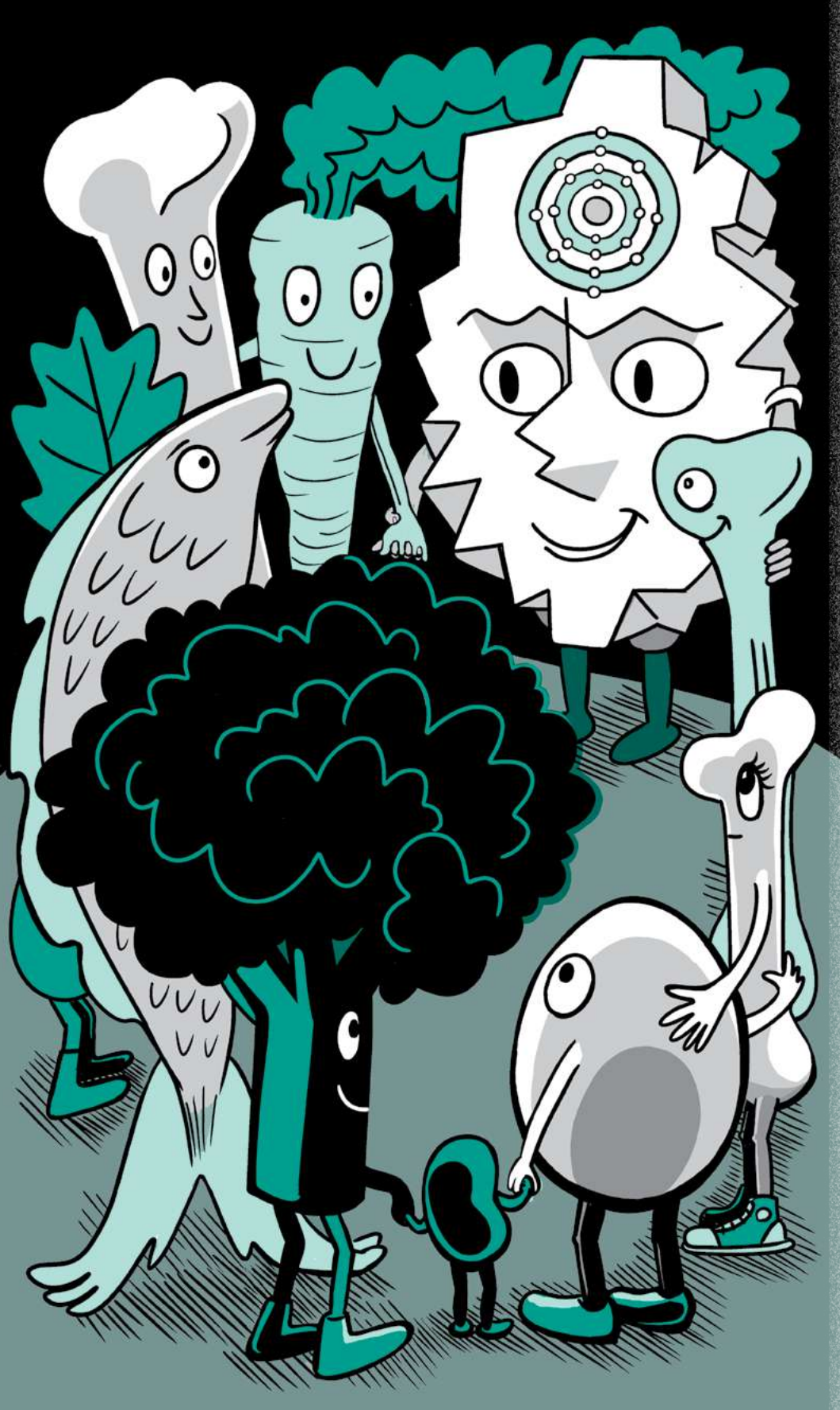
6 Насыпь в кувшин три столовые ложки соли и аккуратно размешай деревянной ложкой.

7 Этого количества соли должно хватить, чтобы яйцо всплыло. Если нет, насыпь ещё пару ложек... в общем, пока не всплывёт!

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Этот опыт — о плотности. Молекулы воды расположены не очень плотно, то есть вокруг них есть пространство. Яйцо плотнее воды, поэтому оно тонет. Но промежутки между молекулами воды могут быть заполнены молекулами другого вещества. Молекулы «магических кристаллов» (соли) легко проходят между ними, растворяясь в воде. Почему? Потому что соль (хлорид натрия) является соединением натрия... и нашего приятеля хлора. Молекулы натрия и хлора распадаются на ионы, которые притягиваются к молекулам воды.

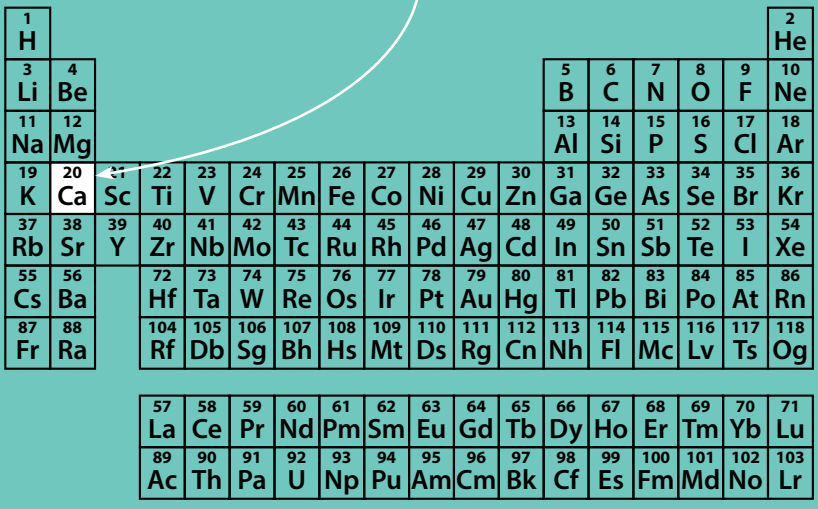
Из-за этого притяжения ионы буквально втискиваются в воду. Объём воды не увеличивается, поэтому жидкость становится плотнее. В какой-то момент раствор становится плотнее яйца... и оно всплывает!



Атомное число: **20**	Электронов на внешней оболочке: **2**
Атомный вес: **40,078**	Точка плавления: **842 °C**
Символ элемента: **Ca**	Точка кипения: **1484 °C**

ГЛАВА 16

КАЛЬЦИЙ



«Почисти зубы!»
«Ну давай допивай молоко — кости будут крепкими!»
«Команда начинает с центра поля!»
«Сотри с доски!»
«Идущие на смерть приветствуют тебя!»

Что связывает эти пять фраз? (Эй! Подсказка: прочти название главы!) Ну, первые две ты, наверное, легко связал. Тебе ведь уже известно, что здоровье зубов и костей зависит от кальция (который содержится в молоке). Но кальций присутствует и во многих других сферах повседневной жизни и даже истории.

Белая краска, которой размечают футбольные поля, — это соединение кальция (карбонат кальция). В чуть более твёрдой форме это же вещество известно как мел. Последнюю фразу разгадать совсем не просто. Историки считают, что с ней гладиаторы обращались к императору, выходя на битву в Колизее. А в строительных материалах, использованных при возведении знаменитой арены, есть и кальций.

Вот элемент, который, кажется, присутствует повсюду — от жизни до смерти. Его определённо стоит изучить.

КАК ВЫГЛЯДИТ КАЛЬЦИЙ

Сначала скажем, как *не* выглядит чистый кальций: он не сверкает белизной, как хеллоуинский скелет, только что почищенные зубы, мел или знаменитые белые скалы Дувра. Или даже молоко. Но разве не для того ты пьёшь молоко, чтобы кальцием укрепить кости и зубы? Или ты просто запиваешь огромную тарелку пирожных?

Прежде всего кальций — это металл, и ты не удивишься, узнав, что в чистом виде он твёрдый, блестящий, слегка серебристый. Ещё надо иметь в виду, что кальций находится во 2-м столбце Периодической таблицы, а значит, принадлежит к группе щелочноземельных металлов. Вспомни магний (см. с. 119), и ты получишь представление о том, как выглядит чистый кальций.

Так откуда взялась вся эта тема «белого как снег» кальция? Снова обрати внимание на место, которое занимает кальций в Периодической таблице. Он охотно реагирует с другими элементами, и как раз эти его

соединения оказываются белыми. Белый порошок, который насыпают в бассейн каждый вечер? Весьма вероятно, гипохлорит кальция. Зубная паста, обещающая ослепительную улыбку? Наверное, в ней есть трикальцийфосфат.

КОГДА ОТКРЫЛИ КАЛЬЦИЙ

Имя элемента образовано от латинского *calx* — известь. Та самая известь, которую используют, чтобы наносить разметку на футбольные поля. Речь идёт о карбонате кальция ($CaCO_3$), на основе которого делают строительный цемент. Оно же известно и под другим названием — известняк. Ты же видел снимки римского Колизея? Он построен из известняка и извести более 1900 лет назад и до сих пор стоит (ну разве что частично был разобран).

Это соединение кальция было не единственным, которое приносило пользу древним людям. Хотя римлянам было неизвестно, какие химические явления стояли за их технологиями, они знали, что, нагрев известняк и смешав его с водой, можно получить ещё более ценный строительный материал — цемент. Сегодня мы скажем, что при нагревании известняка ($CaCO_3$) из него выделяется двуокись

углерода (CO_2). То, что остаётся, — это окись кальция (CaO). Смешав её с водой, получают цемент. Постоянным здесь остаётся кальций (Ca).

Современное открытие кальция — это история щедрости и сотрудничества. Сэр Хэмфри Дэви — один из величайших охотников за элементами в истории — в 1808 году сумел выделить небольшое количество кальция. Он сообщил о своём открытии в Лондонское королевское общество — ведущую британскую научную организацию, отметив, как невероятно трудно оказалось получить в этом опыте даже небольшое количество чистого вещества.

А вскоре Дэви получил письмо из Швеции. Оно было от известного химика Йенса Берцелиуса. Шведский коллега рассказал, что, если пропустить электрический ток через ртуть и окись кальция, можно получить смесь ртути и кальция. Этого оказалось достаточно, чтобы Дэви смог получить больше кальция, разделив два этих элемента.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ КАЛЬЦИЙ

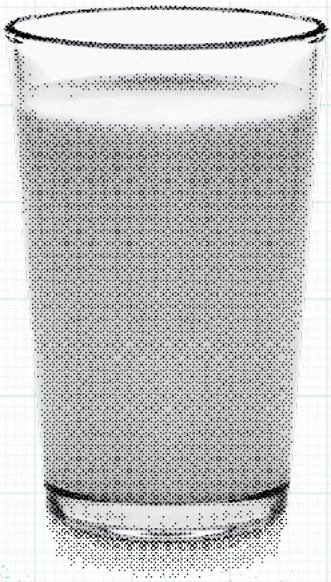
Когда ты будешь у доски искать на карте Средиземное море, вспомни долгую историю мела. Англосаксы, заселившие Британию около 500 года, называли карбонат кальция (мел) *hwiting-melu* — отбеливающий порошок. Именно белый цвет ряда соединений кальция, как и их скрепляющие свойства, столетиями делали их привлекательными для людей. Кроме того, многие народы верили, что белый цвет — признак Божественного.

Польза соединений кальция подчас связана и с другим свойством этого вещества: щёлочностью — помнишь магний (см. с. 119)? Кальций (чаще всего в соединении с другими элементами) нейтрализует кислоты.

Например, содержащие кальций удобрения помогают сбалансировать кислые почвы, чтобы они каждый год давали хорошие урожаи.

Из-за способности легко образовывать связи кальций широко используется в промышленности. Это эффективное средство для извлечения таких металлов, как торий и уран (см. с. 262), из их соединений. Кальций также отделяет примеси неметаллов от металлов и сплавов, а его соединение с хлором (хлорид кальция) — превосходный зимний антиобледенитель.

А что с рекомендациями пить молоко, поскольку оно богато кальцием? Кальций в сочетании с фосфором придаёт нашим костям необходимую прочность, благодаря чему мы можем стоять и ходить. Но наши кости иногда всё-таки ломаются, и для их восстановления нужно ещё больше кальция. Нервным клеткам и мышцам также необходим кальций, и если его становится мало, организм обращается за ним в ближайшее «хранилище кальция» — наши кости. Если эту потерю кальция мы не восполняем, кости теряют прочность.



БАРИЙ: НЕ ОЧЕНЬ ВКУСНАЯ КАША

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Желудок на рентгеновском снимке увидеть трудно, и врачам непросто диагностировать язвы (дырки в стенках желудка). На помощь приходит элемент барий, один из родичей кальция, стоящий во 2-й группе двумя рядами ниже него. Барий очень плотный щелочноземельный металл. В отличие от мягких тканей желудка барий на рентгеновском снимке отчётливо виден. Так что, покрыв внутреннюю поверхность желудка соединением бария (сульфатом бария), врачи могут получить представление о том, что делается в желудке.

Сульфат бария иногда смешивают с водой или с манной кашей. Отсюда и пошло название «бариевая каша».

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Принимая во внимание важность кальция для нашего здоровья, опасен не элемент, а его недостаток. Если организм использует больше кальция, чем его поступает внутрь, то кости ослабевают, становятся хрупкими, ломаются — это называется остеопорозом.

Так как же избежать этой опасности, если тебе вдруг надоело пить молоко? Свою порцию кальция ты можешь получить из обычной капусты. Не пойдёт? А как насчёт брокколи или красной фасоли? Хорошо, в крайнем случае остаётся молочный шоколад!

Перед рентгеновским исследованием нужно поголодать, потому что желудок должен быть пустым. Затем ты выпиваешь около трёх чашек напитка на основе бария. На вкус он немного напоминает мел, и это неудивительно, ведь барий — родственник кальция. За несколько минут желудок покрывается изнутри барием, и всё готово для рентгеновского исследования. Классно!

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

«Время вспять не повернуть!» Ты наверняка часто слышал такое. Это значит, что ты не сможешь сделать целым окно, которое только что разбил мячом, или вернуть в чашку молоко, пролитое на пол. Но есть интересные опыты с «поворотом вспять», в том числе и вот такой, с участием кальция.

ОПЫТ 19 ВРЕМЯ: 2 ДНЯ

НЕ ТАКОЕ УЖ И МЯГКОЕ

Первый этап этого опыта для тебя уже не нов — он демонстрирует, как уксусная кислота разъедает скорлупу яйца.

Но на втором этапе происходит настоящее волшебство. Время словно идёт вспять, и скорлупа опять становится твёрдой. И кто стоит за этим? Кальций, конечно, кальций!

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Уксус
- Стакан или кувшин (объёмом больше, чем чашка)
- Сырое яйцо
- Блюдце

ПРИСТУПИМ!

1. Налей в стакан или кувшин уксус.
2. Осторожно положи в него яйцо, слегка надавив пальцем, чтобы ещё раз почувствовать, какое яйцо твёрдое.
3. Оставь его в уксусе на один день.

4 Осторожно вылей жидкость из стакана и достань яйцо. Ты почувствуешь, что скорлупа стала заметно мягче, она немного похожа на резину. Это был первый этап опыта, его можно назвать «резиновое яйцо».

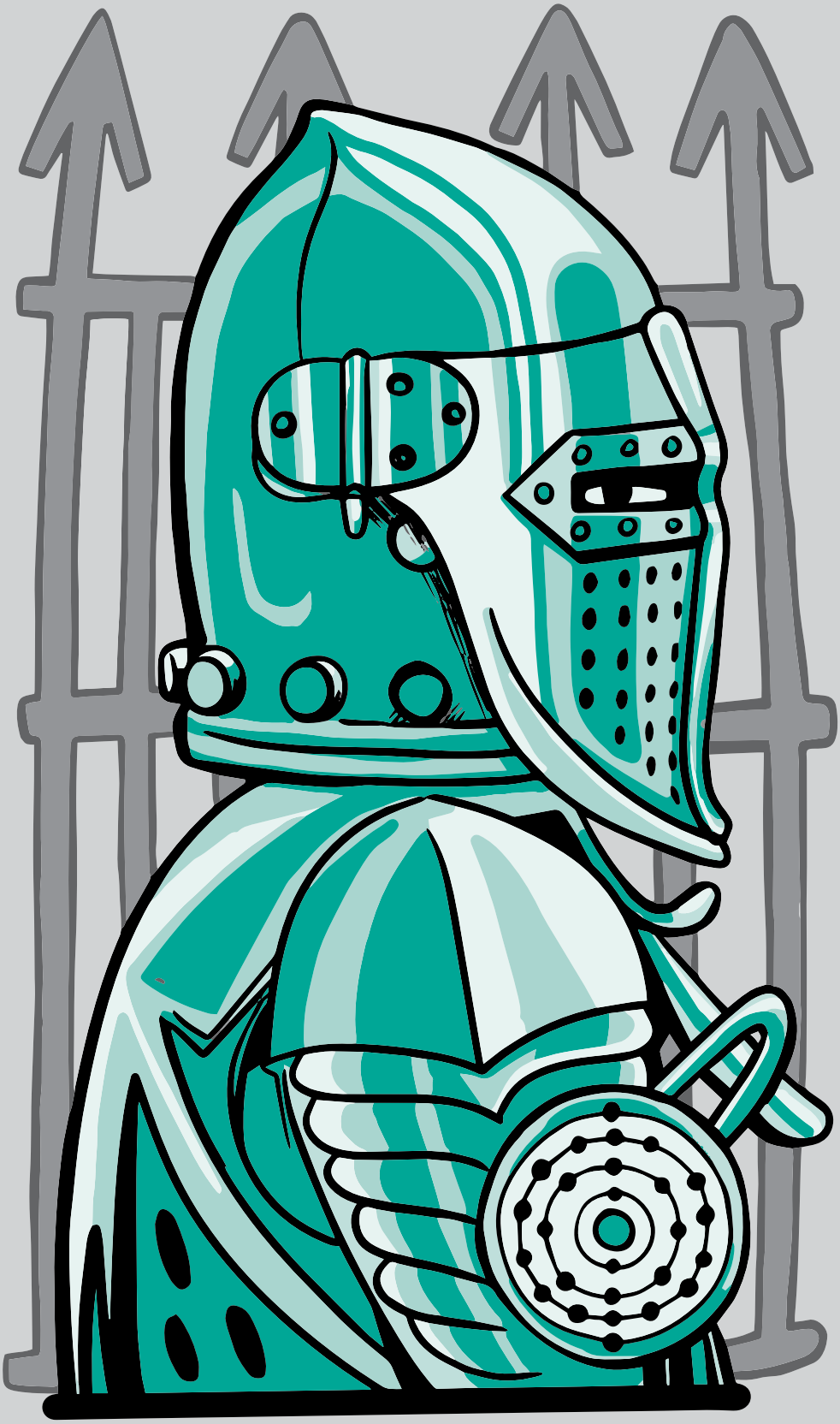
5 Переходи ко второму этапу. Положи яйцо на блюдце и снова оставь на один день.

6 Опять потрогай яйцо. Оно стало твёрже?

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

На первом этапе опыта уксусная кислота вступила в реакцию со скорлупой, состоящей в основном из карбоната кальция. Наверное, ты заметил, как из скорлупы выходили мелкие пузырьки. Это был углекислый газ. Реакция продолжалась, пока не был израсходован весь углерод в скорлупе. К тому времени скорлупа стала довольно мягкой.

Во время второго этапа опыта оставшийся кальций соединился с большим количеством углерода, чтобы снова образовать карбонат кальция. И где он добыл этот углерод? Сделай вдох, и ты тоже его добудешь. Правильно — из воздуха, в котором много углекислого газа.



Атомное число: **26**	Электронов на внешней оболочке: **2***
Атомный вес: **55,845**	Точка плавления: **1538 °C**
Символ элемента: **Fe**	Точка кипения: **2861 °C**

ГЛАВА 17

ЖЕЛЕЗО

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Некоторые элементы не нуждаются в представлении — их репутация уже настолько устоялась, что все знают, как они важны. Но не важнее железа.

Древние египтяне считали его даром богов. Вещество, которое вывело на новый уровень производство инструментов, кораблей, оружия. Синоним силы, необходимый компонент каждого красного кровяного тельца в твоём теле, сердцевина небоскрёбов и единственный элемент, в честь которого названа целая эпоха... Железо — суперзвезда в Периодической таблице — и во Вселенной!

И всё же, при всей его мощи и универсальности, железо легко поставить на

* О валентных электронах у переходных металлов читай на с. 202.

колени (или сломать), оставив лицом к лицу с кислородом. Однако если при плавлении добавить к нему немного примесей, то эта смесь может стать гораздо прочнее. Так кто же победит: Железный человек или Стальной человек? Читай дальше.

КАК ВЫГЛЯДИТ ЖЕЛЕЗО

Чистое железо при комнатной температуре — твёрдый серебристо-серый металл. Он пластичный, то есть его можно вытянуть в тонкую проволоку. Но ты, вероятно, сталкивался с химической реакцией, которая происходит, когда на железо воздействуют воздух и вода: оно ржавеет (окисляется), шелушится и становится слабее. Образующиеся красновато-коричневые хлопья — это окиси (ржавчина).

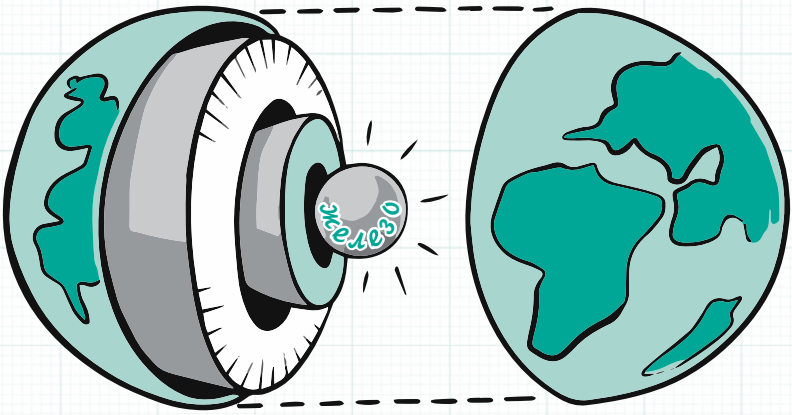
Но, к счастью, железо можно превратить в куда более прочную сталь; оно легко образует сплавы с другими металлами. И железо со множеством его сплавов можно использовать самыми разными способами.

КОГДА ОТКРЫЛИ ЖЕЛЕЗО

Кто открыл этот элемент, неизвестно. Почему? Да потому, что это случилось примерно 7000 лет назад. Железо широко распространено и очень важно для нас, но найти его в чистом виде нелегко. Почти наверняка в те давние времена люди впервые обнаружили и стали использовать железо из метеоритов, прилетевших из космоса и упавших на Землю; этого вещества в них было очень

много. Железные бусы и ожерелья, найденные в египетских гробницах, вероятно, были сделаны именно из него. Кстати, египтяне называли железо «ба-не-пе», что значит «металл с небес». Вот так...

Короче, железо кучами вокруг не валяется. Если не считать ядра Земли диаметром 7000 км, которое целиком состоит из железа. Но тонны его, точнее, сотни миллионов тонн, спрятаны в рудах на поверхности земли или прямо под ней. И около 3500 лет назад люди (сначала, наверное, на территории современной Турции) стали выплавлять его, то есть при очень высоких температурах и с применением некоторых химикатов высвобождать из руды чистый металл.



Так начался железный век, который получил название от разнообразных орудий труда и оружия, сделанных из этого металла. Однако с железом происходит одна забавная штука. Оно давно заработало репутацию «крепкого парня», но, если в процессе плавки его слегка «испачкать», железо станет ещё крепче!

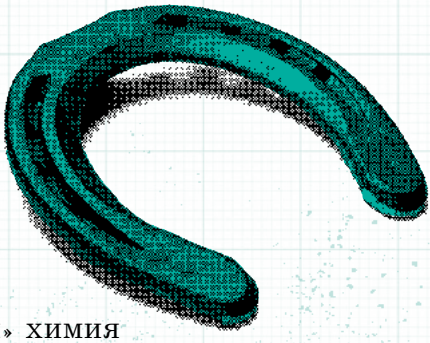
Первое, что приходило в голову, — смешивать железо с углём, так как процесс плавки требовал постоянного жара, а топливом служил как раз уголь. Но вспомни: уголь — это чистый углерод, и, смешивая его с железом, ты смешиваешь два элемента. А сочетание углерода и железа создаёт действительно

сильный и прочный сплав: сталь. Сталь содержит от 0,2 до 2,1% углерода; именно углерод придаёт стали прочность.

Ты, наверное, сейчас думаешь, что в этой главе не встретишь имён сэра Хэмфри Дэви и Антуана Лавуазье, и ты прав. К тому времени, когда работали эти два неуёмных химика, железо (под своим подтверждённым названием) использовалось уже много столетий.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ЖЕЛЕЗО

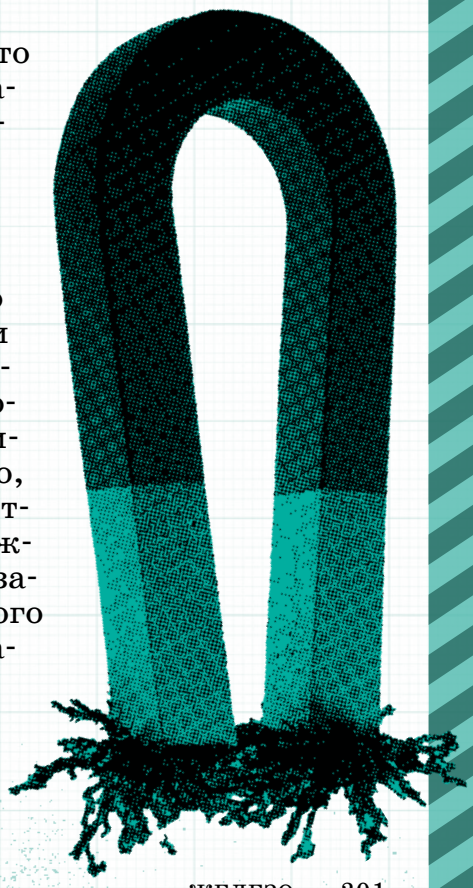
Во времена древних греков и римлян железо использовалось практически повсюду. Его символ Fe взят из латинского слова *ferrum* — железо. Римский автор Плиний Старший, живший около 2000 лет назад, заметил: «Именно с помощью железа мы строим дома, раскалываем камни и выполняем множество других полезных для жизни дел».



Плиний был умным человеком, и ещё он, кажется, умел заглядывать в будущее, по крайней мере, в том, что касается железа. Уж не о войнах ли XX и XXI веков он написал: «Но тем же самым железом мы производим битвы и грабежи и употребляем его не только в рукопашной схватке, но и на расстоянии, в виде оперённых стрел, посланных из машин»?

Сегодня мы привыкли видеть железо повсюду. Это наименее дорогой и наиболее широко используемый металл; на него приходится около 95% всей металлической продукции в мире. Секрет его успеха — помимо изобилия и низкой стоимости элемента — заключается в удивительном разнообразии полезных форм, которые можно придать железу литьём, сгибанием или ковкой.

Но важнее всего то, что железо — краеугольный камень человеческого здоровья. Оно обеспечивает жизнь, перенося кислород (в красных кровяных тельцах) во все части нашего тела. (Забавно представить, что внутри нас есть крохотные кусочки железа, правда?) А способность железа притягиваться к магниту (и то, что само железо становится магнитом) остаётся важным — и всё ещё слегка загадочным — свойством этого элемента. Учёные полагают, что птицы используют магнитные сигналы из глубины Земли, чтобы ориентироваться в своих долгих перелётах.



ПЕРЕХОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ: РАЗНЫЕ ПРАВИЛА ИГРЫ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Наверное, ты заметил: до сих пор все элементы, о которых ты тут читал, стояли в 1-м, 2-м и с 13-го по 18-й столбцах Периодической таблицы. И об этих элементах можно точно сказать, что последняя цифра столбца совпадает с числом электронов на их внешней оболочке (валентностью). Все они — главные элементы своих групп. Но железо является для нас первым примером переходного металла.

Переходные металлы стоят в 3–12-й группах Периодической таблицы. Они по-разному заполняют свои электронные оболочки, так что правило октета тут не работает. Чтобы понять, почему эти металлы ведут себя по-особому, тебе понадобится чуть больше школьной химии (оказывается, у электронных оболочек могут быть субоболочки). Но пока что ты можешь побольше узнать об их поведении в этой и в следующих двух главах (о меди и цинке).

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Вполне очевидно, что из железа всегда делали очень опасные вещи, например оружие. Конечно, такой надёжный, прочный, универсальный и распространённый элемент, как железо, несёт опасность, неотъемлемую от его положительного вклада в человеческую жизнь. Но опасно железо не только как оружие. Возможно, ты удивишься, узнав, что нехватка железа в твоём рационе может вызвать ряд неприятностей. Одна из худших — трудность в обучении чему-либо. Но и избыток железа может привести к проблемам. Обычно это бывает с детьми, съевшими очень много витаминов, в состав которых входит железо. Так что будь очень, очень осторожен, принимая витамины, и убедись, что рядом взрослый, который проследит за тем, что ты принял! Избыток железа может привести к болям в желудке и запорам, а очень высокая доза его может быть смертельной.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Ха-ха-ха, приятель! Ты будешь наказан раскалённым докрасна железом — приготовься сделать последний вдох! Что это ты говоришь: «экзотермический»? Никаких научных слов, приятель!

ОПЫТ 20 ВРЕМЯ: 15 МИНУТ

ГОРЯЩЕЕ ЖЕЛЕЗО (НУ ПОЧТИ)

Да, в этом опыте ты будешь иметь дело с разогретым железом, но не бойся — о твоём последнем вдохе речь не идёт. Зато ты обратишь внимание на один аспект химической реакции, который раньше вряд ли замечал.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Стальная губка
- Стакан
- Белый уксус
- Градусник
- Стеклянная банка с крышкой — лучше всего высокая и узкая
- Карандаш и бумага

ПРИСТУПИМ!

1. Возьми небольшой кусок стальной губки.
2. Положи его в стакан.
3. Наполни стакан уксусом и оставь на 1 минуту.
4. Достань стальную губку и отожми уксус.

5. Воткни градусник в губку (или намотай её на градусник).

6. Помести губку с градусником в банку так, чтобы была видна температура.

7. Закрой крышку и измерь температуру.

8. Записывай изменение температуры каждую минуту в течение 10 минут.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

На первом этапе уксусная кислота разъела защитные вещества на поверхности стальной губки. Значит, железо (сталь) оказалось на воздухе и может реагировать с кислородом в нём. Этот процесс известен как окисление, а его результат — ржавчина. Но реакция окисления ещё и экзотермична, то есть выделяет тепло. Вот почему температура должна повыситься (тем более что ты удерживаешь тепло крышкой).

Атомное число: **29**	Электронов на внешней оболочке: **2***
Атомный вес: **63,546**	Точка плавления: **1084.62 °C**
Символ элемента: **Cu**	Точка кипения: **2562 °C**

ГЛАВА 18

МЕДЬ

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Когда ты вспоминаешь о золоте или серебре, на ум сразу приходят мысли о богатстве — короли, пересчитывающие во дворце золотые монеты, испанские галеоны, плывущие из Нового Света с сокровищами ацтеков и инков. А какие образы всплывают при слове «медь»? «Гроша медного не стоит»... медная труба под раковиной в старом доме...

Конечно, люди всегда предпочитали иметь запасы золота или серебра, а не кучу меди, но представь себе, сколько стоил бы твой дом, будь в нём провода из драгоценных металлов? И как бы ты себя чувствовал, жаря котлеты на золотой или серебряной сковороде?

---

* О валентных электронах у переходных металлов читай на с. 202.

Так что меди незачем оправдываться. И кстати, стоит соединить медь с оловом (см. с. 230), и ты получишь бронзу, а её имя тоже носит важная историческая эпоха — бронзовый век. А вот золотой век и серебряный век ты можешь встретить только в мифах и легендах.

КАК ВЫГЛЯДИТ МЕДЬ

Вот где медь имеет все шансы отличиться. Это металл, цвет которого не серебристо-серый. Из более чем сотни элементов-металлов в Периодической таблице этим могут похвастаться ещё только два — золото и цезий.

Но если медь не серебристо-серая, то какая? Характерного красновато-оранжевого цвета, который называют... медным! Между прочим, есть мнение, что прозвище американских полицейских — «коп» — происходит от медных (*copper*) пуговиц, некогда украшавших их мундиры.

Медь — металл прочный. Хотя она окисляется (реагирует с кислородом на влажном воздухе), но не разрушается, как ржавеющее железо, а образует соединение окись меди, которое служит защитой от дальнейшего окисления. Это зеленоватое соединение называют патиной — её можно наблюдать на некоторых медных статуях, стоящих на открытом воздухе.

КОГДА ОТКРЫЛИ МЕДЬ

Пусть у меди нет яркого обаяния некоторых других металлов — у неё есть история, и очень долгая: медь помогает людям не меньше 10 000 лет. Видимо, она была первым металлом (не считая метеоритного железа), который люди стали обрабатывать.

Находки на Ближнем Востоке свидетельствуют, что древние рудокопы добывали

ПОДСКАЗКА ВО ЛЬДУ

В сентябре 1991 года два туриста сообщили, что нашли в итальянских Альпах замёрзшее тело несчастного альпиниста, который, должно быть, умер несколькими годами ранее. Вскоре выяснилось, что тут дело не полиции, а археологов. Исследования показали, что Ледяной человек Эци (названный в честь Эцитальских Альп, где он был найден) пролежал во льду более 5000 лет.

Эци досконально изучили, чтобы выяснить, какой была жизнь в то далёкое время. Самой важной находкой оказался его медный топор. Учёные провели испытания копии этого топора; оказалось, что им можно срубить толстое дерево чуть более чем за полчаса — неплохо для такой древности! Топор рассказал кое-что и о самом человеке. В то время только у вождей и высокопоставленных воинов были орудия труда и оружие из драгоценной меди. Почему же Эци оказался так высоко в горах?

Согласно одной из версий, он был вождём племени, а заодно старателем, искавшим новые залежи меди.

медную руду из горных пород, они измельчали её и разогревали в печах до точки плавления меди — 1084,62 °C. (Пепел из этих археологических объектов показывает, что такой температуры достигали, сжигая уголь.) Расплавленная медь выливалась и охлаждалась; этот процесс повторялся несколько раз, чтобы очистить металл от загрязнений. Наконец, чистую медь разливали по каменным формам, чтобы получить оружие, украшения и орудия труда.

Ко времени Древнего Рима большая часть меди добывалась на средиземноморском острове Кипр. Это отражено в современном символе элемента Cu: первоначально на латыни он назывался *aes Cyprium* («металл с Кипра»), потом это название было сокращено до *cuprum*.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ МЕДЬ

Медь не только первый металл, который люди стали добывать и использовать, но и один из самых полезных. Она податлива (ей легко придавать форму), ковка (её можно вытянуть в тонкую проволоку) и хорошо прово дит электричество. Все эти три качества сделали медь незамени мой для изготовления электрической проводки.

Медь отлично проводит тепло не тускнеет (не теряет блеск из-за химической реакции окисления) — идеально для сковородок и кастрюль! Городок на севере Франции Вильдьё-ле-Поэль (что значит «Божий город сковородок») приобрёл всемирную известность благодаря своей кухонной продукции из меди. Но медь годится не только для кухни. Она много, где встречается: электрическая проводка, саксофоны... и не забудь те 80 тонн меди, что пошли на статую Свободы в Нью-Йорке!

Медь используют сотнями

действительно лежит в основе современной жизни: медные провода необходимы в производстве и передаче электроэнергии. Ты часто держишь её в руках — например, из медно-никелевого сплава сделаны российские монеты достоинством 1 и 2 рубля, которые выпускались с 1997 по 2009 год.

Встреча с семьёй

28 Ni

МЕТАЛЛЫ ДЛЯ МОНЕТ: ЦЕННЫЕ СОСЕДИ?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Ближайший сосед меди по 4-му ряду (периоду) Периодической таблицы — никель (Ni). Если вспомнить, что мелкие деньги веками

делались из меди, не покажется удивительным, что металлы для монет более высокого достоинства находятся где-то рядом. Сплав меди и никеля используется в монетах разных стран. Но ниже меди есть ещё два интересных металла, благодаря которым (наряду с медью) 11-ю группу называют монетной: серебро и золото. Вот уж семейка так семейка!

Но насколько они ценны? Все эти металлы торгуются на биржах, и их цена за тонну всё время колеблется — вверх-вниз, точно так же, как стоимость валют или акций. Вот сколько каждый металл стоил в начале 2019 года (указана цена в долларах за тонну металла):

МЕДЬ ⟶ $6488	НИКЕЛЬ ⟶ $12 935
СЕРЕБРО ⟶ $640 000	ЗОЛОТО ⟶ $39 168 000

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Медь — один из самых безопасных элементов, и она сама хорошо известна как средство защиты от разных опасностей. Болезнетворные микроорганизмы (микробы) плохо выживают на медных поверхностях, поэтому во многих больницах на дверях и шкафах есть медные ручки. Медь вступает в химические реакции с рядом белков, жиров и других веществ, которые присутствуют в микробах — это затрудняет размножение последних или уничтожает их.

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Следующий эксперимент довольно... не могу подобрать другого слова, кроме «таинственный». Тебе, наверное, тоже так покажется, но с тем же успехом ты мог бы сказать «крутой» или «потрясающий». Это один из немногих экспериментов в книге, для которых надо будет кое-что купить. Но ты убедишься, что оно того стоит.

ОПЫТ 21 ВРЕМЯ: 1 МИНУТА

ДА ПРЕБУДЕТ С ТОБОЙ СИЛА

Большинство составляющих для опытов, описанных в этой книге, есть у тебя дома. Но в данном случае их у тебя может не найтись. Тем не менее ты не потратишь деньги впустую. Один из компонентов пригодится для ремонта сантехники.

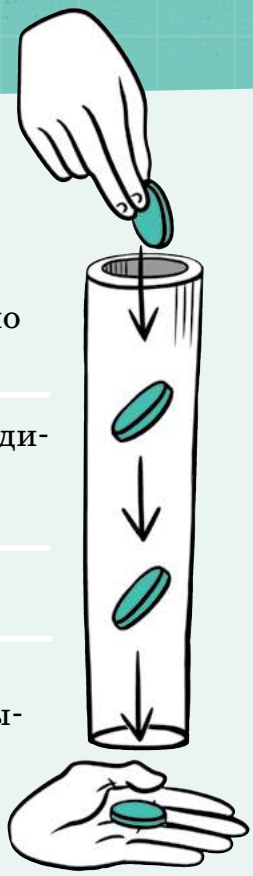
А другой... Он такой крутой, что ты тоже не будешь против. Это неодимовый магнит — не поленись купить парочку таких в магазине бытовой техники.

Но стоит ли затруднять себя, чтобы заполучить эти особые компоненты? Стоит, и ты убедишься в этом сразу, так как эксперимент займёт всего мгновение. Но результат будет волшебным: ты бросишь вызов гравитации или, по крайней мере, замедлишь её действие. Всё дело в силе электромагнитных волн.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- 1—1,2 м медной трубы (диаметром примерно 2 см — обычный размер для сантехники)
- Один или два дискообразных неодимовых магнита (диаметром чуть меньше диаметра трубы)

ПРИСТУПИМ!



1. Возьми трубу; расположи её вертикально, так, чтобы было удобно заглянуть в неё сверху.

2. Возьми магнит (или два, соединив их вместе) и держи над трубой.

3. Отпусти магнит и наблюдай.

4. Тебе покажется, что они не столько падают, сколько плывут вниз.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Медь отлично проводит электричество, но магнитными свойствами не славится. Если ты положишь магнит на лист меди, он, вероятно, не притянется, но если заручиться помощью другого элемента, неодима (Nd), всё изменится. Неодимовые магниты — самые мощные постоянные магниты из общедоступных. В этом опыте мощное магнитное поле падающего неодимового магнита создаёт в меди электрический ток (называемый вихревым током). И этот ток в свою очередь создаёт собственное магнитное поле, потому что электричество и магнетизм тесно связаны. Два поля перекрываются, заставляя падающий магнит замедляться.

Атомное число: **30**	Электронов на внешней оболочке: **2***
Атомный вес: **65,409**	Точка плавления: **419,53 °C**
Символ элемента: **Zn**	Точка кипения: **907 °C**

ГЛАВА 19

ЦИНК

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Ты когда-нибудь слышал про «Каламин»? Это розоватый крем или лосьон, и он отлично помогает от солнечных и обычных ожогов, ветрянки и укусов насекомых. Но знаешь ли ты, что основным компонентом этого крема и лосьона является элемент цинк в виде его соединения — окиси цинка (ZnO)? И что много лет назад твоя мама, возможно, использовала его, чтобы справиться с твоей младенческой сыпью? (Ты, наверное, даже не хочешь думать об этом.)

* О валентных электронах у переходных металлов читай на с. 202.

Но уход за кожей и борьба с младенческим плачем — не главная заслуга цинка. Он очень важен для твоего роста и развития, не говоря уж о пищеварении и способности бороться с самыми разными заболеваниями, в том числе инфекционными. И это только часть того хорошего, что цинк снова и снова делает для людей. Помнишь, как, добавив к железу немного углерода, мы получаем нечто более твёрдое — сталь? Но даже сталь нуждается в некоторой защите от ржавчины и коррозии. Вот тут в дело и вступает цинк. Да, кстати, латунь — это сплав меди и... цинка!

КАК ВЫГЛЯДИТ ЦИНК

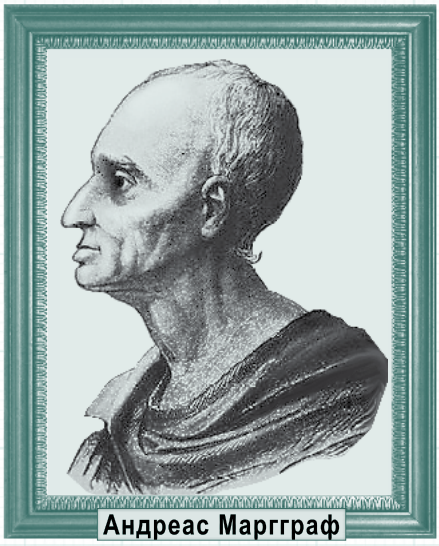
Цинк — голубовато-белый или голубовато-серебряный твёрдый металл. При комнатной температуре он довольно хрупкий, но при температуре кипения воды (100 °C) становится

более податливым (способным принимать разные формы при обработке).

Обнаружить цинк в его естественном виде довольно трудно; обычно он находится в рудах — сфалерите (смесь цинка, серы и железа) и каламине (цинк, кислород, железо и иногда углерод). Но большинству из нас цинк известен по самому известному сплаву с ним — латуни. Из неё делают трубы, тубы и тромбоны.

КОГДА ОТКРЫЛИ ЦИНК

Соединения цинка были известны на протяжении тысячелетий, но их почти не исследовали и не использовали. Всё изменилось примерно тысячу лет назад, когда в Китае и Индии начали их выплавлять. Развитие торговли с Азией позволило европейцам познакомиться с этими соединениями, а европейским учёным — изучить четыре новых элемента. В 1746 году немецкий химик Андреас Маргграф выделил чистый цинк и идентифицировал его как полноправный элемент.


Андреас Маргграф

Некоторые утверждают, что слово «цинк» образовано от немецкого *Zinke* (зуб, зубец), потому что после выплавки образуются острые кристаллы цинка. Другие не соглашаются, заявляя, что оно ближе к старому персидскому слову *синг* — камень.

МИКРОЭЛЕМЕНТ

О цинке часто говорят как о микроэлементе, важном для растений и животных (включая человека). Микроэлементы необходимы для жизни, хотя и не в таких больших количествах, как другие элементы. Например, людям (как и всем млекопитающим) необходимо очень много углерода, водорода, кислорода и азота.

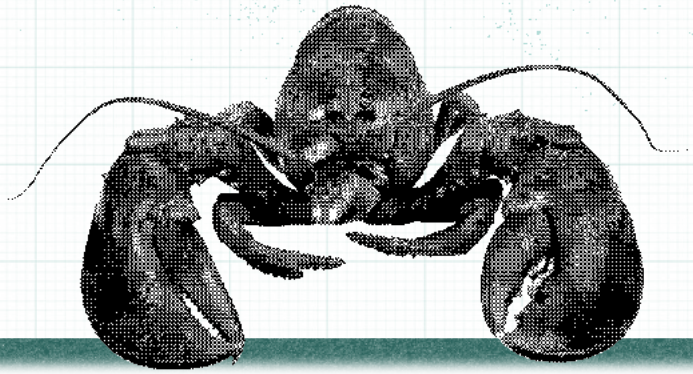
Не менее важны кальций, фосфор, калий, сера, натрий, магний и хлор. Нашим телам нужны и другие элементы — цинк, а также железо, медь, иод, но уже в совсем малых количествах, поэтому они называются микроэлементами.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ЦИНК?

Цинк относительно недорогой металл, и это оказалось очень удобно для монетного двора США, отвечающего за производство монет в этой стране. Монета в один цент (пенни) считается медной и какое-то время (в 1793–1837 годах) действительно была из

чистой меди. Но потом в неё прокрался цинк вместе с оловом, а затем и никелем, и на него стало приходиться 5% состава монеты.

А потом случилось нечто и вовсе странное. Цент обесценился, в то время как стоимость меди выросла. К началу 1980-х годов меди в пенни было больше, чем на цент. Правительство США теряло деньги на каждой



ЦИНК В ТВОЁМ МЕНЮ

Знаешь, в какой еде содержится много цинка? В красном мясе, морепродуктах, шпинате, молочных продуктах и даже в кленовом сиропе. Но в некоторых странах (где почвы бедны цинком) эти продукты не распространены, особенно в Азии, где основной культурой является рис. Специалисты Организации Объединённых Наций ищут способы внесения цинка в почву в этих районах. Земледельцы выиграют, потому что цинк может увеличить урожай на целые 30%! А у местных жителей станет лучше со здоровьем.

одноцентовой монете! И вот с 1983 года каждый цент на 95% сделан из цинка, а остальные 5% — из меди (покрытие).

Итак, цинк на первый взгляд не поражает воображение, как драгоценное золото или взрывоопасный фосфор. В конце концов, мы не слышим о катастрофических взрывах цинка, о цинковых миллионерах, о дерзких похищениях цинка. Однако вспомни, сколько людей считают самым красивым и романтичным городом мира Париж. С высоты Эйфелевой башни открывается вид на крыши французской столицы, которые вдохновляли поэтов и художников с 1860-х годов, когда по местным законам все новые крыши покрывали оцинкованными листами... Парижане, должно

быть, действительно любят этот элемент, потому что стойки в большинстве кафе также оцинкованы. И когда французы идут в бар, они говорят, что собираются «в цинк».

Встреча с семьёй

31 Ga

ГАЛЛИЙ: ТРИУМФ МЕНДЕЛЕЕВА

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Читая обо всех этих элементах, не забудь отдать должное нашему старому приятелю Дмитрию Ивановичу Менделееву, русскому учёному, который в XIX веке создал Периодическую таблицу. Он не только расположил все известные элементы по периодам и группам, но пошёл ещё дальше. Менделеев оставил в своей таблице пустые места для элементов, которые, по его убеждению, должны существовать, но ещё не были найдены.

Элемент, который мы знаем как галлий, первым доказал правоту великого химика — и ещё при его жизни. Менделеев оставил пустую клетку справа от цинка. Она предназначалась для элемента с атомным числом 31. Почему именно там? Потому что Менделеев

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Угрозы, которые несёт цинк, связаны не с прикосновением к нему или взрывами, а с его значением для человеческого организма. И проблемы возникают не из-за избытка, а из-за недостатка цинка. Дефицит цинка может привести к задержке роста, диарее, пневмонии и даже раку. Этот дефицит гораздо чаще встречается в развивающихся странах (таких, в которых мало современной промышленности). По оценкам некоторых учёных, ежегодно 800 000 человек умирают, потому что не получают достаточного количества цинка с едой или пищевыми добавками.

точно предсказал, что неизвестный элемент будет вести себя, как алюминий, который стоит как раз над местом под номером 31.

В 1875 году француз Поль-Эмиль Лекок де Буабодран открыл элемент, почти полностью совпавший с предсказаниями Менделеева. Химик назвал его галлием (от латинского наименования Франции — Галлия).

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Как и олово (см. с. 229), цинк часто используют для защиты других металлов от окисления. Этот процесс называют гальванизацией — он состоит в том, что какой-то металл покрывают тонким слоем другого металла, в данном случае цинка. Часто гальванизируют гвозди (по очевидным причинам), и для своего опыта тебе понадобится парочка таких.

ОПЫТ 22 ВРЕМЯ: 10 МИНУТ

ТЫ ЗАВЁЛ КАРТОФЕЛЬНЫЕ ЧАСЫ?

Ответ — да, и энергию для них обеспечишь ты. Хотя, возможно, лучше сказать, что энергию дадут две картофелины. Или, точнее, воткнутые в них оцинкованные гвозди. Или, ещё точнее, электроны, бегущие из оцинкованных гвоздей, воткнутых в картофелины.

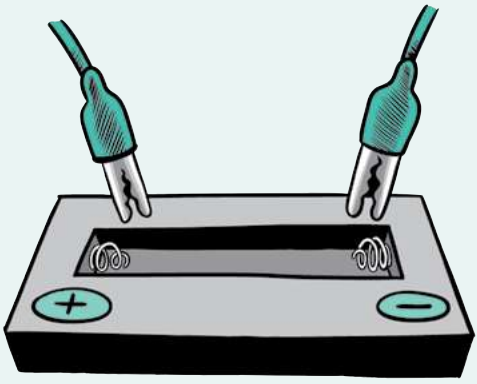
Звучит похоже на «Дом, который построил Джек», верно? Ладно, не заморачивайся, возьми всё необходимое на кухне, в ящике с инструментами и (возможно) с прикроватной тумбочки, и давай разбираться. В общем, пора начинать.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Низковольтные светодиодные часы (с батарейками на 1 вольт или 2 вольта)
- 2 оцинкованных гвоздя (убедись, что они, и правда гальванизированы — спроси взрослых)
- 2 картофелины
- 2 куска медной проволоки длиной по 7,5 см каждый
- 3 блока проводов с зажимами «крокодил» (короткие куски гальванизированного провода с зажимами типа «крокодил» на каждом конце)

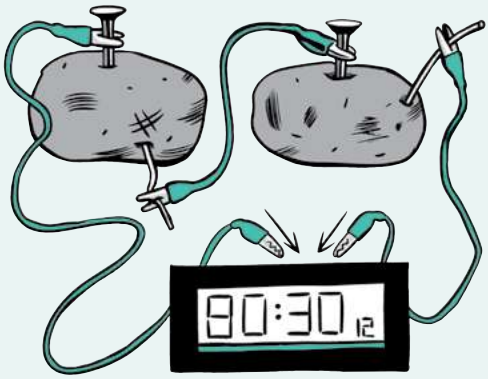
ПРИСТУПИМ!

1. Вынь из часов батарейку.
2. Воткни по гвоздю в каждую картофелину.
3. Воткни медный провод в каждую картофелину (подальше от гвоздей).
4. «Крокодилом» соедини медный провод, выходящий из одной картофелины с «плюсом» (+) в отделении для батареек в часах.
5. Вторым «крокодилом» соедини гвоздь во второй картофелине с «минусом» (–) в отделении для батареек.



6 Третьим зажимом соедини гвоздь в первой картофелине с проводом во второй картофелине.

7 Включи часы. Они должны работать.



ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Картофель работает как электрохимический элемент, в котором химическая энергия преобразуется в электрическую. Цинк (в гвозде) реагирует с медью провода. Картофель содержит фосфорную кислоту, которая вступает в реакцию с цинком и высвобождает из него отрицательно заряженные электроны. В результате атомы цинка становятся положительно заряженными ионами (вспомни, что ионы — это атомы или молекулы с положительным или отрицательным зарядом, в зависимости от того, отдали они или получили электроны). Картофель проводит электроны, но удерживает ионы цинка отдельно от ионов меди. Это означает, что электроны в меди вынуждены двигаться, образуя электрический ток. Именно этот ток и заставляет часы работать.

Атомное число: **50**	Электронов на внешней оболочке: **4**
Атомный вес: **118,710**	Точка плавления: **231,93 °C**
Символ элемента: **Sn**	Точка кипения: **2602 °C**

ГЛАВА 20

ОЛОВО

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Если какой-нибудь элемент и можно описать как «командного игрока», то это, безусловно, олово. Сам по себе этот скромный металл слишком мягкий и гибкий, чтобы соревноваться с такими рабочими лошадками, как железо и алюминий. Но у некоторых из более крепких металлов есть свои недостатки, например склонность ржаветь или тускнеть. И к кому обращаются, чтобы покрыть эти металлы защитным слоем? Правильно, к старому доброму олову.

Но олово используют не только как покрытие. Это компонент очень полезных сплавов. В самом деле, один из важнейших периодов в истории человечества назван в честь сплава олова с медью. Бронзовый

век, начавшийся около 5600 лет назад, ознаменовал прорывной период, когда люди перешли из примитивного каменного века в цивилизацию с письменностью и сложным обществом. Олово спешит на помощь!

КАК ВЫГЛЯДИТ ОЛОВО

При комнатной температуре чистое олово — твёрдый серебристо-белый металл. Он податлив (ему легко придать форму) и ковкий (легко вытягивается в проволоку). В отличие от многих металлов олово не ржавеет при контакте с воздухом. Именно это свойство в сочетании с мягкостью делает его полезным в качестве защитного покрытия для других металлов.

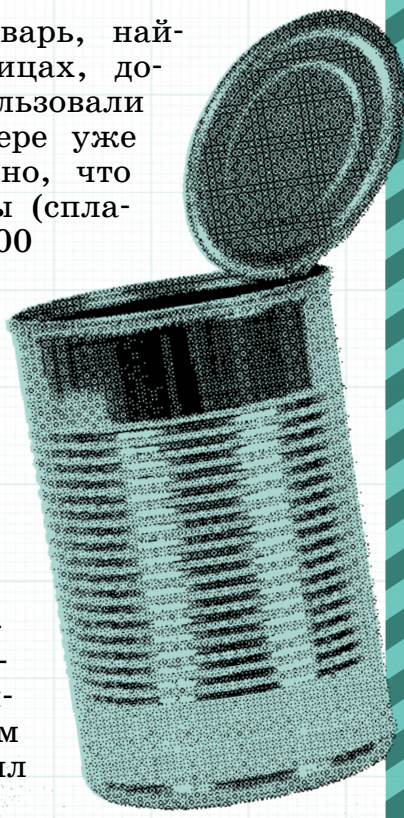
Но при температуре ниже 14 °C с оловом происходит нечто странное. Серебристое твёрдое вещество становится серым. А если

становится ещё холоднее (–10 °C), олово начинает превращаться в серый порошок. Всё потому, что при низких температурах кристаллическая решётка олова перестраивается и образуется новый аллотроп (см. с. 160) Это явление называют «оловянной чумой». Ты поймёшь всю его опасность, когда узнаешь, при каких обстоятельствах оно впервые было обнаружено (см. «Уровень опасности»).

Всё это относится, конечно, к чистому олову. Но настоящий блеск (во многих отношениях) олово приобретает, соединившись с медью и став золотисто-коричневой бронзой — сплавом, который намного крепче, чем каждый из его металлических компонентов по отдельности.

КОГДА ОТКРЫЛИ ОЛОВО

Украшения и домашняя утварь, найденные в египетских гробницах, доказывают, что люди использовали чистое олово по крайней мере уже 4000 лет назад. Поразительно, что найдены предметы из бронзы (сплава олова с медью) ещё на 1500 лет старше. Совершенно независимо друг от друга народы в разных частях света (Ближний Восток, Индия, Китай) 5600–5000 лет назад стали производить бронзу.



Этот прорыв — создание сплава, которому можно придать всевозможные формы и который гораздо твёрже, чем оба его компонента, — совпал с огромными достижениями. В том ли дело, что новый металл

МИКРОБЫ

Микробы — крошечные микроскопические организмы, невидимые невооружённым глазом. Они есть повсюду, и, например, на твоей руке их больше, чем людей на планете. Одни микробы помогают организму, но другие могут вызвать опасные заболевания.

облегчил охоту и земледелие, оставив людям больше времени на развитие письменности, строительных навыков и религиозных верований? Или в том, что бронзовое оружие позволило некоторым общинам победить своих соседей и завоеватели получили дополнительные ресурсы для развития? Какова бы ни была истинная причина, именно добавление 5% олова к 95% меди привело к началу бронзового века.

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ОЛОВО

Как компонент бронзы олово применяется очень широко. Но оно и без того весьма полезно. Олово образует сплавы со многими другими металлами.

В чистом виде тонкий слой олова используют для защиты металлов от коррозии и других химических реакций. «Жестяные» консервные банки на самом деле сделаны из стали или алюминия с защитным покрытием из олова.

В 1950-х годах фторид олова (соединение олова и фтора) добавляли в зубные пасты для предотвращения кариеса. Однако многие люди жаловались на металлический привкус и ощущение песка, так что фторид олова заменили на более приятный фторид натрия. Но некоторые дантисты всё ещё предпочитают

соединение олова — оно лучше нейтрализует разрушающую зубы кислоту, которую производят микробы в рту.

Встреча с семьёй

52 Te

ТЕЛЛУР: ПРОКЛЯТИЕ ДРАКУЛЫ?

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Взгляни на второй элемент справа от олова в 5-м периоде Периодической таблицы. Он называется теллур. Этот редкий металлоид (или

УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ

Олово можно без опасения держать в руках, но давай вспомним об аллотропах. «Оловянная чума» — звучит как что-то очень неприятное... Впервые это явление было обнаружено в орга́нах европейских церквей. Во многих орга́нах есть оловянные трубы, и во многих церквях на севере Европы бывает довольно холодно. Заметив, что трубы их инструментов каждую зиму крошатся и разваливаются, органисты обвинили во всём дьявола.

Зимой 1812 года Наполеон Бонапарт с остатками своей 500-тысячной армии отступал из России. Температура опустилась до −18 °C, и в конце концов домой вернулись только около 30 000 французских солдат. В смерти некоторых из них обвиняли «оловянную чуму» — у французской формы были оловянные пуговицы, которые разрушались при таких температурах, оставляя шинели распахнутыми на русском зимнем ветру.

А в результате разгерметизации паянных оловом бидонов с керосином погибла в 1912 году экспедиция капитана Роберта Скотта к Южному полюсу.

полуметалл) используется для производства сплава со свинцом и искусственного каучука — вот, пожалуй, и всё. Ах да, ещё для изготовления CD и DVD.

Но подойди к нему поближе, и ты почувствуешь ужасный запах чеснока, смертельное проклятие любого вампира. Так уж вышло, что этот мистический элемент был впервые обнаружен в 1783 году в Трансильвании — логове Дракулы!

ОПЫТ *с этим* ЭЛЕМЕНТОМ

Следующий опыт — это исследование роли, которую играет олово в нашей повседневной жизни. Ты поймёшь, почему олово так полезно и какой была жизнь до того, как мы стали его использовать.

ОПЫТ 23 ВРЕМЯ: 3 ДНЯ

ИЗ ЧЕГО СДЕЛАНА КОНСЕРВНАЯ БАНКА?

Для этого простого эксперимента потребуется пустая консервная банка (или несколько, если сначала попадётся не та, что надо). Надеюсь, у тебя найдётся достаточно невыброшенных банок.

ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- Пустая консервная банка
- Магнитик с холодильника
- Наждачная бумага

ВНИМАНИЕ! Не порежься об острые края банки.

ПРИСТУПИМ!

1. Во-первых, проверь, стальная ли это банка, сняв с холодильника магнит. Если банка притянется к нему, то это сталь, если нет — алюминий. Проверь так же другие банки, пока не найдёшь банку из стали.

2. Сними (смой) с банки этикетку.

3 Наждачной бумагой потри поверхность банки (размером примерно 3 на 4 см). Три, пока не увидишь другой цвет.

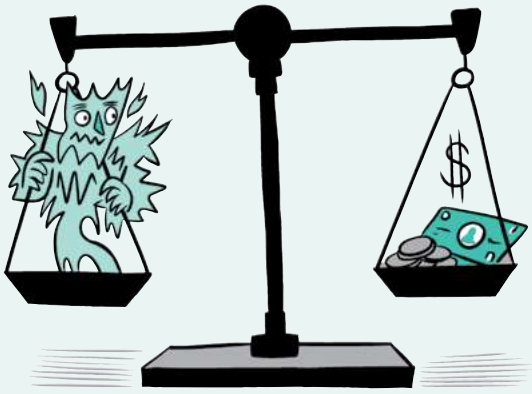
4 Подержи банку под краном с водой секунд 10 и отставь в сторону на несколько дней.

5 Посмотри, какая часть банки заржавела.

ЭЙ, А В ЧЁМ ТУТ ФОКУС?

Это хороший способ узнать, из чего на самом деле сделаны консервные банки. Как только магнит помог тебе определить, что банка не алюминиевая, ты уже знал, что она стальная. То, что ты стёр, было частью тонкого защитного слоя олова. Олово не окисляется (не ржавеет) под воздействием кислорода и воды, поэтому оно защищает металл, который находится под ним. В конце опыта ты увидел, от чего слой олова защищает сталь.

БОНУС: ПОТОМУ ЧТО ТЫ СТОЛЬКО СТОИШЬ



Теперь ты представляешь себе, как выглядят многие элементы, как они себя ведут и как реагируют друг с другом, создавая... да всё на свете! А ещё ты знаешь, что состоишь из сочетания разных элементов — и мы можем определить, сколько тебе пришлось бы заплатить за нужное количество каждого из них.

Итак, ты можешь подсчитать, сколько ты стоишь, точнее, сколько стоят элементы, из которых ты состоишь. Как это сделать? Для начала тебе надо узнать свой вес.

Ниже ты найдёшь таблицу с 12 основными элементами, расположенными в соответствии с тем, сколько на них приходится процентов от массы твоего тела. Подсчитай, сколько килограммов из веса твоего тела приходится на каждый элемент. Из таблицы ты узнаешь, сколько стоит килограмм каждого элемента (в долларах). Цифры приблизительные (ведь они всё время меняются), но представление ты получишь. Теперь ты можешь

подсчитать, на какую сумму в тебе каждого элемента, и узнать общую их стоимость.

Чтобы облегчить тебе жизнь, мы привели расчёты на ребёнка весом 35 кг. Можешь использовать такие же подсчёты, чтобы разобраться со своими цифрами.

Вот примеры стоимости элементов для 35-килограммового ребёнка.

Ты стоишь меньше или больше?

Элемент	% от массы тела	Масса элемента в ребёнке 35 кг	Цена 1 кг в долларах	Стоимость элемента в ребёнке 35 кг в долларах
Кислород	61	21,4 кг	3,00	**64,20**
Углерод	23	8 кг	24,00	**192,00**
Водород	10	3,5 кг	5,00	**17,50**
Азот	2,5	900 г	5,00	**4,50**
Кальций	1,4	500 г	200,00	**100,00**
Фосфор	0,55	200 г	300,00	**60,00**
Калий	0,2	70 г	1000,00	**70,00**
Сера	0,2	70 г	500,00	**35,00**
Натрий	0,14	49 г	250,00	**12,25**
Хлор	0,13	46 г	1,50	**0,07**
Марганец	0,03	11 г	1,50	**0,02**
Железо	0,006	2,1 г	72,00	**0,15**
			ИТОГО	**555,04 доллара**

«ГРЯЗНАЯ ДЮЖИНА»

В конце книги ты узнаешь о некоторых поистине смертоносных элементах. Одни из них могут взорвать мир прямо сейчас — в одно мгновение! Другие когда-то считались безвредными или даже полезными, пока учёные не узнали об их ужасных свойствах. И так же как у некоторых из 20 уже знакомых тебе элементов, опасные побочные воздействия некоторых веществ из «Грязной дюжины» можно обратить в нашу пользу.

Наш старый забавный мир!

33 As	Атомное число: **33**	Электронов на внешней оболочке: **5**
	Атомный вес: **74,9216**	Точка плавления: **817 °C**
	Символ элемента: **As**	Точка кипения: **614 °C**

Мышьяк

Мышьяк — тяжёлый металл, который некогда был ядом, весьма популярным у убийц. Во всяком случае, такое впечатление складывается из историй о загадочных убийствах XIX века. Мышьяк клали в чью-нибудь тарелку или чашку чая, а примерно через час вызывали Шерлока Холмса или другого сыщика, чтобы раскрыть тайну смерти за обеденным столом.

КОНЧИНА НАПОЛЕОНА?

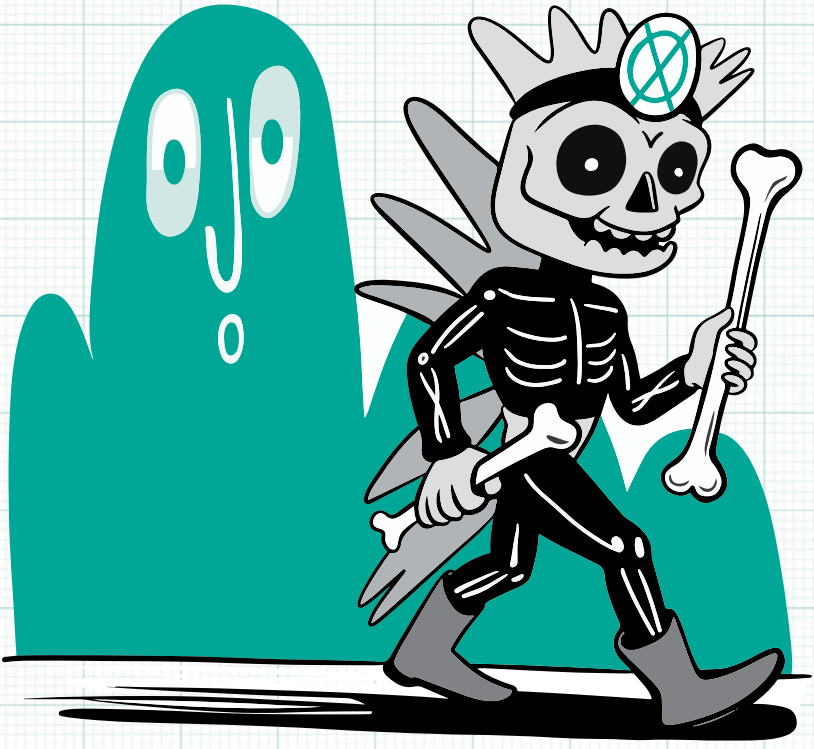
Некоторые учёные полагают, что в 1821 году Наполеон умер от отравления мышьяком. Его отправили в ссылку на остров Святой Елены в южной части Атлантического океана — вряд ли политический враг мог преодолеть такое расстояние, чтобы убить его. Две улики указывают на то, что это отравление мышьяком могло быть случайным. Во-первых, в волосах Наполеона обнаружено большое количество мышьяка. Во-вторых, мышьяк часто использовался в специальном составе для обоев — вроде тех, что были в комнате Наполеона. Он мог просто в течение долгого времени вдыхать яд.

Мышьяк действительно смертоносен. Хорошая новость: в настоящее время его труднее достать, чем 150 лет назад, а чистый мышьяк менее ядовит, чем мышьяк в соединениях. Дело в том, что тело не усваивает мышьяк, а выводит его с мочой. Плохая новость: можно столкнуться с мышьяком в составе одного из его соединений с другими элементами. А телу эти элементы (например, водород и кислород) необходимы, что оставляет для мышьяка лазейку.

Мышьяк — необычный химический элемент, потому что для него свойственна возгонка (сублимация). Это значит, что при нагревании твёрдый мышьяк становится газом, минуя стадию жидкости. Соединения мышьяка широко используются — от производства антисептиков до укрепления металлических сплавов. Одно из них, арсенид галлия, применяют в микроэлектронике: он преобразует электрический ток в лазерный луч.

38 Sr	Атомное число: **38**	Электронов на внешней оболочке: **2**
	Атомный вес: **87,62**	Точка плавления: **768 °C**
	Символ элемента: **Sr**	Точка кипения: **1390 °C**

СТРОНЦИЙ



Своим именем стронций обязан шотландскому городу Стронтиану, где в 1790 году его впервые опознали как элемент. И если бы не особенность одного из изотопов этого элемента, мы бы считали его воплощением всех лучших шотландских качеств, таких как надёжность и трудолюбие. Он приносит серьёзную пользу в промышленности; его соединения используют, например, в производстве магнитов,

электронных трубок для телевизоров и как добавку для повышении твёрдости меди.

Чтобы понять, почему стронций очень опасен, посмотри, какое место он занимает в Периодической таблице: прямо над ним во 2-й группе стоит кальций. Мы знаем, что кальций жизненно важен для наших костей. Так вот, стронций во многом ведёт себя, как кальций, и может занимать его место в наших костях.

Тут всё сводится к нейтронам. Определяющим для элементов является количество протонов, обычно сбалансированное таким же количеством электронов. Но количество нейтронов может быть другим. У этих частиц нет заряда, но их масса примерно такая же, как у протонов. Каждая вариация атома (с тем или иным числом нейтронов) называется изотопом; чтобы отличать изотопы, мы берём название элемента и добавляем цифру — сумму протонов и нейтронов.

Звучит сложно, но это только кажется. У стронция четыре естественных изотопа — Sr-84, Sr-86, Sr-87 и Sr-88. Ты можешь вычислить, сколько нейтронов у каждого из них, вычтя число протонов (38), которое одинаково в каждом случае. Итак, эти четыре изотопа содержат 46, 48, 49 и 50 нейтронов.

Реальная проблема связана со Sr-90, который образуется в результате ядерных взрывов или внутри ядерного реактора. Он несёт опасное излучение, которое может попадать в наш организм вместе с загрязнённым воздухом, пищей и питьём. И поскольку стронций прикидывается кальцием, этот его изотоп может попасть в наши кости. И это самое опасное: он разрушает костный мозг и вызывает рак.

48 Cd	Атомное число: **48**	Электронов на внешней оболочке: **2**
	Атомный вес: **112,411**	Точка плавления: **321,07 °C**
	Символ элемента: **Cd**	Точка кипения: **767 °C**

КАДМИЙ

Не слишком почётно для элемента считаться загрязнением при выделении другого элемента, но именно так было с кадмием. Мы знаем, что это полноценный элемент (стоящий в Периодической таблице прямо под цинком), но впервые он проявился в 1817 году при несчастном случае, когда немецкие учёные работали с карбонатом цинка (соединением цинка с углеродом).

Находясь в одной группе с цинком, кадмий обладает множеством тех же свойств, что

СРОЧНЫЙ ОТЗЫВ

Компании должны принимать срочные меры, если оказывается, что они подвергают людей опасности из-за кадмия. Например, в июне 2010 года кадмий обнаружили в краске на рекламных стаканчиках ресторанов «Макдоналдс». Компания отнеслась к этому очень серьёзно и немедленно отозвала все стаканы — всего их было 12 миллионов!

и его сосед, но встречается гораздо реже и используется куда меньше.

Кадмий позволяет сделать медь крепче, не ослабляя при этом её способность проводить электричество; вместе с никелем он также применяется в аккумуляторных батарейках.

Можешь представить себе рабочих на заводе, которые день за днём выполняют скучную, хотя и полезную работу, нанося кадмиевое покрытие или собирая батарейки. Каждый день в их организм попадает немного кадмия. Хотя количество мизерное, кадмий накапливается в организме и не выводится из него. Теперь мы знаем, что накопление кадмия увеличивает риск отравления и, что ещё хуже, этот кадмий передаётся детям.

Даже в малых дозах кадмий снижает сопротивляемость организма инфекциям. Небольшое его количество вызывает симптомы, напоминающие грипп, — ломоту и озноб. Но кадмий может вести себя и гораздо хуже — попав в дыхательную систему, он приводит к повреждению разных органов и даже провоцирует рак.

55 Cs	Атомное число: 55	Электронов на внешней оболочке: 1
	Атомный вес: 132,9054	Точка плавления: 28,5 °C
	Символ элемента: Cs	Точка кипения: 671 °C

ЦЕЗИЙ

Цезий — в общем-то малоизвестный элемент — сыграл важную роль в самой страшной в истории катастрофе на атомной электростанции (АЭС). 26 апреля 1986 года работники Чернобыльской АЭС около украинского города Припять проводили плановые ремонтные работы на ядерном реакторе. Неожиданный скачок напряжения спровоцировал разрушительный взрыв

и пожар. Произошла катастрофа, город пришлось эвакуировать!

Огонь поднял в воздух радиоактивные материалы, и это облако проплыло над большей частью Восточной Европы. Наряду с изотопом стронция Sr-90 (см. с. 245) в нём содержался смертельно опасный изотоп элемента цезия, Cs-17. Излучение у него не сильнее, чем у Sr-90 и некоторых других. Однако он представляет очень серьёзную опасность.

Правда, цезий на самом деле не токсичен, в том смысле, что ты не умрёшь, прикоснувшись к нему. (Но, как бы то ни было, лучше держись от него подальше!) Знаешь, какое место у цезия в Периодической таблице? Он находится в 1-й группе. Вспомни, насколько реактивны другие щелочные металлы из этой группы (например, натрий и калий). Так вот, цезий тоже активно стремится избавиться от своего лишнего валентного электрона, поэтому он очень легко образует соединения. В этом корень проблемы.

Представь себе вариант цезия, у которого есть все эти реактивные свойства... плюс потенциально смертельная доза радиации. Именно это характерно для Cs-17. Другие элементы в его группе образуют соли (хлорид натрия — помнишь?); вот и цезий образует множество соединений, которые растворяются в воде. А это, в свою очередь, означает, что они попадают в растения, которые затем поедают животные, которые являются пищей для людей. Таким образом, смертоносный изотоп цезия может оказаться внутри нас.

80 Hg	Атомное число: **80**	Электронов на внешней оболочке: **1**
	Атомный вес: **15,9994**	Точка плавления: **-38,83 °C**
	Символ элемента: **Hg**	Точка кипения: **356,73 °C**

РТУТЬ

Ртуть тысячелетиями занимала воображение людей. Это единственный металл, который при комнатной температуре остаётся жидким. Жидкий металл? Звучит прикольно! Ясное дело, ртуть обросла легендами, на что у неё было достаточно времени — с древности (ртуть найдена в древнеегипетских гробницах 3,5-тысячелетней давности) и до наших дней.

Даже алхимики Средневековья (см. с. 161) занимались ею. Многие из них верили, что

ртуть — самое важное вещество на Земле, а его смешанная твёрдо-жидкая природа поможет им найти связь между обычными металлами и золотом. Связь они не нашли, но пробудили интерес к этому загадочному элементу.

Стоит пролить ртуть, и она превращается в забавные маленькие блестящие шарики. Если подкатить их друг к другу, они снова образуют жидкость... А потом учёные нашли для ртути практическое применение: она очень резко реагирует на изменения температуры и атмосферного давления, что делает её идеальной для метеорологических приборов — термометров и барометров. А ещё она помогает извлекать драгоценные металлы из их руд.

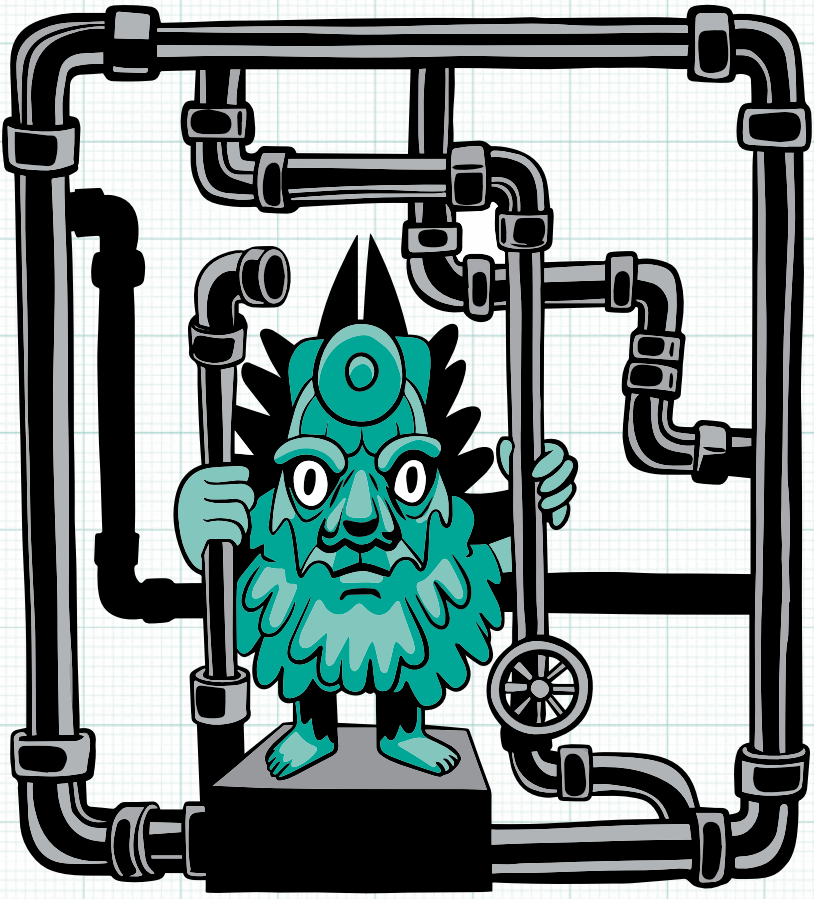
Элемент с ореолом тайны и необычно выглядящий, с которым, к тому же, можно поиграть, и довольно полезный — что с ним не так?

Извини, что порчу всё впечатление, но ртуть ядовита. В 1926 году немецкий химик Альфред Шток первым сообщил плохие новости: он стал свидетелем отравления своих друзей-учёных, работавших с ртутью. После этого заявления список обвинений против ртути начал расти.

Отравление ртутью наносит вред мозгу, сердцу, почкам, лёгким и иммунной системе пострадавших. Теперь известно, что наш организм может поглощать ртуть из воздуха и еды, особенно из некоторых видов рыб. Эти продукты теперь постоянно проверяют на наличие ртути, и то, что мы покупаем, вполне безопасно.

82 Pb	Атомное число: **82**	Электронов на внешней оболочке: **4**
	Атомный вес: **207,2**	Точка плавления: **327,46 °C**
	Символ элемента: **Pb**	Точка кипения: **1749 °C**

СВИНЕЦ



Как и ртуть, свинец долго, очень долго обманывал людей, пока им не стало ясно, что он опасен. Представь себе металл, который легко добывается и плавится, плющится молотком, принимает нужную форму и при этом не поддаётся коррозии. Эти свойства, естественно, сделали свинец чрезвычайно популярным, но важнее всего оказалась его роль в сантехнике.

«Легко принимает нужные формы? Не ржавеет? Не слишком дорогой? Ха, пожалуй, у нас есть идеальный металл для всей канализации Римской империи. Это свинец!»

Действительно, римляне очень много где использовали свинец. Взгляни на символ свинца — Pb. Это буквы из его латинского названия *plumbum*. Звучит непохоже на русское слово «свинец», правда? Но напоминает другое — «пломба». Старые промышленные пломбы делали из свинца. Так что свинцовыми были не только трубы для канализации. Свинец встречается в красках, кабелях, кровельных материалах и даже в бензине (откуда он попадает в воздух через выхлопные трубы).

Так. Где тут подвох? У тебя три попытки. Правильно, правильно и правильно — свинец ядовит. Он опасен независимо от того, вдыхают его (вспомни об уличных пробках) или глотают. Свинец — кумулятивный яд, то есть он накапливается внутри организма. Поэтому он особенно опасен для маленьких детей, ведь их растущие тела очень активно усваивают вещества (в том числе свинец).

Свинец проходит через тело с кровотоком, ограничивая способность крови переносить кислород. Это делает людей слабее и приводит к состоянию, называемому анемией. Всё ещё хуже, когда свинец доходит до костей: он поражает костный мозг, в котором создаются клетки крови, и мешает поглощению кальция организмом (см. с. 187).

84 Po	Атомное число: **84**	Электронов на внешней оболочке: **6**
	Атомный вес: **209**	Точка плавления: **254 °C**
	Символ элемента: **Po**	Точка кипения: **1764 °C**

ПОЛОНИЙ

Полоний может поразить тебя тем, что спортивные репортёры называют «двойным ударом». Он может убивать непосредственно благодаря своим химическим свойствам (как мышьяк), но если этого не хватит, он добивает радиацией.

Po-210 испускает радиацию в виде альфа-частиц. Эти частицы труднее обнаружить, чем гамма-частицы, испускаемые другими элементами, потому что гамма-частицы летят

дальше альфа-частиц. Альфа-частицы не могут проникнуть через кожу, поэтому Po-210 безвреден, если только не вдохнуть его или не проглотить.

Однако, оказавшись внутри тела, альфа-частицы могут разрушить генетический аппарат клеток тела. При этом некоторые клетки мутируют (меняют свою форму и строение) и начинают разрастаться в раковые опухоли. Некоторые исследователи в начале 1960-х годов обнаружили Po-210 в табачном дыме. Учитывая, что у многих курильщиков развивается рак лёгких, вполне возможно, что в этом замешан полоний.

86 **Rn**	Атомное число: **86**	Электронов на внешней оболочке: **8**
	Атомный вес: **222**	Точка плавления: **-71 °C**
	Символ элемента: **Rn**	Точка кипения: **-61,7 °C**

РАДОН

Стоп — погоди-ка! Восемь электронов на внешней оболочке! Что в этой опасной компании делает благородный газ? Тут, наверное, ошибка. Ведь благородные элементы безопасны, верно? Они никогда не беспокоят другие элементы. Никаких взрывов в воде. Никакой коррозии при образовании соединений, потому что они не образуют соединений. Что тут происходит?

А дело вот в чём: не обязательно нужен второй элемент или химическая реакция, чтобы

стать опасным. Элемент сам по себе способен попасть в категорию повышенного риска. У некоторых элементов, расположенных в самом низу Периодической таблицы, этот риск связан с радиацией. Некоторые из них нестабильны. Это означает, что они излучают энергию в виде альфа-, бета- и гамма-лучей. Так формируются новые элементы, но и они тоже бывают нестабильными и излучают энергию... пока не образуется устойчивый элемент.

Радон оказывается где-то в середине этого процесса. Он образуется в ходе распада радия и природного урана (см. с. 262) в горных породах и в почве по всему миру. Радон, как и полоний (см. с. 254), испускает альфа-лучи — теперь ты понимаешь, насколько он может быть опасен!

Если же отвлечься от смертоносной радиации, радон чем-то похож на ртуть и свинец. Все они много лет использовались и считались безопасными, пока не выяснилось обратное. Радон пошёл ещё дальше. Его не просто использовали — ещё сто лет назад люди были уверены, что он способствует улучшению здоровья и самочувствия. Дело в том, что газ радон находили растворённым в воде — например, известные родоновые воды в Пятигорске или источники Хот-Спрингс в американском Арканзасе. Природные горячие источники вообще часто содержат в растворённом виде полезные вещества.

Обнаружение радиоактивного элемента в горячих источниках расстроило любителей принимать радоновые ванны. Но было в этом и кое-что полезное. Люди узнали, что радон может оказаться в самых неожиданных местах, поэтому его начали искать, чтобы уменьшить опасность. Детекторы радона находят следы этого элемента в квартирах, школах и других общественных местах. К счастью, мы умеем снижать его содержание в помещениях — например, улучшая вентиляцию, совершенствуя герметики для дверей и окон, повышая эффективность дренажа.

87 **Fr**	Атомное число: **87**	Электронов на внешней оболочке: **1**
	Атомный вес: **223**	Точка плавления: **26,6 °C**
	Символ элемента: **Fr**	Точка кипения: **677 °C**

ФРАНЦИЙ

Догадываешься, где в 1939 году открыли франций? По имени первооткрывательницы этого элемента — а её звали Маргерит — ты должен понять, что она француженка. А Маргерит (Маргарита) Катрин Перей назвала этот элемент в честь своей страны. (У нас уже был элемент галлий, названный в честь Франции, но только по её латинскому названию — Галлия.) Открытие нового элемента стало ещё одним приветом Менделееву, который был убеждён: в первом столбце Периодической таблицы под цезием должен стоять ещё один элемент. Русский химик даже назвал его эка-цезием: с древнеиндийского языка санскрита это можно перевести как «следующий после цезия».

Открытие франция стало вехой в истории науки: это был последний из природных элементов, обнаруженных и идентифицированных учёными. Все выявленные с тех пор элементы — синтетические, то есть появившиеся в результате экспериментов с использованием мощного ядерного оборудования; некоторые из этих элементов живут доли секунды и тут же распадаются.

То, что франций существует в природе, удивительно, потому что он тоже распадается; его период полураспада — всего 22 минуты. На самом деле, это редчайший природный элемент в земной коре. По оценкам учёных, в любой момент на нашей планете существует меньше 30 г франция. (Так что если ты найдёшь немного франция, не забудь рассказать об этом своему учителю.)

Всё это приводит к забавному выводу — и возможно, ты почувствуешь облегчение. Спускаясь вниз по 1-й группе Периодической таблицы (щелочной группе), ты видишь, что элементы становятся всё более и более реактивными — и со всё более громкими результатами. Франций, находящийся в самом низу, несомненно, произвёл бы больше всего шума, но поскольку он постоянно распадается (радиоактивен), такой реакции мы никогда не увидим. Так что можешь поблагодарить радиоактивность, по крайней мере, хотя бы за это.

ПОЛУРАСПАД

Радиоактивными называют такие элементы, которые распадаются, испуская альфа-, бета- и гамма-лучи (разрушаются с постоянной скоростью). Учёные измеряют скорость, описывая период полураспада элемента, то есть количество времени, которое требуется для распада половины атомов в образце элемента. Самый долгий полураспад измеряется миллиардами лет; самый короткий занимает лишь крошечную долю секунды.

88 **Ra**	Атомное число: **88**	Электронов на внешней оболочке: **2**
	Атомный вес: **226**	Точка плавления: **960 °C**
	Символ элемента: **Ra**	Точка кипения: **1737 °C**

РАДИЙ

Хммм. Радий. Радиоактивный. Радиация... Похоже, нас тут ничего хорошего не ждёт, да? Сегодня мы в курсе, что так и есть, но когда-то этого не знали. На самом деле, когда радий стал широко известен, в нём увидели панацею от всех болезней, а заодно возможность делать большие и маленькие часы, показывающие время в темноте.

В 1923 году в Нью-Йорке банковская служащая Грейс Фрайер пожаловалась своему дантисту на сильную боль в челюсти. Проведя обследование, зубной врач пришёл в ужас: челюсть была сильно повреждена и похожа скорее на губку, чем на кость. Но Грейс оказалась не единственной женщиной в том районе с похожими симптомами. Скоро стало ясно, что у этих женщин с выпадающими зубами и светящимися после сморкания носовыми платками есть нечто общее. Все они прежде работали на одной фабрике, рисуя цифры на циферблатах часов.

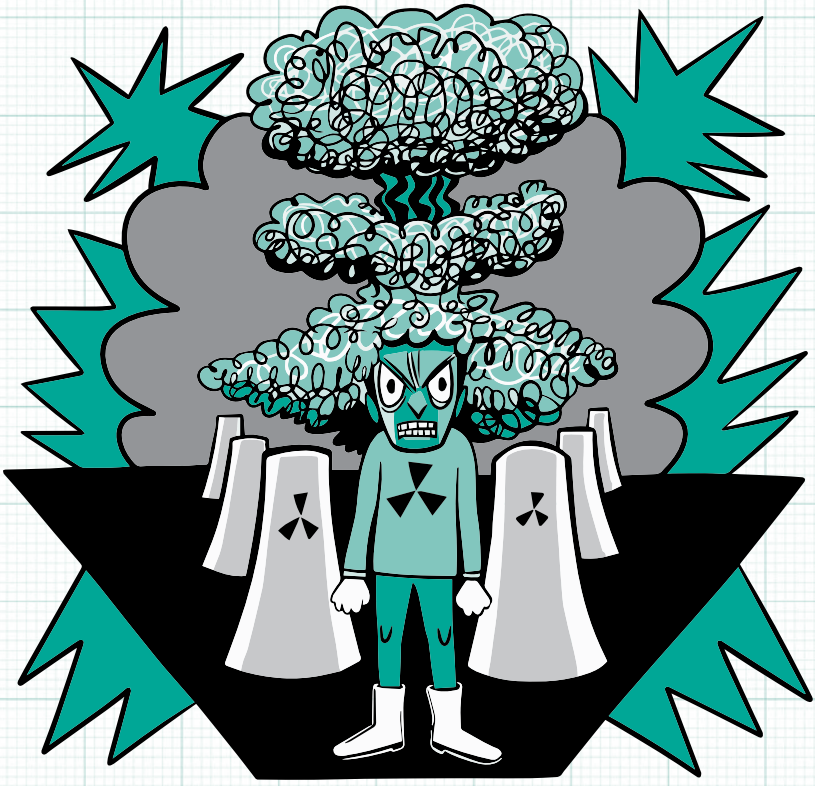
Женщины использовали светящуюся в темноте краску, в состав которой входил новый элемент — радий. Распадаясь, радий излучает энергию. Женщины на фабрике Американской радийной корпорации губами заостряли кисти, чтобы точки на циферблате получались аккуратнее. У краски не было никакого странного вкуса, и женщины не осознавали опасность, но к ним в организм попадало опасное количество радиоактивного элемента. И впоследствии у них возникли серьёзные проблемы со здоровьем.

В середине 1920-х годов об этом случае рассказал известный американский журналист и издатель Уолтер Липпман. «Радийные девушки» подали на свою бывшую компанию в суд и в конце концов выиграли. Их опыт заставил изменить требования к работе в США и других странах; компаниям пришлось обратить внимание на безопасность своих работников.

Современные правила строго ограничивают использование радия и гарантируют работникам компенсации за болезни, возникшие из-за их труда.

92 U	Атомное число: **92**	Электронов на внешней оболочке: **2**
	Атомный вес: **238,0289**	Точка плавления: **1132.2 °C**
	Символ элемента: **U**	Точка кипения: **3744 °C**

УРАН



Американский бомбардировщик B-29 «Энола Гей» поднялся с аэродрома на острове Тиниан в Тихом океане 6 августа 1945 года. Через шесть часов полёта он достиг своей цели — Японии. США и Япония уже несколько лет находились в состоянии войны, и хотя японские войска с островов Тихого океана были эвакуированы на родину, а Германия сдалась союзникам ещё в начале мая, японское правительство не сдавалось. Всё изменит полёт «Энолы Гей» и аналогичный полёт три

дня спустя (а также разгром японской армии в Манчжурии советскими войсками через две недели). «Энола Гэй» несла новое смертоносное оружие, атомную бомбу, в которой использовалась способность урана выбрасывать огромное количество энергии. Уран расщепляется — это означает, что он может участвовать в цепной реакции (чтобы высвободить всю энергию, нужен разряд). Цепная реакция — сложный процесс, но суть его довольно легко объяснить.

Если нейтрон ударит в какой-то расщепляющийся материал, атом расколется. Тут и высвобождается вся энергия, которая удерживает части атома вместе. Но есть ещё кое-что: расщепляясь, атом урана выпускает два нейтрона. И каждый из них, улетев, расщепляет ещё два атома. А каждый из этих атомов расщепляет ещё два атома... Теперь ты понимаешь, откуда взялся термин «цепная реакция».

Бомба, сброшенная 6 августа и названная военными «Малыш», оказалась чудовищной. Она взорвалась примерно в 500 метрах над городом Хиросимой. Почти всё в радиусе 2 км от эпицентра взрыва было уничтожено. При взрыве погибло около 75 000 человек и столько же получило раны и ожоги. Пугающим было то, что взрыв вышел не слишком эффективным: распалось всего лишь 1,7% урана, содержавшегося в бомбе.

Гибель Хиросимы оповестила мир о появлении нового разрушительного оружия, использующего ядерный потенциал урана и других элементов. Но эту же силу можно использовать и в мирных целях. Некоторые учёные утверждают, что самый чистый, самый эффективный способ производства энергии в мирных целях — использование ядерной мощи. Другие, вспоминая Хиросиму и аварии в Чернобыле (см. с. 248) и на других атомных электростанциях, не хотят такого будущего.

94 Pu	Атомное число: **94**	Электронов на внешней оболочке: **2**
	Атомный вес: **244**	Точка плавления: **639,4 °C**
	Символ элемента: **Pu**	Точка кипения: **3228 °C**

ПЛУТОНИЙ

Плутоний — один из синтетических элементов; впервые он был выделен в 1940 году в Беркли (Калифорния) Гленном Сиборгом и другими учёными, которые бомбардировали частицами изотоп урана. Имя для него нашли легко. Элемент под номером 94 — уран, под номером 95 — нептуний. Уран — седьмая планета Солнечной системы, в Нептун — восьмая. В 1930 году астрономы открыли в Солнечной системе девятую планету — Плутон... Так что

новый элемент практически сам себя назвал. (В 2006 году учёные низвели Плутон в ранг карликовой планеты, но на название элемента это не повлияло.)

Ещё до открытия плутония многие смогли предсказать, для чего может понадобиться новый элемент. В 1939 году, когда Европе только предстояло вступить во Вторую мировую войну, группа учёных (включая Альберта Эйнштейна) написала письмо президенту США Франклину Рузвельту. Они сообщили о возможности создать новое (атомное) оружие и предупредили, что Германия и её союзники попытаются его произвести.

В 1942 году (США уже объявили о вступлении в войну) правительство запустило сверхсекретный «Манхэттенский проект», целью которого было создание атомного оружия. Рассматривались два варианта делящегося вещества — уран и только что открытый плутоний. Последний считался более перспективным. Плутониевую бомбу испытали 16 июля 1945 года в пустыне Нью-Мексико. Именно это событие, а не уничтожение Хиросимы обозначило начало атомной эры, потому что до того никто не мог быть абсолютно уверен в мощи атомного взрыва.

В день испытания учёные и высокопоставленные военные собрались на наблюдательной вышке в 16 км от полигона. Некоторые учёные даже спорили, станет ли испытание провалом, контролируемым успехом или реакция будет неудержимой и сожжёт атмосферу. Получилось именно так, как планировалось: интенсивная вспышка, огромный взрыв и грибовидное облако. Слепая женщина, жившая в 240 милях от полигона, спросила: «Что там за яркий свет?»

Спустившись с вышки, наблюдатели почувствовали одновременно облегчение и тревогу. Они знали, что у них есть оружие, которое может положить конец войне, но ещё им было ясно, что разрушительная сила, которую

они высвободили, может однажды привести к ужасным последствиям.

Директор Манхэттенского проекта Роберт Оппенгеймер позже сказал, что после того, как испытания закончились, на ум ему пришли две строки из священных индуистских текстов. В них выражены возможности и опасность энергии, которую высвободил плутоний:

«*Если бы сияние тысячи солнц разом ворвалось в небо, это было бы подобно великолепию Могущественного*».

«*Я стал Смертью, разрушителем миров*».

СЛОВАРИК

АЛЛОТРОП: Одно из нескольких простых химических веществ, образованных одним и тем же элементом (уголь и алмазы — это аллотропы углерода).

АНТИВЕЩЕСТВО: Вещество, состоящее из античастиц (субатомных частиц, имеющих заряд, противоположный протонам и электронам).

АТМОСФЕРА: Газовая оболочка, окружающая Землю и другие планеты.

АТОМ: Наименьшее неделимое количество элемента, обладающее его свойствами.

АТОМНЫЙ ВЕС: Масса одного атома элемента.

АТОМНЫЙ НОМЕР: Число протонов в ядре атома, определяющее его место в Периодической таблице.

БЛАГОРОДНЫЙ ЭЛЕМЕНТ: Один из семи элементов, составляющих крайнюю правую колонку (18-я группа) Периодической таблицы и крайне неохотно вступающий в химические реакции.

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ: Событие, предположительно случившееся около 14 миллиардов лет назад, во время которого небольшое количество материи взорвалось и расширилось, в результате чего возникла Вселенная.

ВАЛЕНТНЫЙ ЭЛЕКТРОН: Электрон на внешней оболочке атома, способный участвовать в образовании связи с другими атомами.

ВОЗБУЖДЕНИЕ (ЭЛЕКТРОНА): Переход в другое энергетическое состояние.

ВЫПЛАВКА: Извлечение металла из руды путём нагревания и плавления.

ГИДРОФИЛЬНЫЙ: Хорошо впитывающий воду.

ГИПОТЕЗА: Предлагаемое объяснение, использующееся в качестве отправной точки для экспериментов.

ГОРЕНИЕ: Процесс, при котором вещество реагирует с кислородом, выделяя тепло и свет.

ГРУППА: Элементы, имеющие одинаковое количество электронов во внешней оболочке; каждый вертикальный столбец Периодической таблицы представляет группу элементов.

ДНК: Аббревиатура (сокращение), обозначающая дезоксирибонуклеиновую кислоту; этот материал присутствует почти во всех живых существах и содержит их генетический код.

ЖИДКОСТЬ: Вещество, которое имеет постоянный объём, но течёт свободно, как вода из кувшина.

ИЗЛУЧЕНИЕ: Испускание и распространение энергии, часто в виде движущихся субатомных частиц. Некоторые виды излучения, такие как гамма-лучи, могут быть использованы в медицине для лечения рака и других заболеваний. Но слишком сильное воздействие многих видов радиации может изменить структуру клеток человека, что приведёт к болезни и смерти.

ИЗОТОП: Вариант элемента, который имеет больше или меньше нейтронов, чем протонов.

ИНЕРТНЫЙ: Не вступающий в химическую реакцию при соприкосновении с другими элементами.

ИОН: Атом или часть молекулы, которая имеет положительный заряд из-за потери отрицательно заряженного электрона либо отрицательный заряд из-за приобретённого электрона.

ИСКОПАЕМОЕ ТОПЛИВО: Топливо (например, уголь или нефть), которое образовалось из останков организмов, живших в древности на Земле; запасы этого топлива на нашей планете ограниченны.

КИСЛОТА: Химическое соединение, состоящее из атома водорода и кислотного остатка.

КОВАЛЕНТНЫЙ: Тип связи, образующийся, когда два или более атомов создают молекулу, деля между собой электроны.

КОНТРОЛЬНАЯ ПЕРЕМЕННАЯ: Объект, который остаётся постоянным во время эксперимента и используется для сравнения или измерения изменений в других объектах в ходе эксперимента.

КОРРОДИРОВАТЬ: Повреждаться или разрушаться в ходе медленного химического воздействия. Вещества, которые могут разъедать другие, называются коррозионными.

КРИСТАЛЛ: Твёрдый материал, в котором атомы расположены закономерно и образуют кристаллическую решётку.

МАССА: Мера количества материи в объекте. Её часто путают с весом, но вес меняется, если меняется сила гравитации. На Луне (с её более слабой гравитацией)

шар для боулинга весил бы меньше, чем на Земле. А масса всегда постоянна.

МАТЕРИЯ: Всё, что занимает пространство и имеет массу. Энергия не является материей, потому что она не имеет массы и не ограничена пространством. Но планеты, книги, машины, акулы и лыжи — всё это примеры материи.

МЕТАЛЛ: Группа элементов, которые обладают металлическими свойствами: они плотные, твёрдые при комнатной температуре, хорошо проводят тепло и электричество.

МИКРОЭЛЕМЕНТ: Элемент (например, цинк или медь), который нужен человеческому организму в очень малых количествах.

МОЛЕКУЛА: Группа атомов одного или нескольких элементов, которые соединились вместе.

НАУЧНЫЙ МЕТОД: Метод исследования, в котором определяются проблема и данные, собранные до учёного; на их основании он формулирует гипотезу. Затем гипотеза проверяется практикой, например в эксперименте.

НЕЙТРАЛИЗОВАТЬ: Заставить кислоту потерять свою кислотность в химической реакции с основанием или заставить основание потерять свою щёлочность («основность»), вступив в реакцию с кислотой. В результате нейтрализации всегда образуются вода и соль.

НЕЙТРОН: Не имеющая заряда субатомная частица с такой же примерно массой, как протон.

ОГНЕОПАСНЫЙ: Вещество, которое легко загорается.

ОКИСЛЕНИЕ: Химическая реакция (например, ржавление), в которой кислород получает электроны от других веществ, часто меняя их цвет и делая более слабыми.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: Отрасль химии, которая сосредоточена на изучении веществ, содержащих углерод.

ОСНОВАНИЕ: Химическое соединение, состоящее из атомов металла и гидроксильной группы (OH^-).

ПЕРИОД: Горизонтальная строка Периодической таблицы, в которой находятся элементы с одинаковым числом электронных оболочек.

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА: Время распада половины атомов определённого элемента.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА: Совокупность химических элементов, расположенных в порядке возрастания

атомного номера, в которой горизонтальные строки соответствуют периодам, а столбцы — группам.

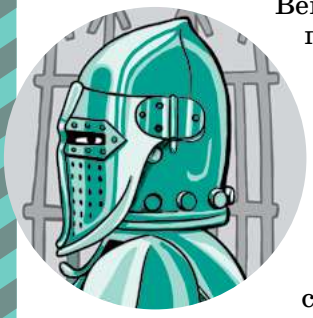
ПРИЗМА: Стекло или другой прозрачный объект, который разделяет свет на спектр цветов.

ПРОВОДНИК: Материал, который передаёт тепло, звук, электричество, свет или любую другую форму энергии.

ПРОТОН: Субатомная частица, имеющая положительный заряд.

РАДИУС: Отрезок, соединяющий центр окружности (например, ядра) с любой точкой на её поверхности.

РАСТВОРИМЫЙ: Способный раствориться в другом веществе. Вещество, которое растворяется (например, соль или сахар), называется растворённым. Вещество, в котором оно растворяется (например, вода), называется растворителем. Полученная в результате растворения смесь называется раствором.



РАСТВОРИТЬСЯ (О ТВЁРДОМ ТЕЛЕ): Войти в состав жидкости.

РЕАКТИВНЫЙ: Способный вступать в химическую реакцию с другими веществами или химически изменяться сам по себе (например, разлагаться на другие вещества).

РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ: Обладающая высокой энергией форма радиации, которая может проходить через многие материалы, способные останавливать видимый свет.

РУДА: Смесь элементов, среди которых есть один или несколько металлов.

СВЯЗЬ: Сила, которая удерживает вместе атомы, ионы, молекулы и вещества.

СОЛЬ (В ХИМИИ): Соединение, состоящее из двух групп противоположно заряженных ионов. Обычно это положительные ионы металла и отрицательно заряженные ионы неметалла.

СОСТОЯНИЯ МАТЕРИИ: Часто называемые «видимыми состояниями материи» формы, в которых люди наблюдают материю — твёрдую, жидкую, газовую или плазму. Вещество может изменять состояние, когда на него влияют температура, давление или электрический заряд.

СПЕКТР: Широкий диапазон видимого света (цвета от красного до фиолетового) и других видов излучения (таких как гамма-лучи или инфракрасные лучи), которые объект поглощает или испускает.

СПЛАВ: Материал, изготовленный путём плавления и смешивания двух или более металлов.

СТАБИЛЬНЫЙ: Устойчивый к химическому изменению.

СУБАТОМНЫЙ: Меньше атома или находящийся внутри атома.

ТВЁРДОЕ ВЕЩЕСТВО: Вещество, которое сохраняет свою форму и не течёт, как жидкость. Например, можно сказать, что лёд — это твёрдая вода.

ТЕМПЕРАТУРА КИПЕНИЯ: Температура, при которой что-то кипит.

ТОЧКА ПЛАВЛЕНИЯ: Температура, при которой что-то плавится.

ТРЕНИЕ: Сила сопротивления или противодействия, возникающая, когда один объект движется вплотную к другому.

ТРОЙНАЯ СВЯЗЬ: Химическая связь, в которой три пары электронов делятся между двумя атомами. Тройные связи чрезвычайно сильны.

ТУСКНЕТЬ: Терять блеск в результате химической реакции (например, окисления).

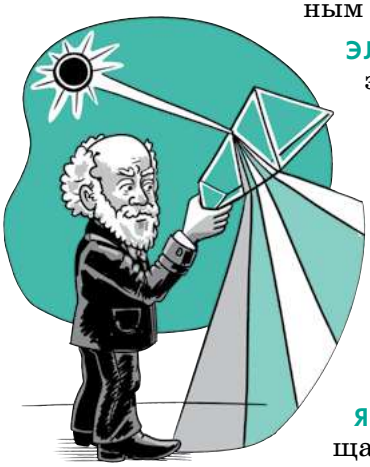
ХИМИЧЕСКИЙ СИМВОЛ: Одна или две буквы, которыми обозначают элемент.

ХИМИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ: Вещество, содержащее два и более элементов.

ЩЁЛОЧЬ: Вещество со свойствами основания, способное нейтрализовать некоторые кислоты.

ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЙ: Химический процесс, идущий с выделением тепла.

ЭЛЕКТРОН: Субатомная частица с отрицательным зарядом.



ЭЛЕКТРОННАЯ ОБОЛОЧКА: Слой электронов, вращающихся вокруг ядра атома. (Первая оболочка содержит до двух электронов, а каждая последующая содержит до восьми электронов.)

ЭЛЕМЕНТ: Совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

ЭНДОТЕРМИЧЕСКИЙ: Химический процесс, идущий с поглощением тепла.

ЯДРО: Сердцевина атома, содержащая протоны и нейтроны.

Источники фотографий:

Adobe Stock: с. 162, с. 51; Bergamont с. 90; BillionPhotos.com с. 111; boonchuay1970 с. 51; Antonio Gravante с. 222; JPS с. 146; Audrius Merfeldas с. 200; Pixelrobot с. 108 и 231; SimFan с. 149; Sommai с. 191; Diana Taluin с. 190; Björn Wilezich с. 51; Alamy: OJO Images Ltd. с. 76; RTimages с. 91; Konstantin Shaklein с. 137; Stephen Saks Photography с. 122; Andrzej Tokarski с. 101; World History Archive с. 135; Björn Wilezich с. 123; Dreamstime: Nilsz с. 93; Getty Images: Apic / RETIRED / Hulton Archive с. 161; Bettmann с. 122; Andy Crawford / Dorling Kindersley с. 135; De Agostini Picture Library с. 219; DEAPicture Library / De Agostini с. 163; Heritage Images / Hulton Archive с. 172; HomePixel / iStock с. 101; hudiem / iStock с. 31; Sebastian Kaulitzki / Science Photo Library с. 192; Dorling Kindersley с. 161; Leemage / Universal Images Group с. 74; Martin Leigh / Oxford Scientific с. 201; Lidara / iStock с. 77; mashuk / DigitalVision Vectors с. 40; pepifoto / E+ с. 147; Athit Perawongmetha / Moment с. 62; Photo12 / Universal Images Group с. 200; PHOTOS.com с. 89; Science & Society Picture Library / SSPL с. 209; showcake / iStock с. 64; Fernando Takashi Silva / Moment с. 210; Wavebreakmedia / iStock с. 147; Toyohiro Yamada / The Image Bank с. 171

Минимальные системные требования определяются соответствующими требованиями программ Adobe Reader версии не ниже 11-й либо Adobe Digital Editions версии не ниже 4.5 для платформ Windows, Mac OS, Android и iOS; экран 10"

Научно-популярное электронное издание

Коннолли Шон

КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ. 24 ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ САМЫХ ОТВАЖНЫХ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Ведущий редактор *А. Я. Щелкунова*
Художник *В. А. Прокудин*
Технический редактор *Т. Ю. Федорова*
Корректор *И. Н. Панкова*
Компьютерная верстка: *О. Г. Лапко*

Подписано к использованию 26.08.19.
Формат 140×235 мм

Издательство «Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3
Телефон: (499) 157-5272
e-mail: info@pilotLZ.ru, http://www.pilotLZ.ru

КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ

24 эксперимента для самых отважных молодых учёных

Всё вокруг образовано материей, и разбираться, как она устроена, очень интересно!

Эта книга поможет тебе взглянуть на мир совсем по-новому.

Ты совершишь захватывающее путешествие по внутреннему устройству вещей. Узнаешь, что самые разные предметы состоят из одних и тех же элементов, просто эти элементы собраны по-разному. Поймёшь, почему одни из них охотно вступают в химические реакции, а другие категорически отказываются это делать.

Познакомишься со многими великими учеными-химиками и увидишь, сколько опасностей пришлось им преодолеть на пути к научным открытиям.

Приобщишься к тайнам и загадкам химической науки и при этом не будешь пассивным наблюдателем: увлекательные эксперименты откроют тебе дверь в мир исследований, испытаний и поразительных результатов. Все эти эксперименты ты сможешь провести самостоятельно или с небольшой помощью взрослых.

С книгой «Катастрофически «опасная» химия» тебя ожидают настоящие научные открытия! Если, конечно, ты не боишься катастрофически опасных последствий…

Уважаемые родители!
Вся информация, приведённая в книге, носит исключительно познавательный характер и не причинит вреда вашему ребёнку.
Помогите ему стать настоящим учёным!