

В ЭТОЙ КНИГЕ СОДЕРЖИТСЯ ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ  
САМЫХ ИНТЕРЕСНЫХ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ

# КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ

**24** ЭКСПЕРИМЕНТА  
для самых отважных  
молодых учёных

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



**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. Левин



Москва  
Лаборатория знаний

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. — М. : Лаборатория знаний, 2019. — 271 с. : ил.

ISBN 978-5-00101-227-6

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

6+

ISBN 978-5-00101-227-6

Впервые опубликовано в США под названием

THE BOOK OF GENIUSLY 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, 2019

.....

*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.

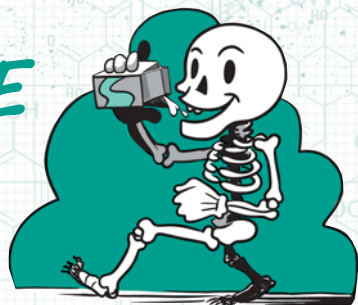
Когда ты будешь читать эту книгу, ты тоже встанешь на плечи гигантов — самого Ньютона, Галилея, Парацельса, Роберта Бойля, мадам Кюри, Дмитрия Менделеева и многих других. Они посвятили себя науке, а некоторые даже отдали за неё жизнь.

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

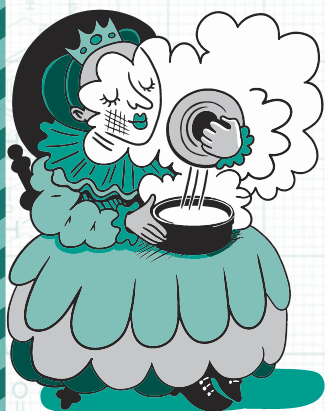
ОПЫТ 5: Немного азота ..... 68

## ГЛАВА 6

**КИСЛОРОД** ..... 73

ОПЫТ 6: Глобальное похолодание ..... 80

ОПЫТ 7: По следам Кавендиша ..... 84





## ГЛАВА 7

<b>ФТОР</b> .....	87
ОПЫТ 8: Фтор и зубы: проведи тест .....	94

## ГЛАВА 8

<b>НЕОН</b> .....	97
ОПЫТ 9: Даже неон волнуется .....	104

## ГЛАВА 9

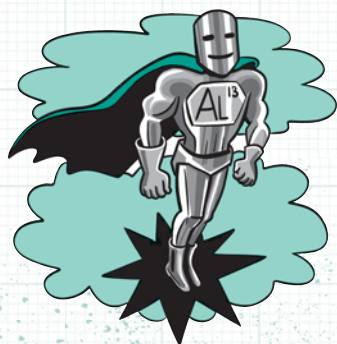
<b>НАТРИЙ</b> .....	107
ОПЫТ 10: Горячий лёд .....	114

## ГЛАВА 10

<b>МАГНИЙ</b> .....	119
ОПЫТ 11: Праздничные свечи с сюрпризом ..	126
ОПЫТ 12: Сумасшедшие кристаллы .....	129

## ГЛАВА 11

<b>АЛЮМИНИЙ</b> .....	133
ОПЫТ 13: Фольга — не только обёртка! .....	141



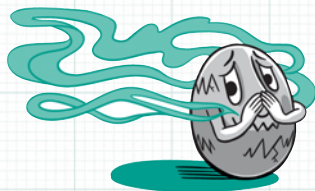
## ГЛАВА 12

<b>КРЕМНИЙ</b> .....	145
ОПЫТ 14: Держи песок подальше от меня .....	153
ОПЫТ 15: Окаменелости за час .....	156



## ГЛАВА 13

<b>ФОСФОР</b> .....	159
ОПЫТ 16: Кошачий детектив .....	166



## ГЛАВА 14

<b>СЕРА</b> .....	169
ОПЫТ 17: Спаси серебро! .....	175

## ГЛАВА 15

<b>ХЛОР</b> .....	179
ОПЫТ 18: Мой яичный флот .....	184

## ГЛАВА 16

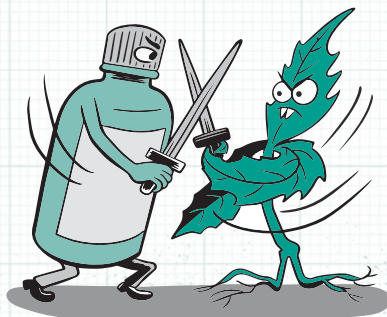
<b>КАЛЬЦИЙ</b> .....	187
ОПЫТ 19: Не такое уж и мягкое .....	194

## ГЛАВА 17

<b>ЖЕЛЕЗО</b> .....	197
ОПЫТ 20: Горящее железо (ну почти) .....	204

## ГЛАВА 18

<b>МЕДЬ</b> .....	207
ОПЫТ 21: Да пребудет с тобой сила .....	214



## ГЛАВА 19

<b>ЦИНК</b> .....	217
ОПЫТ 22: Ты завёл картофельные часы? .....	225

## ГЛАВА 20

<b>ОЛОВО</b> .....	229
ОПЫТ 23: Из чего сделана консервная банка? .....	236
ОПЫТ 24: Бонус: потому что ты столько стоишь .....	238

## «ГРЯЗНАЯ ДЮЖИНА»

<b>МЫШЬЯК</b> .....	242
<b>СТРОНЦИЙ</b> .....	244
<b>КАДМИЙ</b> .....	246
<b>ЦЕЗИЙ</b> .....	248
<b>РТУТЬ</b> .....	250
<b>СВИНЕЦ</b> .....	252
<b>ПОЛОНИЙ</b> .....	254
<b>РАДОН</b> .....	256
<b>ФРАНЦИЙ</b> .....	258
<b>РАДИЙ</b> .....	260
<b>УРАН</b> .....	262
<b>ПЛУТОНИЙ</b> .....	264



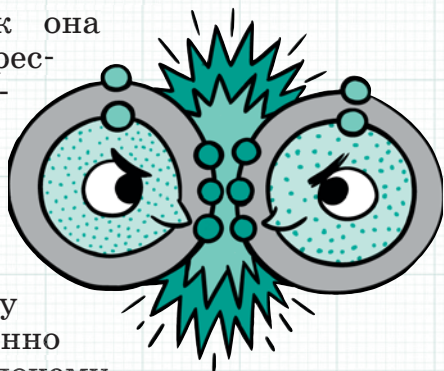
<b>Словарик</b> .....	267
-----------------------	-----

# 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.



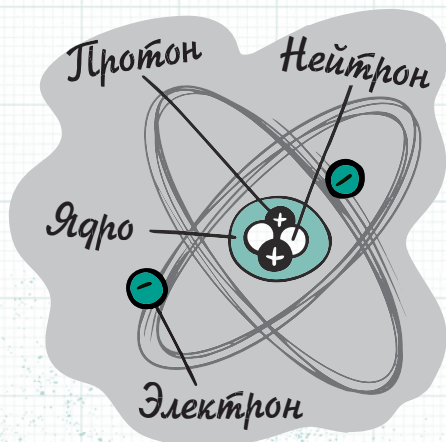
На страницах этой книги ты совершишь путешествие по внутреннему устройству вещей. Ты узнаешь, что даже такие непохожие предметы, как пончики и автомобильные шины, сотовые телефоны и ананасы состоят из одних и тех же элементов, просто эти элементы собраны по-разному.

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!

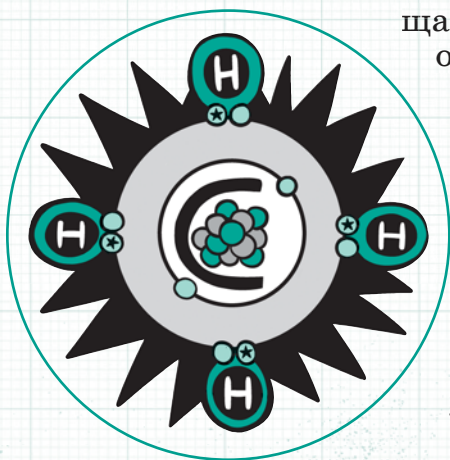


## А КАК ЭЛЕМЕНТЫ УЖИВАЮТСЯ ДРУГ С ДРУГОМ?

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 оганесонем 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



## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

																				1											2															
																				H											He															
																				3	4											5	6	7	8	9	10									
																				Li	Be											B	C	N	O	F	Ne									
																				11	12											13	14	15	16	17	18									
																				Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar									
																				19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36									
																				K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
																				37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54									
																				Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe									
																				55	56											72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
																				Cs	Ba											Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
																				87	88											104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
																				Fr	Ra											Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
																				57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71												
																				La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu												
																				89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103												
																				Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr												
																				ГРУППЫ																										

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 закрыты 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:  $-259,34^{\circ}\text{C}$ 

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА: H

Точка кипения:  $-252,88^{\circ}\text{C}$ 

## 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!»

**Л**адно, 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 Аурел 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,



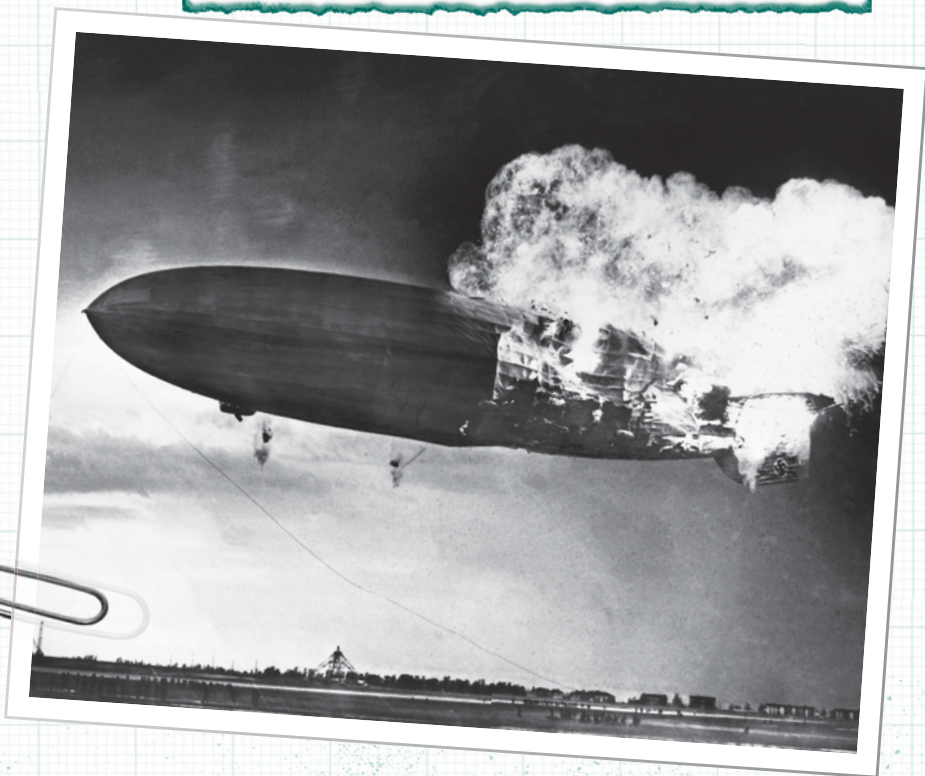
Генри Кавендиш

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																														
<table border="1"> <tr> <td>57 La</td> <td>58 Ce</td> <td>59 Pr</td> <td>60 Nd</td> <td>61 Pm</td> <td>62 Sm</td> <td>63 Eu</td> <td>64 Gd</td> <td>65 Tb</td> <td>66 Dy</td> <td>67 Ho</td> <td>68 Er</td> <td>69 Tm</td> <td>70 Yb</td> <td>71 Lu</td> </tr> <tr> <td>89 Ac</td> <td>90 Th</td> <td>91 Pa</td> <td>92 U</td> <td>93 Np</td> <td>94 Pu</td> <td>95 Am</td> <td>96 Cm</td> <td>97 Bk</td> <td>98 Cf</td> <td>99 Es</td> <td>100 Fm</td> <td>101 Md</td> <td>102 No</td> <td>103 Lr</td> </tr> </table>																		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
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

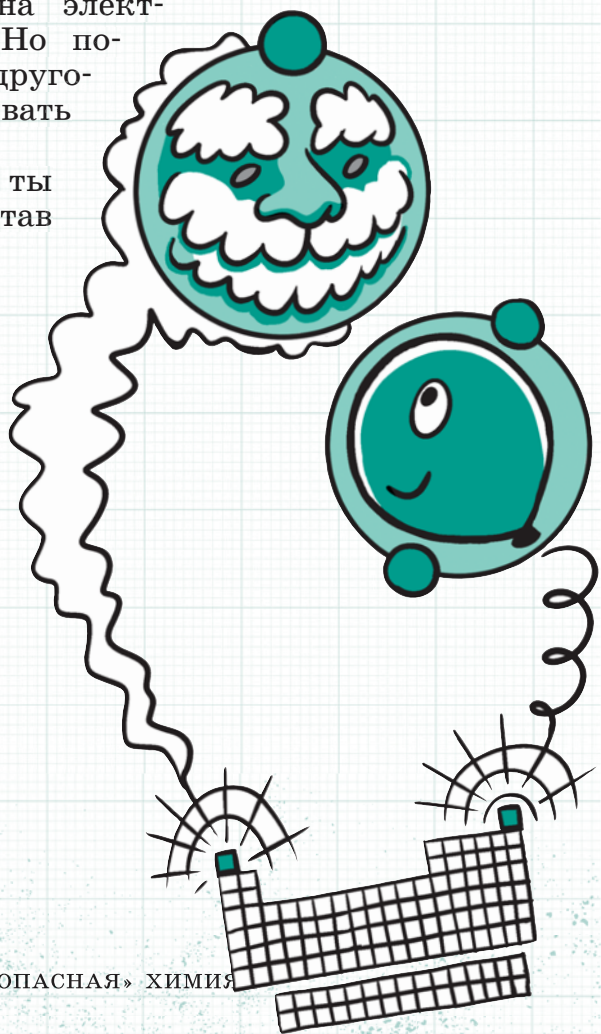


оболочек больше, а на них тем больше электронов, чем ниже ряд.

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.

# 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 наткаться на людей, например в парке.

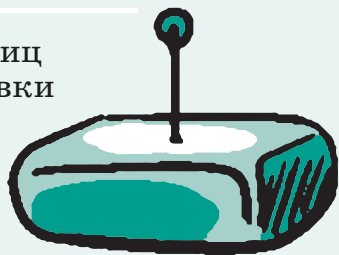
## ТЕБЕ ПОНАДОБИТСЯ

- ◆ 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.

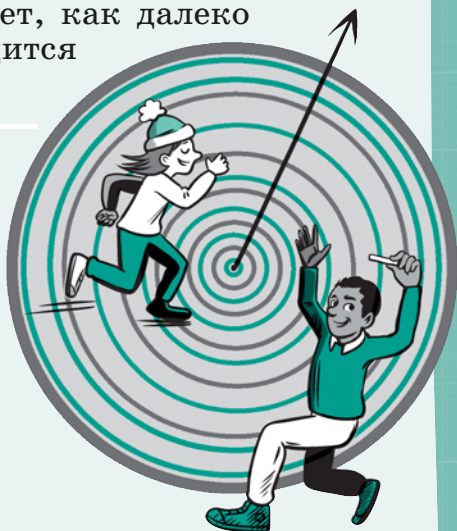




**3** Приняв булавку за точку отсчёта, отмерь верёвкой 10 раз по 5 метров.

**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?

**В**нутри 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.

[ . . . ]

# КАТАСТРОФИЧЕСКИ «ОПАСНАЯ» ХИМИЯ

24 эксперимента для самых отважных молодых учёных

**В**сё вокруг образовано материей, и разбираться, как она устроена, очень интересно!

**Э**та книга поможет тебе взглянуть на мир совсем по-новому.

**Т**ы 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.

**П**ознакомишься со многими великими учеными-химиками и увидишь, сколько опасностей пришлось им преодолеть на пути к научным открытиям.

**П**риобщишься 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!*