

# СОДЕРЖАНИЕ

|                |   |
|----------------|---|
| Введение ..... | 7 |
|----------------|---|

## Часть I

### Положение: столбец за столбцом, ряд за рядом

|  |    |
|--|----|
| 1. Прописка — это судьба .....                               | 16 |
| 2. Почти близнецы и паршивая овца: генеалогия элементов .... | 41 |
| 3. Галапагосы таблицы Менделеева .....                       | 60 |

## Часть II

### Как создаются и расщепляются атомы

|  |     |
|--|-----|
| 4. Откуда берутся атомы: «Мы все — звездная материя» ..... | 82  |
| 5. Элементы на войне .....                                 | 102 |
| 6. Заканчиваем таблицу... взрывом .....                    | 123 |
| 7. Расширение таблицы и холодной войны .....               | 143 |

## Часть III

### Периодическая путаница: рождение сложности

|   |     |
|---|-----|
| 8. От химии к биологии .....                          | 162 |
| 9. Коридор ядов: «Ой-ой, больно!» .....               | 183 |
| 10. Примите два элемента, перезвоните мне утром ..... | 202 |
| 11. Элементы-обманщики .....                          | 225 |

## Часть IV

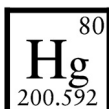
### Элементы человеческого характера

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 12. Политические элементы .....     | 244 |
| 13. Элементы в качестве денег ..... | 266 |
| 14. Художественные элементы .....   | 286 |
| 15. Элементы безумия .....          | 306 |

**Часть V**  
**Наука об элементах сегодня и завтра**

|   |     |
|---|-----|
| 16. Глубоко ниже нуля .....                     | 330 |
| 17. Изумительные сферы: наука о пузырьках ..... | 351 |
| 18. Уморительно точные инструменты .....        | 374 |
| 19. За пределами периодической системы .....    | 396 |
| <br>  |     |
| Благодарности .....                             | 415 |
| Примечания автора .....                         | 417 |
| Библиография .....                              | 455 |
| Периодическая система элементов .....           | 456 |

## ВВЕДЕНИЕ



**В** детстве (было это в начале 1980-х) я любил болтать с полным ртом — там могли быть еда, инструменты дантиста, пузырьки, что угодно. Даже если никого рядом не было, я все равно разговаривал — сам с собой. С этого увлечения и начался мой интерес к периодической системе элементов. Мне часто приходилось лежать в одиночестве с градусником под языком. Во втором и третьем классах я болел ангиной не меньше десяти раз, мне было больно глотать. В такие дни я оставался дома и без всякого смущения лечился ванильным мороженым и шоколадной подливкой. Кроме того, во время постельного режима у меня всегда был лишний шанс разбить старенький ртутный градусник.

Бывало, я держал его под языком и вдруг громко отвечал на воображаемый вопрос. Градусник выскальзывал у меня из рта и разбивался о деревянный пол, капельки ртути начинали кататься по доскам, как шарики из крошечных подшипников. В мгновение ока прибежала мама и, несмотря на свой артрит, быстро нагибалась и начинала сгонять шарики в кучу, как барашков. Она ловко орудовала зубочисткой как маленькой клюшкой, собирая капельки так близко, что они почти касались друг друга. Вдруг после очередного толчка одна капелька поглощала другую. Получался один ровный шарик, подрагивавший там, где

## Введение

только что было два. Мама повторяла этот фокус снова и снова, по всему полу, пока вся жидкость не сливалась в одну серебристую лужицу.

После того как вся ртуть была собрана, мама брала пустую пластмассовую баночку из-под таблеток (этот пузырек с зеленой этикеткой всегда стоял у нас на кухне, на полке для безделушек, между голубой керамической кружкой — памятью о семейной встрече в 1985 году — и плюшевым мишкой с удочкой). Мама загоняла шарик на конверт, а потом до капли сливала содержимое последнего погибшего градусника к покоившейся в сосуде ртути — блестящий шарик в бутылочке уже достиг размеров ореха-пекана.

Иногда, прежде чем поставить пузырек на место, мама наливала ртуть в колпачок и давала нам с братьями полюбоваться, как в нем катается волшебный металл, так легко рассыпающийся и сливающийся воедино. Я искренне сочувствовал тем детям, чьи матери настолько боялись ртути, что даже не давали им есть тунца\*. Средневековые алхимики, несмотря на свою жажду золота, считали ртуть самым могучим и романтическим веществом во Вселенной. В детстве я их очень хорошо понимал. Я даже готов был вслед за ними поверить, что ртуть не вписывается в прозаические природные категории — она одновременно является твердым телом и жидкостью, металлом и водой, частичкой рая и ада; что в ней живут потусторонние духи.

Позже я узнал, что ртуть имеет такие свойства именно потому, что является химическим элементом. В отличие от воды ( $H_2O$ ) или углекислого газа ( $CO_2$ ) и абсолютного большинства тех веществ, с которыми нам приходится сталкиваться в жизни, ее нельзя разложить на более простые составляющие. На самом деле ртуть — один из самых высокомерных элементов. Ее атомы предпочитают дружить только с другими атомами ртути, сводя

---

\* Существует мнение, что мясо тунца содержит опасные дозы ртути. — *Прим. пер.*

к минимуму контакты с окружающим миром. Поэтому ртуть и собирается в шарики. Большинство жидкостей, которые мне доводилось разливать в детстве, вели себя иначе. Вода разливалась повсюду, ровно то же происходило с растительным маслом, уксусом и растаявшим желе. Ртуть никогда не оставляла пятен. Родители всегда заставляли меня носить тапки после того, как случалось разбить градусник — чтобы мельчайшие осколки стекла не вонзились мне в ноги. Но не помню, чтобы меня пугали разлитой ртутью.

Долгое время я интересовался 80-м элементом в школе, искал упоминания о нем в книгах, как другие следят, не написали ли об их знакомом в газетах. Я вырос на Великих равнинах. На уроках истории нам рассказывали, как Льюис и Кларк\* прошли через Южную Дакоту и остальную территорию Французской Луизианы, захватив с собой микроскоп, компасы, секстанты, три ртутных термометра и другие инструменты. Но тогда я не знал, что они взяли с собой еще и шестьсот ртутных слабительных пилюль, каждая вчетверо больше всем знакомой таблетки аспирина. Это лекарство называлось «Желчными пилюлями доктора Раша» — по имени Бенджамина Раша, одного из участников подписания Декларации независимости США и врача-героя, отважно работавшего в Филадельфии во время эпидемии желтой лихорадки, разразившейся в 1793 году. Его любимым лекарством от всех болезней была каша из хлорида ртути, принимаемая перорально. Несмотря на весь прогресс медицины в период с 1400 по 1800 год, врачи все еще оставались скорее знахарями, чем медиками. Руководствуясь своеобразной симпатической магией (магией подобия), лекари предполагали, что прекрасная и заманчивая ртуть может исцелять страждущих, проводя их через жестокий кризис — яд уничтожает яд.

---

\* Экспедиция Льюиса и Кларка состоялась в 1803–1806 годах, это была первая сухопутная экспедиция по нынешней территории США от атлантического до тихоокеанского побережья и обратно. — *Прим. пер.*

## Введение

Доктор Раш потчевал пациентов своим раствором, пока они не начинали исходить слюной; через недели и месяцы такого лечения у людей часто выпадали волосы и зубы. Несомненно, снадобье мистера Раша травило или просто убивало тех, кого пощадила желтая лихорадка. Тем не менее, поднаторев в таком лечении в Филадельфии, Раш снабдил этим лекарством Льюиса и Кларка. Ртутные пилюли обладали побочным слабительным эффектом, благодаря которому современные археологи могут с легкостью находить те места, где разбивали лагерь эти первопроходцы. Учитывая, какой дрянной пищей и грязной водой им приходилось довольствоваться в пути, все участники отряда то и дело имели проблемы с желудком. Во многих местах на пути экспедиции образовались небольшие скопления ртути — вероятно, как раз там, где исследователи устраивали отхожие места. Пожалуй, иногда лекарство доктора Раша срабатывало слишком уж хорошо.

Ртуть оказалась и в кабинете естествознания. Впервые увидев кавардак элементов в периодической таблице, я не нашел там ртуть. Но она там есть — между плотным и мягким золотом и таллием, тоже, кстати, ядовитым. Символ ртути — Hg — состоит из двух букв, которых, казалось бы, и близко нет в ее названии. Все дело в том, что эти буквы — из латинского названия *hydrargyrum*, которое переводится как «вода-серебро». Этот факт помог мне понять, как очень древние языки и мифология повлияли на формирование периодической системы. Некоторые следы мифологии вы можете заметить и в названиях самых новых, сверхтяжелых элементов, расположенных в нижнем ряду таблицы.

Для ртути нашлось место и в кабинете литературы. Когда-то шляпники использовали ярко-оранжевый ртутный раствор для отделения меха от шкуры. И эти мастера, вынужденные вдыхать пары ртути, постепенно начинали походить на Безумного Шляпника из «Алисы в Стране чудес», — теряя и волосы, и разум. Наконец, я осознал, насколько ядовита ртуть; наверное,

именно из-за своей токсичности пилюли доктора Раша прочищали кишки так хорошо. Ведь организм пытается избавиться от любых ядов, в том числе от ртути. Но, как ни вредно глотать ртуть, ее пары еще токсичнее. Они истрепывают «проводки» нашей центральной нервной системы и прожигают дыры в мозгу, подобно прогрессирующей болезни Альцгеймера.

Впрочем, чем яснее я представлял себе опасность ртути, тем сильнее привлекала меня ее разрушительная красота. Помните «Тигра, светло горящего»\* Уильяма Блейка? Шли годы, родители обновили кухню и убрали полку с кружкой и медвежонком, сложив все эти безделушки в картонную коробку. В один из последних визитов домой я докопался до бутылочки из-под таблеток и открыл ее. Покачивая пузырек, я ощущал, как в нем перекатывается тяжелая жидкость. Заглянув через край, я не мог оторвать глаз от маленьких капель, расплескавшихся по стенкам. Они просто лежали там, искрясь, как совершенные водяные шарики, которые можно встретить только в фантазиях. Все детство разлитая ртуть стойко ассоциировалась у меня с жаром. Но на этот раз, представляя, что кроется за ужасной симметрией этих крошечных сфер, я ощутил озноб.

\*\*\*

Интересуясь этим элементом, я познакомился с его историей, этимологией, ролью в алхимии, литературе, криминалистике и психологии. Но я собрал и много других историй о химических элементах — особенно хорошо эта коллекция пополнялась в годы обучения в колледже. Там я занимался исследованиями, а также познакомился с несколькими любезными профессорами, которые охотно отвлекались от работы, чтобы немного поболтать о науке.

---

\* Стихотворение знаменитого английского поэта Блейка (1757–1827), начинающееся в оригинале словами Tyger! Tyger! Burning bright, неоднократно переведенное на русский язык. — *Прим. пер.*

## Введение

В колледже я выбрал физику в качестве профильного предмета, но постоянно мечтал поскорее вырваться из лаборатории и вновь взяться за перо. Я чувствовал себя жалким среди одноклассников, одаренных молодых ученых, которые обожали метод проб и ошибок, мне же это было не дано. Я застрял в Миннесоте на пять унылых лет и получил диплом с отличием по физике. Но, несмотря на то что я провел в лаборатории сотни часов, зазубрил тысячи уравнений, начертил десятки тысяч схем с блоками и наклонными съездами без учета трения, истинное образование я приобрел в беседах с профессорами. Они рассказали мне о Ганди и о Годзилле, и об ученом-евгенике, пытавшемся украсть Нобелевскую премию при помощи германия. О том, как куски металлического натрия бросают в реку, где они взрываются и глушат рыбу. О людях, блаженно задыхающихся азотом в космических шаттлах. О бывшем профессоре из нашего кампуса, который экспериментировал со вставленным в его собственную грудь кардиостимулятором, питающимся от плутония. Профессор ускорял и замедлял аппарат, манипулируя огромными электромагнитными катушками.

Я накрепко зафиксировал в памяти все эти случаи. А недавно, вспомнив о ртути за завтраком, осознал, что почти со всеми элементами из периодической системы связана какая-нибудь смешная, или странная, или страшная история. В то же время таблица Менделеева — одно из величайших интеллектуальных достижений человеческого рода. Это одновременно и научный шедевр, и сборник рассказов. Я написал эту книгу, чтобы тщательно отобразить все ее слои — как рисунки на кальке в учебнике по анатомии. Все эти рисунки рассказывают об одном и том же, но делают «срезы» на разной глубине. В простейшем смысле периодическая система — это каталог всех веществ, встречающихся в нашей Вселенной. В таблице сто с небольшим элементов, обладающих яркими индивидуальностями. Из них состоит все, что мы видим и что нас окружает. Таблица построена так, что ученый-химик легко улавливает взаимосвязи

между различными элементами и может объединить их в семейства. Если рассмотреть таблицу на более сложном уровне, то можно увидеть, что в ней закодирована информация о происхождении каждого атома, а также о том, в какие атомы он может превращаться, на какие элементы распадаться. Эти атомы естественным образом объединяются в динамические системы, включая живые существа. Периодическая система позволяет прогнозировать, какие связи будет образовывать тот или иной атом. В таблице даже угадываются «коридоры» гнусных элементов, наносящих вред живым существам. А порой они бывают и смертельно ядовиты.

Наконец, периодическая система — это удивительное человеческое достижение, артефакт, отражающий чудесные, коварные и порочные грани человеческого существа. Таблица позволяет понять, как мы взаимодействуем с окружающим миром. История нашего вида записана в виде компактного и красивого либретто. Все эти уровни заслуживают специального изучения, от простого к сложному. Сюжеты из периодической таблицы не только станут для вас увлекательным чтением, но и помогут понять такие вещи, о которых никогда не пишут в учебниках и лабораторных пособиях. Мы едим химические элементы и дышим ими; люди ставят на них и проигрывают огромные суммы; философы обращаются к элементам, задумываясь о значении науки. Элементы отравляют людей и порождают войны. Между водородом в левом верхнем углу и искусственно синтезированными эфемерными веществами, занимающими нижние ряды, вы найдете пузыри, бомбы, деньги, алхимию, политические игры, историю, яды, преступления и любовь. А также немного науки.



# **ЧАСТЬ I**

**ПОЛОЖЕНИЕ:  
СТОЛБЕЦ ЗА СТОЛБЦОМ,  
РЯД ЗА РЯДОМ**

# 1. ПРОПИСКА — ЭТО СУДЬБА

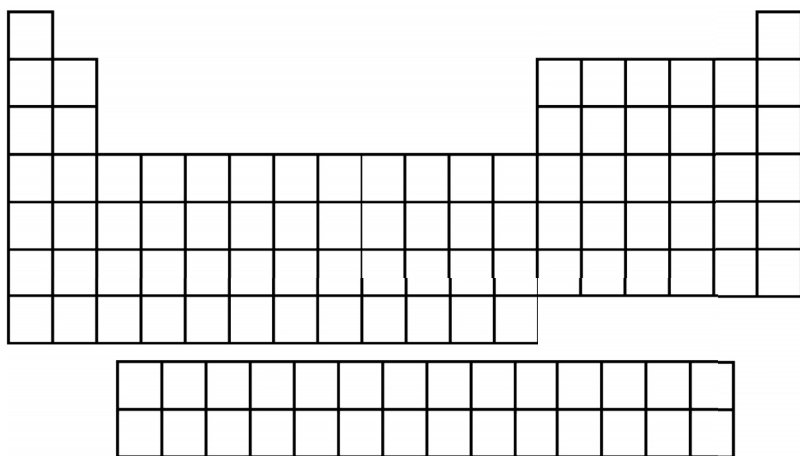
|                          |                          |                             |                             |                          |                             |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| He <sup>2</sup><br>4.003 | B <sup>5</sup><br>10.812 | Sb <sup>51</sup><br>121.760 | Tm <sup>69</sup><br>168.934 | O <sup>8</sup><br>15.999 | Ho <sup>67</sup><br>164.930 |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|

Услышав выражение «таблица Менделеева», большинство читателей вспомнят большую схему, которая висит в кабинете химии. Это асимметричное собрание рядов и столбцов, которые словно выглядывают из-за плеч учителя. Обычно таблица огромная, метра два в ширину. Она одновременно и подавляет вас, и кажется величественной, подчеркивая важность химии. Вы знакомитесь с ней уже в сентябре, и она остается незаменимой до самого конца мая. Кстати, это единственное наглядное пособие, которым можно пользоваться на экзамене — когда в вашем распоряжении нет ни конспектов, ни учебников. Разумеется, когда-то периодическая система могла вас и раздражать, не в последнюю очередь потому, что многим она нисколько не помогает, хоть и висит у всех на виду, как гигантская и абсолютно легальная шпаргалка.

С одной стороны, периодическая система кажется организованной и безукоризненной — практически идеальный образец научной схемы. С другой — это такой паноптикум длинных чисел, аббревиатур и каких-то последовательностей, напоминающих компьютерные сообщения об ошибках ( $[\text{Xe}]6s^2 4f^1 5d^1$ ), что порой сложно обозреть таблицу без досады. И хотя она, несомненно, связана с другими науками, в частности с биологией и физикой, эта связь не всем понятна с первого взгляда. Вероятно, главным разочарованием для большинства учеников было

то, что многие люди *действительно понимали* таблицу, знали, как она работает, запросто выуживали из нее разнообразные факты. Наверное, такое же раздражение одолевает дальтони-ков, на глазах у которых дети с нормальным зрением находят семерки и девятки в цветной головоломке. Речь о важной, но неочевидной информации, которая так никогда и не складывается в цельную картину. Многие вспоминают о таблице со смешанным чувством увлеченности, пристрастия, неполноценности и брезгливости.

Прежде чем познакомить класс с периодической системой, каждый учитель химии должен убрать из нее всю информацию и показать школьникам пустую сетку.



На что она похожа? На какой-то замок с неровными стенами — как будто королевские каменщики немного не достроили левую часть. С обеих сторон возвышаются высокие оборонительные бастионы. В таблице 18 зубчатых столбцов и семь горизонтальных рядов. Снизу примостилась полоса из двух дополнительных рядов. Стена замка сложена из «кирпичей», и в этом кроется первое неочевидное свойство таблицы — каждый «кирпичик» может стоять только на своем месте. Каждая

Часть I. Положение: столбец за столбцом, ряд за рядом

клетка содержит один *элемент*, тип простого вещества. В настоящее время таблица состоит из 112 элементов, существование еще нескольких предстоит подтвердить\*. Весь замок развалится, если неправильно поставить хотя бы один кирпичик. Это не преувеличение: если ученые придут к выводу, что какой-то элемент должен находиться в другой клетке или что два элемента можно поменять местами, вся стройная система разрушится.

Еще одна архитектурная особенность замка заключается в том, что в разных частях его стен сосредоточены разные материалы. Таким образом, все кирпичи состоят из разных веществ, и у каждого элемента — свои уникальные характеристики. 75% элементов являются металлами, поэтому почти все они — сероватые холодные твердые вещества (по крайней мере, при обычной температуре). В нескольких столбцах в «восточной части» стены содержатся газы. Всего два элемента — ртуть и бром — при комнатной температуре являются жидкостями. Между металлами и газами (если представить, что таблица

Таблица Менделеева напоминает замок с неровными стенами, с обеих сторон которого возвышаются высокие оборонительные бастионы.

Менделеева — это карта США, то этот регион окажется примерно на месте штата Кентукки) находятся несколько сложно классифицируемых элементов. Они имеют аморфную структуру,

благодаря чему могут образовывать чрезвычайно активные кислоты — в миллиарды раз более сильные, чем те вещества, которые обычно хранятся на складе реагентов. Вообще, если бы каждый кирпичик состоял именно из того вещества, которое он обозначает, то химический замок был бы химерой с пристройками и флигелями из самых разных времен. Можно сказать, что таблица напоминает здание в стиле Даниэля Либескинда,

---

\* Книга была написана в 2011 году, сейчас открыто уже 118 элементов. — *Прим. пер.*

в котором, казалось бы, несовместимые материалы сплетены в элегантное целое.

Чертежи для стен нашего замка создавались так долго именно потому, что с координатами элемента в таблице связана практически вся интересная научная информация о нем. Прописка фактически определяет его судьбу. Теперь, когда вы примерно представляете, как построена система, я могу перейти к более дельной метафоре: предположим, что таблица — это карта. Чтобы поближе познакомить вас с ней, давайте начертим ее в направлении с востока на запад. По пути поговорим как о самых известных, так и о менее популярных элементах.

Начнем с 18-го столбца, крайнего справа. В нем расположены благородные (инертные) газы. «Благородный» — немного старомодное слово, которое ассоциируется скорее с этикой и психологией, чем с химией. Действительно, термин «благородные газы» зародился в колыбели западной философии — Древней Греции. Именно там жил Платон, впервые предложивший термин «элемент» (по-гречески — «стойхейя»), используя это слово как общее название для мельчайших частиц материи. Он опирался на идеи древнегреческих философов Левкиппа и Демокрита, впервые развивших концепцию атома. Платон покинул Афины около 400 года до н. э. — после того как ушел из жизни его наставник Сократ, оставаться в городе Платону было небезопасно. Затем он долгое время странствовал и писал философские труды. Разумеется, Платон не представлял, что такое «элемент» с химической точки зрения. Но если бы он об этом знал, ему, несомненно, больше всего понравились бы элементы с «восточного края» таблицы — особенно гелий.

В своем диалоге «Пир», произведении о любви и страсти, Платон заявляет, что каждое существо стремится найти свою недостающую половинку. Если говорить о людях, то это стремление выражается в виде страстей и плотской любви, а также всех забот, с ними связанных. Кроме того, во всех своих диалогах