



# АРТЕМ ОГАНОВ

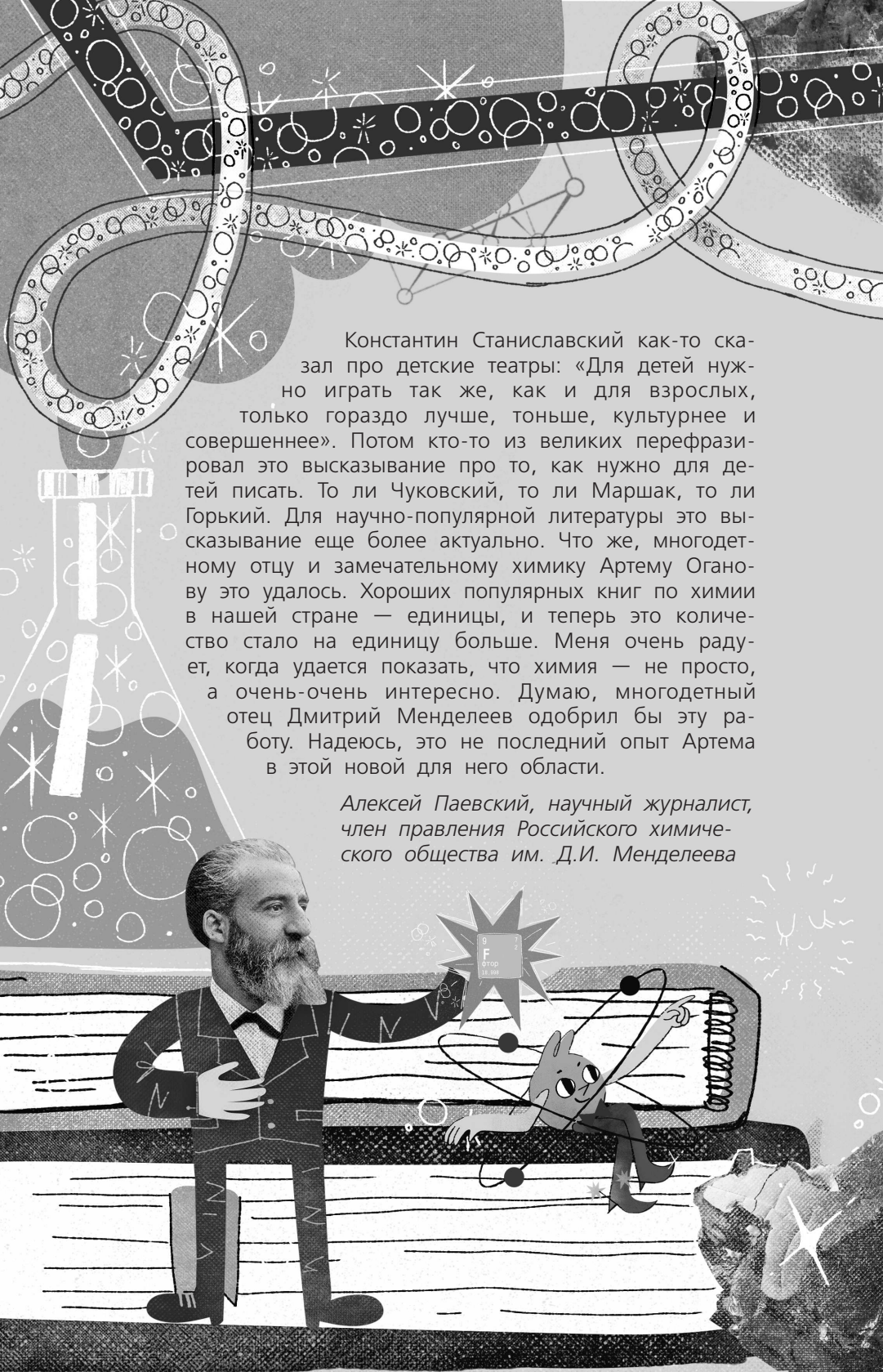
# ХИМИЯ

## АТОМЫ, МОЛЕКУЛЫ, КРИСТАЛЛЫ

Иллюстрации  
Василисы Зинковой

*Аванта*

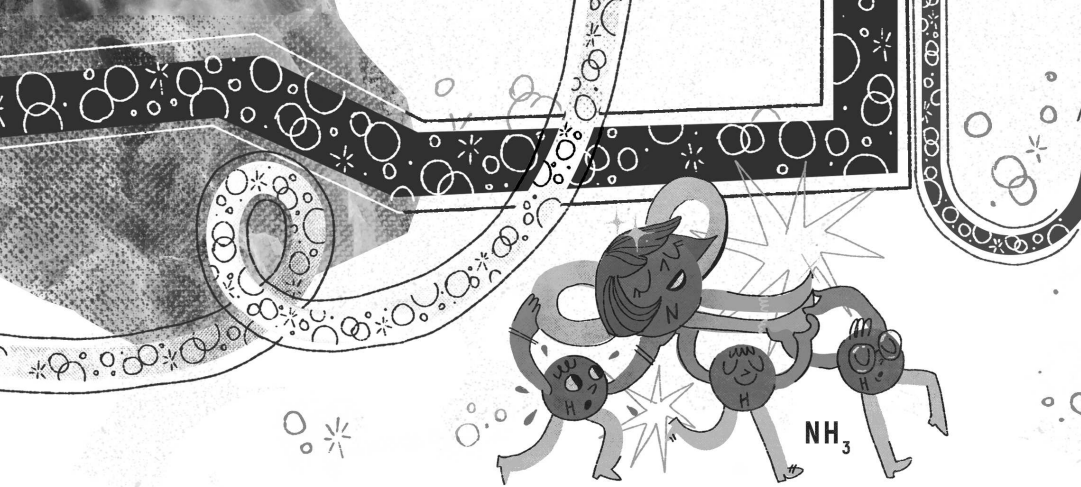




Константин Станиславский как-то сказал про детские театры: «Для детей нужно играть так же, как и для взрослых, только гораздо лучше, тоньше, культурнее и совершеннее». Потом кто-то из великих перефразировал это высказывание про то, как нужно для детей писать. То ли Чуковский, то ли Маршак, то ли Горький. Для научно-популярной литературы это высказывание еще более актуально. Что же, многодетному отцу и замечательному химику Артему Оганову это удалось. Хороших популярных книг по химии в нашей стране — единицы, и теперь это количество стало на единицу больше. Меня очень радует, когда удается показать, что химия — не просто, а очень-очень интересно. Думаю, многолетний отец Дмитрий Менделеев одобрил бы эту работу. Надеюсь, это не последний опыт Артема в этой новой для него области.

*Алексей Паевский, научный журналист, член правления Российского химического общества им. Д.И. Менделеева*





Все окружающие нас вещества состоят из атомов, атомы могут соединяться в молекулы. Молекулы могут быть как маленькими, так и очень большими. Атомы и молекулы могут объединяться в кристаллы, число атомов в которых настолько огромно, что его даже бессмысленно считать. Когда учёные моделируют кристаллы, они предполагают их вообще бесконечными. Поведение атомов, молекул, кристаллов, химические реакции с их участием, изменение структуры и состава изучает наука химия. О некоторых аспектах химии мы и поговорим.





# Введение

**А**томы бывают разного типа, на сегодняшний день известно **118 типов атомов**, которые называются **химическими элементами**. С древности человек знал несколько элементов, в особенности тех, которые **встречаются в природе в самородном виде**. Такие как: медь, золото, серебро, железо, платина, углерод, сера и ряд других. Дело в том, что не все элементы встречаются в самородном виде, по большей части мы имеем дело именно с их соединениями. Со временем учёные научились **выделять элементы из их соединений** — так были открыты олово, ртуть, цинк, мышьяк, сурьма, фосфор. По мере становления химической науки, людям стали известны и другие элементы, например, азот, кислород, водород, хлор, кобальт, никель и так далее.

В начале XIX века великий английский учёный **Гэмфри Дэви** открыл несколько новых элементов, разлагая соединения при помощи электрического тока, со временем были разработаны и другие методы.



102  
No  
нобелий  
[259]

118  
Og  
оганессон  
[294]

101  
Md  
менделевий  
[258]

Золото

Сера

Медь

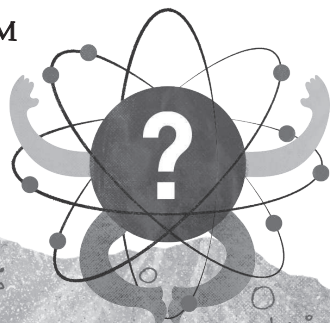
Серебро

Элементы открывают и сегодня, но не в природе: учёные создают новые элементы слиянием ядер в ускорителях частиц. Именно так были созданы самые тяжёлые элементы, известные на сегодняшний день.

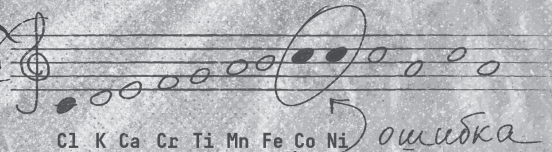
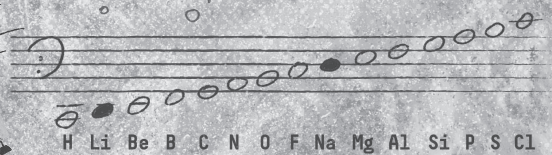
Надо сказать, что история создания новых химических элементов не закончена, а продолжается. Учёные считают, что рано или поздно периодическая таблица дойдёт до своего предела.

Дело в том, что очень тяжёлые атомы оказываются нестабильными и живут совсем короткое время. Считается, что для очень тяжёлых атомов нестабильность будет настолько высока, что их не удастся получить даже на короткое время. Где находится предел таблицы Менделеева, точно никто не знает. Вероятно, в районе 173-го элемента.

В середине XIX века было известно 63 элемента, в это время было предпринято несколько попыток систематизировать свойства этих элементов. Например, английский химик **Джон Ньюлэндс** заметил, что если расположить атомы в порядке **увеличения их атомного веса**, то появляются группы из семи элементов, а каждый восьмой элемент повторяет свойства элемента на 8 клеточек раньше. Он назвал это **законом октав** и предположил, что существуют некие законы, общие для химии и для музыки. Впрочем,



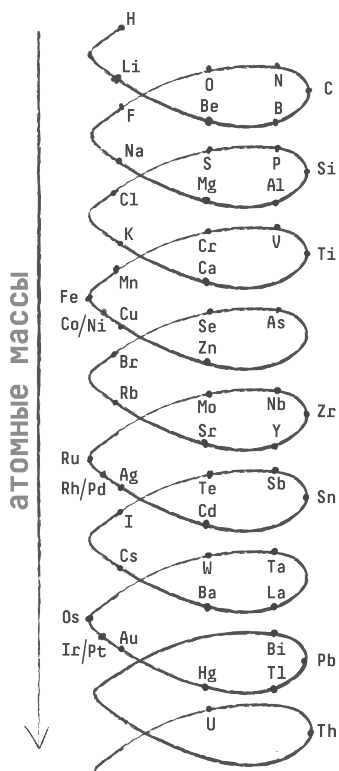
Джон Ньюлэндс



до  
ре  
ми  
фа  
 соль  
ля  
си

1	H	8	F	15	Cl	22	Co	29	Br	36	Pd	42	I	50	Pt
2	Li	9	Na	16	K	23	Cu	30	Rb	37	Ag	44	Cs	51	Os
3	Be	10	Mg	17	Ca	24	Zn	31	Sr	38	Cd	45	Ba	52	Hg
4	B	11	Al	19	Cr	25	Y	33	Ca	40	U	46	Ta	53	Tl
5	C	12	Si	18	Ti	26	In	32	Zr	39	Sn	47	W	54	Pb
6	N	13	P	20	Mn	27	As	34	Di	41	Sb	48	Nb	55	Bi
7	O	14	S	21	Fe	28	Se	35	Rh	43	Te	49	Au	56	Th
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я							

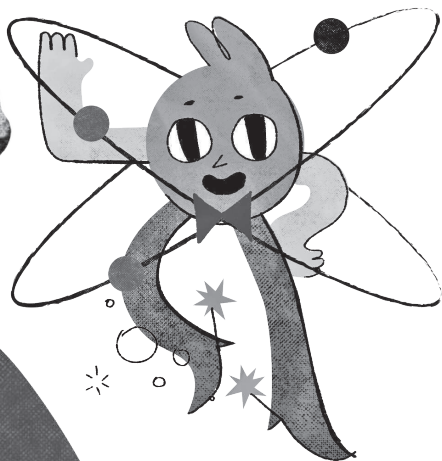
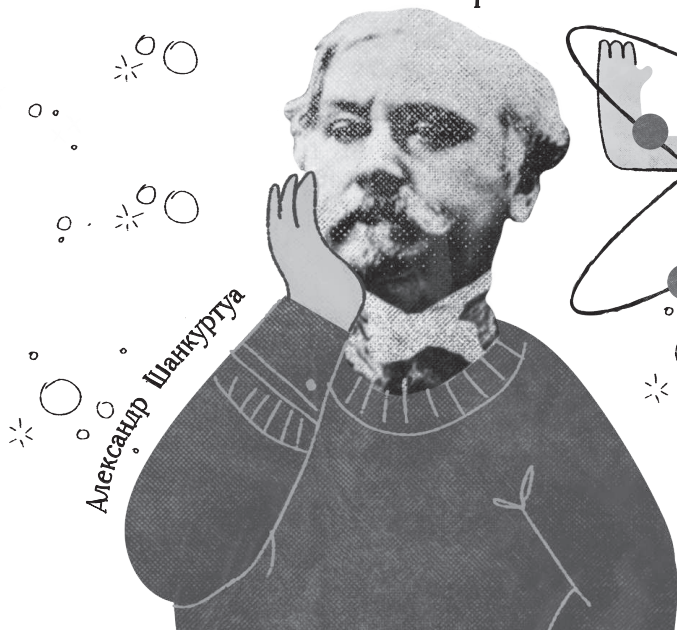
ОКТАВЫ



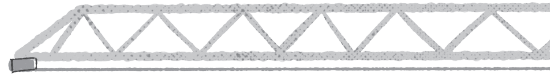
закономерность была не строгой, в ней существовали достаточно сильные нарушения.

Французский геолог Александр Шанкуртуа расположил элементы в порядке увеличения атомного веса по спирали. Эта спираль тоже имела периодичность: элементы, расположенные один над другим, оказывались похожими — но опять же не всегда. Свою спираль он назвал **теллурическим винтом**, достаточно странное название, не правда ли?

В общем, ни попытка систематизации Ньюлэндса, ни «винт» Шанкуртуа не прижились.



Немецкий химик **Лотар Майер** показал, что **атомные объёмы** меняются **периодически** с **атомным весом**, именно он долгое время считался главным конкурентом **Дмитрия Ивановича Менделеева** в борьбе за звание первооткрывателя периодического закона. Надо сказать, что работы Майера и Менделеева были сделаны практически одновременно, но именно Менделеев считал периодичность не прихотью природы, а фундаментальным законом. Он использовал его для предсказания новых химических элементов. Дело в том, что в той таблице, которую Менделеев выстроил по закону периодической зависимости, оказались выпадающие ячейки. В каждой ячейке таблицы должен был стоять элемент, но были ячейки, в которых не оказывалось элементов с подходящей атомной мас-

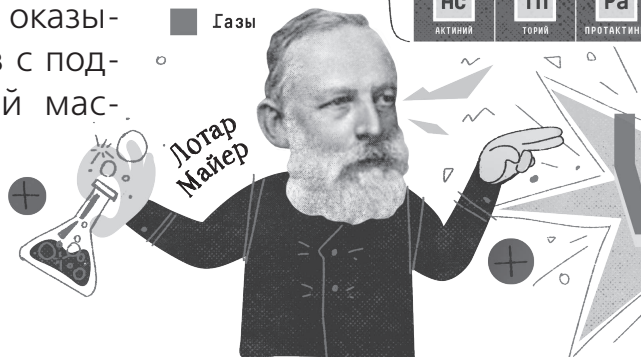


В каждой клетке должен быть элемент!

1 1.008 H ВОДОРОД	3 6.941 Li ЛИТИЙ	4 9.012 Be БЕРИЛЛИЙ	11 22.99 Na НАТРИЙ	12 24.305 Mg МАГНИЙ	19 39.098 K КАЛИЙ	20 40.08 Ca КАЛЬЦИЙ	21 44.956 Sc СКАНДИЙ	22 47.867 Ti ТИТАН	23 50.942 V ВАНАДИЙ	24 51 Cr ХРОМ	
37 85.468 Rb РУБИДИЙ	38 87.62 Sr СТРОНЦИЙ	39 88.906 Y ИТРИЙ	40 91.22 Zr ЦИРКОНИЙ	41 92.906 Nb НИОБИЙ	42 95 Mo МОЛИБДЕН	55 132.905 Cs ЦЕЗИЙ	56 137.33 Ba БАРИЙ	57-71 La-Lu ЛАНТАНОИДЫ	72 178.49 Hf ГАФНИЙ	73 180.948 Ta ТАНТАЛ	74 183 W ВОЛЬФРАМ
87 (223) Fr ФРАНЦИЙ	88 (226) Ra РАДИЙ	89-103 Ac-Lc АКТИНОИДЫ	104 (267) Rf РЕЗЕРФОРДИЙ	105 (268) Db ДУБИЙ	106 (269) Sg СИБОГИЙ	57 138.905 La ЛАНТАН	58 140.912 Ce ЦЕРИЙ	59 140.908 Pr ПРАЗЕДИЙ	89 (227) Ac АКТИНИЙ	90 227.028 Th ТОРИЙ	91 227.033 Pa ПРОТАКТИЙ

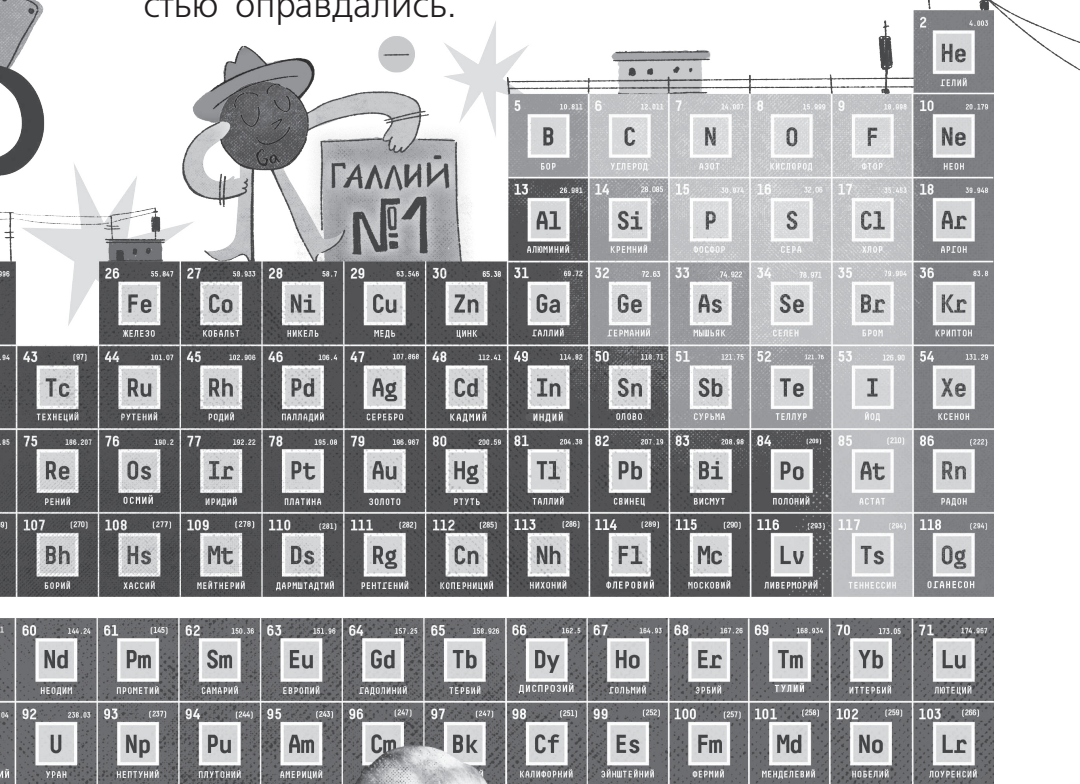
- Металлы
- Неметаллы
- Металлоиды
- Газы

57 138.905 La ЛАНТАН	58 140.912 Ce ЦЕРИЙ	59 140.908 Pr ПРАЗЕДИЙ
89 (227) Ac АКТИНИЙ	90 227.028 Th ТОРИЙ	91 227.033 Pa ПРОТАКТИЙ



сой и нужными свойствами. Менделеев предположил, что там должны находиться ещё не открытые элементы.

Он заявил, что они непременно будут открыты, и предсказал их свойства. Предсказания Менделеева в скором времени полностью оправдались.

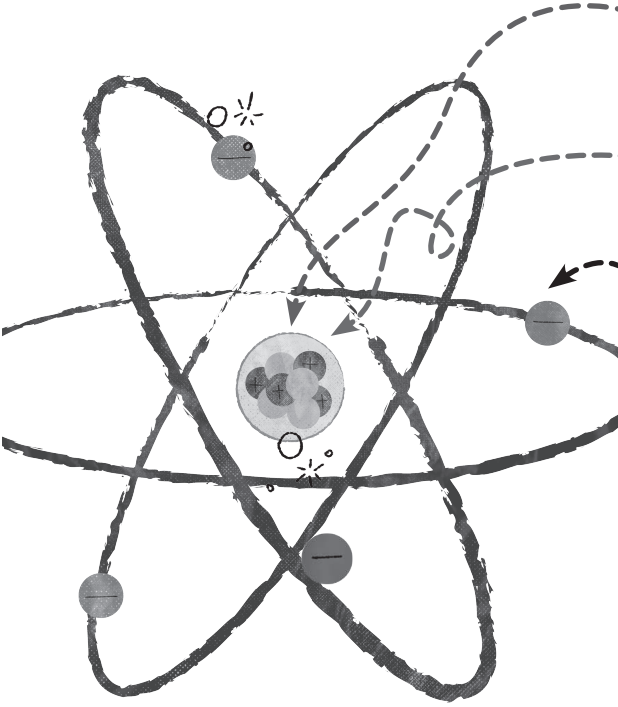


Дмитрий Менделеев

Первым из предсказанных Менделеевым элементов был открыт **галлий**. Предсказания Менделеева оказались настолько точными, что экспериментаторам даже пришлось повторить свои измерения: сомнения возникли из-за того, что первоначальные измерения свойств не вполне соответствовали менделеевским предсказаниям. Более точные эксперименты подтвердили предсказания Менделеева. А затем были открыты и другие предсказанные им элементы — германий и скандий.

Сам Менделеев, как часто бывает в науке, не понимал природы периодическо-

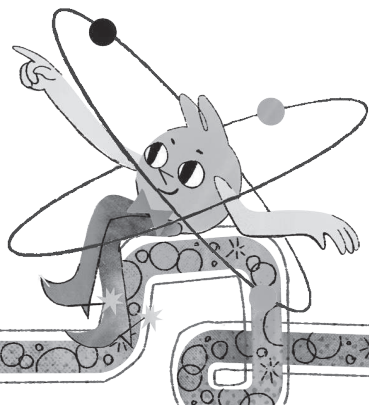
## СТРОЕНИЕ АТОМА



**НЕЙТРОН** — тяжёлая элементарная частица, не имеющая электрического заряда.

**ПРОТОН** — тяжёлая положительно заряженная частица.

**ЭЛЕКТРОН** — это лёгкая отрицательно заряженная частица.

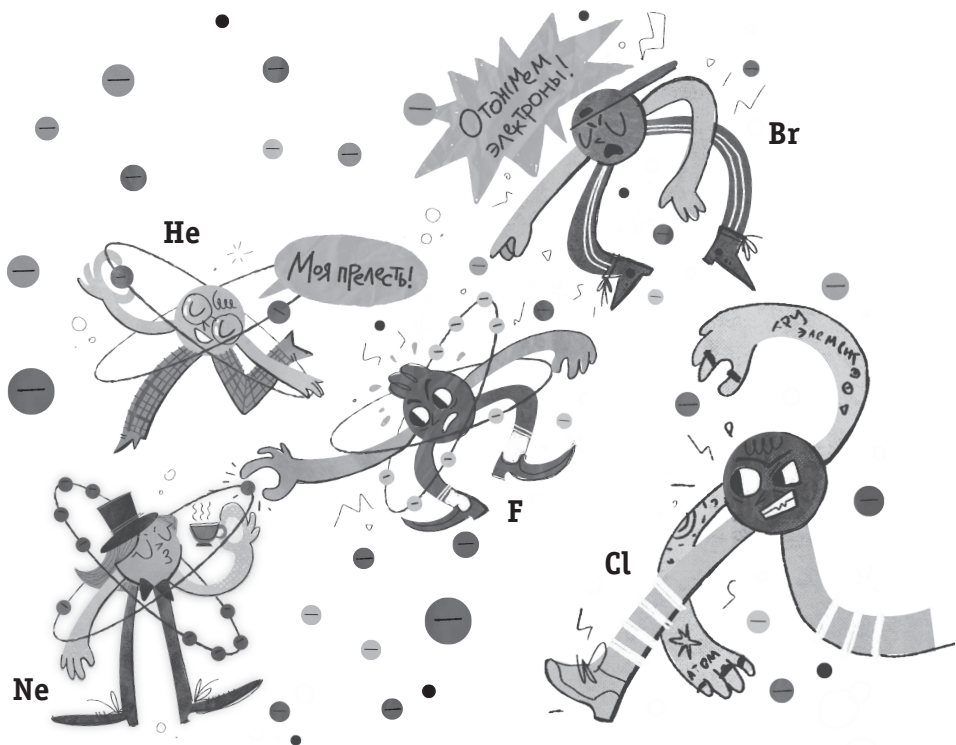


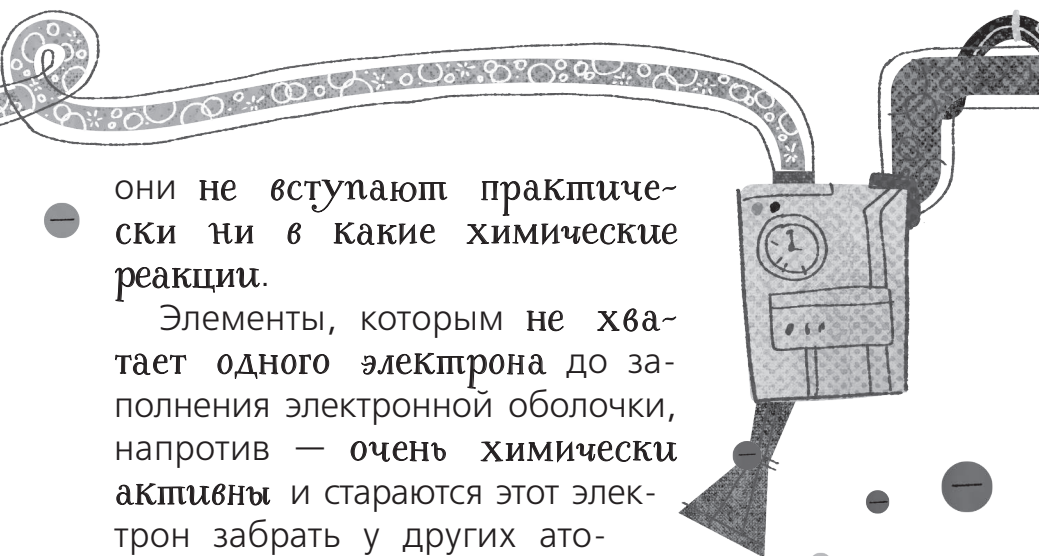
го закона, ему казалось, что именно атомная масса играет здесь главную роль.

Сейчас же мы знаем, что дело вовсе не в атомной массе и гравитационных взаимодействиях, а в числе электронов.

Электроны в атомах образуют оболочки, и заполнение этих электронных оболочек и диктует стабильность или нестабильность той или иной конфигурации, их схожесть и несхожесть, способность или неспособность атома вступать в те или иные химические реакции.


Например, все атомы, у которых оболочки заполнены, обладают очень низкой химической активностью. Это **благородные газы**,





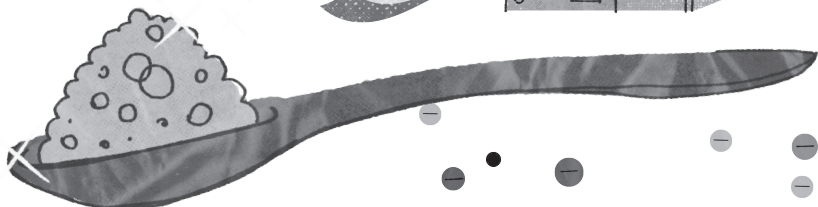
они не вступают практически ни в какие химические реакции.

Элементы, которым не хватает одного электрона до заполнения электронной оболочки, напротив — очень химически активны и стараются этот электрон забрать у других атомов. Это **галогены**, 17-я группа таблицы Менделеева, самый активный из которых — **фтор**.



У каждого элемента свой характер, своя судьба, свои интересные истории открытия. Мне бы хотелось немного поговорить о разных аспектах, связанных с различными элементами.

**ЧИСЛО АТОМОВ,  
КОТОРОЕ ПОМЕСТИТСЯ  
В ЧАЙНОЙ ЛОЖКЕ,  
ГОРАЗДО БОЛЬШЕ,  
ЧЕМ ЧИСЛО  
ЛЮДЕЙ НА ЗЕМЛЕ**



# Химические элементы

Водород • H

Больше всего во Вселенной именно этого элемента. В таблице Менделеева он идёт под номером один. Это означает, что у него в ядре всего один протон (протон — это тяжёлая положительно заряженная частица) и один электрон, движущийся вокруг протона.

Водорода по массе 74% в нашем Солнце и во Вселенной, вторым идёт **гелий** — его 24%, а все остальные элементы, вместе взятые, дают порядка 2% по массе в атомном веществе Вселенной, на Солнце и на таких планетах-гигантах, как Юпитер и Сатурн. На Земле водорода не так уж много, будучи лёгким, он «убежал» с нашей планеты в космос. Только такие большие планеты, как



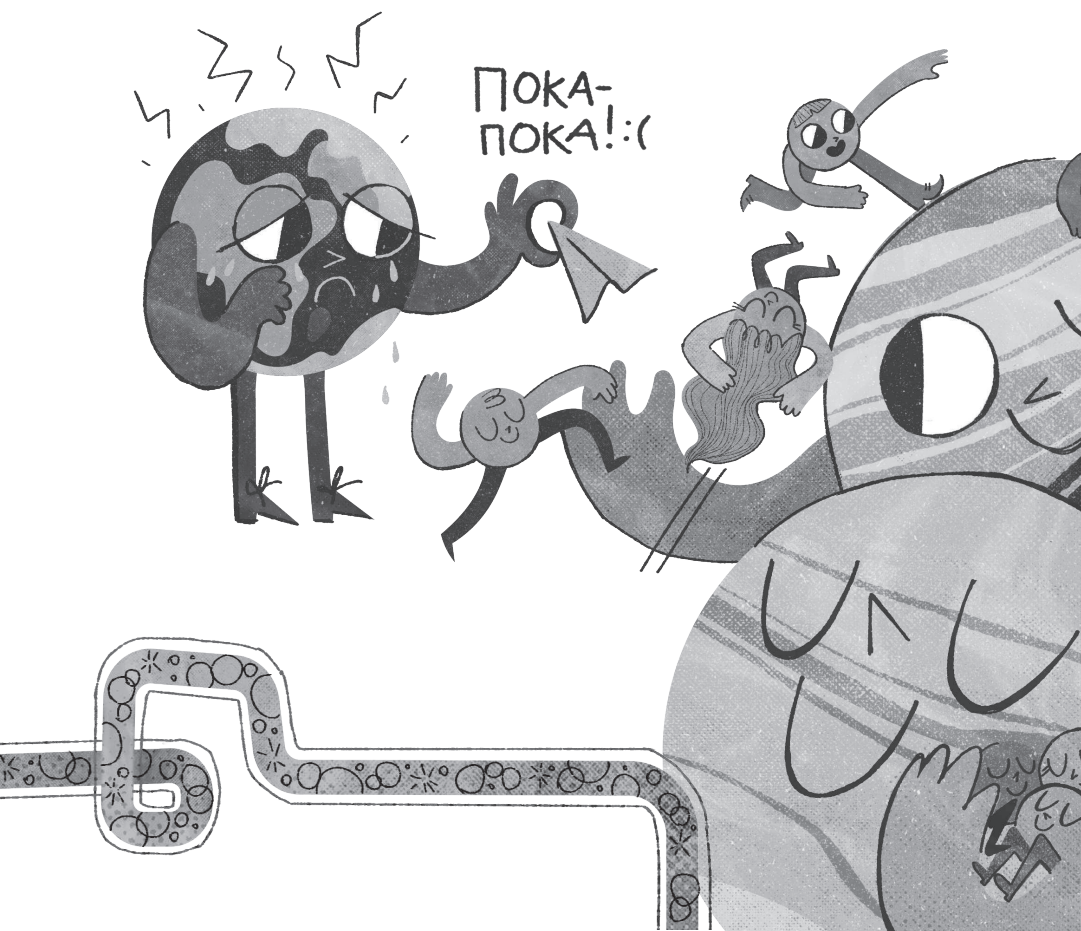
Плотность водородного газа  
примерно в 16 раз меньше  
плотности кислорода.



Юпитер и Сатурн, в состоянии удерживать в больших количествах этот лёгкий элемент.

Водород в нормальных условиях — это газ, состоящий из двухатомных молекул  $H_2$ , очень лёгкий.

Из водорода можно было бы делать воздушные шары, они бы очень легко взлетали. Водородом наполняли первые дирижаб-



ли, но потом перестали, потому что водород горючий, а в смеси с кислородом взрывается. Дело в том, что водород и кислород реагируют с образованием воды, молекула  $H_2O$  содержит два атома водорода и атом кислорода. При образовании этой молекулы выделяется

