



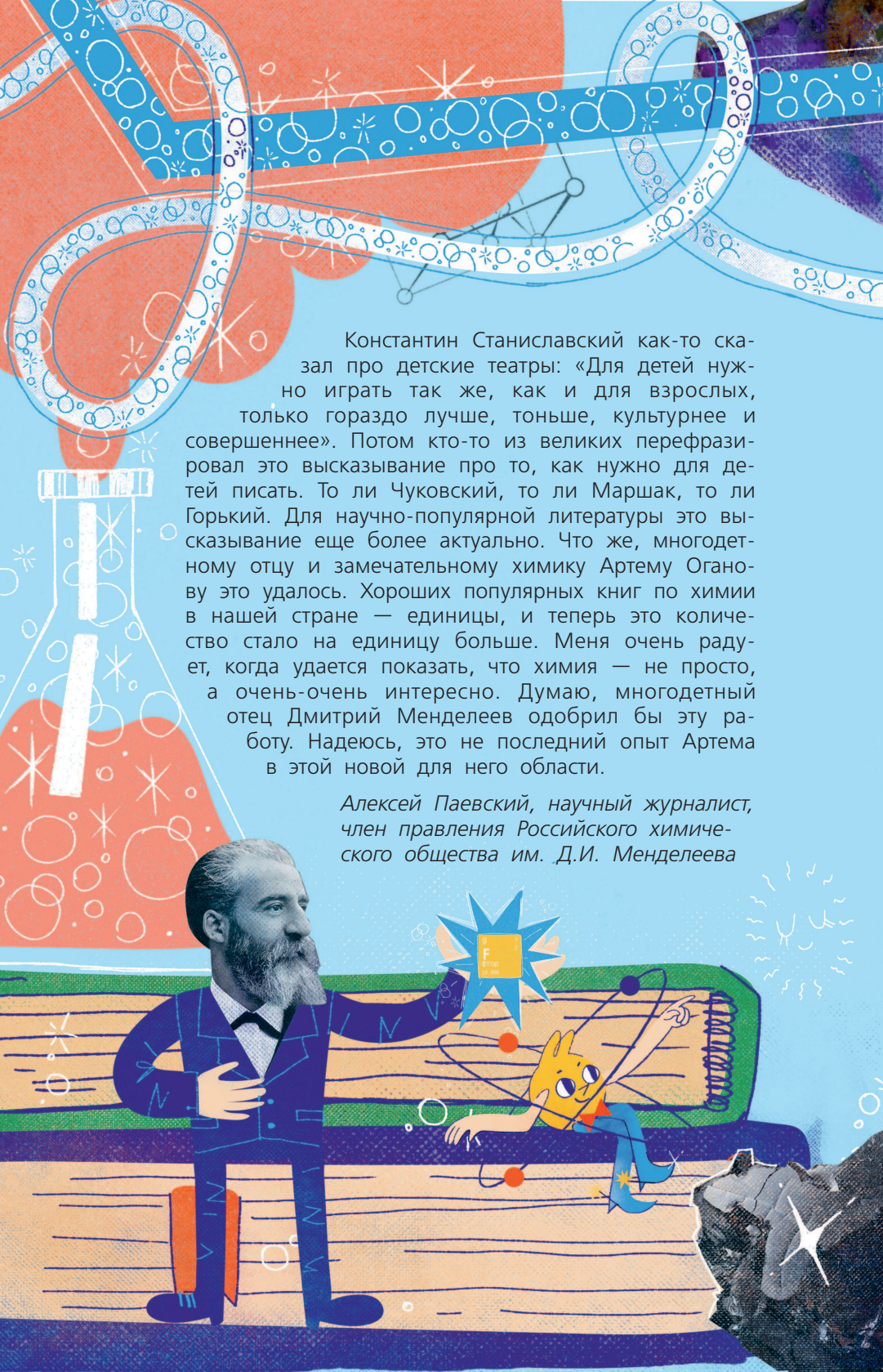
# Химия

## с Артёмом Огановым

Иллюстрации  
Василисы Зинковой


Аванта



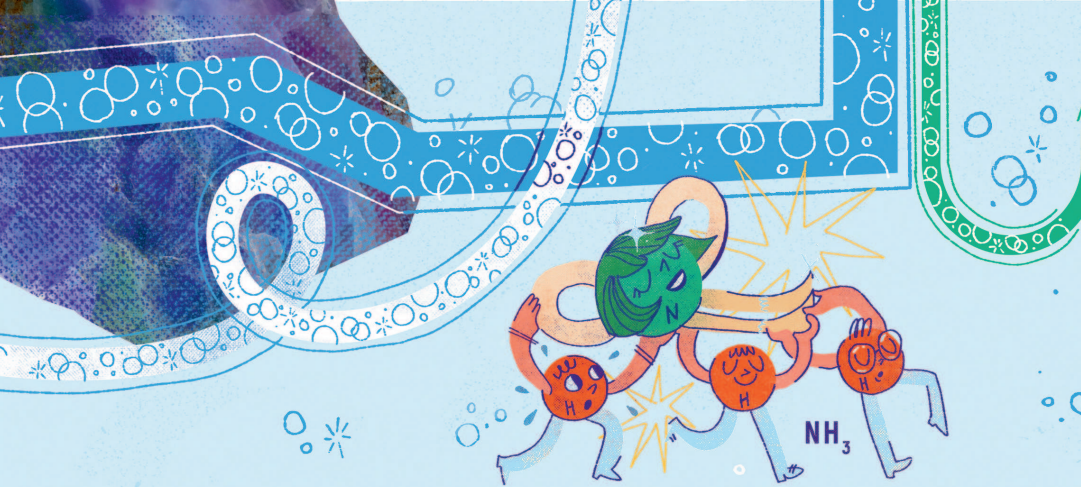


Константин Станиславский как-то сказал про детские театры: «Для детей нужно играть так же, как и для взрослых, только гораздо лучше, тоньше, культурнее и совершеннее». Потом кто-то из великих перефразировал это высказывание про то, как нужно для детей писать. То ли Чуковский, то ли Маршак, то ли Горький. 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, многодетный 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

102  
No  
нобелий  
259,1062

118  
Og  
оганесон  
(294)

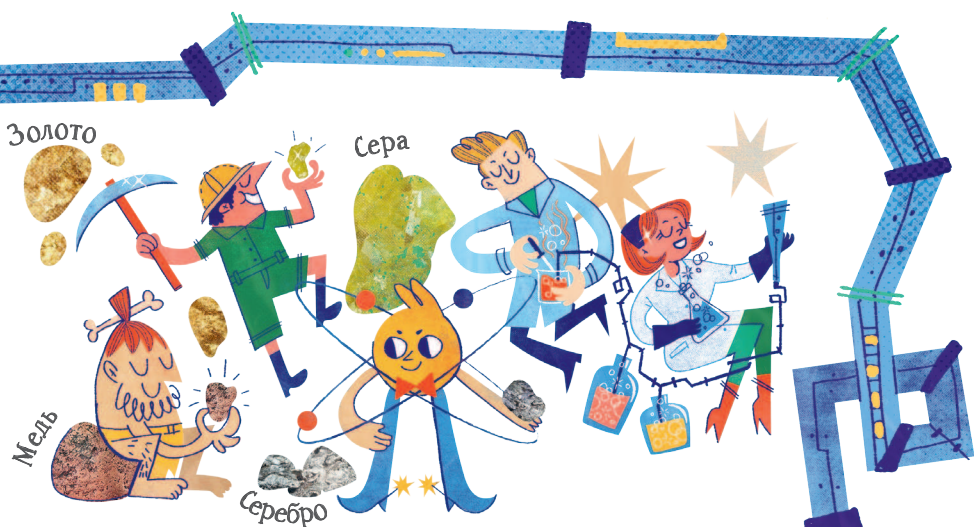
101  
Md  
менделевий  
[258]

**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.





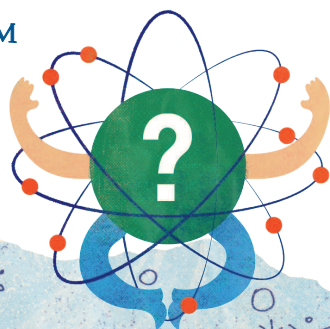


Элементы открывают и сегодня, но не в природе: учёные создают новые элементы слиянием ядер в ускорителях частиц. Именно так были созданы самые тяжёлые элементы, известные на сегодняшний день.

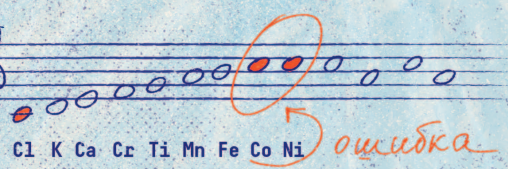
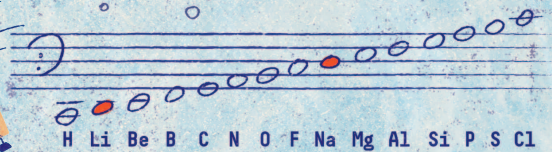
Надо сказать, что история создания новых химических элементов не закончена, а продолжается. Учёные считают, что рано или поздно периодическая таблица дойдёт до своего предела. Дело в том, что очень тяжёлые атомы оказываются нестабильными и живут совсем короткое время. Считается, что для очень тяжёлых 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 150-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

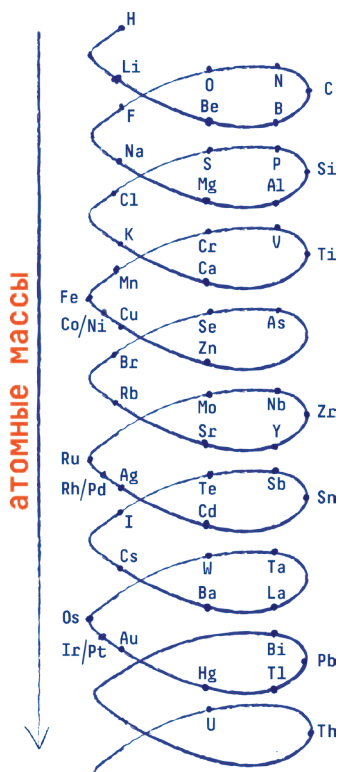


до  
ре  
ми  
фа  
 соль  
ля  
си

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

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



Александр Шанкуртуа



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-

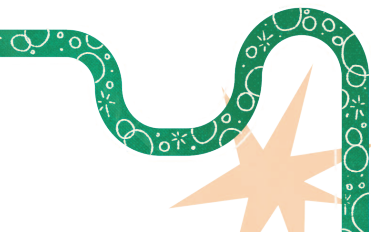


В каждой клетке должен быть элемент!

|                               |                               |                               |                                   |                               |                                |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1<br>H<br>1.008<br>ВОДОРОД    |                               |                               |                                   |                               |                                |
| 3<br>Li<br>6.941<br>ЛИТИЙ     | 4<br>Be<br>9.012<br>БЕРИЛЛИЙ  |                               |                                   |                               |                                |
| 11<br>Na<br>22.99<br>НАТРИЙ   | 12<br>Mg<br>24.305<br>МАГНИЙ  |                               |                                   |                               |                                |
| 19<br>K<br>39.098<br>КАЛИЙ    | 20<br>Ca<br>40.078<br>КАЛЬЦИЙ | 21<br>Sc<br>44.956<br>СКАНДИЙ | 22<br>Ti<br>47.867<br>ТИТАН       | 23<br>V<br>50.941<br>ВАНАДИЙ  | 24<br>Cr<br>51.996<br>ХРОМ     |
| 37<br>Rb<br>85.468<br>РУБИДИЙ | 38<br>Sr<br>87.62<br>СТРОНЦИЙ | 39<br>Y<br>88.906<br>ИТРИЙ    | 40<br>Zr<br>91.224<br>ЦИРКОНИЙ    | 41<br>Nb<br>92.906<br>НИОБИЙ  | 42<br>Mo<br>95.94<br>МОЛИБДЕН  |
| 55<br>Cs<br>132.905<br>ЦЕЗИЙ  | 56<br>Ba<br>137.33<br>БАРИЙ   | 57-71<br>La-Lu<br>ЛАНТАНОИДЫ  | 72<br>Hf<br>178.49<br>ГАФНИЙ      | 73<br>Ta<br>180.948<br>ТАНТАЛ | 74<br>W<br>183.84<br>ВОЛЬФРАМ  |
| 87<br>Fr<br>(223)<br>ФРАНЦИЙ  | 88<br>Ra<br>(226)<br>РАДИЙ    | 89-103<br>Ac-Lr<br>АКТИНОИДЫ  | 104<br>Rf<br>(261)<br>РЕЗЕРФОРДИЙ | 105<br>Db<br>(262)<br>ДУБИЙ   | 106<br>Sg<br>(263)<br>СЕБОРГИЙ |

- Металлы
- Неметаллы
- Металлоиды
- Газы

|                               |                              |                                  |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 57<br>La<br>138.905<br>ЛАНТАН | 58<br>Ce<br>140.12<br>ЦЕРИЙ  | 59<br>Pr<br>140.907<br>ПРАЗЕДИЙ  |
| 89<br>Ac<br>(227)<br>АКТИНИЙ  | 90<br>Th<br>232.038<br>ТОРИЙ | 91<br>Pa<br>231.036<br>ПРОТАКТИН |





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.

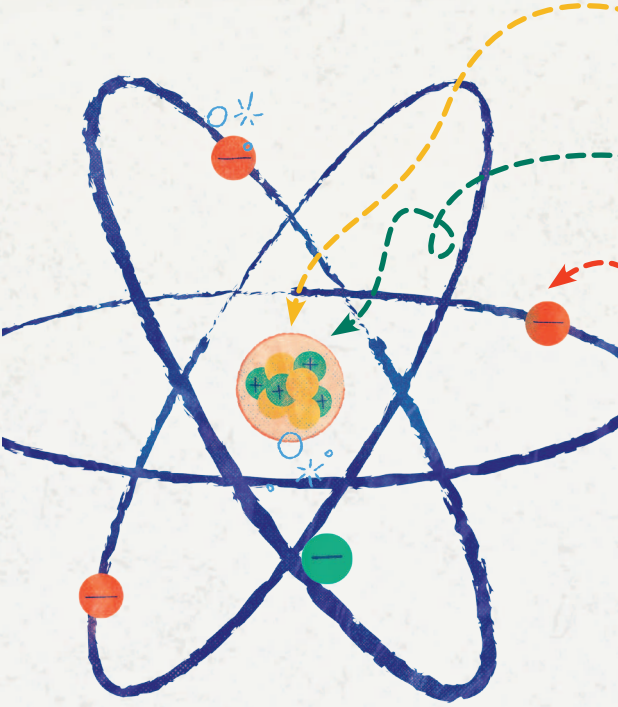
|                      |                      |                        |                          |                        |                         |                        |                        |                       |                         |                       |                        |
|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                      |                      |                        |                          |                        |                         |                        |                        |                       |                         | 2<br>He<br>ГЕЛИЙ      |                        |
|                      | 5<br>В<br>БОР        | 6<br>С<br>УГЛЕРОД      | 7<br>N<br>АЗОТ           | 8<br>O<br>КИСЛОРОД     | 9<br>F<br>ФТОР          | 10<br>Ne<br>НЕОН       |                        |                       |                         |                       |                        |
|                      | 13<br>Al<br>АЛЮМИНИЙ | 14<br>Si<br>КРЕМНИЙ    | 15<br>P<br>ФОСФОР        | 16<br>S<br>СЕРА        | 17<br>Cl<br>ХЛОР        | 18<br>Ar<br>АРГОН      |                        |                       |                         |                       |                        |
| 26<br>Fe<br>ЖЕЛЕЗО   | 27<br>Co<br>КОБАЛЬТ  | 28<br>Ni<br>НИКЕЛЬ     | 29<br>Cu<br>МЕДЬ         | 30<br>Zn<br>ЦИНК       | 31<br>Ga<br>ГАЛЛИЙ      | 32<br>Ge<br>ГЕРМАНИЙ   | 33<br>As<br>АРСЕН      | 34<br>Se<br>СЕЛЕН     | 35<br>Br<br>БРОМ        | 36<br>Kr<br>КРИПТОН   |                        |
| 43<br>Tc<br>ТЕХНЕЦИЙ | 44<br>Ru<br>РУТЕНИЙ  | 45<br>Rh<br>РОДИЙ      | 46<br>Pd<br>ПАЛЛАДИЙ     | 47<br>Ag<br>СЕРЕБРО    | 48<br>Cd<br>КАДМИЙ      | 49<br>In<br>ИНДИЙ      | 50<br>Sn<br>ОЛОВО      | 51<br>Sb<br>СУРЬМА    | 52<br>Te<br>ТЕЛУР       | 53<br>I<br>ЙОД        | 54<br>Xe<br>КСЕНОН     |
| 75<br>Re<br>РЕНИЙ    | 76<br>Os<br>ОСМИЙ    | 77<br>Ir<br>ИРДИЙ      | 78<br>Pt<br>ПЛАТИНА      | 79<br>Au<br>ЗОЛОТО     | 80<br>Hg<br>РУТЬ        | 81<br>Tl<br>ТАЛЛИЙ     | 82<br>Pb<br>СВИНЕЦ     | 83<br>Bi<br>ВИСМУТ    | 84<br>Po<br>ПОЛОНИЙ     | 85<br>At<br>АСТАТ     | 86<br>Rn<br>РАДОН      |
| 107<br>Bh<br>БОРИЙ   | 108<br>Hs<br>ХАСИЙ   | 109<br>Mt<br>МЯТЕНЕРИЙ | 110<br>Ds<br>ДАРСИГАТТИЙ | 111<br>Rg<br>РЕНТГЕНИЙ | 112<br>Cn<br>КОПЕРНИЦИЙ | 113<br>Nh<br>НЬОБИЙ    | 114<br>Fl<br>ФЛЕРОВИЙ  | 115<br>Mc<br>МАСКОВИЙ | 116<br>Lv<br>ЛИВЕРМОРИЙ | 117<br>Ts<br>ТЕННЕСИЙ | 118<br>Og<br>ОГАНЕСИЙ  |
| 60<br>Nd<br>НЕОДИМ   | 61<br>Pm<br>ПРОМЕТИЙ | 62<br>Sm<br>САМАРИЙ    | 63<br>Eu<br>ЕВРОПИЙ      | 64<br>Gd<br>ГАДОЛИНИЙ  | 65<br>Tb<br>ТЕРБИЙ      | 66<br>Dy<br>ДИСПРОЗИЙ  | 67<br>Ho<br>ГОЛЬМИЙ    | 68<br>Er<br>ЭРБИЙ     | 69<br>Tm<br>ТУЛЬИЙ      | 70<br>Yb<br>ИТТЕРБИЙ  | 71<br>Lu<br>ЛУТЕЦИЙ    |
| 92<br>U<br>УРАН      | 93<br>Np<br>НЕПУТНИЙ | 94<br>Pu<br>ПУТОНИЙ    | 95<br>Am<br>АМЕРИЦИЙ     | 96<br>Cm<br>КЮРИЙ      | 97<br>Bk<br>БЕРКЛИЙ     | 98<br>Cf<br>КАЛИФОРНИЙ | 99<br>Es<br>ЭЙНШТЕЙНИЙ | 100<br>Fm<br>ФЕРМИЙ   | 101<br>Md<br>МЕНДЕЛЕВИЙ | 102<br>No<br>НОБЕЛИЙ  | 103<br>Lr<br>ЛОУРЕНСИЙ |

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-

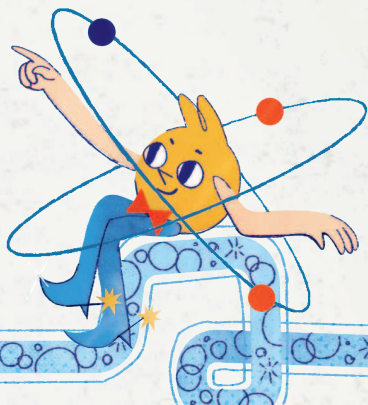
## СТРОЕНИЕ АТОМА



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

**ПРОТОН** — тяжёлая положительно заряженная частица.

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



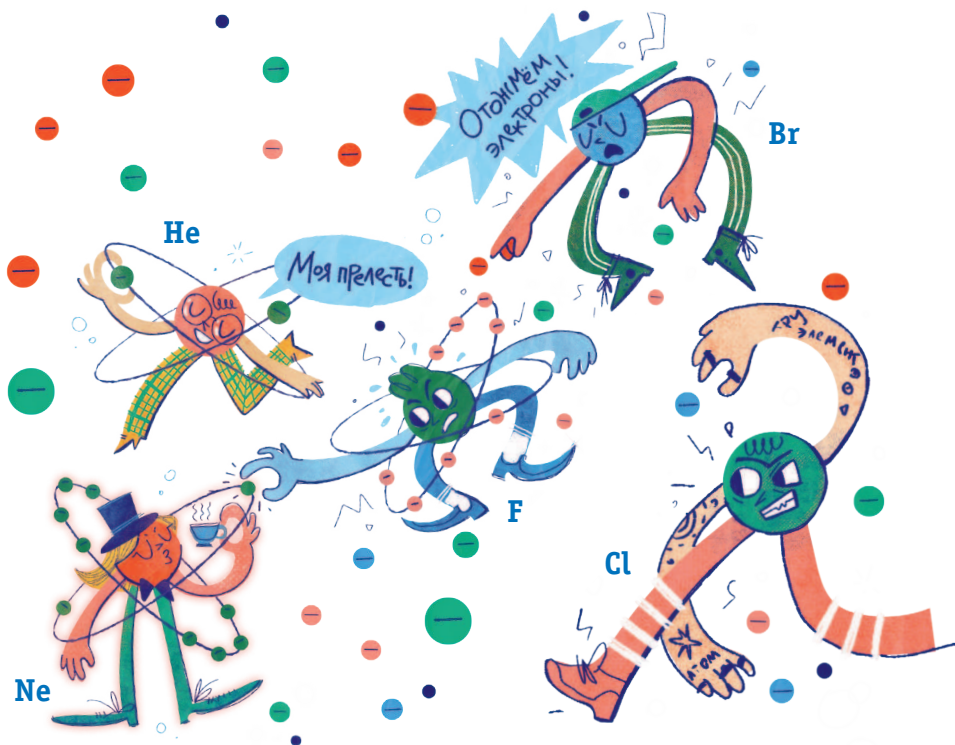


го закона, ему казалось, что именно атомная масса играет здесь главную роль.

*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**,

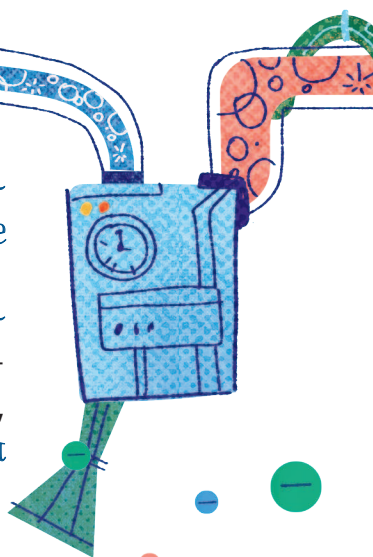


они не вступают практически ни в какие химические реакции.

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, вращающийся вокруг протона.

Водорода по массе более 70% в нашем Солнце и во Вселенной, вторым идёт **гелий** — его более 20%, 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

