

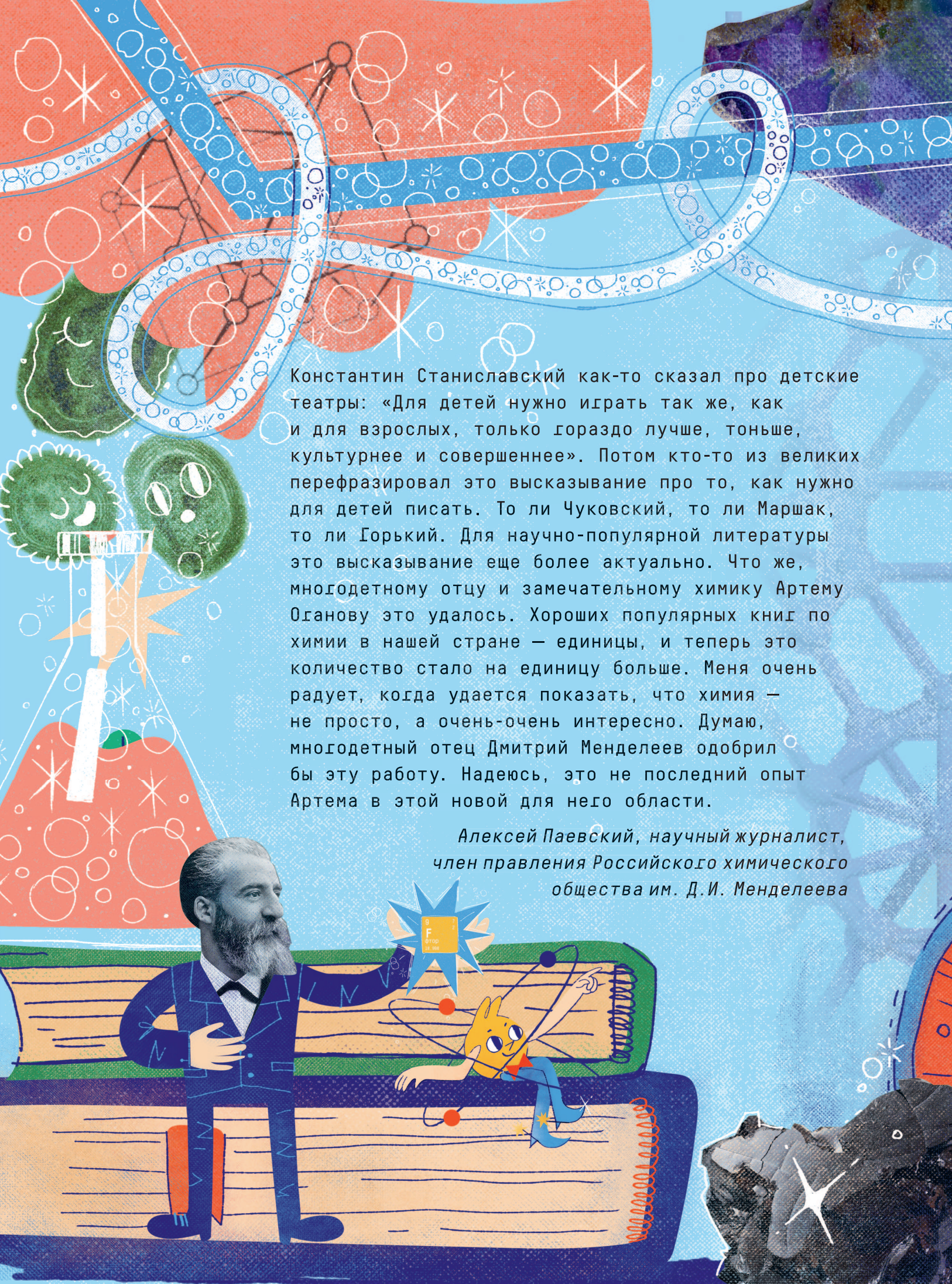


АРТЁМ ОГАНОВ ХИМИЯ

Атомы, молекулы, кристаллы

Аванта

20	2
Cu	8
медь	18
63.546	1



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*





ВСТУПЛЕНИЕ

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.



ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Атомы 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*. 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.

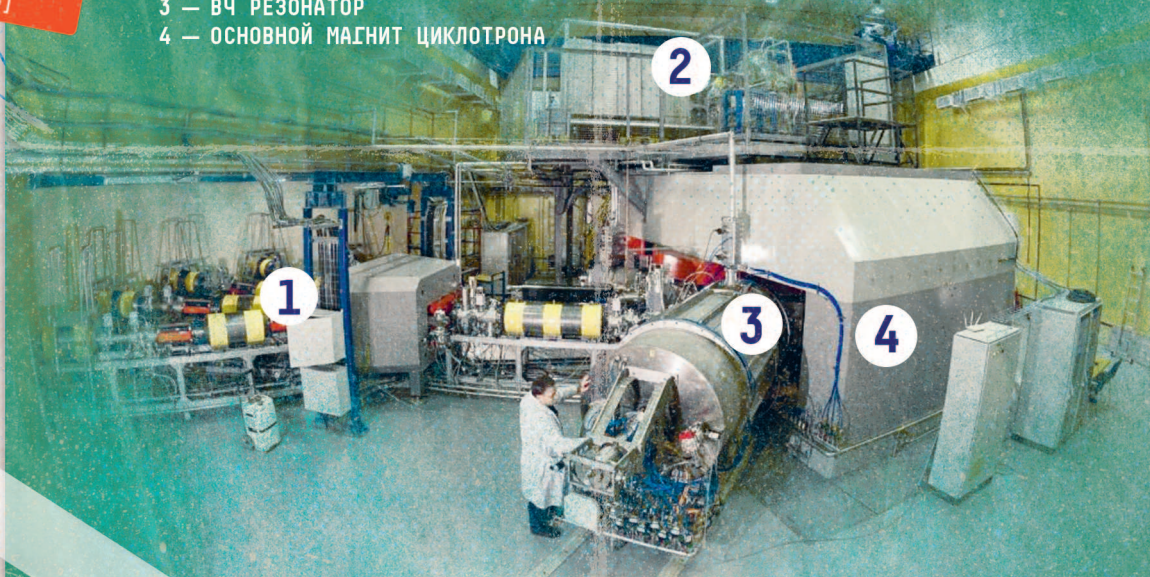
* Дело в том, что не все элементы встречаются в самородном виде, по большей части мы имеем дело именно с их соединениями.



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.

ФАБРИКА СВЕРХТЯЖЁЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЦ-280

- 1 — ПЯТЬ КАНАЛОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПУЧКА
- 2 — СИСТЕМА АКСИАЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИИ
- 3 — ВЧ РЕЗОНАТОР
- 4 — ОСНОВНОЙ МАГНИТ ЦИКЛОТРОНА



НА
СЕГОДНЯШНИЙ
ДЕНЬ
ИЗВЕСТНО
118
ХИМИЧЕСКИХ
ЭЛЕМЕНТОВ

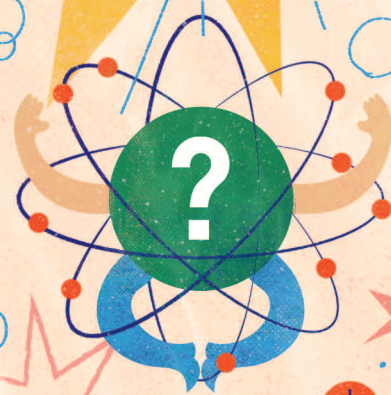
Надо сказать, что история создания новых химических элементов не закончена, а продолжается. Учёные считают, что рано или поздно периодическая таблица дойдёт до своего предела. Дело в том, что **очень тяжёлые атомы** оказываются нестабильными и живут совсем короткое время. Считается, что для очень тяжёлых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

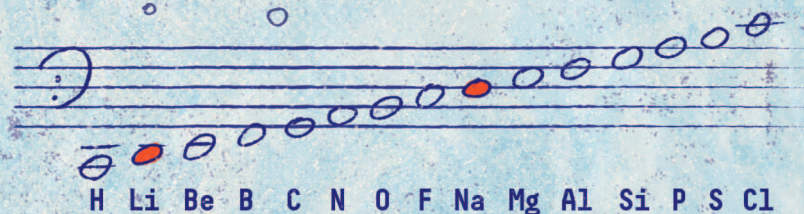
В середине XIX века было известно 63 элемента, в это время было предпринято несколько попыток систематизировать свойства этих элементов.

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

173 ЭЛЕМЕНТ



ЗАКОН ОКТАВ НЬЮЛЕНДСА



до
ре
ми
фа
 соль
ля
си
6

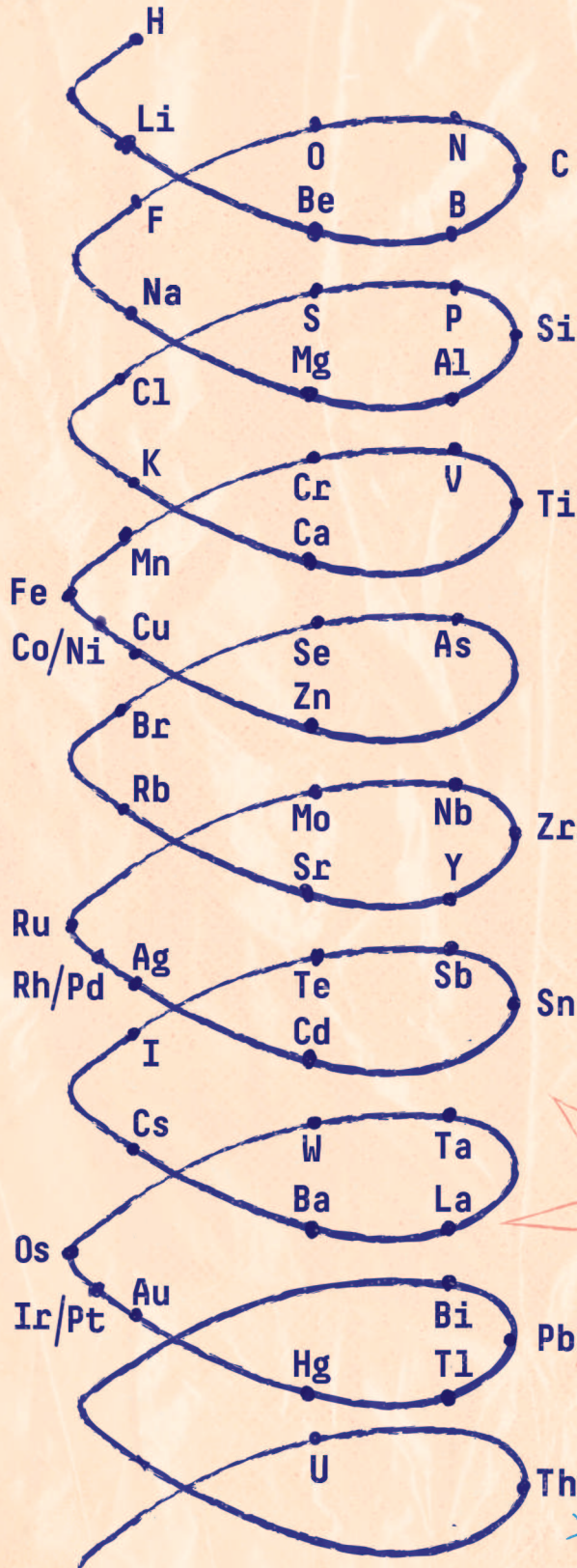
1	H	8	F	15	Cl	22	Co Ni	29	Br	36	Pd	43	I	50	Pt Ir
2	Li	9	Na	16	K	23	Cu	30	Rb	37	Ag	44	Cs	51	Tl
3	Be	10	Mg	17	Ca	24	Zn	31	Sr	38	Cd	45	Ba V	52	Pb
4	B	11	Al	18	Cr	25	Y	32	Ce La	39	U	46	Ta	53	Th
5	C	12	Si	19	Ti	26	In	33	Zn	40	Sn	47	W	54	Hg
6	N	13	P	20	Mn	27	As	34	Di Mo	41	Sb	48	Nb	55	Bi
7	O	14	S	21	Fe	28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

ОКТАВЫ

«ЗЕМНОЙ ВИНТ» ШАНКУРТУА

НИКТО ТОЧНО НЕ ЗНАЕТ, ГДЕ НАХОДИТСЯ ПРЕДЕЛ ТАБЛИЦЫ МЕНДЕЛЕЕВА!

атомные массы



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 (или земным) винтом**, достаточно странное название, не правда ли?

В общем, ни попытка систематизации Ньюлендса, 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 массой 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. Первым из предсказанных Менделеевым

В КАЖДОЙ КЛЕТКЕ ДОЛЖЕН БЫТЬ ЭЛЕМЕНТ!

1 H ВОДОРОД	2 He ГЕЛИЙ	3 Li ЛИТИЙ	4 Be БЕРИЛЛИЙ	5 B БОРО	6 C УГЛЕРОД	7 N АЗОТ	8 O КИСЛОРОД	9 F ФТОР	10 Ne НЕОН
11 Na НАТРИЙ	12 Mg МАГНИЙ	13 Al АЛЮМИНИЙ	14 Si КРЕМНИЙ	15 P ФOSФОР	16 S СЕРА	17 Cl ХЛОРОД	18 Ar АРГОН	19 K КАЛИЙ	20 Ca КАЛЬЦИЙ
21 Sc СКАНДИЙ	22 Ti ТИТАН	23 V ВАНАДИЙ	24 Cr ХРОМ	25 Mn МАРГАНЕЦ	26 Fe ЖЕЛЕЗО	27 Co КОБАЛЬТ	28 Ni НИКЕЛЬ	29 Cu МЕДИ	30 Zn ЦИНК
37 Rb РУБИДИЙ	38 Sr СТРОНЦИЙ	39 Y ИТТРИЙ	40 Zr ЦИРКОНИЙ	41 Nb НИОБИЙ	42 Mo МОЛИБДЕН	43 Tc ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru РУДИЙ	45 Rh РОДИЙ	46 Pd ПАЛЛАДИЙ
55 Cs ЦЕЗИЙ	56 Ba БАРИЙ	57-71 La-Lu ЛАНТАНОИДЫ	72 Hf ГАФНИЙ	73 Ta ТАНТАЛ	74 W ВОЛЬФРАМ	75 Re РЕНИЙ	76 Os ОСМИЙ	77 Ir ИРИДИЙ	78 Pt ПЛАТИНА
87 Fr ФРАНЦИЙ	88 Ra РАДИЙ	89-103 Ac-Lr АКТИНОИДЫ	104 Rf РЕЗЕРФОРДИЙ	105 Db ДУБИНИЙ	106 Sg СИБОРГИЙ	107 Bh БОРИЙ	108 Hs ХАССИЙ	109 Mt МЕТТЛИЙ	110 Ds ДАРСИЙ

- Металлы
- Неметаллы
- Металлоиды
- Газы

57 La ЛАНТАН	58 Ce ЦЕРИЙ	59 Pr ПРАЗЕОДИМ	60 Nd НЕОДИМ
89 Ac АКТИНИЙ	90 Th ТОРИЙ	91 Pa ПРОТАКТИНИЙ	92 U УРАН

ЛОТАР МАЙЕР



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**.

										2	4.003	He	ГЕЛИЙ																														
										5	10.811	B	БОР																														
										6	12.011	C	УГЛЕРОД																														
										7	14.007	N	АЗОТ																														
										8	15.999	O	КИСЛОРОД																														
										9	18.998	F	ФТОР																														
										10	20.179	Ne	НЕОН																														
										13	26.981	Al	АЛЮМИНИЙ																														
										14	28.086	Si	КРЕМНИЙ																														
										15	30.974	P	ФОСФОР																														
										16	32.066	S	СЕРА																														
										17	35.453	Cl	ХЛОР																														
										18	39.948	Ar	АРГОН																														
26	55.847	Fe	ЖЕЛЕЗО	27	58.933	Co	КОВАЛЬТ	28	58.7	Ni	НИКЕЛЬ	29	63.546	Cu	МЕДЬ	30	65.39	Zn	ЦИНК	31	69.72	Ga	ГАЛЛИЙ	32	75.59	Ge	ГЕРМАНИЙ	33	74.992	As	МЫШЬЯК	34	78.96	Se	СЕЛЕН	35	79.904	Br	БРОМ	36	83.8	Kr	КРИПТОН
44	101.07	Ru	РУТЕНИЙ	45	102.906	Rh	РОДИЙ	46	106.4	Pd	ПАЛЛАДИЙ	47	107.868	Ag	СЕРЕБРО	48	112.41	Cd	КАДМИЙ	49	114.82	In	ИНДИЙ	50	118.71	Sn	ОЛОВО	51	121.75	Sb	СУРЬМА	52	127.6	Te	ТЕЛЛУР	53	126.904	I	ИОД	54	131.29	Xe	КСЕНОН
76	190.2	Os	ОСНИЙ	77	192.22	Ir	ИРИДИЙ	78	195.08	Pt	ПЛАТИНА	79	196.967	Au	ЗОЛОТО	80	200.59	Hg	РУТУТЬ	81	204.39	Tl	ТАЛЛИЙ	82	207.19	Pb	СВИНЕЦ	83	208.98	Bi	ВИСМУТ	84	209.98	Po	ПОЛОНИЙ	85	209.98	At	АСТАТ	86	(222)	Rn	РАДОН
(262)	(265)	Hs	ХАССИЙ	(266)	(266)	Mt	МЕЙТНЕРИЙ	(281)	(281)	Ds	ДАРШТАДТИЙ	(280)	(280)	Rg	РЕНТГЕНИЙ	(285)	(285)	Cn	КОПЕРНИЦИЙ	(284)	(284)	Nh	НИХОНИЙ	(289)	(289)	Fl	ФЛЕРОВИЙ	(288)	(288)	Mc	НОСКОВИЙ	(293)	(293)	Lv	ЛИВЕРМОРИЙ	(294)	(294)	Ts	ТЕННЕСИЙ	(294)	(294)	Og	ОГАНЕСОН
61	144.91	Pm	ПРОМЕТИЙ	62	150.36	Sm	САМАРИЙ	63	151.96	Eu	ЕВРОПИЙ	64	157.25	Gd	ГАДОЛИНИЙ	65	158.926	Tb	ТЕРБИЙ	66	162.5	Dy	ДИСПРОЗИЙ	67	164.93	Ho	ГОЛЬМИЙ	68	167.26	Er	ЭРБИЙ	69	168.934	Tm	ТУЛИЙ	70	173.04	Yb	ИТТЕРБИЙ	71	174.967	Lu	ЛЮТЕЦИЙ
93	237.05	Np	НЕПТУНИЙ	94	244.06	Pu	ПЛУТОНИЙ	95	243.06	Am	АМЕРИЦИЙ	96	247.07	Cm	КЮРИЙ	97	247.07	Bk	БЕРКЛИЙ	98	251.08	Cf	КАЛИФОРНИЙ	99	252.08	Es	ЭЙНШТЕЙНИЙ	100	257.1	Fm	ФЕРМИЙ	101	258.1	Md	МЕНДЕЛЕВИЙ	102	259.1	No	НОБЕЛИЙ	103	260.1	Lr	ЛОУРЕНСИЙ

ДМИТРИЙ МЕНДЕЛЕЕВ



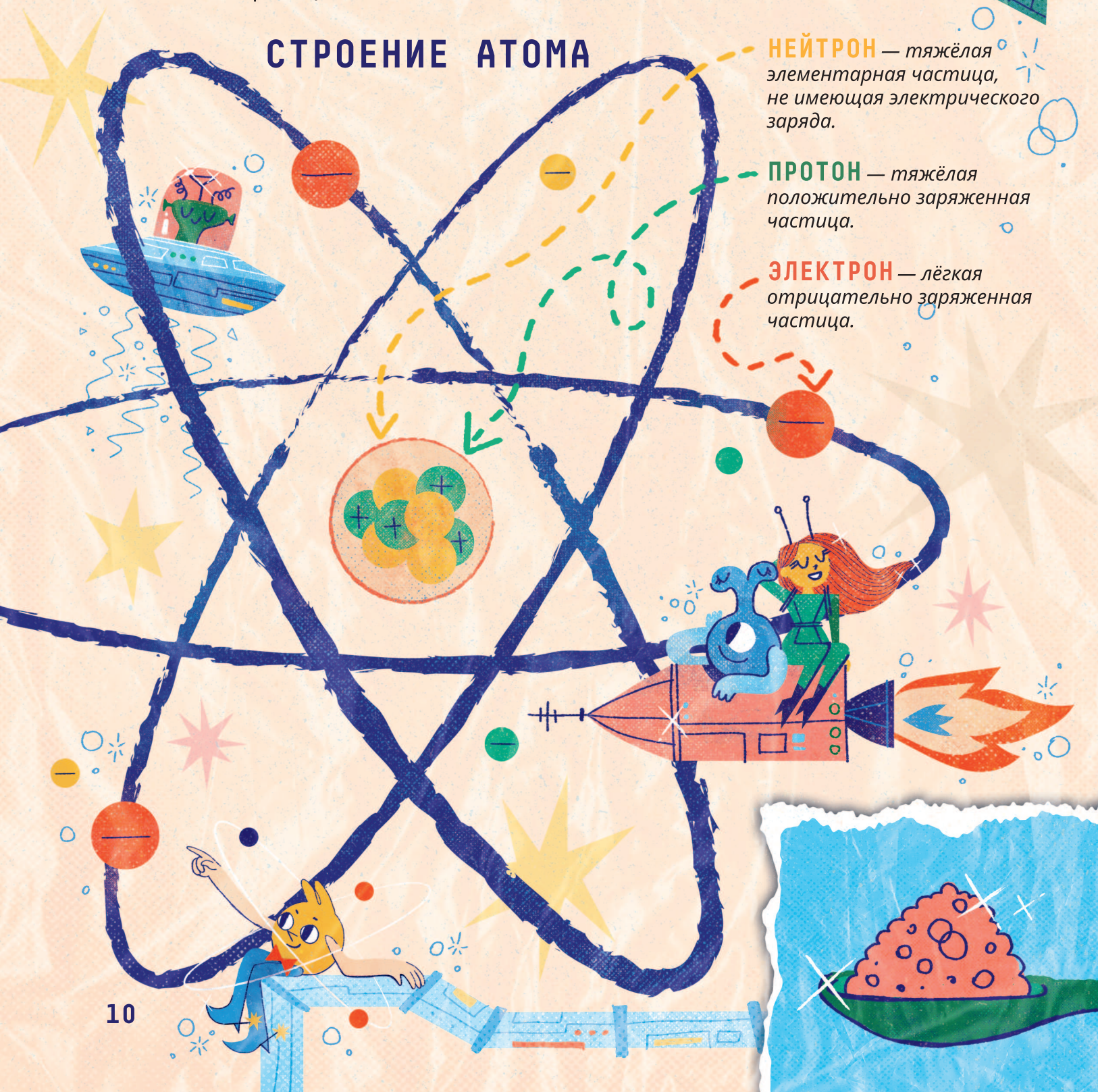
Сам Менделеев, как часто бывает в науке, не понимал природы периодического закона, ему казалось, что именно атомная масса играет здесь главную роль. Сейчас же мы знаем, что дело вовсе не в атомной массе и гравитационных взаимодействиях, а в числе электронов. Электроны в атомах образуют оболочки, и заполнение 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.

СТРОЕНИЕ АТОМА

НЕЙТРОН — тяжёлая элементарная частица, не имеющая электрического заряда.

ПРОТОН — тяжёлая положительно заряженная частица.

ЭЛЕКТРОН — лёгкая отрицательно заряженная частица.



БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ

Например, все атомы, у которых **оболочки заполнены**, обладают очень низкой химической активностью. Это **БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ**, они **не вступают практически ни в какие химические реакции**.



He

Br

Моя прелесть!

Отжмем электроны!

ГАЛОГЕНЫ

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

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

ЮПИТЕР И САТУРН